



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SERVICIOS DE RED INTELIGENTE EN TELEFONIA
MOVIL UTILIZANDO EL PROTOCOLO ANSI - 41

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES
P R E S E N T A N :
MIGUEL ANGEL GODINEZ LIRA
LEONEL RODRIGUEZ PEREZ
SANKARSANA DASA ROMERO GARCIA

DIRECTOR DE TESIS: ING. JESUS SANCHEZ ZEPEDA



MEXICO, D.F.

2003

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Servicios de Red Inteligente en Telefonía Móvil utilizando el protocolo ANSI-41

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Agradecimientos

A mi Abuela

Esperanza

Ejemplo de fortaleza, lucha y entrega...

A mis Padres, que creyeron en mí

Hilda y Genaro

Por todo el amor, disciplina y valores que en mí forjaron para cimentar cada paso que doy...

A mi tío, mi segundo padre

José Gabriel

Como muestra de agradecimiento a su apoyo incondicional...

A mis hermanos

Carlos, Leticia y Juan

Que siempre me motivan a seguir adelante y a través de la diversidad existente, me guían por un mejor camino...

A mis sobrinos

Karla, Johanna y Oswaldo

Ejemplos de inquietud, inteligencia y sabiduría, virtudes muy importantes en la vida adulta...

A mi amigo

Leonel

Que a través de su sencillez, sinceridad y honestidad, me mostró otras maneras de ver las cosas y vivir...

A mi amigo

Sankarsana

Por su manera positiva y sincera de ver la vida, por brindarme su amistad, ... y porque me enseñó que la puntualidad no es una virtud, sino un defecto...

A todas aquellas personas que contribuyeron de manera directa o indirectamente a para llegar hasta aquí...

Gracias

Miguel Ángel

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4

A mis padres Antonio y Porfiria por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos Adriana, Maribel, Gustavo, Antonio, Rosalba y Beatriz por su cariño y comprensión.

A mi amiga Zaira J. Lustres por estar siempre conmigo.

Leonel Rodríguez Pérez

Cualesquiera que hayan sido nuestros logros, alguien nos ayudó siempre a alcanzarlos.
Althea Gibson

El éxito es lo que nos da confianza para poner en práctica lo que el fracaso nos ha enseñado.
P. Carrasco

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6

Dedico el presente trabajo a mis padres, hermano y amigos: con ellos he convivido momentos muy gratos y gracias a ellos he aprendido a ser perseverante y alcanzar mis metas, me han hecho notar mis errores y gracias a ellos he podido superarlos para ser una mejor persona.

A mis padres José Luis y Susana, les agradezco profundamente el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi formación académica, agradezco enormemente su cariño y comprensión en los momentos difíciles, y debo decir que gracias a ellos he llegado a ser la persona que ahora soy, con virtudes y defectos pero con la inteligencia para saber valorar lo bueno y sacar provecho de mis errores. Ellos me enseñaron que Dios tiene una diversidad de nombres y los caminos por los cuales uno puede acercarse a él, sin embargo, lo importante es que uno desarrolle un amor puro y sincero hacia él y debo decir que gracias a su misericordia he podido completar todo lo que me he propuesto en la vida.

A mi hermano Mukunda por ser uno de los mejores amigos que he tenido y con el que he compartido los mejores momentos de mi vida.

A mis compañeros de tesis, gracias al trabajo en equipo y a su cooperación pudimos completar adecuadamente el presente trabajo. Ellos no sólo fueron mis compañeros de tesis sino que han sido mis mejores amigos. Gracias Miguel y Leonel.

Durante mi formación académica hice muchos amigos, todos son muy especiales para mí, pero hacer una lista de todos requeriría otro anexo en este trabajo, es por esto que agradezco profundamente su apoyo y amistad a todos y cada uno de ellos.

A mis amigos japoneses, con quienes pude conocer la interesante cultura y tradiciones de Japón así como su lenguaje. El intercambio cultural que tuve con ellos ha sido una gran experiencia.

Por último quiero agradecer a todos los profesores con los que he tenido la oportunidad de tomar clases, sus valiosas enseñanzas han sido el mejor legado que he recibido en la vida y gracias a ellos aprendí que el conocimiento sólo es útil si se comparte con los demás.

Muchas gracias a todos.

皆さんどうもありがとうございました！

Sinceramente:

Sankarsana Dasa Romero García



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8

1	Introducción	17
1.1	Evolución de las Comunicaciones Móviles	17
1.2	Generaciones de la Telefonía Inalámbrica	19
1.2.1	Primera generación (1G)	19
1.2.2	Segunda Generación (2G)	19
1.2.3	Generación 2.5 G	20
1.2.4	Tercera generación 3G	21
1.3	Conceptos Básicos de Telefonía Celular	21
1.3.1	Modos de Transmisión	21
1.3.2	Ancho de Banda	22
1.3.3	Modulación	23
1.3.4	Frecuencia de Reuso	23
1.3.5	Técnicas de Acceso al Medio	24
1.3.6	Handoff	25
1.4	Arquitectura Básica de una Red de Comunicaciones Móviles	26
1.4.1	Mobile Switching Center	26
1.4.2	Estación Móvil	26
1.4.3	Estación Base	26
1.5	Normas de Telecomunicaciones Inalámbricas	27
1.5.1	Normas Voluntarias	27
1.5.2	Norma Reguladora	27
1.5.3	Grupos de normas, Grupos de tratado y grupos de usuario	28
1.5.4	La Norma Nacional Americana y la TIA	28
1.6	Señalización de Redes de Telecomunicaciones Inalámbricas	29
2	Digital PCS	33
2.1	Arquitectura de Red	33
2.1.1	Estación Base	34
2.1.2	Estación Móvil	35
2.1.3	MSC	35
2.1.4	HLR y VLR	36
2.1.5	Centro de autenticación AC	36
2.1.6	Servidor de Teleservicios Tlsvr Svr	37
2.1.7	Centro de Tarificación	37
2.1.8	Interworking función IWF	37
2.2	Principios de funcionamiento de la Red	37
2.3	Digital PCS y el modelo de referencia OSI	41
2.3.1	Capa Física	42
2.3.2	Capa de Enlace	61
2.3.3	Capa de Red	63
2.3.4	Teleservicios	69
2.4	Estados del móvil basado en IS - 136	75
2.4.1	Null	75
2.4.2	Control Channel Scanning and Locking	76
2.4.3	DCCH Selection	76
2.4.4	DCCH Camping	76
2.4.5	Conversation	77
2.4.6	Registration Proceeding	77
2.4.7	Originating Proceeding	78
2.4.8	Waiting for order	79
2.4.9	Terminated Point-to-Point Teleservice Proceeding	80
2.4.10	SSD Update Proceeding	80
2.4.11	Originated Point-to-Point Teleservice Proceeding	81
2.5	Interfases de Red	82
3	Sistema de Señalización No. 7	85
3.1	Señalización	85
3.2	Señalización por canal común	86
3.3	Elementos físicos de una red de señalización	87
3.3.1	SSP (Service Switching Point)	87

3.3.2	SCP (Signal Control Point)	87
3.3.3	STP (Signal Transfer Point)	88
3.4	Enlaces de señalización	88
3.4.1	Enlaces A	88
3.4.2	Enlaces B	89
3.4.3	Enlaces C	89
3.4.4	Enlaces D	89
3.4.5	Enlaces E	90
3.4.6	Enlaces F	90
3.5	Protocolo SS7	90
3.5.1	MTP 1 (Message Transfer Part Level 1)	91
3.5.2	MTP 2 (Message Transfer Part Level 2)	91
3.5.3	MTP 3 (Message Transfer Part Level 3)	96
3.5.4	SCCP (Signaling Connection Control Part)	101
3.5.5	TUP (Telephone User Part)	107
3.5.6	ISUP (Integrated Services Digital Network User Part)	108
3.5.7	TCAP (Transaction Capability Application Part)	110
3.6	Redes inalámbricas	117
3.7	Arquitectura del protocolo ANSI-41	117
3.7.1	Servicios de transferencia de datos ANSI-41	117
3.7.2	Servicios de aplicación ANSI-41	118
4	ANSI-41	125
4.1	Modelo de referencia de red ANSI-41	125
4.1.1	Origen del modelo de referencia de red	125
4.1.2	Entidades funcionales originales de ANSI-41 (IS-41-0)	126
4.1.3	Entidades funcionales de la segunda generación de ANSI-41 (IS-41-C)	126
4.1.4	Entidades funcionales actuales de ANSI-41	127
4.2	Identificación inalámbrica	130
4.2.1	Identificación del suscriptor	130
4.2.2	Identidad temporal de la estación móvil	133
4.2.3	Identificación del MSC	133
4.3	Handoff Intersistema	134
4.3.1	Cuestiones asociadas con el Handoff Intersistema	135
4.3.2	Medición de handoff	136
4.3.3	Handoff forward	138
4.3.4	Handoff back	141
4.3.5	Minimización de trayectoria	142
4.3.6	Liberación de llamada	147
4.4	Roaming automático	149
4.4.1	Registro	149
4.4.2	Cuestiones asociadas con roaming automático	150
4.4.3	Calificación de servicio de la MS	150
4.4.4	Manejo de localización de la MS	153
4.4.5	Manejo de estado de la MS	159
4.4.6	Recuperación de falla del HLR y VLR	161
4.5	Autenticación	162
4.5.1	Clave A	163
4.5.2	Datos secretos compartidos SSD	163
4.5.3	Cuestiones asociadas con autenticación	164
4.5.4	Compartimiento de datos secretos compartidos	164
4.5.5	Global-challenge	165
4.5.6	Unique-challenge	166
4.5.7	Actualización del SSD	167
4.5.8	Actualización del contador de historia de llamada	167
4.5.9	Mejoramientos de autenticación en IS-778	168
4.6	Procesamiento de llamada de ANSI-41	168
4.6.1	Cuestiones asociadas con procesamiento de llamada	169
4.6.2	Servicios de originación de llamada	170
4.6.3	Servicios de terminación de llamada	178
4.6.4	Servicios de control de características	185
4.7	Servicio de mensajes cortos	190

4.7.1	Servicio portador SMS	190
4.7.2	Teleservicios SMS	191
4.7.3	Centro de mensajes	192
4.7.4	Entidad de mensaje corto	192
4.7.5	Cuestiones asociadas con el SMS	192
4.7.6	Calificación de servicio de la SME	193
4.7.7	Manejo de localización de la SME	194
4.7.8	Manejo de estado de la SME	194
4.7.9	Procesamiento de mensajes cortos	196
4.8	Provisión de servicio sobre el aire	198
4.8.1	Administración de parámetros sobre el aire	198
4.8.2	Cuestiones asociadas con OTASP	198
4.8.3	Entidades funcionales OTASP	199
4.8.4	Funciones de roaming automático para redes basadas en TDMA	199
4.8.5	Funciones de transferencia de parámetros OTAPA para redes basadas en TDMA	203
5	Red inteligente	207
5.1	Origen de red inteligente	207
5.2	Switch automático	207
5.2.1	SPC (Stored Program Control)	208
5.2.2	Red de señalización por canal común	208
5.2.3	Causas del surgimiento de red inteligente	208
5.3	Entrada de la Red Inteligente 1 (IN/1)	209
5.4	Red inteligente avanzada (AIN)	210
5.4.1	Beneficios de AIN	211
5.4.2	Liberación de AIN	211
5.4.3	Arquitectura de AIN 1	212
5.4.4	El modelo de llamada	213
5.4.5	Liberación de AIN 0	214
5.4.6	Liberación de AIN 0.1	215
5.4.7	Liberación de AIN 0.2	215
5.4.8	Propuesta de bloques constructivos	216
5.4.9	Servicio de marcado de extensión de números	217
5.4.10	Servicio de recuperación de desastres	217
5.5	Arquitectura de red inteligente	218
5.5.1	Modelo conceptual de red inteligente	219
6	Red inteligente inalámbrica	225
6.1	Normas para red Inteligente inalámbrica	225
6.2	Wireless Intelligent Network (WIN)	226
6.2.1	WIN previo	227
6.2.2	WIN fase 1	227
6.2.3	WIN fase 2	228
6.2.4	WIN fase 3	242
7	Documentación de la tarjeta NS700 PCI	247
7.1	Descripción física de la tarjeta	247
7.2	Procesos de configuración, inicialización y detención	249
7.3	Modelo de programación	251
7.3.1	Proveedores de Servicio	251
7.3.2	Provider Listener	252
7.3.3	Estructuras Listener	252
7.3.4	Servicios de mensajes cortos (SMS)	255
7.3.5	Control de llamadas	256
7.3.6	Registro de call-backs	257
7.4	Estructura del programa de la aplicación	257
8	Servicios de Red Inteligente	261
8.1	Modelo de procesamiento de servicio IN	262
8.2	Proceso de llamada IN	263
8.3	Tarificación de Prepago PPC (Pre-Paid Charging)	266

8.4	Suposiciones o Consideraciones	266
8.5	Procedimientos normales con resultados exitosos	267
8.5.1	Autorización	267
8.5.2	Activación.....	267
8.5.3	Desactivación	268
8.6	Operación normal con un saldo arriba del nivel establecido por el proveedor de servicios.....	268
8.7	Operación normal cuando una condición umbral es alcanzada durante una llamada de voz	269
8.8	Operación normal con insuficiente saldo.....	269
8.9	Escenarios WIN PPC.....	269
8.9.1	Registro de una Estación Móvil MS.....	270
8.9.2	Originación de llamada de una MS: la parte llamante desconecta.....	270
8.9.3	Originación de llamada de una MS: La parte llamante desconecta – No existe anuncio antes de la llamada	273
8.9.4	Originación de llamada de una MS: la parte llamada desconecta.....	274
8.9.5	Originación de llamada de una MS con indicación de saldo bajo durante la llamada	275
8.9.6	Originación de llamada de una MS con lógica de servicio para la liberación de llamada	276
8.9.7	Originación de llamada de una MS sin saldo suficiente para la llamada solicitada	277
8.9.8	Originación de llamada con abandono de llamada.....	278
8.9.9	Entrega de llamada: terminación local en el MSC originante	278
8.9.10	Entrega de llamada: Terminación Intersistema	280
8.9.11	Entrega de llamadas: Saldo Insuficiente.....	282
8.9.12	Entrega de llamada: Tasa de tarificación dependiente de la ubicación del MS.....	283
8.9.13	Entrega de llamada: El MSC asistente no soporta WIN.....	284
8.9.14	Recuperación de estado de cuenta de PPC después de un fallo en el MSC.....	285
8.9.15	Recuperación después de un fallo en el SCP.....	286
8.9.16	Falla durante la recuperación de falla del SCP.....	289
8.10	Implementación	290
8.10.1	Programación de las capas del protocolo SS7	290
	Conclusiones	299
	Bibliografía	303
	Anexo A	307
	Anexo B	319

12

Prefacio

Las necesidades crecientes de los usuarios por obtener más y mejores servicios, y una diferenciación entre los distintos usuarios que tienen acceso a los mismos, ha obligado a los proveedores de servicios de redes de telefonía inalámbrica evolucionar respecto a su arquitectura de red, buscar soluciones rápidas y efectivas que les permitan implantar nuevos servicios cuya liberación sea lo más anticipada en relación a los otros miembros competitivos en el mercado y reducir costos de implantación aprovechando la infraestructura existente sin la necesidad de reinvertir en nuevos equipos cada vez que se realicen modificaciones a servicios en la red, lo que reduciría la rentabilidad de la operación y mantenimiento de la red, impactando directamente en los costos para el préstamo de servicios en el usuario.

El objetivo de este trabajo es presentar el análisis del proceso de creación de servicios inteligentes en una red de telefonía móvil a través de la plataforma de redes inteligentes inalámbricas *WIN*, construida sobre las bases del protocolo de operaciones intersistema conocido como *ANSI-41*. Una vez estudiado el proceso, se corroboraron los beneficios y facilidades a través del análisis para la implementación de los servicios de tarificación prestados por la red, en el cual se muestra los elementos de red necesarios, los posibles escenarios, así como los mensajes involucrados en el proceso de negociación entre los elementos de red. Como última parte del trabajo se ilustra la programación de las capas del protocolo *SS7* -usado como transporte de servicios por *ANSI-41*, con la tarjeta *NS700 Brooktrout* para brindar una plataforma general para desarrollar aplicaciones específicas, solución que ofrece una oportunidad de implementar servicios e independizarse de las soluciones tecnológicas propietarias dependientes de las capacidades con las que fueron construidos los equipos. Con esto la creación de servicios depende de la habilidad de los programadores para desarrollar servicios personalizados. Sin embargo, es necesario hacer notar que esta solución puede presentar variantes respecto a una implementación en una red real, dependiendo de los requerimientos del proveedor de servicio.

El protocolo *ANSI-41* se toma como punto de partida a la solución del problema, ya que provee un marco de operación común para diferentes sistemas o tecnologías como *AMPS*, *TDMA* o *CDMA - CDMAOne* y *CDMA2000* -, asegurando una proyección futura, lo cual posibilita a los operadores de Redes Inteligentes responder rápidamente las necesidades de nuevas facilidades que requieran los abonados en su red, con la intención de tomar ventaja en un mercado vertiginoso y competitivo.

La arquitectura de red empleada para la solución de este problema se presenta en la siguiente figura:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

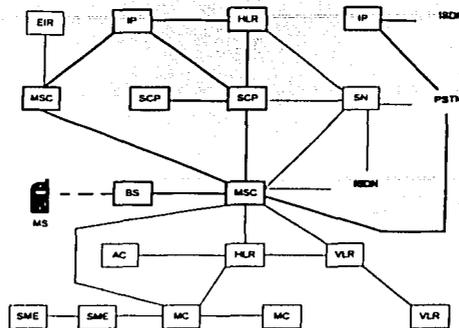


Figura 1.1 Arquitectura de Red. Los elementos en negritas son los que corresponden a la arquitectura propuesta.

La figura anterior muestra la arquitectura de red que se conforma principalmente por dos partes: la interfaz aire y el modelo de red. La interfaz aire permite al usuario acceder a los servicios que se prestan en la misma y se encuentra definida para nuestro trabajo por la norma IS-136 que se conoce mejor como *Digital PCS*.

La segunda parte, el modelo de red abarca las interfaces por medio de las cuales interactúan los distintos elementos que la constituyen para poder prestar servicios a los usuarios. La norma que rige las comunicaciones entre estos elementos es *ANSI-41*.

ANSI-41, como protocolo de comunicaciones intersistema se divide en dos partes de acuerdo a los servicios que presta a la red: servicios de transferencia de datos y servicios de aplicación.

Los servicios de transferencia de datos se pueden proveer a través de redes *SS7* (Signaling System No. 7), *X.25* o redes basadas en *IP*. El modelo del protocolo *ANSI-41* que se plantea se basa en el sistema de señalización 7.

Los servicios de aplicación distinguen los servicios *ANSI-41* de otros usos de *SS7* y hacen posible la transferencia de información de aplicación ente los elementos de red. La interacción entre estos dos protocolos permite la creación de un ambiente de red inteligente en el cuál se pueden desarrollar de manera rápida nuevos servicios y pueden ser adaptarlos a las necesidades del cliente, además de que se pueden distribuir los procesos, que anteriormente eran realizados solo en el dispositivo de switcheo, en todos los elementos de red.

Cabe aclarar que el modelo de red esta basado en el modelo de red inteligente inalámbrica y como la interfaz aire utilizada es *IS-136*, se empleará el modelo normalizado *WIN* (Wireless Intelligent Network) – si la interfaz aire fuera *GSM*, el modelo de red utilizado sería el definido por *CAMEL* (Customized Application for Mobile Networks Enhanced Logic).

Debido a que no existe un elemento dedicado a la tarificación de servicios en una red de telefonía inalámbrica que este normalizado, existen dos posibles soluciones: una basada en un Nodo de Servicio *SN* (Service Node) y otra basada en red inteligente con el uso del Periférico Inteligente *IP* (Intelligent Peripheral).

Analizando las dos posibles soluciones, se decidió que la solución más conveniente se basa en red inteligente en la que el elemento de red encargado del proceso de tarificación es el periférico inteligente.

El *SN* es esencialmente un *switch* inteligente adjunto o programable que se conecta al *MSC*. La solución basada en un *SN* es una opción viable para operadores pequeños que necesitan una

121

solución económica con la habilidad para proporcionar capacidades y características adicionales. Esta solución proporciona la habilidad para incrementar capacidades tal como servicios de manejo de llamadas. Sin embargo, una desventaja inmediata del *SN* es que cada llamada debe ser establecida a través del *SN*. Esto significa que todas las capacidades dependen de las limitaciones de la lógica del servicio del *SN*. Cuando un cliente de prepago basado en *SN* establece una llamada fuera de su sistema de casa, primero la llamada debe ser enrutada al *SN* de casa en donde a la llamada se le aplica la lógica de servicio; y después la llamada se enruta al destino al que va dirigida. Otra desventaja a largo plazo es que no es fácilmente escalable.

Mientras que la solución basada en red inteligente tiende a ser más escalable, con mayores características y más eficiente. Sin embargo, tiene un costo más alto y un mayor periodo de implementación en términos de soporte en toda la red. En esta solución los clientes de prepago pueden usar los mismos elementos que los clientes de pospago. Además, esta solución permite asignar a los clientes de prepago un *MIN (Mobile Identification Number)*. Esta capacidad es importante ya que algunos clientes desean cambiar entre las modalidades de prepago y pospago.

Los servicios de tarificación basados en una solución de red inteligente establecen la plataforma para la liberar servicios de valor agregado a los clientes. Mientras que los servicios basados en otras plataformas restringen el control de las llamadas y los servicios. Con soluciones *IN* cualquier servicio ofrecido en la modalidad pospago se puede ofrecer a los clientes en modo prepago.

Los servicios de tarificación basados en *WIN* permitirán a un suscriptor vagante (*roaming*) usar recursos locales en vez de solicitarlos a su sistema de casa. Las soluciones *WIN* proveen todas las ventajas ofrecidas en la solución basada en *SN* pero sin sus restricciones. Sin embargo, es importante comprender que el periodo de implementación de la solución inteligente es grande.

La parte de implementación de la solución requiere del conocimiento de los elementos de red con los cuales va a interactuar, así como de las características específicas del servicio, por lo tanto se realizó una simulación de las capas del protocolo de señalización *SS7*, empleando la tarjeta *NS700 PCI* de *Brooktrout*, necesarias para poder brindar una plataforma general para desarrollar aplicaciones específicas.

La presente investigación se realizó con el fin de mostrar como son habiitados los servicios inteligentes en una red de telefonía inalámbrica, los cuales proporcionan una alternativa viable en costo y beneficio tanto para el usuario como para el proveedor de servicios, aportando una solución rápida para el impulso de empresas competitivas y por parte del usuario, obtener mejores servicios. De igual manera, puede servir como manual de referencia para aquellas personas técnicas o profesionales encargadas en el área de diseño e implantación de servicios futuros en Redes Inteligentes Inalámbricas.

El presente trabajo ha sido organizado en 6 partes, para facilitar la comprensión de los temas: un capítulo introductorio en donde se proporcionan los fundamentos de las comunicaciones inalámbricas y los organismos de normalización de las telecomunicaciones. La segunda parte explica el funcionamiento de la interfaz aire *Digital PCS* y la implementación de servicios en ésta. La tercera parte esta dividida en dos capítulos: el primero describe los elementos de la red de señalización así como la interacción ente las capas del protocolo *SS7* para poder establecer una comunicación para el control y administración de dichos elementos, el segundo describe las operaciones intersistema realizadas en la red *SS7* con el protocolo *ANSI-41*. La cuarta parte describe la evolución de las redes de telefonía hacia la red inteligente abarcando tecnologías como *INAP*, *WIN* y *CAMEL*. La quinta parte contiene información relativa al funcionamiento y modo de programación de la tarjeta *Brooktrout NS700 PCI*. En la última parte se plantea una solución para poder brindar servicios inteligentes. Además, se incluyen dos anexos que se pueden consultar como referencia para una mejor comprensión de los temas expuestos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1 Introducción

1.1 Evolución de las Comunicaciones Móviles

El primer sistema desarrollado de comunicaciones móviles surgió en 1921 cuando dos radios fueron usados por el departamento de policía de Detroit. Sin embargo tuvieron que pasar décadas para que el concepto de comunicaciones móviles terrestres se extendiera alrededor del mundo. Hacia 1946, el primer servicio comercialmente disponible de telefonía vía ondas radio fue introducido en San Luis, Missouri. Este sistema soportaba únicamente una comunicación *half - duplex*, es decir, solamente una persona podía hablar a la vez. Además, requería una gran separación en las frecuencias entre cada canal que era asignado a un usuario con el fin de minimizar la interferencia cocanal.

El principal problema que tuvo este sistema fue la difícil obtención del tono de invitación a marcar de la oficina central. Sin embargo, los subscriptores que lograban obtener servicio tenían problemas al completar la llamada. Esto se debió principalmente al número limitado de frecuencias (canales) que la red radiotelefónica disponía.

La demanda para el servicio de telefonía móvil creció rápidamente y permaneció por detrás de la capacidad disponible en muchas de las ciudades de gran tamaño. Es increíble que a pesar de la demanda hayan pasado más de 30 años para cubrir las necesidades de telefonía móvil. La capacidad del sistema era menor que el tráfico que tenía que soportar, por ello, la calidad del servicio era terrible, las probabilidades de bloqueo eran del 65% o más altas. La inutilidad del teléfono móvil disminuyó la frecuencia de su uso ya que los usuarios encontraron que era mejor prevenir no hablando en horas picos. Los usuarios y las compañías telefónicas se dieron cuenta que un conjunto de canales no sería suficiente para desarrollar un servicio telefónico móvil útil. Se necesitarían grandes bloques del espectro para satisfacer la demanda en áreas urbanas.

Este sistema consiste de una oficina central montada en la parte superior de un edificio muy alto, en el cual se coloca una antena de tal forma que no exista interrupción alguna de la señal con obstáculos que puedan interferir en el proceso de la llamada, ya que todas las llamadas dentro de la ciudad tenían que ser dirigidas a esta torre centralizadora debido al limitado número de canales. Solamente doce canales estaban disponibles, cada uno de los cuales usaba un transmisor de alta potencia para proveer la cobertura requerida.

Poco tiempo después los Laboratorios *Bell* desarrollaron el sistema *Advanced Mobile Phone System (AMPS)* que usa por primera vez el concepto de comunicaciones celulares y modulación analógica de frecuencia.

A mediados de los años sesentas la tecnología de telefonía móvil había experimentado algunos cambios. El sistema *Bell* desarrolló un sistema mejorado *IMTS (Improved Mobile Telephone Service)* y ofreció a los usuarios un acceso directo a la red telefónica y comunicaciones *full duplex* o de dos vías. Esta innovación consistía de una antena por ciudad y 25 canales de radiofrecuencia cada uno, asignando un usuario por canal. La cobertura para un teléfono móvil era de aproximadamente 30 a 37.5 kilómetros, pero la interferencia en sistemas de radio podía ocurrir en distancias de hasta 150 kilómetros. El resultado fue limitado a la capacidad del canal y la frecuencia de reuso de las células no menor a 75 Km. El sistema no soportaba el traslado de una llamada cuando se movía de una zona a otra, por lo que la llamada se tiraba y tenía que reiniciarla nuevamente en esta zona.

En estos años, el trabajo comenzó con los primeros sistemas de telefonía celular. Las frecuencias no eran reutilizadas en células adyacentes para evitar la interferencia en estos primeros sistemas celulares.

En enero 1969 la *Bell System* aplicó por primera vez el rehúso de frecuencias en un servicio comercial para teléfonos públicos de la línea del tren de Nueva York a Washington. Para desarrollar este sistema se utilizaron 6 canales en la banda de 450 MHz en nueve zonas a lo largo de una ruta de 380 km.

Los avances en la tecnología surgieron y con ello los microprocesadores y los circuitos de gran escala de integración, se redujeron el tamaño y el costo de fabricación de los dispositivos móviles. En 1971, los Laboratorios *Bell* emitieron un reporte técnico donde mostraban la factibilidad de implementar un sistema de telefonía móvil que operará en la banda de frecuencia de 800 MHz. En 1979, la organización regulatoria *FCC (US Federal Communication Commission)* autorizó a *Illinois Bell Telephone (IBT)* implementar el primer sistema celular experimental en Chicago. A su vez, se autorizó que se desarrollara un sistema que cubriera la ciudad de Washington y Baltimore.

Estos sistemas basados en la tecnología *AMPS* tuvieron éxito comercialmente con la puesta en operación en el año de 1983 y de esta manera durante los próximos cuatro años este sistema de comunicaciones se extendió por todos los Estados Unidos.

En 1978, en Estados Unidos comenzó a operar el Servicio Telefónico Móvil Avanzado (*Advanced Mobile Phone Service AMPS*). En ese año, 10 células cubrían 355000 km cuadradas en el área de Chicago, operando en las nuevas frecuencias en la banda de 800 MHz. Esta red utilizaba circuitos integrados *LS*, una computadora dedicada y un sistema de conmutación, lo que probó que los sistemas celulares podían funcionar.

El desarrollo de *AMPS* fue muy rápido, un sistema comenzó a operar en mayo de 1978 en Arabia Saudita, otro en Tokio en diciembre de 1979 y el primero en nuestro país en 1981. Entonces, surgió por parte de la *FCC* otro requisito de competencia. Un proveedor de servicio celular tenía que coexistir con la *Bell System* en el mismo mercado (Bandas A y B)

Otro estándar que surgió fue el de *AURORA-400* en Canadá en febrero de 1983 utilizando equipo de *GTE* y *NovAtel*. Este sistema llamado descentralizado opera en los 420 MHz y utilizaba 86 células, funcionando mejor en áreas rurales por su poca capacidad pero cobertura amplia. En Europa, el sistema celular Telefonía Móvil Nórdico (*Nordic Mobile Telephone System NMT450*) inició operaciones en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega en el rango de 450 MHz. En 1985 la Gran Bretaña empezó a usar *TACS* en la banda de 900 MHz. Más tarde, Alemania Occidental implementó *C-Netz*. Los franceses *Radiocom 2000*, y los Italianos *RTMI/RTMS*. Todos ellos ayudaron a que hubiera nueve sistemas incompatibles, a diferencia de los Estados Unidos que no sufrían de este problema. Desde aquí se pensó en un plan para crear un sistema digital único para Europa.

En Japón, *Nipon Telegraph and Telephone (NTT)* se introdujo un sistema basado en *AMPS*. En Gran Bretaña, el gobierno estableció dos sistemas competidores basados en *Total Access Communications System (TACS)* operados por *Cellnet* y *Vodafone*.

A pesar del gran éxito que tuvo *AMPS*, este sistema mostraba connotadas deficiencias que le impedían satisfacer las necesidades crecientes del mercado: las exigencias de implementación nuevos servicios en la red así como la cantidad de usuarios que puedan tener acceso a la misma. Se desarrollaron nuevos sistemas que satisficieran y dieran pronta solución a los problemas, surgiendo *D-AMPS (IS-54)* un sistema analógico-digital basado en la tecnología *TDMA (Time Division Multiplexing Access)* que incrementaría el número de usuarios en la red. Más adelante surgió otro sistema *Digital PCS (IS-136)* el cual es una mejora a su precursor.

Actualmente, existen otros sistemas como *GSM (Global System for Mobile Communications)* que se están implementando y algunos otros que se encuentra en proceso de desarrollo.

En México, es hasta 1984 cuando Telcel obtiene la concesión para explotar la red de servicio radiotelefónico móvil en el área metropolitana de la Ciudad de México, bajo la denominación de "Radiomóvil Dipsa S.A. de C.V." operando en las bandas radiofónicas de 450-470 y 470-512 MHz. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes convocó la introducción de la telefonía celular en nuestro país en las nueve diferentes regiones en que fue dividido. Aquí nace Iusacell, convirtiéndose en la primera compañía de telefonía celular en ofrecer el servicio en la Ciudad de México y en ese mismo año surge la marca Telcel ofreciendo los servicios de telefonía celular en la ciudad de Tijuana B.C. A partir de 1990 Telcel y Iusacell expanden los servicios de telefonía celular en el Distrito Federal y su zona metropolitana y paulatinamente ofrecen el servicio a escala nacional.

1.2 Generaciones de la Telefonía Inalámbrica

A fines del siglo XX, la telefonía celular revolucionó las telecomunicaciones; las personas podían satisfacer la necesidad de comunicarse en tiempo real mediante redes inalámbricas, lo que permitió que estando lejos de una línea de teléfono convencional la persona podía estar disponible para emitir y recibir "llamadas telefónicas".

1.2.1 Primera generación (1G)

En menos de 20 años, la tecnología de telefonía celular ha pasado por tres generaciones. La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad (2400 *bauds*). En sus inicios operaba a partir del estándar *AMPS (Advanced Mobile Phone System)*, bajo un formato analógico que permitía el intercambio de información a través de una tecnología de Acceso Múltiple por División de Frecuencias (*FDMA*, por sus siglas en inglés).

No obstante, un grave problema que enfrentó esta tecnología de primera generación fue la "clonación de la programación de los códigos de los aparatos telefónicos", lo que significaba que existía relativa facilidad para usar ilegalmente líneas celulares de terceras personas y realizar llamadas telefónicas, locales y de larga distancia, con cargo al cliente propietario de la línea telefónica, quien no las había realizado.

Otras limitaciones importantes que motivaron la migración hacia la segunda generación de telefonía celular, fueron la falta de nitidez en la transmisión de señal y las interferencias registradas. Por lo general, la operación de estos aparatos demandaba mucha potencia y pilas muy grandes que generaba demasiado calor.

En esta primera generación se dificultó el crecimiento de la oferta del servicio, porque la transmisión de señales por onda ocupaba un espacio considerable en el espectro de frecuencias y no se podían crear más frecuencias de las existentes; situación que ocurre también en la radiodifusión en amplitud modulada, frecuencia modulada y en la televisión abierta.

1.2.2 Segunda Generación (2G)

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: *GSM (Global System for Mobile*

Communications); *IS-136* (conocido también como *TTA/EIA-136* o *ANSI-136*) y *CDMA* (*Code Division Multiplexing Access*) y *PDC* (*Personal Digital Communications*), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y *SMS* (*Short Message Service*). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de cifrado. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como *PCS* (*Personal Communication Services*).

La principal ventaja de los teléfonos de segunda generación sobre sus predecesores analógicos son su gran capacidad y menor necesidad de carga de batería. En otras palabras, ellos satisfacen a los usuarios asignando una frecuencia consumiendo menos potencia.

El paso a la segunda generación consistió en lograr una transmisión digital de señales, se buscaba también terminar definitivamente con la clonación de señales, hecho que se logró en aquellos países que introdujeron la tecnología *CDMA* (*Code Division Multiplexing Access*), contrariamente a lo que sucedió en los que operaban la industria celular con *TDMA* (*Time Division Multiplexing Access*).

Con la tecnología digital *TDMA*, el usuario utiliza todo el ancho de banda del canal de frecuencia asignado para él, lo que permite, ahora sí, incrementar la oferta del servicio a un número mayor de clientes.

Un servicio adicional que verdaderamente hizo muy eficiente y atractivo el uso de la telefonía celular de segunda generación, sea con tecnología *CDMA* o con *TDMA*, fue la ampliación de la cobertura del *Roaming*.

Mientras que en la primera generación, los usuarios que se trasladaban a otra ciudad tenían que tramitar otro número telefónico y se les asignaba temporalmente otro aparato para poder hacer sus llamadas. Con la segunda generación se logró la interoperabilidad de las empresas telefónicas, expresado de manera metafórica, las empresas hablaban un lenguaje común para que los celulares, independientemente del lugar de origen y contrato, pudieran interconectarse y establecer el intercambio de señal: el *roaming* Global.

Una tendencia mundial, si bien no generalizada, consiste en que todas las líneas telefónicas de celulares trabajen bajo los mismos estándares y tecnologías a fin de que independientemente de la ciudad o el país donde se encuentre el cliente, pueda continuar con su servicio.

Es así que en la segunda generación, al ser una transmisión digital, se logra el objetivo de ofrecer el servicio a un mayor número de usuarios, y al requerirse menos energía y potencia, los teléfonos móviles se vuelven más pequeños y cómodos.

1.2.3 Generación 2.5 G

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la tercera. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: *GPRS* (*General Packet Radio System*), *HSCSD* (*High Speed Circuit Switched*), *EDGE* (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), *IS-136B* e *IS-95Bm* entre otros.

Otros protocolos telecomunicaciones para la transmisión de datos que surgieron, tanto para la telefonía móvil como en Internet inalámbrico, éstos son el *Wireless Access Protocol (WAP)* y el *Bluetooth*; los cuales están considerados como protocolos normalizados para transmitir señales sin necesidad de cables.

1.2.4 Tercera generación 3G

La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran *UMTS (Universal Mobile Telephone Service)*, *CDMA2000*, *IMT-2000*, *ARIB (3GPP)*, *UWC-136*, entre otras.

Entre los principales objetivos para esta tecnología se incluyen:

- Calidad de voz comparable a la que ofrece una Red Telefónica Pública (*PSTN*)
- Velocidades de transmisión de datos de 144kb/s para usuarios en vehículos
- Velocidades de transmisión de datos de 384kb/s para usuarios moviéndose sobre áreas pequeñas
- Soporte para operaciones de 2.048 Mb/ s en ambientes estacionarios de corto alcance
- Soporte para ambos servicios de datos conmutación: paquetes y circuitos
- Comunicaciones móviles de Internet con un ancho de banda asimétrico: más grande para enviar información que para recibir
- Mayor eficiencia del espectro disponible.
- Introducción flexible a los nuevos servicios y tecnologías.

1.3 Conceptos Básicos de Telefonía Celular

1.3.1 Modos de Transmisión

Los sistemas de comunicación pueden ser diseñados para manejar transmisión solamente en una dirección, en ambas direcciones pero una a la vez, o en ambas direcciones al mismo tiempo. Estos tipos de transmisión son denominados modos de transmisión. Existen cuatro modos de transmisión posible:

- Simplex
- Half-duplex
- Full-duplex

1.3.1.1 Simplex

En sistemas con operación simple, las transmisiones pueden ocurrir solo en una dirección. A estos sistemas se les denomina también de una sola vía, solamente recepción, o sistemas solamente de transmisión, es decir, solo puede tener un transmisor o un receptor, pero no los dos. Un ejemplo de este tipo de comunicación es la transmisión de televisión y radio comercial, en los cuales una cantidad grande de usuarios recibe la señal desde distintas partes de una región.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

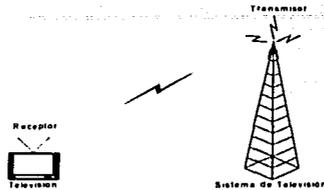


Figura 1.2 Sistema *simplex*

1.3.1.2 Half-duplex

La operación *half-duplex* es aquella en la que la transmisión ocurre en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A estos sistemas también se les denomina de dos vías alternantes. Ejemplos de este tipo de transmisión son los sistemas de comunicación empleados en la banda civil o sistemas que usa el departamento de policía en los cuales tienes que presionar un botón en el dispositivo para poder habilitar la transmisión.

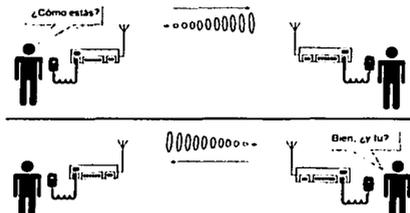


Figura 1.3 Comunicación *Half-Duplex*

1.3.1.3 Full-duplex

La transmisión *full-duplex* ocurre en ambas direcciones y al mismo tiempo. A este modo de operación también se les denomina de dos vías simultáneas, *duplex* o de dos líneas. Un sistema telefónico común es un ejemplo de transmisión *full-duplex*.

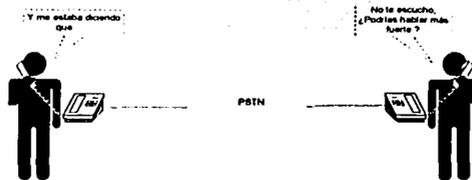


Figura 1.4 Comunicación *Full-Duplex*

1.3.2 Ancho de Banda

El ancho de banda es el rango de frecuencias del espectro radioeléctrico asignado para un uso específico. Por ejemplo, al primer sistema celular en los Estados Unidos se le asignó 25 MHz de ancho de banda y a cada canal de radiofrecuencia un ancho de banda de 30 kHz, entonces el número total de canales que albergaba este sistema celular era de 832 canales.

1.3.3 Modulación

Es el proceso por el cual una propiedad o un parámetro de cualquier señal se hace variar en forma proporcional a una segunda señal. El tipo de dependencia se determina con la forma de modulación empleada. Existen muchas técnicas de modulación entre ellas están:

1.3.3.1 Modulación en Amplitud (AM)

En este tipo de modulación se hace variar la amplitud de la señal senoidal, con frecuencia y fase fijas (portadora) en proporción a la señal dada (información). Esta técnica es susceptible a ruido pero aún se usa en aplicaciones donde el ruido puede ser controlado.

1.3.3.2 Modulación en Frecuencia (FM)

Aquí se varía la frecuencia de la señal en proporción a la señal de información. Casi todos los sistemas de telefonía celular usan modulación en frecuencia.

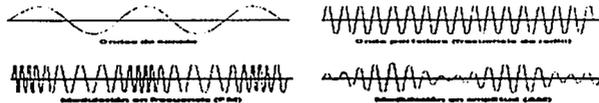


Figura 1.5 Modulación en Amplitud y en Frecuencia

1.3.3.3 Modulación digital

Las tecnologías de modulación digital codifican la información (señal de voz) a un formato digital para la transmisión y la parte receptora decodifica la señal para obtener la señal analógica original. Las señales digitales son menos susceptibles a interferencia por ruido porque estas pueden ser corregidas o regeneradas. De las técnicas de modulación digital podemos mencionar:

1.3.3.4 Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)

La señal es muestreada periódicamente y se usa como referencia un código binario para identificar la amplitud de la onda en cada muestra. La parte receptora que recibe este código binario lo convierte a una señal analógica.

1.3.3.5 Modulación por Amplitud en Cuadratura (QAM)

Usa dos ondas portadoras de la misma frecuencia, separada por un cuarto de onda en el tiempo. Ya que las ondas pueden ser moduladas separadamente y distinguidas en el receptor, esta técnica duplica la capacidad del canal. Es usada para radiodifusión de AM estéreo.

1.3.4 Frecuencia de Reuso

En un sistema celular las áreas de cobertura son divididas en pequeñas regiones de forma hexagonal a las que se les denomina células y al conjunto de éstas se le llama *cluster*. El rango de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

frecuencias disponibles para un sistema celular – ancho de banda del sistema – es dividido en bandas de frecuencias entre la cantidad de células que componen el *cluster*. Una banda de frecuencias es asignada a una célula. Así, el sistema compuesto de células puede trabajar de manera independiente sin que exista interferencia entre células contiguas. En la siguiente figura se muestra el concepto de división celular.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

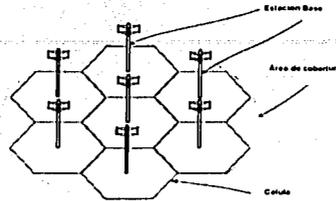


Figura 1.6 División de un área de cobertura: Cluster

Debido a los recursos limitados de los sistemas en cuanto a ancho de banda, los administradores emplean nuevamente estas frecuencias en *clusters* adyacentes, asignando las bandas de frecuencias de tal manera que se minimice la interferencia entre células que trabajen con las mismas frecuencias y se maximice la distancia entre ellas. A este concepto se le denomina frecuencia de reuso. Los patrones de reuso más comunes empleados en el diseño de sistemas celulares son 4, 7 y 12.

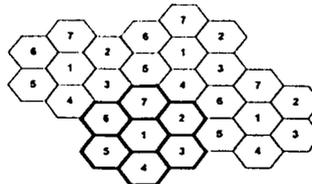


Figura 1.7 Patrón de reuso de 7

1.3.5 Técnicas de Acceso al Medio

El objetivo principal de las técnicas de acceso al medio es permitir la compartición de un canal de transmisión, en lugar de requerir un rango de frecuencias dedicado para cada usuario, con estas técnicas se provee un acceso múltiple a una fuente fija. El término de "multiplexar" se refiere a la combinación de un número separado de señales para compartir un medio. Este proceso de compartir un medio es conocido también como acceso múltiple y es usualmente a través de división de frecuencia y división de tiempo.

1.3.5.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)

FDMA divide un rango de frecuencias en canales discretos. Con FDMA solo un usuario a la vez se le asigna un canal. Por ejemplo un ancho de banda de 25 MHz puede ser dividido a través de FDMA en 832 canales de 30 KHz.

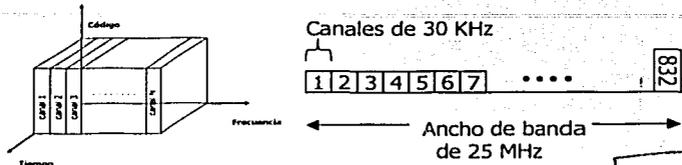


Figura 1.8 Técnica de Acceso *FDMA*

TEC CON FALLA DE ORIGEN

1.3.5.2 Acceso Múltiple Por División de Tiempo (TDMA)

Esta técnica divide cada canal de radio en ranuras de tiempo (*time slots*). El número de *slots* por canal puede variar dependiendo de la demanda de ancho de banda.



Figura 1.9 Técnica de Acceso *TDMA*

1.3.5.3 Acceso múltiple por división de código (CDMA)

Usa la tecnología de Espectro Esparcido. Nuevamente la voz es digitalizada y después es mezclada con código aleatorio y transmitida sobre una amplia banda de frecuencias. La principal diferencia con las técnicas anteriores es que códigos únicos en lugar de divisiones del ancho de banda son usadas para proveer acceso a los usuarios. Los códigos son secuencias de códigos pseudo aleatorios y son compartidos entre la estación base y el móvil.

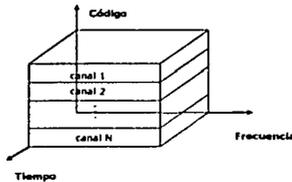


Figura 1.10 Técnica de Acceso *CDMA*

1.3.6 Handoff

El término de *handoff* es un concepto muy común en la telefonía celular, y se define como la capacidad de transferir las llamadas de un usuario de un sistema a otro sistema mientras éstas se encuentran en progreso. Esta capacidad requiere de la coordinación y comunicación de los distintos dispositivos que se interrelacionan en la red. El proceso de *handoff* sucede debido a que el sistema que esta brindando el servicio al usuario es incapaz de seguir proporcionándolo, ya sea debido a las condiciones deteriorantes de la señal - amplitud - o por causas administrativas de los recursos de la red.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

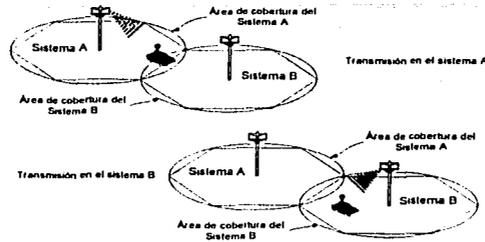


Figura 1.11 Proceso de *handoff*

1.4 Arquitectura Básica de una Red de Comunicaciones Móviles

La principal característica de una red celular de comunicaciones móviles es el uso de transceptores (dispositivos que están compuestos de un transmisor y un receptor) en las áreas de servicio llamadas células y un sistema central computarizado que controla el reuso de frecuencia conforme una estación móvil de baja potencia se desplaza a lo largo de un área de servicio. Los tres principales componentes de un sistema celular son:

- Estación Móvil
- Estación Base o Sitios Celulares
- Equipo de procesamiento central: *MSC*

1.4.1 Mobile Switching Center

Este procesador central o conmutador – también conocido como *Mobile Switching Center (MSC)*-, es un sistema computarizado de control de conmutación que hace uso de programas o secuencias lógicas para el control del enrutamiento o conmutación para el procesamiento de llamadas. Dentro de sus funciones básicas se incluyen la interacción coordinada con los sitios celulares, el control de proceso de llamadas y proveer una interfaz con la Red Telefónica Pública Conmutada. Además de los procesos de conmutación y establecimiento de llamadas, en algunos casos, el *MSC* puede funcionar como una base de datos que almacena información del usuario.

1.4.2 Estación Móvil

La Estación Móvil – también conocida como teléfono móvil o simplemente *handset* –, es la entidad, dispositivo o interfaz usuario-red que se encarga de dar acceso a la misma a los clientes, con el fin de poder realizar llamadas o hacer uso de los diferentes tipos de servicio que se le proporcionan. Este dispositivo contiene una unidad de control, un transceptor y un sistema de antenas. Existe una gran diversidad de teléfonos móviles y estos se clasifican de acuerdo al rango de niveles de potencia que manejan y a la banda de frecuencias en las que trabajan, ya que los teléfonos que solamente trabajaban en la banda de 800 MHz no podían controlar sus niveles de potencia lo que podía causar interferencia en algunas otras células que trabajaran a la misma frecuencia.

1.4.3 Estación Base

La estación base contiene una unidad de control, equipo de radiofrecuencia y una antena. Este sitio provee el enlace entre la estación base y el *MSC*. El área de cobertura es configurable y puede

ser diseñador basado en la geografía del lugar, la demografía y los requerimientos de capacidad del lugar.

1.5 Normas de Telecomunicaciones Inalámbricas

Son documentos que tienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos, para ser empleados consistentemente como reglas, guías o definiciones que los materiales, productos, procesos o servicios que son adecuados para los fines a que se destinan.

Las normas se pueden clasificar en dos tipos, Voluntarias y Reguladoras.

1.5.1 Normas Voluntarias

Estas normas son documentos de cumplimiento no obligatorio (son voluntarias), aunque su cumplimiento suele ser exigido por los usuarios como garantía de protección de sus intereses. Dentro de las normas voluntarias se tienen las normas de jure o por consenso y las normas de facto.

1.5.1.1 Norma de jure o por consenso

Es una norma accesible al público, establecida con la cooperación y con el consentimiento o la aprobación general de todas las partes interesadas, basada en resultados conjuntos de la ciencia, tecnología y la experiencia, que tiene por objeto el beneficio óptimo de la comunidad y que ha sido aprobada por un organismo de normalización calificado en el ámbito nacional, regional o internacional.

Una norma de telecomunicaciones es un documento que establece la ingeniería y requerimientos técnicos de procesos, procedimientos y métodos que han sido decretados por la autoridad o adoptadas por consenso. La primera meta del proceso de normas de telecomunicaciones es permitir la interconexión de equipo de telecomunicaciones y servicios por el establecimiento y promoción de recomendaciones técnicas en estas áreas.

1.5.1.2 Norma de facto

Es una norma que inicialmente la establece una empresa o un pequeño grupo de empresas, para un producto, proceso, procedimiento o servicio, la cual al ser aceptada en el mercado por considerarla funcional o adecuada, se convierte en una norma ampliamente usada sin que hubiese habido para ello el consentimiento o la aprobación por parte de un organismo de normalización calificado en el ámbito nacional, regional o internacional. La documentación de este tipo de norma no siempre esta disponible al público. Las normas de facto surgen generalmente de empresas que son dominantes en algún ramo del mercado.

1.5.2 Norma Reguladora

Este tipo de norma tiene un carácter obligatorio debido a que aparece en reglamentos, como por ejemplo en reglamentos relacionados con la seguridad, la salud, la construcción, cuestiones ambientales, etc. Este tipo de norma se elabora por organismos oficiales o por organismos de normalización o entre ambos tipos de organismos.

1.5.3 Grupos de normas, Grupos de tratado y grupos de usuario

Hay más de 250 organizaciones que preparan normas internacionales. De hecho, estas organizaciones han desarrollado aproximadamente 20,000 normas técnicas. El 96% de todas las normas se desarrollan por tres organizaciones internacionales: la Unión Internacional de Telecomunicaciones (*UIT*, formalmente *CCITT*), la Organización Internacional para Normalización (*ISO*) y la Comisión Internacional Electrotécnica (*IEC*).

La *ITU* es tratada como una organización de las Naciones Unidas cuyas actividades son la normalización de telecomunicaciones y manejo del espectro, regulación de las telecomunicaciones de radio y asignación de frecuencias que tienen significado internacional. Los miembros de la *ITU* consisten en delegaciones nacionales de más de 180 países. La *ISO* es una asociación no gubernamental voluntaria que provee principalmente normas para información tecnológica. Los miembros de *ISO* son principalmente cuerpos que hacen normas nacionales como lo es la *American National Standards Institute (ANSI)*. Más de 100 naciones contribuyen con la *ISO*. La *ISO* y la *ITU* trabajan juntas en áreas de interés común. La *IEC* es además una organización no gubernamental voluntaria que trabaja principalmente en el área de ingeniería eléctrica y electrónica. La *IEC* es una organización hermana de la *ISO*, y sus miembros son aproximadamente 50 países contribuyentes.

Las normas funcionales son adoptadas de normas internacionales y contienen solamente un grupo limitado de variantes permitidas. La adaptación de normas internacionales a normas nacionales es promovida por los siguientes tipos de organizaciones:

- Grupos de normas nacionales o regionales
- Grupos de tratado
- Grupos de usuario

Ejemplos de grupos de normas regionales o nacionales son *ANSI* y *National Institute of Standards and Technology (NIST)*. Ejemplos de grupos de tratado son *Cellular Telecommunications & Internet Association (CTIA)* y *Personal Communications Industry Association (PCIA)*. Ejemplos de grupos de usuario son el *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* y el *North America ISDN Users Forum (NIUF)*.

1.5.4 La Norma Nacional Americana y la TIA

Hay muchas organizaciones nacionales dando normas para Norteamérica. En este contexto, Norteamérica se refiere a los Estados Unidos y Canadá. En la vanguardia de normalización de las telecomunicaciones en Norteamérica está *ANSI*. Como un cuerpo que hace normas nacionales de Estados Unidos, *ANSI* es responsable para la acreditación de otros cuerpos que hacen normas para Estados Unidos. Entre estos se encuentran *Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS)*, *Electronic Industries Alliance (EIA)* y *Telecommunications Industry Association (TIA)*.

La *TIA* fue formada en 1988 de la combinación de *Information and Telecommunications Technology Group* de la *EIA* y *U.S. Telecommunications Suppliers Associations*. El carácter de la *TIA* es la información de normas nuevas de telecomunicaciones móviles de tierra, aunque desarrolla normas de tecnología tan variadas como datos inalámbricos, fibras ópticas, y comunicaciones satelitales. La *TIA* está asociada con la *EIA* y es un cuerpo que hace normas que está acreditada por *ANSI*. La *TIA* ha desarrollado la mayoría de las normas actualmente usadas para telecomunicaciones inalámbricas en los Estados Unidos, incluyendo *ANSI-41*.

La *TIA* desarrolla principalmente lo que se conoce como normas provisionales, de aquí el anterior título de *IS-41* de la actual norma *ANSI-41*. Estas normas se consideran provisionales porque tienen una vida limitada (originalmente 5 años y ahora 3 años). Todas las normas provisionales

desarrolladas por la *TIA* tienen el potencial para llegar a ser finalmente normas nacionales de *ANSI*, si se acuerdan por un gran número de miembros de *ANSI*, como lo fue *ANSI-41*.

La *TIA* esta compuesta por comités que desarrollan normas de telecomunicaciones inalámbricas y otras relacionadas. Los comités que se ocupan de las normas de telecomunicaciones inalámbricas se designan como comités *TR*; siendo la designación *TR* del término transmisión, la cual fue la tecnología original siendo estandarizada por la *EIA*. Recientemente hay nueve comités separados *TR* dentro de la *TIA*.

Después que una norma provisional se ha publicado por la *TIA* hay un periodo de tres años dentro del cual una de tres acciones debe ser tomada. Una norma provisional debe ser reafirmada, revisada o rescindida. La revisión de normas provisionales de la *TIA* fue evidente con *IS-41*. Una versión inicial fue publicada, seguida por la Revisión A, Revisión B y la Revisión C. La Revisión C de *IS-41* fue entonces elevada a una norma nacional, conocida como Revisión D de *ANSI-41* y subsecuentemente a la actual norma, Revisión E de *ANSI-41*.

1.5.4.1 Comité TR-45 de la TIA

El comité *TR-45* (Sistemas de Comunicaciones Móviles y Personales) es el comité que mantiene la norma *ANSI-41* y normas relacionadas con telecomunicaciones inalámbricas. *TR-45* esta formado por subcomités y cada uno es responsable de un área diferente de tecnología de telecomunicaciones inalámbricas. El subcomité *TR-45.2* es el cuerpo formulador que desarrolla y mantiene a *ANSI-41*. *TR-45.2* esta compuesto por 7 grupos de trabajo (*WGs*). Cada *WG* es responsable de un área diferente de operaciones intersistema inalámbrica. La norma *ANSI-41* se desarrolla principalmente dentro de los *WGs* 2 y 3. El *WG2* (desarrollo de funciones y servicios de estado 2) describe mensajes entre nodos en la red de telecomunicaciones inalámbrica. El *WG3* (desarrollo de funciones y servicios de estado 3) describe y define los detalles de los mensajes y parámetros que soporta una función o servicio.

1.6 Señalización de Redes de Telecomunicaciones Inalámbricas

Señalización de red se usa entre nodos de red para operar, manejar y controlar la red para soporte de ciertos tipos de funcionalidad (movilidad, tráfico de voz, etc.). Señalización de red es distinta de otro tipo de señalización conocida como señalización de acceso. Señalización de acceso se usa para manejar comunicaciones entre un usuario final de red y un punto de acceso en la red. La distinción entre la señalización de red y de acceso es una de perspectiva y función, ya que estos dos tipos de señalización se relacionan con diferentes partes de la red. Un usuario final de red se considera a veces parte de la red, pero la señalización requerida entre un usuario final y el punto de acceso de la red es totalmente diferente al que se requiere entre nodos de red.

La señalización de red se distingue además de la señalización de acceso por una característica de la señalización de red conocida como enrutamiento adaptable. Enrutamiento adaptable permite mensajes de señalización para tomar rutas alternativas entre puntos en la red en casos de falla o congestión. En otras palabras el tráfico puede ser adaptado a nuevos camino en la red, si por alguna razón el primer camino ha llegado a ser inaccesible. La señalización de acceso generalmente no tiene mucha capacidad.

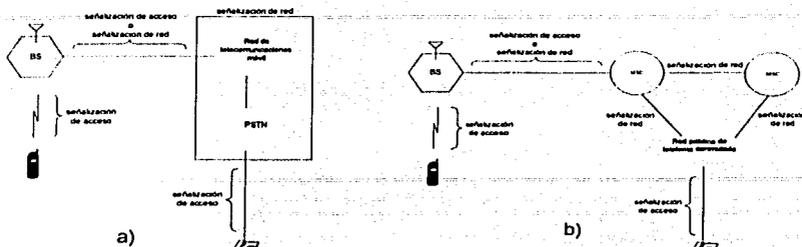


Figura 1.12 Señalización de acceso y de red: a) entre redes, b) entre entidades.

La figura 1.11 muestra que las comunicaciones entre la estación base y la red de telecomunicaciones móviles son diseñadas como señalización de acceso o de red. Generalmente esta conexión se basa en señalización de acceso, así que la estación base se considera como un punto de acceso sobre la red de *Mobile Switching Centers (MSCs)*. Sin embargo, algunas redes de telecomunicaciones inalámbricas tratan a la estación base como parte de la red. Sin embargo el enrutamiento adaptable no siempre se emplea, el protocolo de transporte de mensaje de señalización se puede usar entre las estaciones base y el *MSC* como entre *MSCs*.

ANSI-41 es un protocolo de señalización de red diseñado para proveer señalización de manejo de movilidad en toda la red de telecomunicaciones inalámbrica. La señalización *ANSI-41* se da entre *MSCs*, registros de localización y algunos centros de procesamiento especializado para soportar la movilidad del suscriptor dentro de un solo red proveedora de servicio inalámbrico y entre diferentes redes proveedoras de servicio inalámbrico.

ERROR CON FALLA DE ORIGEN

Sección 2

Interfaz aire

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

2 Digital PCS

El protocolo *IS-136* mejor conocido como *Digital PCS (Digital Personal Communication System)* surgió como mejora de las deficiencias, tanto de carácter administrativo como calidad de servicio prestada al usuario, que presentaba el sistema analógico de telefonía móvil *AMPS (IS-553)*.

El estándar *IS-136* es la base de la tecnología celular TDMA y los servicios de comunicación personal *PCS (Personal Communications Services)*. Los sistemas *IS-136* permiten a las compañías de telecomunicaciones ofrecer características y servicios avanzados a los subscriptores mientras se mantiene compatibilidad con las existentes plataformas de usuarios. Digital PCS provee un patrón de migración a bajo costo de *AMPS* y los primeros sistemas desarrollados basados en *TDMA* a través del uso del modo de operación dual – donde las capacidades analógicas y digitales pueden ser usadas de acuerdo a los recursos del sistema y las capacidades de los teléfonos.

El canal digital de control *DCCH (Digital Control Channel)* forma una de las definiciones más importantes de la especificación. Esta es la primera mejora a la tecnología *IS-54 (Norma ANSI TIA/EIA 627)* y representa la próxima generación de sistemas basados en *TDMA*. La porción de la especificación *AMPS EIA-553* fue incorporada dentro de la nueva especificación digital para proveer un patrón de migración "suave" y continuar con la filosofía de operación dual: analógica y digital.

El *DCCH* hace de *TDMA* una poderosa tecnología *PCS* ya que ésta provee una plataforma para servicios avanzados y es diseñada para operar en banda dual, ya sea la banda de frecuencia de 800 MHz ó 1,900 MHz.

La especificación *IS-136* consiste en realidad de 2 documentos que contienen la información necesaria para el desarrollo de productos basados en esta norma. En la siguiente figura se ilustra este hecho.

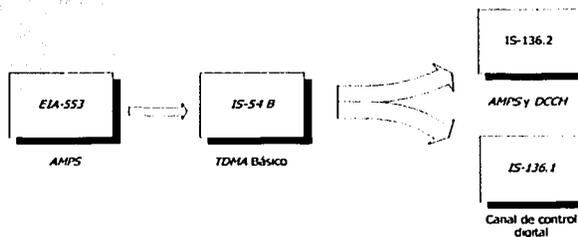


Figura 2.1 Evolución de la especificación *IS-136*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.1 Arquitectura de Red

El conocimiento de las funciones de cada uno de los elementos que componen una red es fundamental para la comprensión de la operación de la misma y su interrelación dentro de ella. En la norma *Digital PCS*, el sistema celular esta compuesto del móvil y la red. Un móvil es llamado estación móvil *MS (Mobile Station)*, y la red esta compuesta de la estación base *BS (Base Station)*, el *Mobile Switching Center MSC*, y la *Interworking function IWF*. La *BS*, el *MSC*, y la *IWF* son llamados conjuntamente como *BMI*. La *MS* y el *BMI* se comunican sobre la interfaz aire *TIA/EIA-136*. Las comunicaciones internas del *BMI* no se encuentran normalizadas. La comunicación entre *BMI*s usan la interfaz de red *TIA/EIA-41*. Este primer modelo simple de red se encuentra definido siguiente figura.

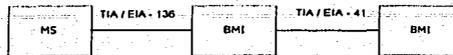


Figura 2.2 Modelo de referencia simple de una red *Digital PCS*.

El *BMI* en realidad se encuentra compuesto de más elementos de red. Otro modelo de referencia de red que provee una más detallada descripción del modelo anterior se muestra en la siguiente ilustración. Este diagrama es un modelo funcional ya que cada elemento de la red realiza diferentes funciones.

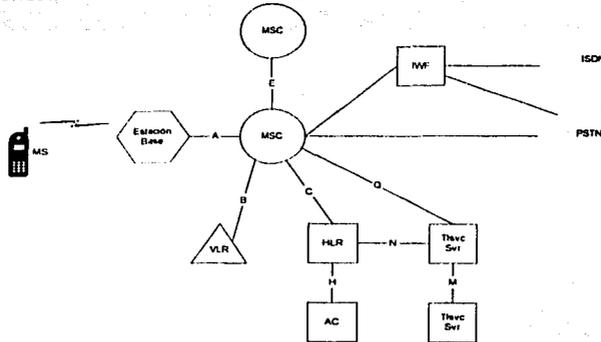


Figura 2.3 Modelo de referencia detallado de una red *Digital PCS*.

Además de los elementos básicos que componen la red *AMPS*, en este modelo de red se adicionan nuevos elementos que nos permiten la implementación de nuevos servicios en la red. Los elementos que componen una red basada en el protocolo *Digital PCS* son:

- Estación Base
- Estación Móvil
- *MSC*
- *HLR*
- *VLR*
- Centro de autenticación *AC*
- Servidor de Teleservicios *TISvc Svr*
- Centro de tarificación
- *IWF*

2.1.1 Estación Base

La estación base consiste de un controlador de radiofrecuencia transmisor y receptor, uno o más transmisores-receptores (transceptores), un sistema de antenas y enlaces de datos a la central celular. El controlador de transceptores multiplexa las señales de los transceptores de radio al *MSC*, y demultiplexa las señales del *MSC* a los transceptores de radio

La principal función de este elemento es proveer la interfaz para dar acceso al móvil a la red celular, así como los servicios y beneficios que puede ofrecerle su proveedor, es decir, se encarga de la traducción de los mensajes de la red de señalización al medio físico – aire –, por el cual se va a transmitir la información al usuario o del usuario de acuerdo al protocolo.

¹ Sugerimos leer el Anexo A para conocer más a detalle la arquitectura de la red *AMPS*, ya que *Digital PCS* se basa su funcionamiento también en esta interfaz analógica.

Debido a que el sistema *IS-136* fue diseñado con el mismo ancho de banda de canal como *AMPS*, un canal de radio digital puede reemplazar un canal analógico para convertir un canal de radio de analógico a digital. Para proveer servicio para los clientes existentes de la red analógica, cada estación base en la banda de 800 MHz puede tener un número de canales de radio para *AMPS* también como canales digitales de radio.

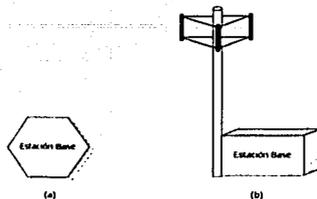


Figura 2.4 Estación Base. Representación: a) Simbólica b) Implementación.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.1.2 Estación Móvil

Este elemento de la red tiene como principal función proveer la interfaz al usuario para poder enviar y recibir mensajes de la red o a otros usuarios, realizar o terminar las llamadas, además de tener acceso a los diferentes servicios que le puede ofrecer su proveedor.

La estación móvil contiene una unidad de control, un transceptor, y una unidad de antena. La unidad de control provee la interfaz ente el usuario y la red celular, e incluye el micrófono, la bocina, la pantalla, el teclado, etc. La unidad de transceptor contiene la circuitería lógica y la circuitería de transmisión y recepción RF. En esta unidad se implementan la mayoría de las funciones de capa 1, 2 y 3.



Figura 2.5 Estación Móvil.

2.1.3 MSC

El *MSC (Mobile Switching Center)* provee la misma funcionalidad de una central telefónica, es el proveedor físico de las conexiones de un móvil o estación móvil a otro móvil o algún otro teléfono de la red *PSTN (Public Switched Telephone Network)* a través de la estación base. Es responsable el procesamiento de llamadas, administración de movilidad, y administrador los recursos de radio. Las funciones de enrutamiento de llamadas incluye el proveer el medio físico de transmisión de voz y datos a través de troncales. El procesamiento de llamadas comprende las funciones de establecimiento de llamadas, mantenimiento, y liberación a y desde los usuarios móviles. La administración de la movilidad incluye todos los procesos que habilitan al usuario a ser un móvil. La administración de los recursos incluye la asignación de los canales de radio y el manejo de *handoff*.

Los enlaces de comunicación conectan las diversas partes de una red celular. Un simple enlace de comunicación tiene diferentes canales de 64 Kbps entre la estación base y el sistema de conmutación. La mayoría de los enlaces de comunicación entre los sitios celulares y un *MSC* usan un sistema de transmisión digital de modulación de pulso y multiplexado por división de tiempo: *TDMA*.



Figura 2.6 Mobile Switching Center.

2.1.4 HLR y VLR

Los dispositivos que se encargan del almacenamiento de información importante para los administradores de la red son el *HLR* y *VLR*. El *HLR* (*Home Location Register*) es una base de datos primaria en la cual se almacena toda la información referente al tipo de servicio prestado a cada usuario que se encuentra registrado en esa área del sistema, como por ejemplo, el tiempo aire del usuario, regiones de cobertura del servicio, información referente a la identidad del móvil y de registro del mismo. Además se mantiene el número de identificación del móvil *MIN* (*Mobile Identification Number*), así como su número serial electrónico *ESN* (*Electronic Serial Number*).

A su vez, esta base de datos contiene la posición actual o la última posición en la red de cada usuario registrado, así como su estado – apagado, fuera del área de servicio o en espera de mensajes de la red, o realizando alguna llamada (activo). Al igual que el *HLR*, el *VLR* (*Visitor Location Register*) también es una base de datos y es llamada secundaria. Este dispositivo se encarga de guardar la información de los usuarios que se encuentran como visitantes en cierta área de servicio, es decir, en aquella área de servicio que no es local o en donde ellos se registraron.

Cuando un móvil sale fuera del área local, el sistema en el cual se aloja realiza una petición al *HLR* local para solicitar información del usuario y las características de su servicio. Si el usuario tiene servicio en el área en donde se encuentra, el *VLR* crea un registro para cada usuario visitante en su base de datos y ahí almacena una copia de la información obtenida mientras se encuentre en esta región de cobertura, para ser posteriormente eliminado de la misma.

La razón por la cual se hace esto es con el fin evitar que la red continuamente este solicitando información al *HLR* local de todos los usuarios visitantes, lo que conllevaría a la saturación los recursos de la red, terminando en una ineficiencia de la misma. Al igual, el registro de la posición actual del móvil que se mantiene en el *HLR* es con el mismo fin, ya que así el *MSC* dirige los mensajes de la red o las llamadas al usuario en esta posición, en vez de enviar un mensaje de búsqueda en la misma.



Figura 2.7 HLR y VLR.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1.5 Centro de autenticación AC

El centro de autenticación es responsable de la administración de la información de autenticación relacionada a un móvil, incluyendo la clave de autenticación *A-key* (*Authentication key*) y los datos secretos compartidos *SSD* (*Secret Shared Data*) para el móvil. También incluye el algoritmo *CAVE* (*Cellular authentication and voice encryption*) para generar los *SSD*, realizar la autenticación y calcular las mascararas privadas y el cifrado de los mensajes de señalización.

Durante el proceso de autenticación, el *AC* procesa la información del móvil y compara esta a la información previamente almacenada. Si la información procesada es igual, el móvil pasa el proceso de autenticación y puede obtener servicio.



Figura 2.8 Centro de Autenticación AC

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1.6 Servidor de Teleservicios Tlsvc Svr

El servidor de teleservicios también llamado el centro de mensajes, es usado para procesar los diferentes tipos de teleservicios además de los mensajes cortos. Este servidor les da formato, almacena y envía los mensajes de la capa de teleservicios a y desde el móvil, usando la señalización de la red para comunicar con otras entidades para localizar un móvil y entregar los mensajes de teleservicios. Ejemplos de teleservicios que se pueden soportar se incluyen el teleservicio de mensajes celulares *CMT (Cellular Messaging Teleservice)*, activación sobre aire *OATS (Over-the-air activation Teleservice)*, y programación sobre el aire *OPTS (Over-the-air Programming Teleservice)*.



Figura 2.9 Servidor de Teleservicios.

2.1.7 Centro de Tarificación

Una base de datos separada, llamada centro de tarificación, mantiene registro de la tarificación. El centro de tarificación recibe registros individuales de llamadas del *HLR*. Estos registros de tarificación son convertidos en un formato normalizado para coleccionar y procesar la información. Los registros son transferidos vía enlaces de datos a una computadora separada para generar tarifas y mantener una base de datos de historial de tarificación.

2.1.8 Interworking function IWF

Una entidad *Interworking function IWF* se encarga de realizar las operaciones de conversión y traducción de protocolos. Esto es debido a los diferentes protocolos que pueden existir en una red celular como protocolos de datos, módem, fax, codificadores, servicios a la red *ISDN*, etcétera. Para que de esta manera permita la operación entre distintas redes. Una *IWF* también puede realizar un mapeo de bases de datos y la administración de transacciones entre los diferentes tipos de redes celulares. Por ejemplo, una *IWF* puede ser usada para ligar una red *ANSI-41* a una red *GSM* para propósitos de *roaming*. Esta función es de utilidad para proveedores de servicio que desean soportar *roaming* entre las diferentes tecnologías usando usuarios multimodo.

2.2 Principios de funcionamiento de la Red

Una vez tratados los conceptos básicos de estructuración de una red celular, los elementos que la componen y sus principales funciones, es preciso describir la interrelación de cada uno de los componentes en la red en los distintos procesos:

- Registro
- Establecimiento de llamadas
- *Handoff*
- *Roaming*

2.2.1.1 Proceso de registro

El procedimiento de registro es una función que dada un sistema celular la capacidad de conocer la localización y el estado de un teléfono celular. Los esquemas existentes en las plataformas *AMPS* y *TDMA* permanecen dentro de las definiciones de la norma *IS-136*, y nuevas formas de registro son introducidas, lo que provee una compatibilidad con los esquemas de registro existentes y un mejoramiento en las formas de localización de los móviles.

Para un canal de control *DCCH*, los mensajes de registro son enviados del móvil a la estación base en el canal de retorno de control (*RACH*). Los mensajes de aceptación de registro son enviados de la estación base al móvil a través del canal *ARCF*.

Los tipos de registro mantenidos en la norma *IS-136* son los que se enlistan a continuación:

- En encendido
- Periódico
- Área de localización

Los tipos de registro adicionales que se implementan en *IS-136* son:

- En apagado
- Registro en nuevo sistema
- Cambio de canal de control
- Registro forzado
- Registro en grupo de usuarios
- Nueva hiperbanda
- *TMSI timeout*
- Cancelación de registro
- Área de localización usando un área localización virtual de móvil *VMLA*

Registro en encendido

Este tipo de registro es usado para informar a la red que un suscriptor está activo cuando el móvil es encendido, permitiendo a la red rastrear el estado de actividad del móvil.

Registro en apagado

Este tipo de registro es usado para cambiar el estado del suscriptor de activo a inactivo cuando un móvil es apagado. Los teléfonos marcados como inactivos no son alertados o notificados para la terminación de llamada, lo que minimiza la congestión. El proceso de registro hace posible para el sistema determinar rápidamente cuando un móvil se ha apagado, habilitando al sistema a inicializar acciones como buzón de voz, sin necesidad de esperar cierto tiempo.

Registro periódico

Este tipo de registro es usado para ayudar a la red a mantener un seguimiento del teléfono a través del sistema. Este es usado tanto en canal analógico de control *ACC*, como el canal digital de control *DCCH*. El proceso de registro periódico puede ser basándose en un reloj enviado por el sistema o por un reloj interno del móvil. Un móvil envía un mensaje de registro al sistema después de que un temporizador expira para mantener al móvil activo en la red.

² Los distintos tipos de canales existentes en el canal digital de control se tratarán a detalle en la sección de canales lógicos

Registro en un nuevo sistema SID/PSID

Cuando un móvil sintoniza un canal *ACC* recupera un mensaje de identificación de registro, este compara la actual identificación del sistema *SID* (*System Identification*) con el *SID* almacenado, esto es, el *SID* correspondiente a su último registro. Si las identificaciones del área del sistema son diferentes, un mensaje de registro es enviado.

La especificación *IS-136* soporta el concepto de redes privadas con un *SID* privado *PSID*. Los teléfonos sintonizados en un canal digital de control reciben la lista de sistemas privados soportados en cierta célula en el mensaje de identidad del sistema y pueden registrarse en un área servida por la red pública o privada a la cual se encuentran suscritos. Este registro se lleva a cabo cuando un *PSID* almacenado en el teléfono coincide con el *PSID* de la red pública o privada que transmite en el canal digital de control. Este proceso habilita al teléfono mantener a la red informada acerca del área del sistema en la cual esta operando.

Cambio del canal de control

Un móvil *IS-136* puede acceder al sistema por medio de un canal *ACC* o un canal *DCCH*. Un móvil que ha accedido previamente en un *ACC*, y que ahora esta adquiriendo servicio a través de un *DCCH*, es requerido que realice un cambio de tipo de registro de canal de control. El móvil se registrará nuevamente cuando sea re-seleccionado un *ACC* después de obtener servicio de un *DCCH*. De esta manera, el sistema sabrá en cual canal de control el móvil será alertado.

Registro forzado

El registro forzado permite a los sistemas a obligar a un móvil que se encuentra acampando en un canal dado *DCCH* a registrarse nuevamente de acuerdo a la demanda.

Registro en un grupo de usuarios

Los grupos de usuarios pueden ser definidos para notificaciones punto multipunto y registro.

Registro en nueva hiperbanda

El registro en nueva hiperbanda permite proveer una operación transparente del móvil en las hiperbandas de frecuencia de 800 MHz y 1,900 MHz para servicios *PCS*.

TMSI timeout

Este tipo de registro es usado cuando un temporizador de registro *TMSI* expira.

Cancelación de registro

El proceso de cancelación de registro es un esquema de registro a través del cual un móvil notifica al sistema de su intento de dejar su red actual y readquirir servicio en un tipo diferente de red.

Virtual mobile location area VMLA

VMLA es un esquema de registro que permite la definición de áreas individuales de registro. Se basa en el concepto de que un móvil recibe una lista de números de registro *RNUM* (*Registration Numbers*) en el registro inicial. Cada valor *RNUM* es asociado con una o más células de tal manera que la lista completa de *RNUM* define un dominio de células.

El móvil se registrará nuevamente cuando un irreconocido *RNUM* es encontrado en una célula. Este esquema puede ser aplicado en una base por teléfono y puede más aproximadamente rastrear y

controlar los registros de los móviles. Otro beneficio del registro *VMLA* es que puede ser usado para eliminar el problema de registro en efecto de rebote, estableciendo dinámicamente cada nueva área de registro alrededor del móvil.

2.2.1.2 Proceso de handoff

Existen dos tipos de *handoff*: intrasistema e intersistema. El *handoff* intrasistema es aquel que se da entre dos células que pertenecen a un mismo *MSC*, lo cual requiere un proceso de interno al mismo para el cambio de canal de transmisión y recepción del móvil, sin requerir de procedimientos externos que involucren la interacción con algún otro elemento de red. A diferencia, el *handoff* intersistema es aquel que se realiza entre dos *MSCs*, este proceso se realiza a través de operaciones intersistema que requieren una completa coordinación entre los nodos en cuestión para proveer la transparencia del servicio a los usuarios. Este punto se limita a la descripción del proceso de *handoff* intersistema debido a que el otro tipo de *handoff* son operaciones dependientes del *MSC* con que se trabaja.

Uno o más *handoff* puede ser requerido mientras la llamada se encuentra en progreso. *Mobile Assisted Handoff (MAHO)* es usado en *Digital PCS* para determinar cuando un *handoff* es necesario. Los criterios de *handoff* no están normalizados para esta norma y son implementaciones de la red. Diversos parámetros se encuentran bajo control del proveedor de servicio para permitir flexibilidad en el diseño de la red.

La red típicamente envía al móvil un mensaje *Start Measurement Order* en el canal digital de tráfico, el cual es confirmado por el móvil *Measurement Order Ack*. El mensaje *Start Measurement Order* incluye un conjunto de canales, hasta 24, para que el móvil realice mediciones de la amplitud de la señal recibida *RSS (Received Signal Strength)* en los mismos. Estas mediciones se reportan continuamente a la red en los mensajes *Channel Quality Measurement CQM*. El *RSS* y la tasa de bits en errores *BER (Bits Error Rate)* se incluyen en los mensajes *CQM* en el *DTC*. La red puede enviar al móvil un *Stop Measurement Order* para detener las mediciones en el móvil y reportar *CQM*. Esto se puede realizar para cambiar los canales que el móvil está midiendo.

Los canales *MAHO* enviados al móvil para medición son los canales en los cuales los *DCCHs* de las células vecinas y sectores se encuentran localizados. Estos canales son usados porque garantizan una transmisión continua, así el móvil puede medir *RSS* en cualquier momento.

Los algoritmos de *handoff* toman ventaja de las mediciones *MAHO*, pero también hacen uso de las mediciones hechas por receptores en la red celular. La señalización para solicitar a las diferentes estaciones base para coleccionar y reportar las mediciones *RSS* de las transmisiones de un móvil es una operación normalizada intersistema. Para las áreas frontera donde un *handoff* puede ser necesario a una célula o sector servido por un diferentes *MSC*, el mensaje *ANSI-41* de solicitud de mediciones *handoff HANDMREQ* es usado para solicitar mediciones de datos en un móvil en particular. El sistema candidato reporta el resultado de las mediciones en el mensaje *handmreq*.

El *MSC* que le presta servicio al móvil usa las mediciones de los enlaces de subida y bajada que ha colectado para intentar colocar al móvil en un mejor sistema. Este proceso de decisión se realiza a través de algoritmos de decisión que se encuentran fuera del alcance de este trabajo, para mayor información consultar la bibliografía proporcionada.

Si el sistema *MSC* asistente determina que un *handoff* intersistema es deseado, un mensaje *ANSI-41 FACDIR* es enviado al *MSC* en cuestión para solicitar una llamada *handoff*. El *MSC* objetivo notifica al *MSC* asistente que aceptará el *handoff* en el mensaje *facdir*, que incluye información de *handoff* necesaria para que el móvil se mueva al nuevo canal. Se establece un circuito inter-*MSC* entre los dos sistemas, y el sistema asistente envía un mensaje *Handoff* en el actual *DTC*. El móvil confirma la recepción del mensaje, sintoniza al nuevo canal, y comienza la transmisión. Una vez

que el sistema objetivo ha confirmado que el móvil está presente en el canal asignado, éste le envía un mensaje *Mobile On Channel MSONCH* al sistema asistente, el cual conecta al otro participante al móvil a través del circuito inter-*MSC*.

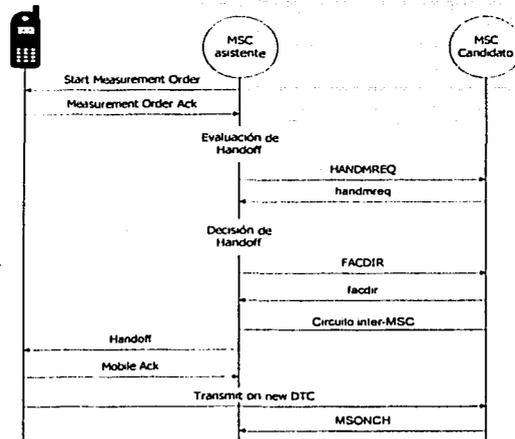


Figura 2.10 Proceso de *handoff* intersistema.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2.1.3 Proceso de Roaming

El concepto de *roaming* (viajero) y *handoff* se encuentran en gran medida vinculados, y muchas veces puede llegar a confundirse, pero basta con aclarar que el primero se trata de un caso particular del segundo, es decir, el proceso de *roaming* consiste en un *handoff* intersistema, entre *MSCs* del mismo proveedor o entre *MSCs* de distintos proveedores de servicio.

2.3 Digital PCS y el modelo de referencia OSI

La interfaz aire IS-136 está estructurada en diferentes capas, cada una con propósitos específicos. Esta división conceptual facilita la comprensión de las interacciones entre la estación base y el móvil a través de la interfaz aire. Cuatro capas pueden identificarse en IS-136:

- Capa física. Trata la interfaz de radio, *slots*, *burst*, *frame*, *superframes*, niveles de potencia, modulación, etc.
- Capa de enlace. Se encarga del empaquetamiento de datos, corrección de errores y transporte de mensajes.
- Capa de red. Se encarga del manejo y creación de mensajes enviados y recibidos a través del aire.
- Capas superiores. Representa los teleservicios empleados.

La estructura estratificada de IS-136 se muestra en la siguiente figura. Su estructura permite la fácil adición de servicios futuros usando la misma plataforma debido a que las capas inferiores en el protocolo de interfaz aire permanecen sin cambios.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

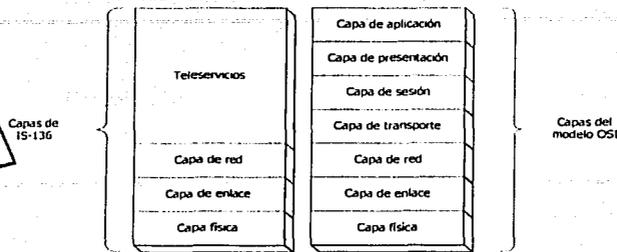


Figura 2.11 Capas de la norma IS-136 y el modelo OSI.

2.3.1 Capa Física

La principal función de la capa física es transportar la información proveniente de la capa 2 en *slots TDMA*, los cuales contienen las unidades fundamentales de transmisión enviadas sobre el medio físico inalámbrico. Además, la estructura del *burst*, *frames TDMA*, *superframes*, *hiperframes*, la interfaz aire y sus características físicas.

Las características físicas incluyen parámetros de RF, formato de modulación, requerimientos de potencia, codificación de canal. A su vez, la capa física, también llamada capa 1, define los requerimientos de equipo, de los móviles y de las estaciones base, lo cual influye en diversos parámetros operacionales de sistemas *Digital PCS*. Algunos parámetros son la distancia entre sitios celulares, el número de canales de RF disponibles por célula o por sector, la potencia requerida para transmitir, la altura de la antena y su ganancia, y el patrón de frecuencia de reuso.

La tecnología de radio usada en el sistema IS-136 provee un canal para servicios y mejorar la eficiencia del sistema a través de la digitalización de voz, compresión de voz, codificación de canal, eficiente modulación y un control de potencia de RF mejorado.

2.3.1.1 Asignación de frecuencia

IS-136 especifica la operación de *Digital PCS* en la banda de frecuencias de 800 MHz y 1,900 MHz. Para distinguir estas bandas de frecuencias de las individuales asignaciones dentro de cada banda, a éstas se les llama hiperbandas. La hiperbanda de 800 MHz se extiende aproximadamente de 824 MHz a aproximadamente 894 MHz, las frecuencias dependen del país en el que se encuentre operando el sistema¹. Existe una separación de 45 MHz entre las transmisiones de la estación móvil y la estación base en la hiperbanda de 800 MHz. La hiperbanda de 1,900 se extiende de aproximadamente 1,850 MHz a 1,990 MHz en la asignación mundial de frecuencias. Hay aproximadamente 80 MHz de separación entre las transmisiones de la estación móvil y la estación base en esta hiperbanda. Existen recursos para la adición de hiperbandas a ser definidas en un futuro para la operación de *Digital PCS*.

Cada hiperbanda es dividida en canales de RF de 30 KHz de ancho de banda. Los canales son numerados secuencialmente dentro de cada hiperbanda. Los canales pares (transmisión y recepción) asignados tienen el mismo número – es decir, el canal de transmisión del móvil y el correspondiente canal de transmisión de la estación base tienen el mismo número. Hay 833 pares de canales en la hiperbanda de 800 MHz, y 1,999 pares de canales en la hiperbanda de 1,900 MHz. El primer canal en ambas hiperbandas y el último canal en la hiperbanda de 1,900 MHz no son usados debido a que sirven como bandas de guarda. La siguiente tabla contiene las

¹ Para información acerca de asignación de bandas de frecuencias celulares en México ver el Anexo B

ecuaciones para el cálculo de la frecuencia central de cada canal de RF a partir del número de canal para ambas hiperbandas.

Tabla 2.1 Asignación de frecuencia en *AMPS*

Transmisor	Número de Canal (C)	Frecuencia central (MHz)
Móvil (banda de 800 MHz)	$1 \leq C \leq 799$	$0.030 C + 825.00$
	$990 \leq C \leq 1,023$	$0.030(C - 1,023) + 825$
Estación Base (banda de 800 MHz)	$1 \leq C \leq 799$	$0.030 C + 870.00$
	$990 \leq C \leq 1,023$	$0.030(C - 1,023) + 870$
Móvil (banda 1,900 MHz)	$1 \leq C \leq 1,999$	$0.030 C + 1,849.98$
Estación Base (banda 1,900 MHz)	$1 \leq C \leq 1,999$	$0.030 C + 1,930.02$

La hiperbanda de 800 MHz ha sido dividida en dos bandas: A y B, a las cuales les fueron asignadas 416 pares de canales, correspondiendo aproximadamente a cada una 12.5 MHz. En la hiperbanda se encuentran definidas seis bandas, designadas de la letra A a la F. A las bandas A, B y C se les asignó un espectro radioeléctrico de 15 MHz de ancho de banda, mientras que a las bandas D, E y F solamente se les asignaron 5 MHz. Esta asignación de frecuencias se resume en las siguientes tablas.

Tabla 2.2 División de la hiperbanda de 800 MHz

Sistema	Número de Canales	Rango de canales	Frecuencias centrales de Tx del móvil (MHz)	Frecuencias centrales de Tx de la estación móvil (MHz)
No usado	1	900	824.01	869.01
A"	33	991 - 1023	824.04 - 825.00	869.04 - 870.00
A	333	1 - 333	825.03 - 834.99	870.03 - 879.99
B	333	334 - 666	835.02 - 844.98	880.02 - 889.98
A'	50	667 - 716	845.01 - 846.48	890.01 - 891.48
B'	83	717 - 799	846.51 - 848.97	891.51 - 893.97

Tabla 2.3 División de la hiperbanda de 1,900 MHz

Banda	Número de canales	Rango de Canales	Frecuencias centrales de Tx del móvil (MHz)	Frecuencias centrales de Tx de la estación móvil (MHz)
No usada	1	1	1,850.01	1,930.05
A	497	2 - 498	1,850.04 - 1,864.92	1,930.08 - 1,944.96
A y D	3	499 - 501	1,864.95 - 1,865.01	1,944.99 - 1,945.05
D	164	502 - 665	1,865.04 - 1,869.93	1,945.08 - 1,949.97
D y B	2	666 - 667	1,869.96 - 1,869.99	1,950.00 - 1,950.03
B	498	668 - 1165	1,870.02 - 1,884.93	1,950.06 - 1,964.97
B y E	2	1166 - 1167	1,884.96 - 1,884.99	1,965.00 - 1,965.03
E	165	1168 - 1332	1,885.02 - 1,889.94	1,965.06 - 1,969.98
E y F	2	1133 - 1334	1,889.97 - 1,890.00	1,970.01 - 1,970.04
F	164	1335 - 1498	1,890.03 - 1,894.92	1,970.07 - 1,974.96
F y C	3	1499 - 1501	1,894.95 - 1,895.01	1,974.99 - 1,975.05
C	497	1502 - 1998	1,895.04 - 1,909.92	1,975.08 - 1,989.96
No usada	1	1999	1,909.95	1,989.99

2.3.1.2 Digitalización de voz

El primer paso en un sistema celular digital es la conversión de un señal de voz acústica en una señal digital. Conforme el usuario habla en el micrófono, una señal analógica de audio es creada. La señal de audio es muy compleja y contiene frecuencias muy altas y muy bajas que no son necesarias para la comunicación. Un filtro es, entonces, usado para remover las señales debajo de los 100 Hz o arriba de 3,000 Hz antes de ser procesadas. La señal filtrada de audio es convertida a un valor digital a una frecuencia de muestreo de 8,000 veces por segundo. Para cada muestra, se le asigna un valor digital de 8 bits. La señal resultante es un señal digital de 64,000 bps que representa la información de voz.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.3.1.3 Compresión de los datos de voz

Después del proceso de digitalización, la señal de audio digitalizada es típicamente de 64 Kbps. Para una señal de voz digitalizada eficientemente, *IS-136* usa compresión de datos de voz. Este proceso se realiza por medio de un codificador de voz. El codificador de voz caracteriza la señal de audio digital e intenta ignorar los patrones que no son característicos a la voz humana. El resultado es una señal digital que representa el contenido de la voz. Cuando la información de voz comprimida es recibida, un decodificador de voz es usado para recrear la señal original.

El codificador de voz analiza la señal de información de 64 Kbps y caracteriza a esta por tono, volumen y otros parámetros. Conforme el codificador de voz caracteriza la señal de entrada, este busca información en un libro de tablas de codificación y selecciona el código que más aproximadamente representa a la señal de entrada. Para el sistema *IS-136*, la compresión es 8:1.

Este protocolo puede usar el codificador de voz original de *IS-54B Vector Sum Excited Linear Predictive (VSELP)* o el codificador *IS-641 Enhanced Full Rate (EFR) Algebraic Code Excited Linear Predictive (ACELP)*. *IS-641* opera a una tasa de 7.4 Kbps, comparado con la tasa de codificación de aproximadamente de 8 Kbps para *VSELP*. La descripción detallada del proceso de compresión de voz se encuentra fuera de los objetivos de este trabajo, por lo que recomendamos consultar las respectivas normas para obtener mayor información.

2.3.1.4 Codificación de canal

Después del proceso de compresión de la información digital, bits de control de información le son adicionados conjuntamente con bits de protección de errores. Los mensajes de control son enviados simultáneamente con la voz, o rempazan la información de voz. Los bits de protección de errores ofrecen una alternativa para detectar errores y corregir algunos de ellos que son introducidos durante la transmisión. La protección de errores en los sistemas basados en esta norma consiste en la adición de códigos de bloques o códigos convolucionales. Los códigos de bloques adicionan bits al final de un conjunto de información. Estos bits le permiten al receptor determinar si toda la información ha sido recibida o si la información debe ser retransmitida.

Los códigos convolucionales involucran crear bits de datos únicos que representan los datos de la información combinados con un proceso de codificación. Este proceso es enviado simultáneamente con los datos reales que van a ser transmitidos. Los codificadores convolucionales son caracterizados por la relación entre el número de bits que entran al sistema y los que salen del mismo. Por ejemplo, un codificador convolucional de tasa $\frac{1}{2}$ genera dos bits por cada bit que entra. A mayor relación, más redundancia y mejor protección de errores hay.

2.3.1.5 Modulación

Los canales de radio definidos bajo esta norma usan modulación de fase. La modulación de fase es un proceso que convierte los bits en corrimientos de frecuencia en las señales de radio. La modulación de fase es el resultado de corrimientos en la frecuencia de la portadora hacia arriba y hacia abajo para introducir cambios de fase a puntos específicos en el tiempo.

Los canales digitales usan modulación $\pi/4$ *DQPSK (Differentially encoded Quadrature Phase Shift Keying)*. Para crear este tipo de modulación, dos señales de RF de amplitud modulada que se encuentran 90° fuera de fase son combinadas. La información digital es representada por la amplitud de las señales; la señal resultante esta a la misma frecuencia y desplazada en fase. Este fenómeno permite la transferencia de información, debido a diferentes patrones de bits de entrada al modulador causan específicas cantidades de corrimiento de fase en la salida.

2.3.1.6 Potencia de RF

Los requerimientos de potencia de un móvil *Digital PCS* dependen de la clase de potencia de la estación móvil y de la banda en la que se encuentre operando. La norma define la potencia de salida de un móvil en términos de la potencia nominal efectiva radiada *ERP (Effective Radiated Power)* con respecto a una antena dipolo de media onda, el cual es la potencia promedio transmitida por un móvil mientras opera en modo digital. Existen cuatro clases de potencia para los móviles operando en la banda de 800 MHz y dos clases para los móviles operando en la banda de 1,900 MHz. Los requerimientos de potencia se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.4 Clasificación de los móviles de acuerdo a la frecuencia

Nivel de potencia	ERP (dbm) Banda 800 MHz				ERP (dbm) Banda 1,900 MHz	
	I	II	III	IV	II	IV
0	36	32	28	28	30	28
1	32	32	28	28	30	28
2	28	28	28	28	28	28
3	24	24	24	24	24	24
4	20	20	20	20	20	20
5	16	16	16	16	16	16
6	12	12	12	12	12	12
7	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	4 ± 3 dB	4 ± 3 dB	4 ± 3 dB
9	8	8	8	0 ± 6 dB	0 ± 6 dB	0 ± 6 dB
10	8	8	8	-4 ± 9 dB	-4 ± 9 dB	-4 ± 9 dB

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Bajo condiciones normales de operación debe mantener su nivel de potencia en el rango de +2/-4dB para niveles de potencia de 0 a 7, y dentro de +2/-6 dB de su nivel inicial para niveles de potencia de 8, 9 y 10. El móvil debe ser capaz de cambiar su nivel de transmisión en respuesta a ordenes de la estación base, la cual típicamente dirige al móvil a operar en canales digitales de tráfico para reducir su potencia y de esta manera la interferencia cocanal es minimizada y el rango dinámico de requerimientos de las estación base puede ser reducido.

2.3.1.7 Estructura de Trama y time-slot

La estructura de la trama (*frame*) es la principal característica de la capa física de *Digital PCS* que permite la operación *TDMA*. Una simple trama *TDMA* tiene una longitud de 40 ms y se encuentra compuesta por seis *time slots*, numerados del 1 al 6, cada uno con duración de 6.67 ms o de 162 símbolos (324 bits). Los móviles pueden transmitir, recibir o permanecer inactivos durante un *time slot*. La norma *IS-136* describe distintas estructuras de *slot* que son usadas para transmitir datos o voz. La estructura se muestra en la siguiente figura:

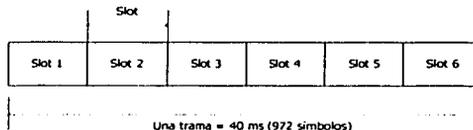


Figura 2.12 Estructura de trama *TDMA*.

Existen diferentes tipos de uso de canal disponibles en un sistema *IS-136*: sistemas *full-rate* que permiten a tres usuarios compartir simultáneamente un canal de radio. Sistemas *half-rate* que permiten a seis usuarios compartir un canal de radio. Otros usos de canal consisten de canales *double-full-rate* y *triple-full-rate* que estarán disponibles para usuarios futuros de datos.

2.3.1.7.1 Full-rate

Para un canal de radio *full-rate*, dos *time-slots* son usados para transmisión, dos son usados para recepción y dos se encuentran disponibles. El móvil usa el tiempo inactivo para medir la magnitud de la señal de los canales vecinos para proporcionar información al sistema para el proceso de *handoff*. Los teléfonos móviles transmiten cada tercer *slot* así el teléfono #1 usará los *slots* 1 y 4, el teléfono #2 los *slots* 2 y 5, mientras el móvil #3 usa los *slots* 3 y 6. Como resultados del tiempo compartido de canal se tiene una tasa de 13Kbps. Sin embargo, algunos datos del usuario son usados para detección de errores y corrección, quedando 8 Kbps de datos disponibles para compresión de voz. En la siguiente figura se muestra como son divididos los canales de radio para sistemas *full-rate*.

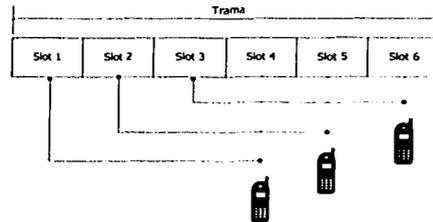


Figura 2.13 Full-rate.

2.3.1.7.2 Half-rate

La capacidad de un canal de radio puede ser duplicada dedicando un sólo *slot* por trama por usuario, creando un canal *half-rate*. Los canales *half-rate* usan uno de los seis *slots* para transmitir y otro para recibir, dejando los otros cuatro *slots* disponibles. En este caso un codificador de voz *half-rate* opera a 4 Kbps para aprovechar la pequeña asignación de frecuencia.

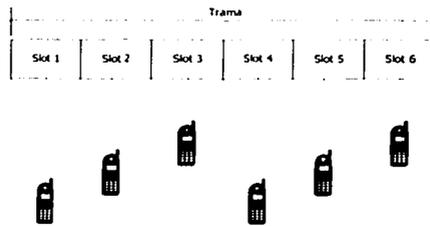


Figura 2.14 Half-rate.

2.3.1.7.3 Double and triple full-rate

Un simple canal puede soportar operación *double-full-rate* ocupando cuatro de los seis *slots* en una trama *TDMA*, mientras que los seis *slots* son asignados a un solo usuario en una operación *triple-full-rate*. Debe existir una razón muy fuerte para asignar completamente un canal de RF a un simple usuario, ya que esto van en contra de las ventajas de uso de *TDMA*.

Existe mucha flexibilidad en los tipos de canales que pueden ser asignados a una trama. Por ejemplo, los *slots* 1 y 4 pueden contener un canal digital de control *DCCH* (*Digital Control Channel*) *full-rate* mientras que los *slots* 2 y 5, y 3 y 6 pueden contener canales digitales de tráfico *DTCs*

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

(*Digital Traffic Channel*). Si un canal digital de control esta presente en un canal de RF, este debe empezar en el *time slot* 1. Solamente *half-rate* y *full-rate DCCHs* están definidos en *IS-136*.

Típicamente, las implementaciones de *Digital PCS* permiten un canal de RF por sector conteniendo un *full-rate DCCH* y dos *full-rate DTCs*, con el resto de los canales digitales en el sector con tres *full-rate DTCs*.

Existe un tiempo de compensación (*offset*) entre la trama del canal de subida y retorno, así un móvil no requiere transmitir y recibir al mismo tiempo mientras opera sobre un canal *full-rate* y *half-rate*. Debido a este tiempo no es necesario un duplexor en el móvil a menos que soporte *AMPS* o tenga definidas los otros usos de canal (*double* y *triple full-rate*). El tiempo de compensación entre la trama de subida y retorno es de un *time slot* más 45 símbolos.

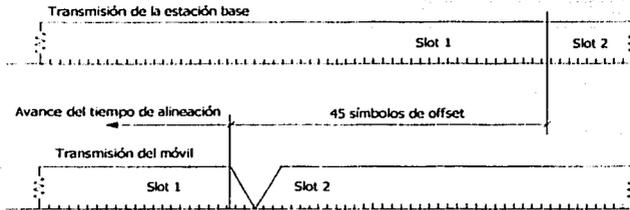


Figura 2.15 Tiempo de compensación entre la trama de subida y retorno.

Este *offset* puede ser cambiado a través de un proceso llamado tiempo de alineamiento en el canal digital de tráfico. El tiempo de alineación permite ajustar el *offset* entre la trama de subida y retorno hasta 15 símbolos, en unidades de medio símbolo. La razón de este tiempo de compensación es para permitir a un móvil operando lejos de la estación base, transmitir en un *time slot* sin interferir con un móvil operando cerca de la estación base y de esta manera transmitir en el siguiente y el exacto *time slot*, evitando interferencias y colisiones.

Este parámetro es muy importante porque los subscriptores están continuamente desplazándose a lo largo del área de cobertura, y el tiempo de arribo de las señales a la estación base depende de su distancia cambiante respecto a la estación base. Entre más grande sea la distancia, mayor será el retardo de la señal a la estación base. A esta técnica muchas veces se le conoce como alineación dinámica de tiempo. Los ajustes de estas diferencias en el tiempo de viaje de las señales son acordes a la distancia de cada móvil.

Los ajustes de este retardo son controlados por la estación base, la cual calcula el *offset* requerido por el móvil basados en la transmisión inicial del móvil en una estructura *short burst*.

2.3.1.8 Canal Digital de tráfico DTC

Los canales de radiofrecuencia de 30 KHz son divididos para soportar diferentes usuarios en el mismo ancho de banda como si fuera un usuario de la banda analógica. Esto requiere una nueva estructura de los canales radio además de una nueva modulación y señalización.

2.3.1.8.1 Estructura del canal de radio

El canal digital de tráfico *DTC* (*Digital Traffic Channel*) es de frecuencia duplex, lo que significa que las operaciones de transmisión y recepción se realizan en diferentes frecuencias. Estas frecuencias de recepción y transmisión, como ya se trato anteriormente, son divididas en *time slots* que

permiten a su vez una operación de división dúplex de tiempo *TDD (Time Division Duplex)*. Los canales de subida están separados 45 MHz en la hiperbanda de 800 MHz y 80.04 MHz en la hiperbanda de 1,900 MHz. Este hecho se ilustra en la siguiente figura:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

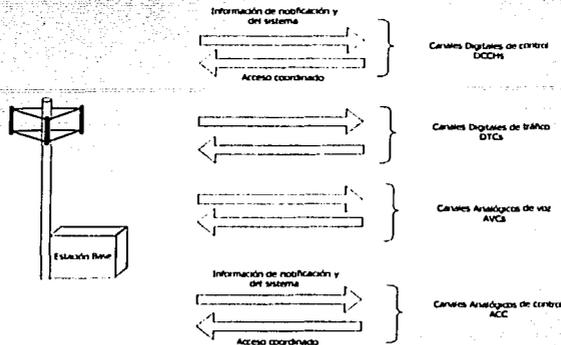


Figura 2.16 Estructura de los canales de radio.

Los usos de canal empleados comúnmente son *TDMA full-rate* y *TDMA half-rate*.

2.3.1.8.2 Estructura del *slot*

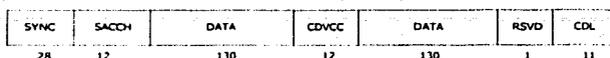
En *IS-136*, los canales digitales de tráfico se encuentran definidos de acuerdo a la especificación de la trama *TDMA*, es decir, cada canal digital es dividido en tramas de 40 ms la cual esta compuesta de seis *time slots* de 6.67 ms de duración. Los móviles pueden transmitir, recibir o permanecer durante un *time slot*. La norma *IS-136* describe distintas estructuras de *slot* que son usadas para transferir voz y datos del usuario. Se incluye un *slot* para el transporte de voz del usuario (*Forward data slot*), un *slot* para voz proveniente de otro usuario (*Reverse data slot*), *slot* de mensajes de control en banda y un *slot* llamado *shortened burst slot*. Cada *slot* esta compuesto de 324 bits (162 símbolos).

2.3.1.8.2.1 Forward data slot

Este *slot* se encarga de transferir voz y tráfico de datos desde la estación base al teléfono móvil. Éste contiene 324 bits de datos, 260 de los cuales se encuentran disponibles para el usuario. Al principio del *slot* se encuentra el campo de sincronización que identifica el número de *slot* y provee información de tiempo en la trama al decodificador. Este es un patrón predefinido que puede ser usado para efectos de equalización. El equalizador ajusta el receptor para compensar los cambios en el canal de radiofrecuencia debido a la distorsión. El campo *SACCH* es un conjunto de bits dedicados para el envío de información de control.

El campo *CDVCC (Coded Digital Verification Color Code)* es similar en función al tono *SAT* en telefonía analógica donde cada célula es referenciada por un único identificador*. Esto ayuda al móvil a identificar entre dos células que están usando la misma frecuencia. El *CDVCC* puede tomar un de 255 valores para identificar únicamente la estación base de la cual esta obteniendo el servicio. El formato del *slot* se muestra en la siguiente figura.

* Para más información acerca del funcionamiento del tono *SAT* consulte el Anexo A



SYNC = Sincronización y alineación
 SACCH = Slow associated control channel
 CDVCC = Coded digital verification color code

DATA = Información codificada de voz
 CDL = Coded digital locator
 RSVD = Reserved

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

Figura 2.17 Formato del *Forward data slot*.

Cada *slot* de este tipo incluye un localizador digital codificado *CDL* (*Coded Digital Locator*) que indica el rango de 8 canales en la hiperbanda de 800 MHz y 16 canales en la hiperbanda de 1,900 MHz en donde puede encontrar un *DCCH*. Un móvil monitorea los canales de RF para un *DCCH* por medio del localizador, el cual le auxilia para encontrar más rápidamente un *DCCH* si el móvil encuentra un *DTC* en la búsqueda.

En la siguiente tabla se enlista cada uno de los campos y se muestra una breve descripción de su utilidad.

Tabla 2.5 Campos del *slot forward data slot*

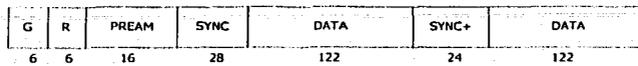
Campo del DTC	Interpretación	Definición
<i>CDL</i>	<i>Coded DCCH locator</i>	Indica el rango de canales en los cuales puede encontrar un <i>DCCH</i>
<i>CDVCC</i>	<i>Coded digital verification color code</i>	Este parámetro es usado para indicar que se esta decodificando el canal correcto y no el cocanal.
<i>DATA</i>	<i>Coded information bits</i>	Voz codificada, datos de usuario, o información del canal de control de tipo <i>FACCH</i> ⁵
<i>G</i>	<i>Guard</i>	Tiempo de guarda para reducir la probabilidad de interferencia en los <i>time slots</i> adyacentes.
<i>R</i>	<i>Ramp Time</i>	Tiempo que tarda en pasar el transmisor de un estado encendido a un estado apagado. Esto es usado para proteger a los otros móviles de interferencia.
<i>RSVD</i>	<i>Reserved</i>	Bits sin uso.
<i>SACCH</i>	<i>Slow associated control channel</i>	Canal continuo usado para el intercambio de mensajes de señalización.
<i>SYNC</i>	<i>Synchronization</i>	Usado para sincronización e identificación del <i>time slot</i> .

2.3.1.8.2.2 Reverse data slot

El *reverse data slot* se encarga de transferir voz y datos del móvil a la estación base. A diferencia del formato *forward data slot*, incluye el tiempo de guarda y el tiempo de rampa (*ramp time*) Durante el periodo del tiempo de guarda (aproximadamente 123 μ s), el transmisor del móvil se encuentra apagado. El tiempo de guarda protege al sistema de datos recibidos fuera del intervalo del *time slot* asignado al usuario debido al tiempo de propagación entre el móvil y el sitio celular.

El tiempo de rampa enciende lentamente el transmisor para proteger otros móviles de interferencia (fuera del ancho de banda de 30 KHz) que ocurre si el móvil enciende instantáneamente. Los campos de sincronización, *CDVCC*, y *SACCH* proveen las mismas funciones que se describieron en la sección anterior. La siguiente ilustración muestra el formato de este *slot*.

⁵ Consulte la sección de señalización en canal digital de tráfico de este capítulo.



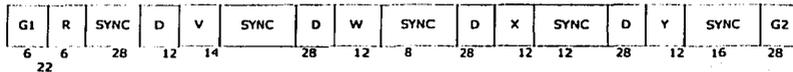
SYNC = Sincronización y alineación
 G = Tiempo de guarda
 SYNC+ = Sincronización adicional

DATA = Información codificada de voz
 PREAM = Preámbulo
 R = Tiempo de Rampa

Figura 2.18 Formato del *Reverse data slot*.

2.3.1.8.2.3 Shortened burst

Cuando un móvil comienza a operar en una célula de gran diámetro o después de un *hand-off* entre dos células adyacentes de distinto tamaño, la estación base le ordena a un móvil comenzar su transmisión usando el formato *shortened burst* si no tiene el alineamiento de tiempo apropiado (*time alignment*), este formato se envía hasta que se tenga la información apropiada acerca de este parámetro. El patrón especial de este *slot* le ayuda a la estación base a determinar el *offset* del *slot* del móvil y enviar la información al móvil. Debido a que no son enviados datos del usuario en este patrón, esto permite que la respuesta a la información de alineamiento por parte de la estación base sea más rápida y el móvil empiece lo más pronto posible a transmitir usando el formato normal del *slot* (*Reverse data slot*), en el cual voz o datos son enviados. A continuación se muestra este formato.



SYNC = Sincronización y alineación
 G1 = Tiempo de guarda 1
 D = Digital Color Code
 V=0H
 W=00H

R = Tiempo de Rampa
 X = 000H
 Y = 0000H
 G2 = Tiempo de guarda adicional

Figura 2.19 Formato del *shortened burst*.

Este patrón adiciona otra banda de guarda y diversos campos de sincronización. La razón de estos últimos y su separación son para permitir a la estación base detectar los tiempos relativos en que son recibidos con respecto a los otros formatos de *slot*. Si son recibidos fuera del periodo de tiempo en que se esperan, la estación base les ordena ajustar su tiempo de transmisión.

2.3.1.8.2.4 FACCH data slot

Cuando mensajes de control urgentes, como una orden de *hand-off*, son enviados, la información de señalización reemplaza la información de voz (260 bits de datos) en una manera similar al proceso *blank and burst* usado para control en el canal de voz de *AMPS*⁶. El mensaje del *slot* del canal rápido asociado de control *FACCH* (*Fast associated control channel*) es identificado por el uso de un diferente tipo de código de corrección de errores. Inicialmente, todos los *slots* son decodificados como datos de voz, pero si un mensaje *FACCH* se encuentra en el *slot* de datos de voz, el *CRC* (*Check Redundant Cycle*) y otros códigos de detección de errores fallarán, y el mensaje será decodificado como datos de un mensaje *FACCH*. Este proceso usado, evita dedicar algunos bits de información para indicar si son o no datos de voz. La estructura del *slot FACCH* es idéntica al *slot* de voz, con la diferencia que los bits de datos son datos del tipo *FACCH*, en vez de voz codificada digitalmente.

⁶ Consulte el Anexo A para más una descripción más detallada del proceso *blank and burst*

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

2.3.1.8.3 Señalización en el canal digital de tráfico

El *DTC* ofrece diversos métodos de transferencia de información de control. Estos métodos pueden ser divididos de acuerdo a la manera en que se transfiere esta información de control: dentro de banda (*In-band signaling*) y fuera de banda (*Out-band signaling*). La señalización en banda reemplaza los datos de voz, y la señalización fuera de banda es enviada simultáneamente con los datos de voz. La señalización en banda para el *DTC* incluye *FACCH*. La señalización fuera de banda es llamada canal lento asociado de control *SACCH* (*SACCH*).

2.3.1.8.3.1 Slow Associated Control Channel (SACCH)

SACCH es un continuo flujo de datos de información de señalización enviada junto a los datos de voz (señalización fuera de banda). Los mensajes *SACCH* son enviados usando bits dedicados en cada *slot*, así los mensajes *SACCH* no afectan la transmisión de voz. Sin embargo, la tasa de transmisión para este tipo de mensajes es lenta. Para el rápido envío de mensajes, la información de control, es enviada vía el canal *FACCH*. El sistema *SACCH* y el *FACCH* fue diseñado para maximizar el número de bits dedicados a la voz y optimizar el número de bits dedicados a la señalización continua.

El *SACCH* es asignado a 12 bits por *slot*. Un mensaje esta compuesto de 12 *slots*, resultando en una tasa de 600 bps. Los datos son codificados convolucionalmente a una tasa de $\frac{1}{2}$, reduciendo la tasa de transmisión a 300 bps, incluyendo las banderas de control y el *CRC*. La siguiente figura muestra el proceso de señalización *SACCH*.

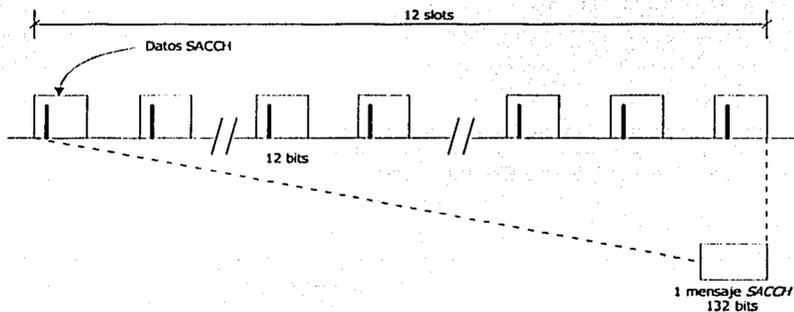


Figura 2.20 Señalización SACCH.

2.3.1.8.3.2 Fast associated control channel FACCH

Los mensajes de control *FACCH* reemplazan los datos de voz con mensajes de señalización (señalización en banda). Los datos *FACCH* se encuentran protegidos contra errores por un codificador convolucional de tasa de $\frac{1}{4}$, el cual incrementa la protección de errores, ya que los mensajes de control son enviados a menudo en condiciones de radio deficientes (Ej. *handoff*). Los mensajes *FACCH* usan los 260 bits de datos, lo cual provee una tasa de 13 Kbps. Sin embargo, la codificación convolucional de tasa $\frac{1}{4}$ reduce la tasa de transmisión de datos a 3,250 bps. La calidad de la voz puede ser degradada entre más tramas de voz sean reemplazadas con información de señalización, por esta razón los fabricantes de estas infraestructuras deben de ser cuidadosos de no mandar muchos mensajes *FACCH* consecutivos durante el modo de operación normal.

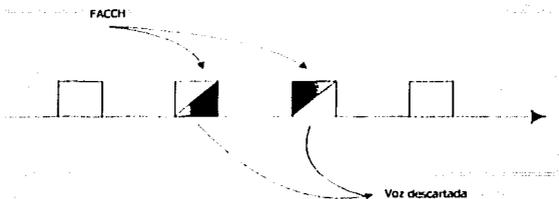


Figura 2.21 Señalización FACCH.

2.3.1.8.4 Mobile assisted hand-off MAHO

MAHO es un sistema en el cual el móvil asiste o auxilia al *MSC* con la decisión de *hand-off*, enviándole al sistema información de la calidad de los canales de radiofrecuencia. En los sistemas existentes analógicos, las decisiones de *hand-off* se basaban únicamente en las mediciones de la amplitud de la señal del móvil hechas por los receptores en la estación base. Los sistemas *IS-136* usan dos tipos de información de calidad del canal de radio: amplitud de la señal de los diversos canales vecinos y una estimación de la tasa de bits en error en el canal donde actualmente se aloja. La tasa de bits en error es estimada usando el resultado de los códigos de corrección de errores del canal de subida para los datos de voz y los mensajes de procesamiento de llamadas. El móvil tiene que reportar la calidad de la información y también las mediciones de calidad de los enlaces de subida, ya que no puede hacerlo la estación base.

El sistema envía al móvil un mensaje *MAHO* conteniendo una lista de canales de hasta veinticuatro de las células vecinas. Durante el tiempo en el cual no se encuentra enviando o recibiendo información, el móvil mide la amplitud de la señal de los canales de la lista, incluyendo el canal en el que está operando. El teléfono promedia las mediciones de amplitud de la señal cada segundo, y continuamente envía los reportes de amplitud de canal a la estación base. El sistema combina las mediciones *MAHO* con su propia información para determinar cual canal de radiofrecuencia le ofrecerá la mejor calidad, e iniciar el *hand-off* al mejor canal cuando sea requerido.

2.3.1.9 Canal digital de control DCCH

El canal digital de control *DCCH* (*Digital Control Channel*) es usado para transportar información de establecimiento de llamadas y proveer la plataforma para servicios avanzados en un sistema *IS-136*. Esto requiere una estructura avanzada del canal de radiofrecuencia para señalización y mensajes.

2.3.1.9.1 Operación básica del DCCH

El *DCCH* es introducido en el sistema inalámbrico definiendo un par de *slots* en una frecuencia que contiene canales existentes de tráfico *DTC* (*Digital Traffic Channel*). Estos *DCCHs* no están restringidos a los 21 canales usados para el canal de control analógico (*Analog Control Channel*) y pueden estar en cualquier hiperbanda: 800 MHz ó 1,900 MHz. Los móviles capaces de soportar un canal digital de control monitorearán un *DCCH* en vez de un *ACC* en cada sector de un sistema que soporte servicios *IS-136*. Una vez hecho esto, comenzará a sincronizar el canal y decodificará la información proveída por un canal de control y dirigida a todos los móviles. El *DCCH* servirá como canal de control del teléfono hasta que él mismo encuentre otra célula que preste un mejor servicio en cuanto a calidad de señal recibida.

El móvil recibirá notificaciones, enviará peticiones, y se comunicará con el sistema sobre el *DCCH*. Después de recibir una notificación u originar una llamada, se le asigna un canal de tráfico mientras la llamada dure. Esto es, después de establecer una llamada, el teléfono celular sintonizará un canal *DTC* o un canal analógico de voz y la conversación se llevará a cabo. Así una vez completada la llamada el canal se libera.

2.3.1.9.2 Formato de mensajes de un DCCH

El canal *DCCH* usa la estructura de trama *TDMA*, la cual como ya tratamos anteriormente usa tres pares de *slots* para permitir tres conversaciones digitales en una sola frecuencia. Uno de estos pares es usado para un *DCCH full-rate* en cada sector de una célula. Generalmente solamente un par es requerido para un *DCCH* en cada sector de la célula para servir con un enlace de control para la información de control de llamada. Diferentes estructuras de *time slot* son usadas en el canal digital de control de retorno y subida.

En la dirección de transmisión de retorno - del móvil a la estación base -, existen dos formatos de *slot*: formato normal y formato abreviado. Estos formatos sirven para prevenir que la diferencia en tiempos de transmisión, cause un alineamiento incorrecto de los mensajes recibidos en la estación base. El formato de slot abreviado es usado para células de áreas grandes de cobertura para asegurar que los móviles transmitiendo en *time slots* adyacentes no se traslapen o interfieran, cuando un móvil está localizado en los límites de la célula y el otro se encuentra localizado en las cercanías de la estación base, es decir, donde el tiempo de alineación es importante. Mientras que el formato normal se usa para pequeñas células. En la dirección de transmisión de subida - de la estación base al móvil -, existe un solo formato de slot. En la siguiente figura se muestran los diversos formatos de slot y en la tabla que le sigue se enumeran los usos de cada campo de la trama.

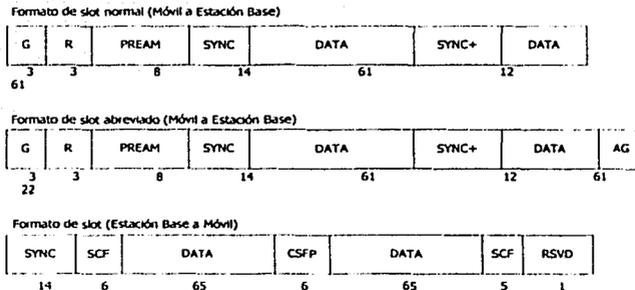


Figura 2.22 Formatos de *slot* para un DCCH.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 2.6 Campos del *slot* para un DCCH

Campo	Interpretación	Definición
AG	Abbreviated Guard	Tiempo de guarda extra en el formato de <i>slot</i> abreviado, usado para asegurar que los móviles - adyacentes en slot - transmitiendo en los límites de la célula no interfieran con los que se encuentran cerca de la estación base.
CSFP	Coded Superframe phase	Indica cual trama en la supertrama se está transmitiendo.
DATA	Coded information bits	Información codificada del canal lógico.
G	Guard	Tiempo de guarda para reducir la probabilidad que móviles transmitiendo en <i>time slots</i> adyacentes se interfieran.
PREAM	Preamble	Preámbulo usado por la estación base para realizar el control de ganancia automática y facilitar la sincronización. Los 8 símbolos en este campo tienen cambios de fase de $-\pi/4$.

Campo	Interpretación	Definición
<i>R</i>	<i>Ramp Time</i>	Tiempo que tarda en pasar el transmisor de un estado encendido a un estado apagado. Esto es usado para proteger a los otros móviles de interferencia.
<i>RSVD</i> <i>SCF</i>	<i>Reserved</i> <i>Shared Channel feedback</i>	Bits sin uso. Este campo es usado para controlar el acceso del móvil en el canal <i>DCCH</i> de retorno con los tres subcampos: Busy/Reserved/Idle (BRI) Coded Partial Echo (CPE) Received/Not Received (R/N)
<i>SYNC</i> <i>SYNC+</i>	<i>Synchronization</i> <i>Additional</i> <i>Synchronization</i>	Usado para sincronización e identificación del <i>time spot</i> . Información de sincronización adicional para mejorar el funcionamiento del receptor de la estación base.

Los campos del slot *DCCH* difieren de los del canal *DTC* de la siguiente manera:

- El campo *SACCH* es remplazado por el campo *shared channel feedback (SCF)*. Este campo es una colección de banderas usada como un método de control y reconocimiento de información enviada desde el teléfono a la estación base.
- El campo de voz es remplazado por los datos del *DCCH*.
- El campo *CDVCC* es remplazado por un campo contador de tramas llamado *coded superframe phase (CSFP)*. Este campo indica al teléfono cual trama en la supertrama esta siendo transmitida.
- El campo *RSVD* es remplazado por los siguientes bits del campo *SCF*.

Debido a que el slot del *DCCH* copia la estructura básica *TDMA* usada para los canales de tráfico, un canal *DCCH* será percibido como un canal normal de tráfico por un móvil que no soporte la norma *IS-136*.

2.3.1.9.3 Supertrama e hipertrama

Dos definiciones de tiempo, la supertrama (*superframe*) y la hipertrama (*hyperframe*), son importantes para la operación del canal de control digital de subida. Son usados para multiplexar grupos lógicos de información y proveer una secuencia conocida repetitiva sobre la interfaz aire. Esto posibilita a un móvil solicitar u obtener información más rápidamente y habilitar un modo de trabajo conocido como *sleep mode* en el cual el móvil solamente necesita despertar a instantes predeterminados de tiempo para revisar sobre posibles notificaciones de la red.

Una supertrama consiste de 16 tramas *TDMA*, y una hipertrama consiste de 2 supertramas. Esto significa que una supertrama tiene una duración de 640 ms en duración, mientras que una hipertrama es 1.28 segundos de duración. La relación entre la trama *TDMA*, supertrama e hipertrama se muestra en la siguiente figura.

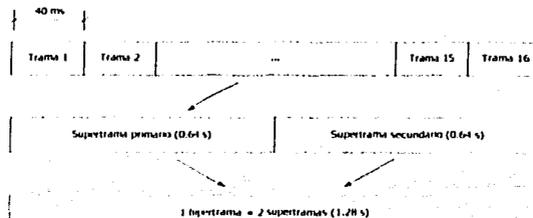


Figura 2.23 Estructura de la supertrama e hipertrama.

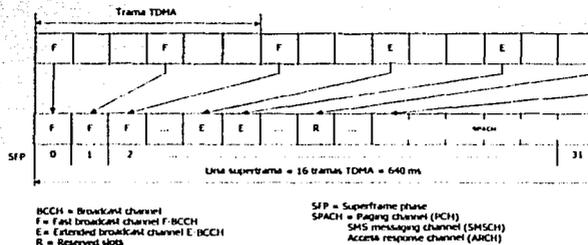
TECNOL
 FALLA DE ORIGEN

Para un *DCCH full-rate*, hay 32 *time slots* de 96 en una supertrama, ya que 2 *time slots* por trama TDMA son usados para un *DCCH*, los *slots* uno y cuatro. La estructura de un *DCCH* se basa en los tiempos de una supertrama e hipertrama.

2.3.1.9.3.1 Supertramas

Cada ráfaga de *DCCH* en la supertrama es diseñada para mensajes tipo *broadcast*, *paging*, *short message service (SMS)*, o respuestas de información de acceso. La estructura ilustrada a continuación es continuamente repetida en el canal *DCCH*.

El canal de *broadcast* (*BCCH*) es dividido en un canal *fast BCCH (F-BCCH)* usada para información obligatoria, y un canal *extended BCCH (E-BCCH)* usada para información adicional o de naturaleza menos crítica. Estos canales son indicados en la siguiente ilustración como *F* y *E* respectivamente.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 2.24 Estructura de la supertrama.

El canal *SPACH* comprende los canales *paging channel (PCH)*, los canales de mensajes *SMS (SMSCH)*, y el canal de respuesta de acceso (*ARCH*).

La supertrama es creada multiplexando los canales de *broadcast* y otros canales lógicos en una repetitiva y ordenada secuencia en la ráfaga física del *DCCH* en el canal de subida. En el siguiente diagrama se muestra los canales multiplexados en la supertrama.

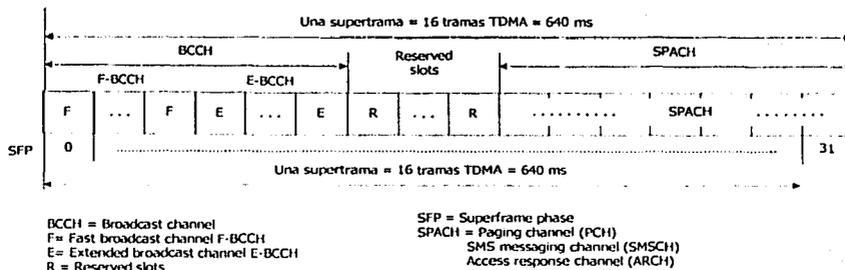


Figura 2.25 Multiplexado de los canales lógicos en la supertrama.

En la tabla que se muestra a continuación se definen el número de *slots* que pueden ser soportados por cada canal lógico. Esto permite a la supertrama ser sintonizada para encontrarse de acuerdo a las necesidades de ambientes específicos.

**TESIS CON
 TÍTULO DE ORIGEN**

Tabla 2.7 Asignación de Slots Full-rate DCCH por supertrama.

Canal lógico	Slots mínimos	Slots máximos
F-BCCH (F)	3	10
E-BCCH (E)	1	8
S-BCCH (S)	0	15
Reservado (R)	0	7
SPACH	2	28

La estructura flexible de la supertrama es transmitida a los móviles cuando es requerido un DCCH. La fase de la supertrama (SFP) incrementa cada supertrama, iniciando en cero en el primer slot F-BCCH y terminado en treinta y dos.

Todos los time slots en el canal de retorno (del móvil a la estación base) son usados para acceso al sistema por el teléfono en el canal lógico RACH.

Un teléfono aprende la estructura de la supertrama de la información transmitida en el F-BCCH. Cuando un teléfono celular por primera vez busca un BCCH, este debe determinar el slot en la supertrama que esta comenzado a monitorear. Esto es logrado monitoreando el campo CSFP en la ráfaga del DCCH. Cuando el primer slot de la supertrama es encontrado, el móvil puede decodificar la información del F-BCCH (ya que este es el primero en ser transmitido) y averigua la estructura de la supertrama. El móvil entonces sabe el uso del slot para el resto de la supertrama y puede decodificar la información del E-BCCH y del SPACH.

2.3.1.9.3.2 Hipertramas

Una hipertrama esta compuesta de una supertrama primaria y una secundaria como se muestra en la figura 2.26. La hipertrama consiste de 192 slots TDMA. 64 de estos son usados para full-rate DCCHs para mantener el mismo uso que los canales de tráfico. Repitiendo la información del DCCH en cada supertrama, la estructura de la hipertrama permite a un teléfono celular leer la información del canal de broadcast, buscar otro DCCH en una diferente frecuencia sin perder las notificaciones en su mismo DCCH.

Para mejor el funcionamiento de las notificaciones bajo condiciones severas de las señales de radiofrecuencia, todas las notificaciones – canales PCHs – son repetidas al correspondiente time slot en la segunda supertrama. Teniendo esta repetición de las notificaciones, si un móvil no puede correctamente decodificar el primer slot del PCH asignado en la primera mitad de la hipertrama, si el móvil esta realizando otras tareas al tiempo en el que ocurre el PCH o si el móvil no puede sintonizar el canal, éste puede leer el correspondiente slot PCH en la supertrama secundaria (640 ms más tarde) para verificar si existen mensajes de la red para él. Además, es construido en el DCCH un nivel de redundancia, así los errores no afectarán las dos supertramas.

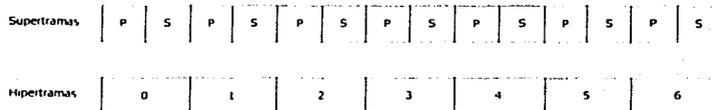


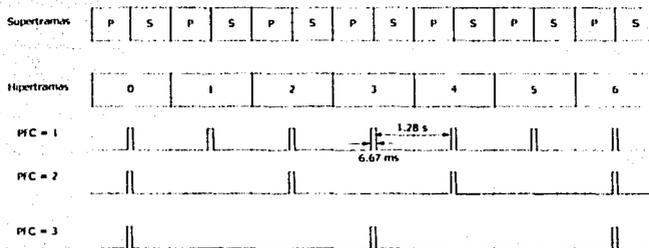
Figura 2.26 Estructuras de las hipertramas.

2.3.1.9.4 Paging frame class PFC

La principal característica del DCCH que permite a un móvil tomar ventaja del modo de operación sleep mode es la división del canal SPACH en tramas de notificaciones y subcanales PCH. Cada móvil periódicamente monitorea un número pequeño de time slots para determinar si la red desea

enviarle información. El periodo de monitoreo de estos *time slots* es determinado por el *PFC* (*paging frame class*) en el cual el móvil está operando. El principal *time slot* que un móvil periódicamente monitorea es llamado subcanal *PCH* asignado. Durante los periodos en los cuales el móvil no está monitoreando los *time slots* para verificar si no está recibiendo mensajes de la red o realizando algún otro proceso, el teléfono puede apagar su circuitería o parte de ella, o en su defecto alimentar con menor corriente a su receptor.

PFC determina el periodo de tiempo en hipertramas en el cual el sistema puede potencialmente notificar a un móvil. Ya que cada teléfono es asignado a un particular *slot PCH* en la supertrama *DCCH*, el móvil sabe precisamente cuando es probable que este reciba una notificación y necesita solamente monitorear ese *slot* en particular.



TEJES COM
FALLA DE ORIGEN

Figura 2.27 Hipertramas y PFCs.

Existen ocho distintas clases de *PFC* definidas para *Digital PCS*, las cuales se ilustran en la siguiente tabla. No todas son aplicables para los servicios tradicionales de voz, estos usarán las clases más bajas de *PFC* porque las clases altas, reservadas para aplicaciones diferentes a las de voz, introducirán un retardo inaceptable de establecimiento de llamadas.

Tabla 2.8 Clases PFC

PFC	Periodicidad de PFC en hipertramas	Periodicidad de PFC en segundos
1	1	1.28
2	2	2.56
3	3	3.84
4	6	7.68
5	12	15.36
6	24	30.72
7	48	61.44
8	96	122.28

Un excesivo retardo es introducido cuando un móvil está operando a un *PCF* mayor de 3. *PFCs* mayores de 3 pueden ser usados cuando un móvil está trabajando con datos.

La red puede requerir que un móvil monitoree más *time slots* que su *PCH* asignado, ya que tiene mensajes que lo involucran. El proceso de instruir a un móvil leer *timeslots* adicionales después de su *PCH* asignado es llamado *PCH Displacement*. Esto puede indicarse por medio de un parámetro que se encuentra en el encabezado A del mensaje de capa 2 del canal *SPACH*, denominado *PCON*. Cuando el teléfono lee su *PCH* y no encuentra algún mensaje, éste examina el *PCON*. Si el *PCON* está puesto en 0, el móvil puede dormir hasta el próximo *PCH*. Si el *PCON* se encuentra en 1 el móvil debe continuar leyendo los demás *slots* del *SPACH* para un mensaje dirigido a él. La cantidad de *time slots* que debe leer es determinada por un parámetro *PCH_Displacement* enviado en un mensaje de estructura del *DCCH* o leer hasta que reciba un mensaje dirigido a éste⁷.

⁷ Para más detalles acerca del funcionamiento del canal *SPACH* y sus parámetros consulte la norma *IS-136*

2.3.1.9.5 Canales lógicos

Los canales lógicos han sido creados en *IS-136* para organizar la información que fluye a través de la interfaz aire. Estos canales han sido especificados para el canal de subida y retorno del *DCCH* como se muestran en el siguiente diagrama.

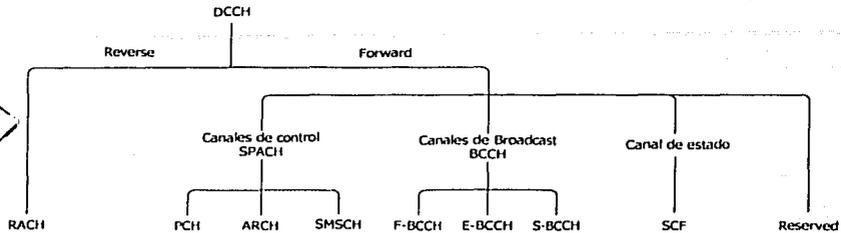


Figura 2.28 Canales Lógicos del *DCCH*.

2.3.1.9.5.1 Canales Broadcast BCCH

Los canales *BCCH* (*Broadcast Control Channel*) son compartidos, punto-multipunto y no trabajan en modo de reconocimiento (*acknowledged*). Estos canales proveen continuamente información acerca de la configuración del sistema y las reglas que un teléfono celular debe seguir para el acceso al sistema. Los canales lógicos de *BCCH* se encuentran multiplexados en el canal físico de subida del *DCCH* como parte de la estructura de la supertrama⁸. La información en estos canales consiste de la identificación del sistema, las lista de vecinos de otros *DCCHs* para su reelección, la estructura de trama del *DCCH*, y otra información del sistema.

2.3.1.9.5.1.1 Fast BCCH y Extended BCCH

El canal *BCCH* es dividido en *F-BCCH* (*Fast BCCH*) y *E-BCCH* (*Extended BCCH*). Otro tipo de canal dedicado, el canal *S-BCCH* (*Short messaging service BCCH*), es creado para proveer el servicio de mensajes cortos de tipo *broadcast*. Los canales *S-BCCH* transportan teleservicios de tipo *broadcast*.

El primer *slot* en una supertrama es siempre un *slot F-BCCH*. La información de este tipo es enviada en su totalidad una vez por supertrama (640 ms), mientras que un mensaje completo de información *E-BCCH* puede extenderse hasta diversas supertramas. El canal *F-BCCH* es usado para información obligatoria, información crítica en tiempo que requiere en un solo ciclo ser leída. La información enviada en este canal se relaciona a la identificación del sistema y parámetros necesarios para que un móvil determine lo siguiente:

- Estructura de la supertrama
- Sistema en el cual el móvil se alberga o acampa
- Parámetros de registro
- Parámetros de acceso

El canal *E-BCCH* es usado para información adicional del sistema que es menos crítica en cuestión de tiempo (en términos de las necesidades de un móvil para acampar en un sistema) y que no es requerida una tasa de transmisión garantizada (por ejemplo, la lista de células vecinas).

⁸ En la siguiente sección se tratará a detalle la estructura de la supertrama e hipertrama, así como la manera en que se transmiten los canales lógicos a través de éstas.

2.3.1.9.5.2 SMS, paging, and access channel SPACH

El canal *SPACH* (*SMS, Paging, and Access Channel*) provee a los móviles con parámetros de información de acceso al sistema y notificaciones. El canal *SPACH* es dividido en un canal de notificaciones *PCH* (*Paging Channel*), un canal de respuesta a accesos *ARCH* (*Access Response Channel*), un canal de servicio de mensajes cortos *SMS* (*Short Message Service*), y de mensajes punto a punto *SMSCH*.

Paging Channel PCH

Este canal es usado para transferir las notificaciones y ordenes de establecimiento de llamada al móvil. Un teléfono celular es asignado a un *slot* en particular de notificaciones –*paging slot*– (como parte del *SPACH*) en una supertrama de acuerdo a su sistema de identificación de estación móvil *MSID* (*mobile station identity*). Esta estrategia siempre asignará a un móvil en específico en el mismo *paging slot* en un *DCCH* con la misma estructura. Además, este método minimiza la congestión de notificaciones a través de la interfaz aire, ya que estos *slots* serán distribuidos aleatoriamente para todos los móviles que se encuentran acampando en un *DCCH* en particular, a través del número total de *slots SPACH* disponibles.

SMS channel SMSCH

Este canal es usado para transferir datos de teleservicios punto a punto al y desde el móvil. Estos datos pueden pertenecer a un mensaje de texto, datos de programación del móvil, datos administrativos de activación al móvil, o de algún teleservicio implantado.

Access response channel ARCH

El canal *ARCH* es usado para enviar respuestas del sistema (como asignaciones de canal) e información administrativa al móvil.

Los canales *ARCH* y *SMSCH* pueden ser usados en modo de reconocimiento (*acknowledged*) a través del uso de peticiones de retransmisiones automáticas.

2.3.1.9.5.3 Random Access Channel RACH

El *RACH* es un canal, compartido, punto a punto y con reconocimiento, usado por todos los móviles basados en *IS-136* cuando ellos intentan acceder al sistema. El canal *RACH* es el único canal lógico en la dirección de retorno del *DCCH*. Los mensajes *RACH* pueden ser, por ejemplo, una respuesta del móvil a una solicitud de autenticación o una notificación de que recibió un mensaje corto.

El canal *RACH* soporta el acceso de los móviles por contención o por reservación. El acceso basado en la contención significa que más de un teléfono puede intentar un acceso en el mismo canal a la vez y los accesos pueden colisionar. Si esto ocurre, los móviles que no intentaron acceder entrarán en un estado de reintento. El acceso basado en la reservación puede ser usado durante transmisiones secuenciales de un móvil en particular, donde el sistema advierte a los móviles, cual teléfono tendrá acceso a cierto instante de tiempo. Esto reserva el canal *RACH* por la duración del mensaje y detiene las interrupciones de otros móviles.

El modo de operación de este canal es posible gracias a la introducción del *SCF* (*Shared Channel Feedback*) en el canal de subida del *DCCH*. Leyendo la información *SCF* enviada en cada ráfaga del canal de subida, los móviles conocerán el estado del próximo *slot* en el canal de retorno, esto es, si esta disponible, ocupado, o reservado.

Un canal *full-rate DCCH* consiste de seis subcanales *RACH* o bloques *TDMA* para permitir a la estación base y al móvil proceder como se muestra en la figura 2.29. El móvil monitorea el subcanal de subida (subcanal 1) y espera que la bandera *SCF* se muestre como disponible. Cuando esto pasa, el móvil sabe que el próximo subcanal 1 de retorno estará disponible, y el móvil transmitirá la primera ráfaga en el subcanal. El teléfono espera el siguiente subcanal 1 de subida para saber si su transmisión fue exitosa y si debe enviar la siguiente ráfaga. Este proceso continua hasta que el mensaje completo se ha enviado.

Esta actividad solo ocurre en uno de los subcanales. Otros teléfonos pueden estar accediendo al sistema simultáneamente en los subcanales 2 al 6 en el mismo *DCCH*.

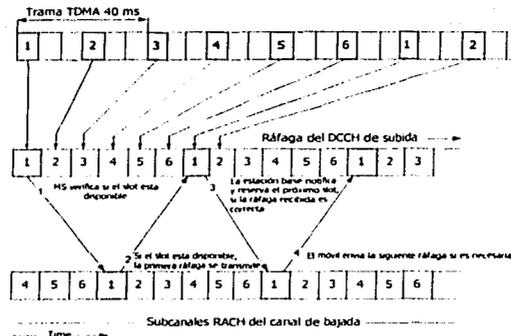
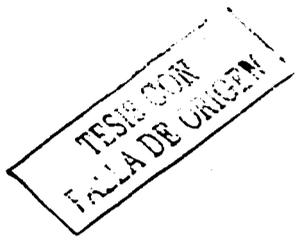


Figura 2.29 Sistema de acceso de *IS-136* en el canal *RACH*.

2.3.1.9.5.4 Shared Channel Feedback SCF

La información enviada en el canal de retorno del *DCCH* es controlada y confirmada por medio de las banderas *SCF* localizadas en los enlaces de subida.

La información *SCF* del enlace de subida provee una indicación en tiempo real del estado de cada *timeslot* del enlace de retorno e informa a todos los móviles del uso en instante de tiempo. De esta manera, el *SCF* provee un mecanismo de prevención de colisiones para el canal *RACH*. Este flujo combinado de información de subida y retorno sirve para mejorar la capacidad del canal *RACH*. Además, las banderas *SCF* proveen corrección de errores, indicando si una ráfaga de información ha sido recibida correctamente por el sistema.

El campo *SCF* indica el estado del canal *RACH* usando los campos indicadores *busy-reserved-idle (BRI)*, *partial echo (PE)*, y *received/not received (R/N)*.

Campo *Busy-reserved-idle*

La estación base indica por medio de este campo la disponibilidad del *RACH*, estableciendo uno de los siguientes bits en la bandera *SCF*:

- B: Busy. Ocupado o no esta recibiendo tráfico
- R: Reserved. Esta siendo usado por un usuario o esta reservado
- I: Idle. Acceso disponible

Subsecuentemente, un móvil será capaz de determinar si puede comenzar una transmisión.

Campo Partial echo

El campo *SCF* tiene un subcampo *PE* derivado de la identidad del móvil *MSID*, el cual regresa parte de la identificación del móvil en el canal de subida. De esta manera, todos los móviles sabrán cual móvil ha usado el canal *RACH*.

En el caso de una colisión durante el acceso basado en la contención, este campo es usado para indicar cual móvil ha ganado el acceso al sistema.

Campo Received/not received

Los bits del campo *R/N* son usados para indicar si el mensaje en el canal de retorno fue recibido correctamente. Este campo provee la función de corrección de errores de solicitud de retransmisión automática *ARQ* (*Automatic retransmission request*) en el canal *RACH*.

2.3.2 Capa de Enlace

La capa 2 es considerada la capa de enlace. Esta provee el formato de las tramas, soporte para los mensajes de capas superiores, transferencia de mensajes de capa 3 libres de errores a través de la interfaz aire. Las tramas de capa 2 contienen encabezados de información para la operación de protocolos de capa 2, protocolos de manejo de retransmisión, y realiza segmentación y ensamble de los mensajes de capa 3.

Cada trama de capa 2 es mapeada en un simple *slot* de capa física con la adición de codificación de errores (protección de errores *CRC*) e información de encabezado que describe el tipo de canal lógico a ser usado. Además, las tramas de capa dos te permiten trabajar en los modos *acknowledge* y *unacknowledged ARQ* para la invocación de los mensajes.

Debido a la naturaleza punto a punto de los mensajes enviados en los canales *SPACH*, la capa 2 esta diseñada para transportar la identificación de la estación móvil *MSID* para indicar la identidad del teléfono del mensaje. El protocolo especificado de capa 2 permite incluir hasta 5 distintos *MSIDs* en cada trama de capa 2. Esto permite efectivamente notificar hasta cinco móviles en una sola ráfaga, si son usados *MSID* de 24 bits.

2.3.2.1 Capa 2 del DCCH

La capa 2 del *DCCH* provee direccionamiento; delimitación de trama; detección de errores, recuperación, secuenciación; control de acceso a los medios; y control de flujo en el canal de subida y retorno del *DCCH*, a través de los siguientes mecanismos:

Tabla 2.9 Mecanismos de capa 2
Función de la capa de enlace en la capa de enlace del DCCH

Función de la capa de enlace en el modelo de referencia OSI	Mecanismos de capa 2
Direccionamiento	Manejo de la identificación de estación móvil <i>MSID</i>
Delimitación de tramas	Formato de encabezado Concatenación de los mensajes de capa 3 Segmentación y ensamble de mensajes de capa 2 Uso de <i>slot</i>
Detección de errores, recuperación y secuenciación	Generación y verificación de <i>CRC</i> Monitoreo de la calidad del enlace de radio Control de retransmisión <i>ARQ</i>
Control de acceso a los medios	Shared channel feedback Acceso reservado o aleatorio
Control de flujo	Shared channel feedback

2.3.2.1.1 Protocolos de capa 2 de DCCH

El protocolo de capa 2 para un canal lógico del *DCCH* está especificado por las tramas de capa 2 y las reglas que gobiernan el uso de los campos dentro de estas. La estructura general de una trama de *TDMA* se muestra en la siguiente figura.

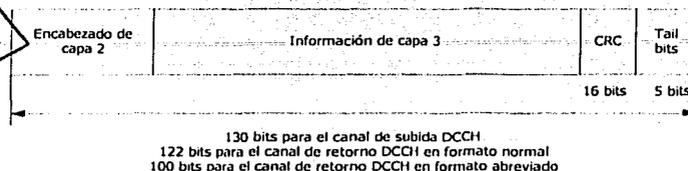


Figura 2.30 Estructura de una trama de capa 2.

Una trama de capa 2 cabe dentro del campo *DATA* de capa 1 después de que la codificación es aplicada. Debido a que la tasa de codificación de canal de $\frac{1}{2}$ es usado en el *DCCH*, la longitud de una trama de capa 2 es de $\frac{1}{2}$ de la longitud del campo de *DATA* de capa 1. Esto significa que para un *slot* de formato normal en el canal de retorno *DCCH*, una trama de capa 2 es de 122 bits de longitud. Para un formato abreviado de *slot* en el canal de retorno *DCCH*, una trama de capa 2 es de 100 bits de longitud. Todas las tramas de capa 2 en el canal de subida *DCCH* son de 130 bits de longitud. Los últimos 5 bits de una trama de capa 2 se encuentran siempre en cero y son usados como bits de cola en el codificador de canal, así la longitud real de la trama es de 117 bits para un *slot* normal en el canal de subida, 95 bits de longitud para un *slot* de formato abreviado en el canal de retorno *DCCH*, y 125 bits para el canal de subida *DCCH*. Los últimos 16 bits de estas tramas de capa 2 son un código *CRC* para la detección de errores.

Existen distintos tipos de tramas de capa 2 para cada canal lógico, y su uso depende del tipo de mensaje que se va a enviar en cada uno de ellos. Existen tramas de tipo inicio (*BEGIN*), continuación (*CONTINUE*) y fin (*END*), los cuales son usados para empaquetar mensajes muy grandes de capa 3 que es imposible enviar en una sola ráfaga de datos, por esta razón gracias a las funciones de capa 2 de desensamble y ensamble, los mensajes pueden ser fragmentados para enviarse en tramas de capa 2 y en su capa adyacente 2 son unidos para la interpretación de los mismos en la capa de red. El uso de los tipos de trama es de acuerdo a su nombre, para indicar el inicio, continuación y fin del mismo, respectivamente.

Existen otros tipos de tramas definidos para el conjunto de canales lógicos *SPACH*, que se diferencian de acuerdo a la cantidad de usuarios o estaciones móviles a las que van dirigidos los mensajes, ya que pueden contener diversos *MSID*. Estos pueden ser trama de simple, doble, triple y cuádruple *MSID*. El modo de operación de estas tramas es sin reconocimiento (*unacknowledged*), es decir, no esperan notificaciones por parte del móvil sobre la recepción del mensaje. Otros tipos de tramas de estos canales son las tramas *hard page*, las cuales son usadas para realizar notificaciones o alertas a los móviles y no contienen ningún mensaje de capa 3. Al igual estos mensajes pueden estar dirigidos a más de un móvil.

Las tramas de tipo grupo de usuario, como su nombre lo dice, se usan para transmitir un mensaje de capa 3 a un grupo de móviles. Esta trama contiene un campo llamado *UGID* (*User Group ID*), que identifica al grupo al cual está dirigido el mensaje. Para el canal lógico *SPACH* existen tramas de que trabajan en modo *acknowledged*⁹.

⁹ El tratamiento de las tramas de capa 2 se encuentra fuera de los propósitos de este trabajo, por lo que recomendamos consultar la norma TIA/EIA/IS-136-A, o verificar en la bibliografía que se encuentra al final del trabajo.

2.3.2.1.2 Monitoreo de la calidad del enlace en el DCCH

El móvil estima la calidad del enlace en la capa 2. Esto es realizado midiendo los errores de las palabras pasados en la verificación de las fallas del *CRC* en el canal *PCH* asignado al móvil. El móvil actualiza un contador interno de calidad del enlace de radio *MRLQ* (*Monitoring of Radio Link Quality*) cada vez que existen una verificación del *CRC*. El *MRLQ* es inicializado en 10 cuando el móvil obtiene servicio en el *DCCH*. Cada vez que la verificación del *CRC* es fallida, el contador *MRLQ* es decrementado en 1, y cada vez que la verificación del *CRC* es correcta, se incrementa en 1. El contador *MRLQ* es truncado a 10.

Cuando este contador llega a 0, el móvil declara una falla en el enlace de radio en el *DCCH*. En este momento, el móvil selecciona un nuevo canal de control.

2.3.2.2 Capa 2 en el canal DTC

Para el canal *DTC*, capa 2 comprende el método de supervisión de la conexión en el *DTC*. La supervisión del enlace es realizada a través del uso de un código digital de verificación *DVCC* (*Digital Verification Color Code*). Este código es usado para distinguir entre el canal asignado *DTC* y su respectivos cocanales *DTC*. El móvil y la estación base realizan la verificación del *DVCC* para asegurar que se están comunicando adecuadamente entre ellos.

El *DVCC* que el móvil debe esperar ver en su canal de operación es proporcionado cuando fue asignado a ese canal. Si el móvil lee algún código diferente al que le fue concedido - indicación de de interferencia cocanal -, su temporizador de interferencia de 5 segundos se inicia. Si este temporizador expira antes de que el móvil lea el *DVCC* que espera, la llamada es tirada y el móvil regresa comienza la búsqueda de un canal de control.

El móvil debe transponer en cada mensaje que envía a la red el *DVCC* que se le proporcione en su asignación de canal. La red puede de esta manera verificar de manera similar este código para asegurar la continuidad del enlace. La mayoría de las redes realizan la verificación de este código en una asignación inicial de canal y como parte del proceso de *handoff* para garantizar que se esta sirviendo al apropiado móvil en el canal deseado.

Supervisión avanzada del enlace *DTC* se provee a capa tres en los canales *FACCH* y *SACCH*.

2.3.3 Capa de Red

La capa 3, o capa de red, provee los medios para establecer, mantener, y terminar las conexiones entre el móvil y la red. Esta capa incluye una descripción de los estados del móvil y los procedimientos requeridos para la realización de estas funciones, a su vez define un conjunto de mensajes usados para la conexión entre el móvil y la red.

Los mensajes de capa 3 incluyen información para:

- Registro
- Notificaciones o alertas
- Estructura del *DCCH*
- Información de liberación de llamadas
- Transporte de datos *R-data* para teleservicios
- Transporte de información de capas superiores para futuras aplicaciones
- Señalización propietaria

Los mensajes de capa 3 son introducidos en paquetes de capa dos que indican el tipo de información de capa 3, la longitud del mensaje, el teléfono celular al cual esta dirigido, e información administrativa. Un mensaje de capa 3 es segmentado en tantas tramas de capa 2, como sean necesarias.

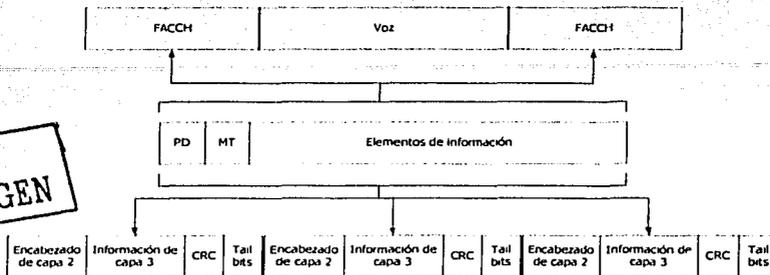


Figura 2.31 Mensajes de capa 3 en tramas de capa 2.

Todos los mensajes de capa 3 están compuestos de elementos de información. Un elemento de información es una porción de datos de capa 3 que contiene un tipo particular de información. Una vez que el elemento de información es definido, este puede ser usado en mensajes diferentes de capa 3. Los elementos de información son los bloques de construcción de los mensajes.

Cada mensaje de capa 3 comienza con los elementos de información: discriminador de protocolo *PD* (*Protocol Discriminator*) y un tipo de mensaje *MT* (*Message Type*). El *PD* identifica el protocolo de capa 3 usado. Actualmente, existe un solo valor definido para este campo. El segundo elemento de información común *MT*, identifica la función del mensaje de capa 3 y como debe ser interpretada la información que sigue.

Los elementos de información son identificados dentro de un mensaje como obligatorios u opcionales. Cuando el lado receptor de un mensaje de capa 3 lee el *MT*, este sabe que mensajes obligatorios debe recibir o le siguen a este campo. Cada elemento de información opcional comienza con un campo de tipo de parámetro que identifica únicamente el elemento de información opcional de un mensaje en particular.

En el *DTC*, un elemento de información de longitud siempre precede el primer elemento opcional para informar al lado receptor el número de octetos que siguen. Esto le permite al lado receptor saltar el siguiente mensaje si este encuentra un elemento de información opcional que no puede reconocer.

En el *DCCH*, los elementos de información opcional son definidos como de comprensión requerida o de comprensión no requerida, basándose en el valor del campo de tipo de parámetro. Si el lado receptor del mensaje de capa 3 ve un elemento de información opcional como de comprensión requerida que no reconoce, ignora el resto del mensaje. Si el elemento de información opcional es de la variedad de comprensión no requerida, este puede ignorarlo si no lo reconoce y continuar leyendo el resto del mensaje. Todos los elementos de información de comprensión no requerida deben contener un campo indicador de longitud. Esto para asegurar que si la parte receptora no puede comprender el elemento de información, este sabe cuantos bits saltar para buscar un elemento de información que pueda comprender. Las reglas para el manejo de los elementos de información permiten la expansión de mensajes, así como la adición de nuevas características y funcionalidad normalizada.

2.3.3.1 Conjunto de mensajes DCCH

2.3.3.1.1 Mensajes BCCH

Los mensajes que contienen la información más crítica en tiempo son enviados en el canal *F-BCCH*. Esto asegura que un móvil tenga la oportunidad de leer la información cada 640 ms. La información en el canal *E-BCCH* puede extenderse hasta diversas hipertramas y puede tomar al móvil mucho tiempo leer. Los mensajes en los canales *BCCH* pueden ser de dos tipos: obligatorios u opcionales. En la siguiente tabla se enlistan algunos tipos de mensajes.

Tabla 2.10 Mensajes *BCCH*

Tipo de mensaje	Función
<i>DCCH Structure</i>	Provee información de: <ul style="list-style-type: none"> • Número de <i>slots</i> por supertrama dedicados a los diferentes canales lógicos en canal <i>DCCH</i> de subida • <i>DVCC</i> • La clase de <i>PFC</i> • Número de <i>slots</i> que un móvil debe examinar cuando se le alerta
<i>Access Parameters</i>	Provee información de : <ul style="list-style-type: none"> • Información de acceso al canal <i>RACH</i> • Potencia de acceso (<i>MS_ACC_PWR</i>) • Tamaño de la ráfaga de acceso: normal o abreviada • Máximo número de veces una ráfaga puede ser transmitida • Máximo número de intentos de acceso • Tamaño máximo de los mensajes <i>R-DATA</i> • Si debe enviar mensajes de autenticación y un mensaje con el número serial
<i>Control Channel Selection Parameters</i>	Provee los criterios de reselección de canal <i>DCCH</i> mediante los siguientes parámetros : <ul style="list-style-type: none"> • <i>SS_SUFF</i> • <i>RSS_ACC_MIN</i> • <i>SCANINTERVAL</i> • <i>DELAY</i>
<i>Registration Parameters</i>	Este mensaje identifica los tipos de registro requeridos en el <i>DCCH</i> , incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Registro en encendido (<i>PUREG</i>) • Registro de apagado (<i>PDREG</i>) • Registro en sistema nuevo (<i>SYREG</i>) • Localización de área (<i>LAREG</i>) • Registro forzado (<i>FOREG</i>) • Registro periódico • Cancelar registro (<i>DEREG</i>) • Si se puede registrar en un sistema residencial o privado
<i>System Identity</i>	Sirve para identificar: <ul style="list-style-type: none"> • ID del sistema (<i>SID</i>) • Tipo de red: pública, privada (<i>PSID</i>), y/o residencial (<i>RSID</i>) • Versión del protocolo • Los <i>RSID</i> y <i>PSID</i> disponibles • Código móvil de país • Sistema de identificación alfanumérico y determinar si el <i>DCCH</i> esta dentro de su perspectiva de servicio
<i>Service menu</i>	Identifica los tipos de servicio que están disponibles en el <i>DCCH</i> y los tipos de codificadores de voz que pueden usar en dicho sitio celular.
<i>SOC/BSMC Identification Neighbor Cell</i>	Este mensaje sirve para proveer el <i>SOC</i> (<i>System operador code</i>) y el código <i>BSMC</i> (<i>Base station manufacturers code</i>) Proporciona hasta 24 <i>DCCHs</i> y <i>ACCs</i> vecinos para propósitos de reselección de canal de control. Este mensaje es enviado en el canal <i>E-BCCH</i> debido a la longitud del mensaje.
<i>Regulatory Configuration Mobile Assisted Channel Allocation</i>	Indica la asignación del canal de RF para el sistema. Este mensaje provee una lista de hasta 15 canales para que el móvil realice mediciones de la amplitud de la señal y reporte (<i>MACA</i>) estos resultados a la estación base. Este mensaje, también indica si el móvil debe reportar la tasa de bits en error y las tasa de palabras en error en el <i>DCCH</i> en el que esta operando.

2.3.3.1.2 Mensajes SPACH

La mayoría de los mensajes son enviados en un solo subcanal *SPACH*: *SMSCH*, *PCH*, o el subcanal *ARCH*. En la siguiente tabla se muestra algunos mensajes para este canal.

Tabla 2.11 Mensajes *SPACH*
Función

Mensaje	Función
<i>Analog Voice Channel Designation</i>	Se envía en el canal <i>RACH</i> y es utilizado para la asignación de un <i>AVC</i> a un móvil. Este mensaje contiene: <ul style="list-style-type: none"> • Número de canal <i>AVC</i> • El tono <i>SAT</i> • La potencia requerida para transmitir en el <i>AVC</i> • Versión del protocolo
<i>Audit Order</i>	Este mensaje es enviado en el <i>PCH</i> y es usado por la red para obtener un reporte <i>MACA</i> o forzar al móvil a registrarse nuevamente.
<i>Base Station Challenge Order Confirmation</i>	Este mensaje es enviado en el canal <i>ARCH</i> en respuesta al mensaje <i>Base Station Challenge Order</i> enviado por la estación móvil. La información contenida en este mensaje es <i>AUTHBS</i> , el cual verifica que la estación base es autentica y puede actualizar los datos secretos compartidos <i>SSD</i> .
<i>Digital Traffic Channel Designation</i>	Se envía en el canal <i>RACH</i> y es utilizado para la asignación de un <i>DTC</i> a un móvil. Este mensaje contiene: <ul style="list-style-type: none"> • Número de canal <i>DTC</i> • El <i>DVCC</i> • La potencia requerida para transmitir en el <i>DTC</i> • Versión del protocolo • Información del time alignment • Codificador de voz a usar • Información acerca de si se debe ecualizar la transmisión
<i>Direct Retry</i>	Este mensaje es enviado en el <i>RACH</i> y es usado para indicar al móvil que rechace el <i>DCCH</i> actual y reintente acceder en otro canal de la lista de vecinos proporcionada. Este mensaje se usa cuando no existen recursos en ese canal de control.
<i>Message Waiting</i>	Este mensaje es enviado en el <i>PCH</i> para notificar al móvil que un mensaje de voz, un <i>SMS</i> , o un mensaje de fax esta esperando.
<i>R-DATA</i>	Sirve para enviar en el <i>SMSCH</i> un mensaje punto a punto de la capa de teleservicios.
<i>R-DATA ACCEPT</i>	Este mensaje es usado para notificarle al móvil de que su mensaje <i>R-DATA</i> fue recibido.
<i>R-DATA REJECT</i>	Este mensaje es enviado al móvil para notificarle que su mensaje <i>R-DATA</i> ha sido rechazado
<i>Registration accept</i>	Este mensaje es enviado en el canal <i>ARCH</i> en respuesta al mensaje de registro y es usado para notificar al móvil que su registro ha sido completado.
<i>Registration Reject</i>	Este mensaje es enviado en el canal <i>ARCH</i> en respuesta a un mensaje de registro y es usado para notificar al móvil que su intento de registro ha fallado.
<i>Reorder/Intercept</i>	Este mensaje es enviado en el <i>ARCH</i> e indica que la Originación o el mensaje <i>R-DATA</i> que envió se rechazo.
<i>SPACH Notification</i>	Este mensaje se envía en el <i>PCH</i> y es usado para informar al móvil que la red intenta entregarle un mensaje en el canal <i>ARCH</i> o en el <i>SMSCH</i> , indicando el tipo de mensaje que el móvil debe esperar de la red.
<i>SSD Update Order</i>	Se envía en el <i>PCH</i> o <i>ARCH</i> para indicarle al móvil que inicie el algoritmo de autenticación para actualizar los datos secretos compartidos <i>SSD</i> .
<i>Test Registration Response</i>	Se envía en el <i>ARCH</i> e informa al móvil si puede o no obtener servicio en una <i>PSID</i> o <i>RSID</i> .
<i>Unique Challenge Order</i>	Este mensaje es enviado en el <i>PCH</i> y ocasiona que se inicie el algoritmo de autenticación y envíe un mensaje de autenticación a la red.

2.3.3.1.3 Mensajes RACH

Algunos de los mensajes *RACH* pueden ser concatenados y enviados por el móvil en un simple intento de acceso, para permitir un uso más eficiente de este canal. En la siguiente tabla se muestran los mensajes:

Tabla 2.12 Mensajes ARCH

Mensajes RACH	Función
<i>Audit Confirmation Authentication</i>	Este mensaje es enviado en respuesta a un mensaje <i>Audit Order</i> . Este mensaje es usado para proveer a la red con la información requerida para autenticar al móvil.
<i>Base Station Challenge Order</i>	Este mensaje es usado para confirmar la autenticidad de la red, cuando intente cambiar los datos secretos compartidos <i>SSD</i> del móvil.
<i>Capability Report</i>	Se usa para proveer a la red con información relacionada a las capacidades que soporta el móvil: <ul style="list-style-type: none"> • Versión del protocolo • Máxima clase <i>PFC</i> soportada • Soporte de datos asíncronos y grupo de fax • Bandas de frecuencia • Codificadores de voz • Soporte de teleservicios
<i>MACA report</i>	Se usa para proveer las mediciones de la amplitud de las señales en los canales incluidos en el mensaje <i>MAHO</i> , y la amplitud de la señal, tasa de bits y palabras en error en el <i>DCCH</i> en el que opera.
<i>Origination</i>	Este mensaje es usado para iniciar una llamada de voz o datos. Este mensaje incluye el número del otro participante en la llamada, el tipo de servicio deseado – voz analógica, voz digital, datos o fax –, y el codificador de voz digital usado.
<i>Page Response</i>	Este mensaje es usado para responder a una notificación o alerta enviada por la red. Este contiene la misma información que el mensaje <i>Origination</i> , excepto el número de la parte llamada.
<i>R-DATA</i>	Este mensaje es usado para enviar un mensaje punto a punto de la capa de teleservicios.
<i>R-DATA ACCEPT</i> <i>R-DATA REJECT</i>	Este mensaje es usado para notificarle a la red, la aceptación de un mensaje <i>R-DATA</i> . Este mensaje es usado para notificarle a la red que si mensaje <i>R-DATA</i> ha sido rechazado.
<i>Registration</i>	Este mensaje es usado para solicitar un registro en la red.
<i>SPACH Confirmation</i>	Este mensaje es usado para confirmar la recepción del <i>SPACH Notification</i>
<i>SSD Update Order Confirmation</i>	Este mensaje es usado para confirmarle a la red si se actualizaron correctamente los datos secretos compartidos <i>SSD</i> .
<i>Test Registration</i>	Se usa para preguntar si puede o no obtener servicio en una <i>PSID</i> o <i>RSID</i> .
<i>Unique Challenge Order Confirmation</i>	Este mensaje es enviado en respuesta a un mensaje <i>Unique Challenge Order</i> e incluye información de autenticación para verificar la autenticidad del móvil.

2.3.3.2 Conjunto de mensaje DTC

2.3.3.2.1 Mensajes SACCH y FACCH en el canal de subida DTC

Algunos mensajes pueden ser enviados en un solo tipo de canal. Los mensajes de alta prioridad son enviados en el canal *FACCH*. A continuación se muestra una tabla que resume los distintos tipos de mensaje.

Tabla 2.13 Mensajes SACCH y FACCH en el canal de subida DTC

Mensaje	Función
<i>Alert with info</i>	Este mensaje se envía en el <i>FACCH</i> para ocasionar o visualizar una señal en el móvil relacionado a la iniciación de una llamada.
<i>Audit</i>	Este mensaje es enviado en el <i>SACCH</i> para determinar si un móvil esta activo en el sistema. El móvil debe confirmar de recibido este mensaje a través del mensaje <i>Mobile Ack</i> .
<i>Base Station Ack</i>	Este mensaje sirve para confirmar la recepción de ciertos mensajes por parte de la estación base: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Connect</i> • <i>Release</i> • <i>Status</i> • <i>Service Request</i>
<i>Base Station Challenge Order Confirmation</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> , en respuesta al mensaje <i>Base Station Challenge Order</i> y contiene la entrada al algoritmo de autenticación.
<i>Capability Update Request</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para solicitar el protocolo y las capacidades del móvil.
<i>Capability Update Response</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> en respuesta a la recepción de las

Mensaje	Función
<i>Dedicated DTC Handoff</i>	capacidades del móvil. Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para ordenar al móvil cambiar de un canal <i>DTC</i> a <i>DTC</i> .
<i>Flash with info</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para enviar información de <i>message waiting</i> o el número de la parte que llama al móvil.
<i>Flash with Info Ack</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para confirmar de recibido de un mensaje de este tipo desde el móvil.
<i>Handoff</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para ordenar al móvil moverse de un <i>DTC</i> a otro <i>DTC</i> , o a un <i>AVC</i> .
<i>Maintenance</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para verificar la operación del móvil.
<i>Measurement Order</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para informar al móvil comenzar las mediciones de calidad del canal y reportar en canal que esta trabajando y en los canales de la lista de vecinos proporcionados.
<i>Physical Layer Control</i>	Este mensaje se envía en el <i>FACCH</i> y es usado para el control de la capa física, incluyendo la potencia de salida y tiempo de alineación.
<i>R-DATA, R-DATA ACCEPT y R-DATA REJECT</i>	Son usados para el envío de mensajes <i>R-DATA</i> , confirmación de recepción y rechazo de los mensajes.
<i>Reauthentication Order</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> y ocasiona que un móvil inicie el procedimiento de autenticación.
<i>Release</i>	Este mensaje es enviado para informar al móvil que la llamada establecida ha sido liberada.
<i>Service Response</i>	Este mensaje enviado en el <i>FACCH</i> para indicar que un servicio de llamada entrante ha sido aceptada o rechazada.
<i>SSD Update Order</i>	Este mensaje de tipo <i>FACCH</i> origina que el móvil inicie el algoritmo de autenticación para actualizar los <i>SSD</i> .
<i>Stop Measurement Order</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> o <i>SACCH</i> ordena al móvil detener las mediciones de calidad de canal.
<i>Unique Challenge Order</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> origina que inicie el proceso de autenticación y envíe un mensaje <i>Unique Challenge Order Confirmation</i> a la red.

2.3.3.2.2 Mensajes SACCH y FACCH en el canal DTC de retorno

Como en el caso del canal de subida *DTC*, algunos de los mensajes de este tipo pueden ser enviados únicamente en un tipo de canal. En la siguiente tabla se ilustran los mensajes para el canal *DTC* de retorno.

Tabla 2.14 Mensajes *SACCH* y *FACCH* en el canal de retorno DTC

Mensajes	Función
<i>Base Station Challenge Order</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> y es usado para confirmar la autenticidad de la red cuando esta cambiar los <i>SSD</i> del móvil.
<i>Capability Update Request</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para solicitar el protocolo y las capacidades de servicio de la red.
<i>Capability Update Response</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> es enviado para indicar las capacidades de servicio y el protocolo del móvil.
<i>Connect</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> y se usa para indicar que una llamada ha sido contestada por el usuario.
<i>Channel Quality Message</i>	Existen cuatro mensajes de calidad de canal enviados en el <i>FACCH</i> o en el <i>SACCH</i> , y cada uno contiene los reportes de medición para hasta seis de los canales de radiofrecuencia solicitados por la red.
<i>Flash with info</i>	Este mensaje es enviado en el <i>FACCH</i> para indicar que el usuario desea invocar un servicio especial.
<i>Flash with Info Ack</i>	Este mensaje es usado para confirmar la recepción de un mensaje <i>Flash with info</i> de la red.
<i>Measurement Order Ack</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> es usado para indicarle a la red que se han iniciado las mediciones de calidad de canal.
<i>Mobile Ack</i>	Este mensaje confirma la recepción de ciertos mensajes enviados por la red: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Alert with info</i> • <i>Stop Measurement Order</i> • <i>Release</i> • <i>Maintenance</i> • <i>Audit</i> • <i>Handoff</i> • <i>Dedicated DTC Handoff</i> • <i>Service Response</i>

Mensajes	Función
<i>Physical Layer Control Ack</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> o <i>SACCH</i> confirma la recepción del mensaje <i>Physical Layer Control Ack</i> .
<i>R-DATA</i> , <i>R-DATA ACCEPT Y R-DATA REJECT</i>	Son usados para el envío de mensajes <i>R-DATA</i> , confirmación de recepción y rechazo de los mensajes.
<i>Reauthentication Confirmation Release</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> es usado para la confirmación de recepción del mensaje <i>Reauthentication Order</i> .
<i>SSD Update Confirmation</i>	Este mensaje de tipo <i>FACCH</i> es enviado para confirmar el éxito o fracaso de la actualización de los datos de autenticación.
<i>Service Request</i>	Este mensaje enviado en el <i>FACCH</i> se utiliza para solicitar un servicio de llamada entrante.
<i>Unique Challenge Confirmation</i>	Este mensaje <i>FACCH</i> es enviado en respuesta a un mensaje <i>Unique Challenge Order</i> e incluye información de autenticación para verificar la autenticación del móvil.

2.3.4 Teleservicios

Un teleservicio es una aplicación que usa la interfaz aire y la interfaz de red como medios de transporte entre el servidor de teleservicio y los móviles para proveer servicios a los usuarios finales. Los teleservicios proveen un mecanismo flexible a los proveedores de servicio para la entrega de unidades de datos de teleservicios compuestas de datos de usuario o programación de los móviles para que operen en un canal *DTC* o *DCCH* mientras se encuentran en el sistema de casa o en *roaming*. Excepto por algunos aspectos de señalización, la entrega de los teleservicios es invisible a la mayoría de las redes celulares debido a que el servidor de teleservicios y el móvil son las principales entidades que producen y consumen teleservicios.

Los teleservicios residen arriba de la capa de red en el modelo de referencia *OSI*. Los teleservicios pueden contener algunas porciones o todas las capas de transporte, sesión, presentación, y aplicación. Estos pueden ser transportados en la parte de arriba de una capa separada de transporte. Esto se muestra en el siguiente esquema.

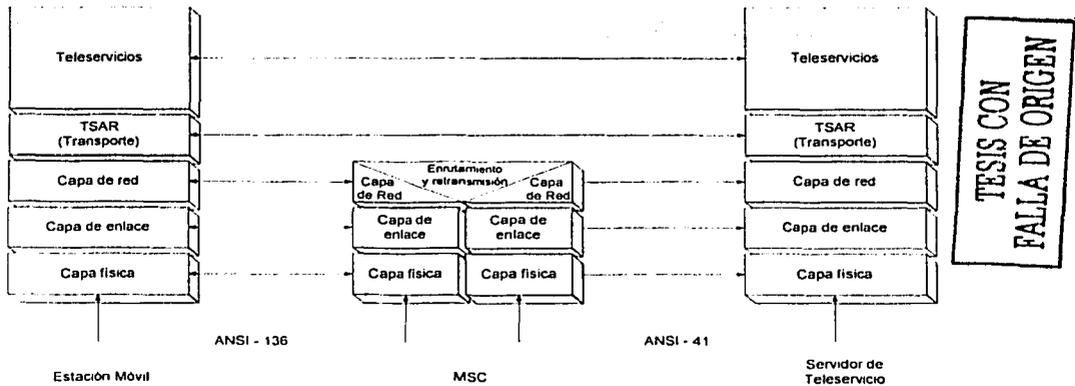


Figura 2.32. Definición de las capas del protocolo IS-136.

La capa de transporte que se muestra en la figura es la función de reensamble y segmentación *TSAR* (*Teleservice segmentation and reassembly*) definida en la norma *TIA/EIA-136-A*, la cual permitirá a los mensajes largos de teleservicios comunicarse, mediante la división del mensaje en unidades manejables para transmisión y unirse nuevamente en el lado receptor. Los Teleservicios usados con *Digital PCS* pueden ser definidos o especificados por el proveedor. Un teleservicio definido es una que se encuentra completamente descrito en una o más normas de *Digital PCS*. Un teleservicio especificado es aquel que puede o no estar enteramente definido en la norma *Digital*

PCS. Los teleservicios especificados por el proveedor son usados típicamente cuando una implementación rápida es deseada, o para proveer servicios diferenciados a los usuarios.

2.3.4.1 Entrega de teleservicio

Paquetes de datos especiales de capa 3 (paquetes *R-DATA*) están reservados para el transporte de información de las capas superiores de aplicación. Estos paquetes *R-DATA* son idénticos en estructura, sin importar de la aplicación que transporten.

Por medio de los paquetes *R-DATA*, la interfaz aire llega a ser transparente para futuras aplicaciones usando el mismo mecanismo de transporte, y el tiempo para la comercialización de estas características puede ser reducido enormemente.

Los teleservicios son transportados a través de la interfaz de red *TIA/EIA-41* desde el servidor de teleservicios al *MSC* asistente dentro del mensaje *SMDPP* (*Short Message Delivery Point to point*), y a través de la interfaz aire *TIA/EIA-136* de la estación base al móvil dentro del mensaje *R-DATA*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

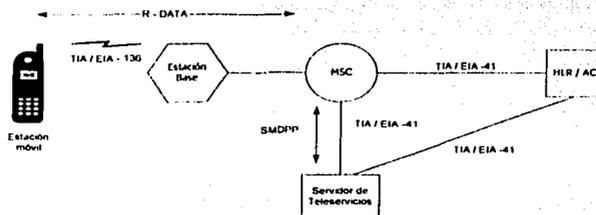


Figura 2.33 Modelo de red para la entrega de teleservicio.

El *MSC* traduce la información de teleservicio entre los formatos de mensaje *SMDPP* y *R-DATA*. Permite la confirmación de la capa de red de la entrega exitosa de un teleservicio al originador (el servidor de teleservicios o el móvil).

El servidor de teleservicios provee formato, almacenamiento, y envío de teleservicios. La unidad de información de teleservicio que se va a incluir en los teleservicios destinados a uno o más móviles se provee por medio de una entidad de mensajes cortos *SME* (*Short message entity*). Conjuntamente con el *MSC*, el servidor de teleservicios debe comunicarse con el *HLR* para obtener la información de enrutamiento de teleservicios.

El conjunto de mensajes *SMDPP* y *R-DATA* se muestra en las dos siguientes tablas, donde se observará que existen una correspondencia uno a uno entre los parámetros *SMDPP* y los elementos de información y campos *R-DATA*.

Parámetros <i>SMDPP</i>	Tabla 2.15 Mensajes <i>SMDPP</i> Significado
<i>SMS_BearerData</i>	La unidad de datos de teleservicios (obligatorio)
<i>SMS_TeleServiceIdentifier</i>	Un indicador de teleservicio para el cual la unidad de datos de teleservicio aplica (obligatorio)
<i>Electronic Serial Number</i>	El número serial electrónico <i>ESN</i> del móvil que originador (opcional)
<i>Mobile Identification Number</i>	El número de identificación del móvil <i>MIN</i> del móvil originador (opcional)
<i>SMS_ChargeIndicator</i>	Un indicador para especificar varias opciones incluidas para un mensaje de teleservicio (opcional)
<i>SMS_DestinationAddress</i>	La dirección temporal de enrutamiento para la entrega del mensaje (opcional)
<i>SMS_MessageCount</i>	El número de teleservicios pendiente a entregar (opcional)
<i>SMS_NotificationIndicator</i>	Un indicador usado para controlar el envío de notificaciones subsecuentes de

Parámetros <i>SMDPP</i>	Significado
<i>SMS_OriginationDestinationAddress</i>	mensajes <i>SMS</i> (opcional)
<i>SMS_OriginationDestinationSubaddress</i>	La dirección destino original del mensaje (opcional)
<i>SMS_OriginalOriginatingAddress</i>	La dirección original del originador del mensaje (opcional)
<i>SMS_OriginalOriginatingSubaddress</i>	La subdirección original del originador del mensaje (opcional)
<i>SMS_OriginatingAddress</i>	La dirección actual de enrutamiento del móvil originador (opcional)

Tabla 2.16 Mensajes *R-DATA*

Elemento de información de <i>R-DATA</i>	Significado
<i>Protocol Discriminator</i>	Es la identificación de la norma que define el mensaje (obligatorio)
<i>Message Type</i>	Un indicador que define como interpretar el resto de los elementos de información, indicando que este en un mensaje <i>R-DATA</i> (obligatorio)
<i>R-Transaction Identifier</i>	Un número usado para asociar un mensaje <i>R-DATA ACCEPT</i> o <i>R-DATA REJECT</i> con un mensaje <i>R-DATA</i> (obligatorio)
<i>R-DATA Unit</i>	La identidad y unidad de datos de teleservicio, compuesta de tres campos, el indicador de longitud, identificador del protocolo de capas superiores, y una unidad de datos de capas superiores (obligatorio)
<i>Length Indicator</i>	Un indicador de longitud restante de la unidad <i>R-DATA</i> (obligatorio)
<i>Higher Layer Protocol Identifier</i>	Un indicador de teleservicio para el cual la unidad de datos de teleservicio aplica (obligatorio)
<i>Higher Layer Protocol Data Unit</i>	La unidad de datos de teleservicio (obligatorio)
<i>Teleservice Server Address</i>	La dirección (por ejemplo, <i>point code</i> y <i>subsystem number</i>) del servidor de teleservicio que esta entregando o recibiendo el teleservicio (opcional)
<i>User Destination Address</i>	La dirección destino original del mensaje (opcional)
<i>User Destination Subaddress</i>	La subdirección destino original del mensaje (opcional)
<i>User Originating Address</i>	La dirección original del originador del mensaje (opcional)
<i>User Originating Subaddress</i>	La subdirección original del originador del mensaje (opcional)
<i>User Originating Address</i>	Un identificador de las restricciones de presentación y protección de la dirección del usuario originador (opcional)
<i>Presentation Indicator</i>	

2.3.4.1.1 Entrega de teleservicio punto a punto

La siguiente figura muestra la entrega punto a punto y procesos de confirmación entre la estación base y el móvil. El móvil recibe una notificación de un mensaje de teleservicio pendiente (*SPACH Notification*) y responde con una confirmación *SPACH* (similar a las notificaciones y respuestas a notificaciones de llamadas de voz). El sistema entonces comienza la entrega del mensaje de teleservicio que fue recibido desde el centro de mensajes/servidor de teleservicios. Al final de la entrega del mensaje a través de la interfaz aire, el móvil regresa una aceptación o rechazo mensaje para indicar el éxito o la falla en la entrega del mensaje.

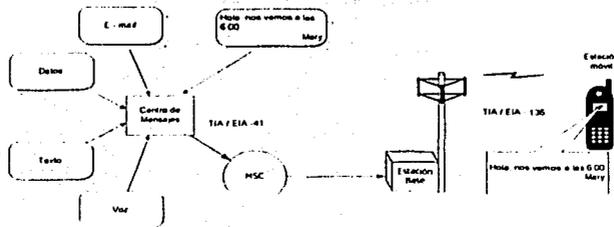


Figura 2.34 Entrega de teleservicios punto a punto.

Cada mensaje puede ser confirmado a varios niveles durante la transferencia para asegurar la entrega exitosa de los mensajes sobre la interfaz aire. Este proceso incluye los mensajes *SPACH ARQ* de capa 2, *R-DATA ACCEPT* o *REJECT*, y entrega específica de teleservicios y las confirmaciones manuales.

La entrega de los mensajes de teleservicio punto a punto puede ser también enviada sobre el canal digital de tráfico *DTC* usando mensajes *FACCH*. Las mismas características y funcionalidades de la entrega de mensajes en el canal *DCCH* son incluidas para proveer un medio de envío de información de teleservicio durante una llamada de voz.

2.3.4.2 SMS_TeleserviceIdentifier y Higher Layer Protocol Identifier

El parámetro *SMS_TeleserviceIdentifier* y campo de *TIA/EIA-136 Higher Layer Protocol Identifier (HLPI)* indican el teleservicio a cual la unidad de datos de teleservicio aplica. El *SMS_TeleserviceIdentifier* tiene 16 bits de longitud, mientras que el *HLPI* es de 8 bits de longitud. El *SMS_TeleserviceIdentifier* puede ser más largo que el *HLPI* porque *TIA/EIA-41* puede soportar otras interfaces aire distintas a *Digital PCS*, que pueden tener otros servicios diferentes a los de esta plataforma. El *SMS_TeleserviceIdentifier* es traducido al *HLPI* simplemente ignorando los ocho bits más significativos, los cuales se encuentran puesto en 1 para esta norma. El móvil y el servidor de teleservicios usan el *HLPI* para determinar como interpretar la unidad de datos de teleservicios.

El *HLPI* esta dividido en tres subcampos. El bit más significativo es el *Teleservice Type Indicador*, el cual indica si el teleservicio es definido o es especificado por el proveedor de servicios. El siguiente bit más significativo es el *Segmentation and Reassembly Indicador*, el cual identifica si una segmentación y ensamble ha sido aplicada a la unidad de datos de teleservicio. El tercer subcampo es el *Teleservice Protocol Identifier*, el cual esta compuesto de los seis bits menos significativos del *HLPI* y define los teleservicios incluidos en la unidad de datos de teleservicio. La unidad de datos de teleservicio es llamada *Higher Layer Data Unit* en *TIA/EIA-136*.

Cuando un móvil recibe un mensaje *R-DATA*, éste decodifica el mensaje hasta el punto donde el *HLPI* puede ser identificado, determinando si el *HLPI* es soportado, antes de intentar decodificar el *Higher Layer Protocol Data Unit*. Esto es necesario debido a las reglas de decodificación e interpretación del *Higher Layer Protocol Data Unit* depende de teleservicio específico. El móvil verifica el *Teleservice Protocol Identifier* y el *Teleservice Type* para determinar si soporta el teleservicio recibido. Los distintos valores del *Teleservice Protocol Identifier* definidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.17 Tipos de Teleservicio

Teleservice Protocol Identifier	Teleservicio
00 0000	Específico de red (No es usado actualmente en <i>Digital PCS</i>)
00 0001	Teleservicio de mensajes celulares
00 0010	Teleservicio de alerta celular (No es usado actualmente en <i>Digital PCS</i>)
00 0011	Teleservicio <i>Over the air activation</i>
00 0100	Teleservicio <i>Over the air programming</i>
00 0101	Servicio de transporte <i>General UDP</i>

Estos teleservicios pueden ser normalizados o especificados por cada proveedor de servicios, basados en el valor del *Teleservice Type Indicator*. El móvil envía un mensaje *R-DATA REJECT* a la red con el apropiado código de causa, si no soporta el teleservicio recibido. De otra manera, este comienza la decodificación de la unidad de datos de acuerdo a las reglas que gobiernan el teleservicio.

2.3.4.3 Teleservicios definidos

2.3.4.3.1 Teleservicio de mensajes celulares

El teleservicio de mensajes celulares *CMT (Cellular Messaging Teleservice)* es el teleservicio usado para proveer servicio de mensaje corto *SMS* a los usuarios móviles. Con el *CMT*, un mensaje

alfanumérico puede ser enviado a y desde un móvil, lo que provee una funcionalidad equivalente a un *pager* alfanumérico.

CMT puede ser usado para entregar un mensaje *SMS* al móvil (*MT-SMS*) o un mensaje *SMS* originado por el móvil (*MO-SMS*). El *MT-SMS* es de una sola vía, permitiendo la entrega de mensajes alfanuméricos de la red al móvil. El móvil automáticamente envía una confirmación de recibido de un *MT-SMS* para informárselo a la red. *MT-SMS* y *MO-SMS*, conjuntamente, forman un servicio de datos de dos vías que puede ser usado para permitir a los usuarios móviles responder a mensajes entregados a éstos o enviar mensaje a otros.

TSAR puede ser aplicada un mensaje *CMT* para enviar un mensaje más largo de lo que puede soportar *ANSI-41* y *TIA/EIA-136*. Un mensaje *CMT* puede ser transportado sobre un canal *DCCH* o un canal *DTC* a un móvil. Los mensajes pueden ser también transportados en el canal *S-BCCH* como un mensaje de teleservicios *broadcast*.

2.3.4.3.2 Teleservicio Over-the-air activation

El teleservicio *Over-the-air activation OATS* es el teleservicio usado para proveer la activación sobre la interfaz aire *OAA*. *OAA* es un método para provisionar a un usuario móvil con el proveedor de servicio de casa de la red y programar la *NAM* del móvil con su identificación de estación móvil *MSID*, la identidad del proveedor de servicio de casa (*SID* y *SOC*), la clave A, y otra información. *OAA* puede ser realizada sin requerir que el usuario móvil y el proveedor de servicio estén en el mismo lugar. Esto provee nuevas oportunidades a los proveedores de servicio para distribuirlos para servicio.

OATS requiere la capacidad de dos vías. *TSAR* puede ser aplicada a un mensaje *OATS* para enviar un mensaje más largo de lo que puede soportar *ANSI-41* y *TIA/EIA-136*. Debido a que *OAA* es realizada a un móvil, los mensajes *OATS* no son transportados en el canal *S-BCCH* como mensaje de teleservicio *broadcast*.

La arquitectura de red para la entrega de teleservicios se muestra en la figura 2.35 y muestra los elementos adicionales y funciones para describir el proceso *OAA*. A esta arquitectura de red se le adició el centro de servicio a clientes *CSC* (*Customer Service Center*), el cual inicia el proceso de activación e introduce la información del suscriptor en el *HLR* y el centro de tarificación. Al igual, se adició a la arquitectura de red la función *over-the-air activation OTAF*, una parte funcional del servidor de teleservicios que maneja mensajes *OATS* y sirve como un *HLR* temporal para un móvil inactivo.

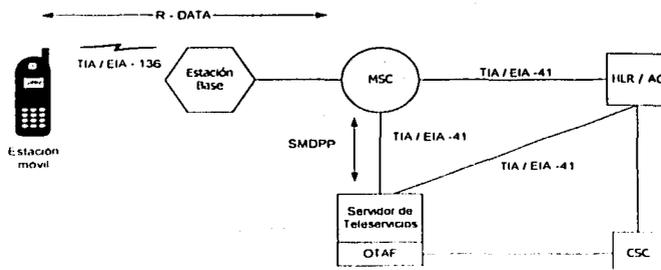


Figura 2.35 Arquitectura de Red para OAA.

SISTEMA CON ORIGEN

2.3.4.3.3 Teleservicio Over-the-air programming

Over-the-air programming teleservice OPTS es el teleservicio usado para proveer *over-the-air programming OAP*. *OAP* es un método para programación de los datos no *NAM* en un móvil. La primera aplicación para *OAP* es la programación de las bases de datos inteligentes de *roaming IRDB (Intelligent roaming database)* en los móviles. Sin embargo, *OAP* puede ser mejorado en un futuro para programar información adicional en móviles, como nuevos procesamientos de llamadas o lógica de teleservicios. La programación también puede ser usada para corregir los errores en la operación de los móviles, o proveer a los móviles con la capacidad de soportar nuevas características y servicios.

El teleservicio *OAP* es usado conjuntamente con un mecanismo de monitoreo llamado *intelligent roaming*. En un ambiente celular tradicional en la hiperbanda de frecuencia de 800 MHz, existían originalmente dos proveedores de servicio – los proveedores que operaban en las bandas A y B respectivamente. Con la popularidad de los servicios *PCS* en la hiperbanda de 1,900 MHz, existen ahora varios proveedores de servicio en una área geográfica dada, algunos con tecnología interfaz de aire, o capacidades *roaming* compatibles y otros no.

Intelligent roaming es el proceso que permite al móvil buscar su propio proveedor de servicio entre todos los recursos de energía *RF* en las dos bandas de frecuencia de la hiperbanda de 800 MHz y las seis bandas de frecuencia de la hiperbanda de 1,900 MHz. Si el proveedor de servicio de un subscriptor no se encuentra disponible, el móvil debe saber cual otra banda de canales le proveerá servicio al subscriptor. Alternativamente, el móvil debe ser lo suficientemente inteligente para continuar buscando si un canal de control no perteneciente al proveedor de servicios del subscriptor es encontrado. Sin embargo, el proveedor de servicio puede estar en otra banda *PCS* en la misma área geográfica. Una primera consideración en este proceso es que un monitoreo del canal es que es rápidamente completado, así el subscriptor es capaz de hacer o recibir llamadas tan pronto como sea posible después de encender el móvil.

OAP es la descarga de la *intelligent roaming database IRDB*, la cual es una lista de *SIDs*, *SOCs*, las bandas de frecuencias (800 o 1,900 MHz) y preferencias. Esta lista, la cual es mantenida por el proveedor de servicio, puede ser descargada en el móvil en la activación de servicio, o cuando la información necesita ser actualizada. El móvil consulta esta lista cuando enciende por primera vez para determinar la más apropiada estrategia de monitoreo.

2.3.4.3.4 Generic UDP transport teleservice

Generic UDP transport teleservice GUTS es un servicio de aplicación de entrega de datos que soporta la arquitectura *thin client TCA*. Esta arquitectura provee servicios de entrega de información basada en texto, de sitio de la *World Wide Web* a través de *Internet* y la red celular para móviles inteligentes. El término *thin client* se refiere al hecho que los móviles no soportan capacidades totalmente gráficas que una típica conexión alámbrica a *Internet* provee, esto es debido a las limitaciones en ancho de banda del ambiente inalámbrico. Una aplicación de servidor puede proveer la puerta de enlace entre *Internet* y la red celular.

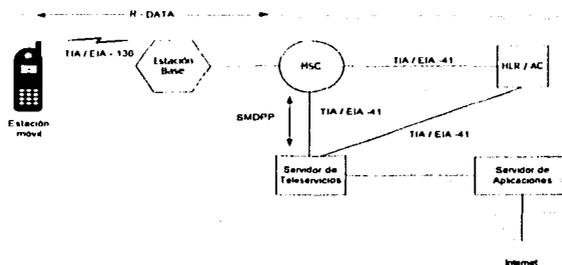


Figura 2.36 Arquitectura usada en GUTS.

2.4 Estados del móvil basado en IS – 136

La operación de un móvil es más fácilmente de entender si comprendemos los distintos posibles estados y procesos en que un móvil se puede encontrar. Un móvil *IS-136* puede estar en uno de diferentes estados en un instante particular de tiempo. La figura 2.37 esquematiza estos estados, los cuales se encuentran definidos en la norma *TIA / EIA -136*, así que cada móvil operará esencialmente en la misma manera y tendrán similares características de funcionamiento.

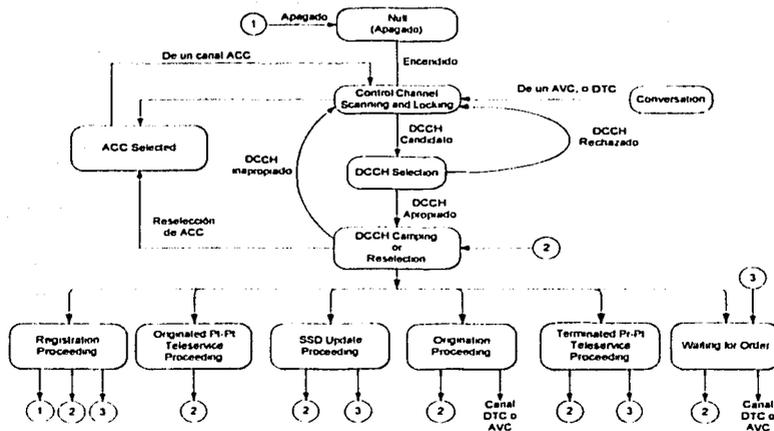


Figura 2.37 Diagrama de estados de un móvil *Digital PCS*.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Este modelo de estados es implementado a nivel *software* en un móvil *Digital PCS*. Existen diversos procedimientos que el móvil debe ejecutar mientras se encuentra en un estado. Para descripción detallada de los procedimientos te sugerimos consultar la norma *TIA / EIA - 136*. A continuación se procede a describir los distintos estados mostrados en el diagrama.

2.4.1 Null

En este estado el móvil se encuentra apagado; no existe actividad del móvil en este estado.

2.4.2 Control Channel Scanning and Locking

Un móvil se encuentra en el estado *Control Channel Scanning and Locking* cuando esta buscando servicio. El móvil entra en este estado cuando es encendido, al final de una llamada, cuando se cambia de un canal *ACC* a un *DCCH*, o cuando un *DCCH* es considerado como inapropiado para alojarse y no existen canales vecinos para reelección. El móvil ejecuta el procedimiento *DCCH Scanning and Locking* mientras se encuentra en este estado, para intentar buscar un *DCCH*, lo cual involucra la exploración del historial de los últimos canales usados, investigar los canales *DCCH* y *ACC*, o explorando la probabilidad de encontrar un *DCCH* o un *DTC*. Si el móvil es capaz de operar en modo dual, este proceso incluye *intelligent roaming* para determinar la mejor hiperbanda a usar 800 MHz ó 1,900 MHz. En cualquier momento en este estado, un móvil puede determinar que un *ACC* es preferido sobre un *DCCH* y ejecutar la tarea de inicialización para buscar un *ACC*. Si un móvil encuentra un canal *DCCH* candidato, éste entra en el estado *DCCH selection*.

Cuando un móvil se encuentra en el estado *Control Channel Scanning and Locking* no puede recibir o realizar llamadas. Típicamente, un móvil provee una indicación de que no tiene servicio mientras esta buscando servicio.

2.4.3 DCCH Selection

El móvil esta evaluando el canal candidato. Si el canal es apropiado para obtener servicio, el móvil entrará en el estado *DCCH Camping*. Si el canal es rechazado (quizás debido a una amplitud de señal muy pobre) el móvil regresará al estado *Scanning And Locking* para evaluar otros canales.

2.4.3.1 ACC selected

En este estado, el móvil no ha encontrado un canal *DCCH* y selecciona un *ACC* como canal de control. El móvil puede regresar al ambiente *DCCH* usando un apuntador a *DCCH* en el canal *ACC* si el *DCCH* prospecto encuentra los criterios de acampado.

2.4.4 DCCH Camping

El estado *DCCH Camping* es el estado normal de un móvil mientras se encuentra en servicio en un canal *DCCH* y no esta procesando ninguna transacción. A este estado se le llama estado disponible o desocupado, pero, en realidad, es en este estado donde estará realizando diversas tareas, por ejemplo las reelecciones, en las cuales el móvil reevaluará el ambiente *DCCH* para encontrar un canal óptimo para acampar. Además el móvil responderá a mensajes internos y externos para iniciar el proceso de llamada, procesos de registro o recibir mensajes de teleservicio.

El móvil sale de este estado para procesar algunas de las transacciones: registro, Originación de llamada, terminación de llamada, terminación de teleservicio u originación, y actualización de los datos secretos compartidos *SSD*. Una condición que precipita la salida de este estado y regresar al estado *Control Channel Scanning and Locking* es la pérdida de servicio en el *DCCH* en cual se encontraba y la incapacidad de encontrar otro canal de control a través de la reelección. El móvil deja el estado *DCCH Camping* si deselecciona un canal *ACC*.

Un móvil debe leer un ciclo completo del canal *F-BCCH* y del canal *E-BCCH* cuando entra en estado *DCCH Camping* en un nuevo *DCCH*. Esto es necesario para obtener información crítica para operar en el *DCCH*, incluyendo los parámetros de acceso y registro, y de esta manera poder intentar acceder al sistema después de realizarlo.

Otro proceso que el móvil ejecuta periódicamente en el estado *DCCH Camping* es el de monitoreo del subcanal de notificaciones y alertas *PCH*. Un móvil puede entrar en modo de operación *sleep mode* mientras se encuentra en este estado en el *DCCH* y no está ejecutando algún otro procedimiento.

2.4.5 Conversation

El móvil está en este estado cuando sintoniza un canal de voz o de tráfico y provee un patrón de voz para una llamada. El móvil estará midiendo los parámetros de las señales de los canales vecinos *MAHO* en ambas hiperbandas y respondiendo a ordenes *handoff* del sistema, resintonizando al canal apropiado. Cuando la conversación termina, el móvil entrará al estado *Control Channel Scanning and Locking*. Los mensajes de liberación de llamada en los canales de voz analógica y los *DTX* contienen información que apunta a un *DCCH*, es decir, indica el canal de control a explorar para la operación en el *DCCH*.

2.4.6 Registration Proceeding

Un móvil se mueve al estado *Registration Proceeding* después de enviar un mensaje *Registration* o *Test Registration* en el canal *DCCH*. Este se encuentra en este estado mientras espera una respuesta de la red a su intento de registro. El móvil deja este estado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando determina que la red ha recibido el mensaje *Registration*¹⁰ y es un registro de apagado
- Cuando determina que la red no recibió el mensaje *Registration*¹¹
- Después de recibir un mensaje *Registration Accept*, *Registration Reject*, o *Test Registration* de la red
- Después de recibir una notificación o alerta o un mensaje *SPACH Notification* de la red
- Después de expirar un temporizador *REG_TMR* o *DEREG_TMR* que indica el tiempo de espera entre el envío exitoso de un mensaje *Registration* y la recepción de una respuesta por parte de la red

Cuando un móvil entra al estado *Registration Proceeding* después de enviar un mensaje *Registration* o *Test Registration*, éste espera recibir una indicación de capa 2 de éxito. Si esta indicación es recibida, el móvil inicia el *DEREG_TMR* si existen condiciones de cancelación de registro, o el *REG_TMR* si existe una condición de *Registration* o *Test Registration*.

Bajo condiciones normales, la red responderá con un mensaje *Registration Accept*, *Registration Reject*, o *Test Registration Response* antes que el temporizador expire. La red enviará un mensaje *Registration Accept* respuesta a un registro, si se ha verificado la autenticidad del móvil. Si no se ha verificado la autenticidad del móvil, la red enviará un mensaje *Registration Reject*. La red enviará un mensaje *Test Registration Response* en respuesta a un mensaje *Registration Test* enviado por el móvil. El mensaje *Test Registration Response* indica la identidad del sistema privado y residencial (*PSID* y *RSID*) al móvil de los que puede obtener servicio, y provee las etiquetas para el *PSID* y *RSID* soportados en el canal *DCCH* en el que opera.

Si el móvil ha enviado un registro de apagado que ha sido recibida por la red, este procede a completar el proceso de apagado y entra en el estado *Null*. Si el móvil recibe una notificación o alerta, o un mensaje *SPACH Notification* mientras se encuentra en el estado *Registration*

¹⁰ La determinación de recepción de un mensaje por la red, se realiza por medio de mecanismos de retroalimentación de capa 2: canal *SCF*.

¹¹ v. nota anterior

Proceeding, pasa al estado *Waiting for Order*. Para los otros casos en los cuales este deja el estado *Registration Proceeding*, el móvil regresa al estado *DCCH Camping State*. La siguiente figura muestra un esquema general del estado *Registration Proceeding*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN;

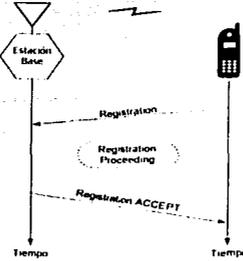


Figura 2.38 Estado *Registration Proceeding*.

2.4.7 Originating Proceeding

En este estado, el móvil está en el proceso de inicializar una llamada después de que el usuario marcado un número y ha presionado la tecla *send*. El móvil ha enviado un mensaje *Origination* al sistema y está esperando la respuesta por parte de la red que indica la designación de un canal digital de tráfico o un canal analógico de voz para esa llamada. Cuando se ha recibido la respuesta a este mensaje, el móvil dejará el canal *DCCH* y resintonizará un canal de tráfico o un canal de voz para comenzar la conversación.

El móvil puede dejar este estado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando se ha determinado que el mensaje *Origination*¹² no ha sido recibido por la red
- Cuando se ha recibido un mensaje *Digital Traffic Channel Designation*, *Analog Voice Channel Designation*, *Direct Retry*, o *Reorder/Intercept* de la red
- Cuando ha expirado un temporizador indicando el tiempo de espera entre un envío exitoso de un mensaje *Origination* y la recepción de una respuesta de la red
- Cuando se detecta una condición de apagado

Si el móvil determina que el mensaje *Origination* no fue recibido por la red, este regresa al estado *DCCH Camping*, donde este puede reiniciar el proceso de originación. Si el móvil recibe un mensaje *Digital Traffic Channel Designation* o *Analog Voice Channel Designation*, éste se desplazará al canal asignado. Si el móvil recibe un mensaje *Direct Retry*, este invoca al procedimiento *Control Channel Reselection* para buscar un mejor canal de control desde el cual originar la llamada. Si el canal de control es encontrado, el móvil origina el proceso en el nuevo canal. Si no se encuentra ningún canal de control, este regresa al estado *DCCH Camping*. Si el móvil recibe un mensaje *Reorder / Intercept* de la red porque la red no reconoce su identidad, el móvil puede reenviar el mensaje *Origination* usando otras de sus identidades – si no se ha enviado el mensaje con su identidad alternativa -. Si el móvil no tiene otra identidad por lo cual no se ha enviado otro intento, o para otro código *reorder / intercept*, el móvil regresa al estado *DCCH Camping*.

El móvil puede regresar al estado *DCCH Camping* si el temporizador de Originación expira y el móvil no ha recibido una respuesta por la red. Si es detectada una condición de apagado, el móvil invoca el procedimiento *Registration*, envía un registro de apagado si la red soporta este tipo de registro, y entra en el estado *Registration Proceeding*. En la figura que se muestra a continuación se muestra el proceso el estado *Origination Proceeding*.

¹² v. nota anterior

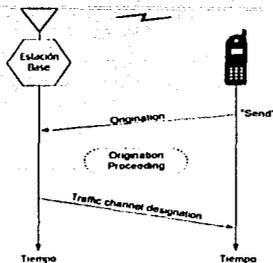


Figura 2.39 Estado *Orignation Proceeding*.

2.4.8 Waiting for order

En este estado el móvil entró cuando recibió un mensaje de notificación, indicando una llamada entrante, respondiendo con el envío un mensaje *Page Response* en el canal *DCCH*, mientras esta esperando una respuesta de la red. El móvil deja este estado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando determina que el mensaje *Page Response* no ha sido recibido por la red¹³
- Cuando se ha recibido un mensaje *Digital Traffic Channel Designation, Analog Voice Channel Designation, Direct Retry, o Release* de la red
- Cuando ha expirado un temporizador indicando el tiempo de espera entre un envío exitoso de un mensaje *Page Response* y la recepción de una respuesta de la red
- Cuando detecta la condición de apagado

Si el móvil determina que un mensaje *Page Response* no fue recibido por la red, éste regresa al estado *DCCH Camping*. Si el móvil recibe un mensaje *Digital Traffic Channel Designation, Analog Voice Channel Designation*, éste se desplaza al canal designado. Si el móvil recibe un mensaje *Direct Retry*, invoca el procedimiento *Control Channel Reselection* para encontrar un mejor canal de control. Si se encuentra un canal de control, el móvil reenvía el mensaje *Page Response* en este canal nuevo de control. Si no se encuentra un canal, este regresa al estado *DCCH Camping*. El móvil regresa también al estado *DCCH Camping* si el temporizador *Waiting for Order* expira y el móvil no ha recibido una respuesta de la red. Si la condición de apagado es detectada, el móvil invoca el procedimiento *Registration*, envía un mensaje de registro de apagado si la red indica que soporta este tipo de registro, y entra al estado *Registration Proceeding*. En la siguiente ilustración se ilustra este proceso.

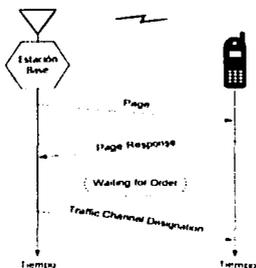


Figura 2.40 Estado *Waiting for Order*.



¹³ v. nota anterior

2.4.9 Terminated Point-to-Point Teleservice Proceeding

El móvil estará en este estado cuando este ha enviado un mensaje *SPACH Confirmation* – similar a un mensaje *Page Response* para llamadas de voz-, y esta esperando para la entrega de información por el sistema del teleservicio, por ejemplo un mensaje corto, información del teleservicio *over-the-air activation*, o datos *UDP*. El mensaje *R-DATA* contiene los datos de la aplicación. Los eventos de salidad de este estado son los siguientes:

- Cuando determina que el mensaje *SPACH Confirmation* no ha sido recibido por la red¹⁴
- Cuando se ha recibido un mensaje *R-DATA* de la red
- Cuando se ha recibido una notificación, un mensaje *SPACH Confirmation*, *Digital Traffic Channel Designation*, o *Release* de la red
- Cuando ha expirado un temporizador indicando el tiempo de espera entre un envío exitoso de un mensaje *SPACH Confirmation* y la recepción de una respuesta de la red
- Cuando detecta la condición de apagado

Si el móvil determina que un mensaje *SPACH Confirmation* no fue recibido por la red, este regresa al estado *DCCH Camping*. Si se ha recibido un mensaje *R-DATA* de la red, el móvil confirma la recepción del mensaje enviando un mensaje *R-DATA ACCEPT* o *R-DATA REJECT* a la red. Si el móvil recibe una notificación, invoca el procedimiento *Termination*, envía un mensaje *Page Response*, y entra en el estado *Waiting for Order*.

Si el móvil recibe un mensaje *Digital Traffic Channel Designation*, éste se desplaza al canal designado. Si el móvil recibe un mensaje *Release*, el móvil regresa al estado *DCCH Camping*. El móvil regresa también al estado *DCCH Camping* si el temporizador expira y el móvil no ha recibido una respuesta de la red. Si la condición de apagado es detectada, el móvil invoca el procedimiento *Registration*, envía un mensaje de registro de apagado si la red indica que soporta este tipo de registro, y entra al estado *Registration Proceeding*.

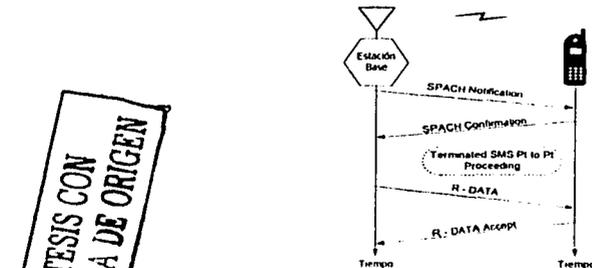


Figura 2.41 Estado *Terminated Point-to-Point proceeding*.

2.4.10 SSD Update Proceeding

El móvil estará en este estado durante el proceso de autenticación, cuando éste ha recibido un mensaje de autenticación *authentication challenge* y esta esperando para enviar más información al sistema. Los condiciones en las cuales un móvil puede encontrarse en este estado son las que se muestran a continuación:

- Cuando se envía un mensaje *SPACH Confirmation* en respuesta a un mensaje *SPACH Notification* indicando una actualización de *SSD*

¹⁴ v. nota anterior

- Cuando se envía un mensaje *Base Station Challenge Order* en respuesta a un mensaje *SSD Update Order*
- Cuando se envía un mensaje *SSD Update Order Confirmation*

El móvil saldrá de este estado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando determina que el mensaje que se envió no ha sido recibido por la red¹⁵
- Cuando determina que el mensaje *SSD Update Order Confirmation* ha sido recibido por la red
- Cuando se ha recibido una notificación
- Cuando ha expirado un temporizador indicando el tiempo de espera entre un envío exitoso de un mensaje *SPACH Confirmation* o *Base Station Challenge Order* y la recepción de una respuesta de la red
- Cuando detecta la condición de apagado

Cuando un móvil en el estado recibe un mensaje *SPACH Notification* indicando una actualización *SSD*, éste envía un mensaje *SPACH Confirmation* y entra en el estado *SSD Update Proceeding State*. Si el envío fue exitoso, se inicia el temporizador *SPACH_TMR* y se mantiene en este estado. Si el móvil recibe un mensaje *SSD Update Order* antes que el temporizador expire, este comienza el proceso *SSD Update* ejecutando el algoritmo *CAVE* y envía a la red un mensaje *Base Station Challenge Order*. Si recibe una notificación exitosa de recepción de este mensaje, inicia el temporizador *SSDU_TMR* y permanece en el estado *SSD Update Proceeding*. Si la red ha probado la autenticidad, el móvil actualiza sus *SSD*. De ora manera, el móvil mantiene sus *SSD* anteriores. Entonces, el móvil envía un mensaje *SSD Update Order Confirmation* a la red si su *SSD* ha sido actualizado y se mantiene en este estado hasta que se recibida la confirmación de recibido.

Si una indicación de falla en acceso es recibida, una indicación de acceso exitoso, o ha expirado *SPACH_TMR* o *SSDU_TMR* expira antes de recibir una respuesta, el móvil regresa al estado *DDCH Camping*. Si el móvil recibe un mensaje de notificación cuando se encuentra en el estado *SSD Update Proceeding*, el móvil invoca el procedimiento *Termination*, envía un mensaje *Page Response*, y entra en el estado *Waiting for Order*. Si la condición de apagado es detectada mientras está en el estado *SSD Update Proceeding*, el móvil invoca el procedimiento *Registration*, envía un mensaje de registro de apagado si la red indica que soporta este tipo de registro, y entra al estado *Registration Proceeding*.

2.4.11 Originated Point-to-Point Teleservice Proceeding

Un móvil esta en este estado después que éste envía un mensaje *R-DATA* a la red pero no ha recibido una respuesta de la red. El móvil deja este estado bajo las siguientes condiciones:

- Cuando determina que el mensaje *R-DATA* que se envió no ha sido recibido por la red¹⁶
- Cuando se recibe un mensaje *R-DATA ACCEPT* o *R-DATA REJECT* ha sido recibido por la red
- Cuando se recibe un mensaje *Reorder / Intercept* de la red
- Cuando ha expirado un temporizador indicando el tiempo de espera entre un envío exitoso de un mensaje *R-DATA* y la recepción de una respuesta de la red
- Cuando detecta la condición de apagado

Si el temporizador expira antes de que una respuesta a un mensaje *R-DATA* sea recibida de la red, el móvil puede reenviar el mensaje por segunda vez. Si la condición de apagado es detectada mientras está en el estado *SSD Update Proceeding*, el móvil invoca el procedimiento *Registration*,

¹⁵ v. nota anterior

¹⁶ v. nota anterior

envía un mensaje de registro de apagado si la red indica que soporta este tipo de registro, y entra al estado *Registration Proceeding*. Para las otras condiciones, el móvil regresa al estado *DCCH Camping*.

La descripción de los procedimientos que se invocan en los distintos estados del móvil se encuentra fuera de los propósitos de este trabajo, por lo que se le recomienda al lector consultar la norma *TIA / EIA-136*.

2.5 Interfases de Red

Muchas de las interfases entre los elementos de red son definidas por la norma *ANSI-41*. *ANSI-41* es un protocolo de señalización intersistema que permite a los usuarios móviles desplazarse a través de diferentes redes. *ANSI-41* provee una norma de comunicaciones entre los siguientes elementos: *MSC-VLR*, *MSC-HLR*, *HLR-VLR*, *MSC-MSC*, *HLR-AC*, *MC-SME*, *MC-MC*, *SME-SME*, *MC-HLR*, y *MC-MSC*. La interfaz entre la estación base y el *MSC*, llamada la interfaz A, no esta necesariamente normalizada para *Digital PCS*. Como consecuencia, estos dos elementos de red se proveen típicamente por la misma infraestructura del proveedor. La capa física, enlace y red de *ANSI-41* se proveen comúnmente con el protocolo *SS7*. Sin embargo, puede usarse *X.25* para realizar estas tareas.

Sección 3

Comunicaciones Intersistema



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3 Sistema de Señalización No. 7

El modelo del protocolo *ANSI-41* se basa en la estructura del protocolo *SS7*, quedando particularmente entre las funciones que soportan servicios orientados a transacción. Estas funciones se llaman capacidades de transacción *TCs* (*Transaction Capabilities*) y se usan para preguntar y obtener respuesta en procedimientos asociados con la recuperación de información de una base de datos.

Las *TCs* del protocolo intersistema son funciones que controlan la transferencia de información entre dos o más nodos en una red de señalización. El protocolo *ANSI-41* esta orientado a transacción por lo que se adoptaron procedimientos de *TC* similares a los de *SS7* definidos por la *CCITT*. La Revisión 0 de *IS-41* se refiere a la versión *SS7* de la *CCITT* mientras que las siguientes versiones de *IS-41* y *ANSI-41* se basan en la versión *SS7* de *ANSI*. Sin embargo, ambas versiones de *SS7* especifican el mismo modelo básico del protocolo.

La partición fundamental dentro de la arquitectura del protocolo *ANSI-41* queda entre los servicios de aplicación y los servicios de transferencia de datos. De acuerdo con *ANSI-41*, los servicios de aplicación comprenden las capas de aplicación, presentación, sesión y transporte, mientras que los servicios de transferencia de datos cubren las capas de red, enlace y física con respecto al modelo de referencia *OSI*, esto de ilustra en la siguiente figura:

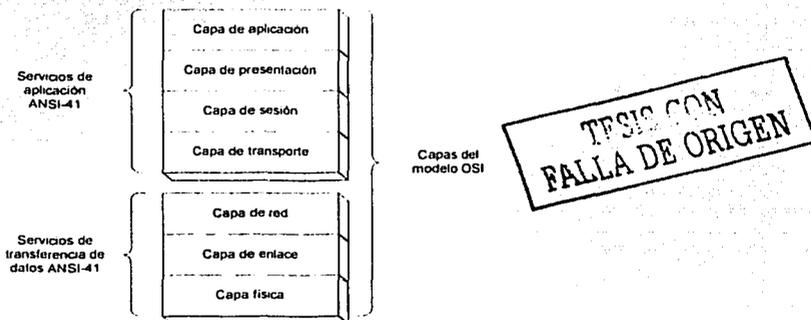


Figura 3.1 Relación de la arquitectura del protocolo *ANSI-41* con las capas del modelo de referencia *OSI*.

Las capacidades de transacción *SS7* comprenden protocolos y servicios de la capa de aplicación conocidos como la parte de aplicación de las capacidades de transacción *TCAP* (*Transaction Capabilities Application Part*) más el soporte de las capas de presentación, sesión y transporte.

Los servicios de aplicación *ANSI-41* consisten de *TCs* de *SS7* más un conjunto de protocolos y servicios de la capa de aplicación llamados la parte de aplicación del móvil o *MAP* (*Mobile Part Application*) de *ANSI-41*. La capa de transporte se considera que forma parte de los servicios de aplicación *ANSI-41* debido a su inclusión en las *TCs* de *SS7*. De hecho en todas las revisiones de *ANSI-41* la capa de transporte se especifica como una capa nula.

3.1 Señalización

El termino señalización es el proceso de enviar información de control entre elementos de red. El protocolo de señalización define la estructura de cómo esta información es comunicada y que deben de hacer los elementos de la red con esta información.

El ejemplo más sencillo de señalización es el proceso de establecimiento de una llamada: dos *switches* deben establecer un enlace entre ellos para enrutar una llamada, el primer *switch* debe informar al segundo que tiene una llamada la cual necesita ser entregada al segundo *switch*. El segundo *switch* debe informar al primero que puede soportar la llamada y ellos acuerdan que características del enlace usaran para establecer dicha llamada. También debe haber un proceso definido para liberar el enlace entre los dos *switches* una vez que la llamada ha terminado.



Figura 3.2 La señalización era a través de las troncales de voz.

Antes del uso de *SS7*, la señalización era a través de los mismos enlaces usados para la voz. La información de señalización se transmitía usando la misma banda de frecuencia usada para las llamadas de voz. Este tipo de señalización se llama "Señalización dentro de banda" (descrita en la figura 3.2). Esta información usualmente era a través de tonos multifrecuencia, similar a los tonos duales multifrecuencia *DTMF (Dual Tone Multifrequency)* usados en telefonía fija cuando un usuario descuelga y marca un número telefónico para establecer una llamada. La principal diferencia es que el suscriptor esta haciendo una señalización para dar lugar a una llamada, conocido como *acceso de señalización* mientras que la señalización entre elementos de red se denomina señalización de red.

3.2 Señalización por canal común

Cuando la información de señalización (relacionada a tráfico de voz o datos) se envía a través de una red separada es conocida como señalización por canal común *CCS (Common Channel Signaling)*. La primera implementación de señalización por canal común fue en 1960 en Estados Unidos. El sistema fue llamado Sistema de Señalización por Canal Común entre Oficinas #6 (*CCIS#6*) y su primera aplicación fue para establecer y tirar troncales de llamadas entre oficinas. *SS7* se deriva de *SS6* sin embargo *SS7* es un protocolo mas robusto ya que provee capacidades clave para señalización a bases de datos para la creación de aplicaciones como tarificación alternativa, validación de números y enrutamiento inteligente de llamadas, en la figura 3.3 se describe el uso de un canal separado de las troncales de voz para enrutar información de señalización.

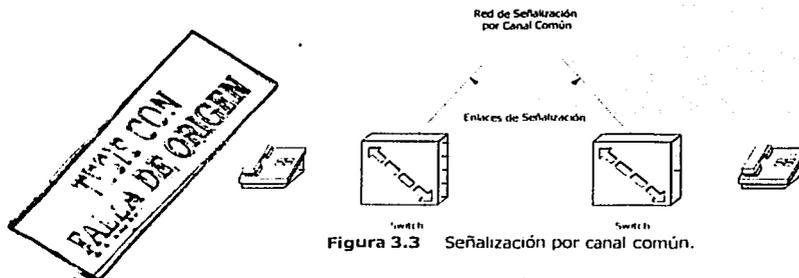


Figura 3.3 Señalización por canal común.

Además de soportar establecimiento y terminación de llamadas, *SS7* soporta comunicación entre *switches* de red y bases de datos de red inteligente. Las bases de datos de red inteligente contienen información de enrutamiento de la llamada o datos específicos del suscriptor.

El principal motivo para implementar *SS7* en redes inalámbricas en los 90s fue para soportar comunicación entre bases de datos visitadas (*VLR*) y locales (*HLR*) para soportar el *roaming* y también para prevenir el uso no autorizado o fraudulento de la red inalámbrica.

3.3 Elementos físicos de una red de señalización

La red *SS7* esta separada de la red de voz, consiste de nodos o puntos de señalización que proveen funciones específicas. Hay tres tipos de nodos en una red de señalización:

- Punto de Servicios de Conmutación *SSP* (*Service Switching Point*).
- Punto de transferencia de Señalización *STP* (*Signal Transfer Point*).
- Punto de Control de Señalización *SCP* (*Signal Control Point*).



3.3.1 SSP (Service Switching Point)

Los tradicionales *SSPs* son *switches* digitales que proveen acceso de voz al suscriptor y enrutamiento de llamadas tienen incorporada una interfaz de hardware *SS7* y su correspondiente aplicación de software de *SS7*. El *SSP* soporta dos principales funciones: la primera esta asociada con la configuración y liberación de troncales de voz entre *switches* a través de mensajes *ISUP*, la segunda función de un *SSP* es formular y lanzar mensajes *SS7* destinados a bases de datos externas, esto último se conoce como envío de mensajes de la parte de transacción de Capacidades *TCAP* (*Transaction Capability Application Part*).



Figura 3.4 Representación gráfica de un *SSP*.

3.3.2 SCP (Signal Control Point)

El *SCP* es la entidad que provee la interfaz hacia aplicaciones de bases de datos o lógica de control de servicio. El *SCP* no es la aplicación de bases de datos, es la entidad de red que provee acceso en *SS7* hacia aplicaciones de bases de datos. El *SCP* evita que el *switch* mantenga grandes tablas de enrutamiento, esto habilita el uso de una amplia gama de servicios, los cuales dependen de traducciones de números o servicios digitales de datos.

Por ejemplo: la base de datos que provee traducción de números 800 es soportada en un *SCP*. Cuando se realiza una llamada hacia un numero gratuito, un *switch* de la central telefónica local suspende la llamada en progreso y lanza un mensaje hacia un *SCP* para obtener el código de Identificación del Proveedor de Servicios *CIC* (*Carrier Identification Code*), de esta manera la llamada puede ser enrutada hacia la central adecuada. Entonces, sin la búsqueda realizada por el *SCP*, la central telefónica local no sabría a quien pertenece el número 800 o hacia donde enrutar la llamada.



SCP

Figura 3.5 Representación gráfica de un *SCP*.

3.3.3 STP (Signal Transfer Point)

Las principales funciones del *STP* son el *switch*eo y enrutamiento de mensajes *SS7*. Los mensajes no se originan o terminan en el *STP*, éste solo actúa como un enrutador de mensajes que permite la comunicación entre nodos, por lo tanto cualquier *SSP* o *SCP* que requiera acceder a la red de señalización debe conectarse a un *STP*. Los *STPs* siempre son implementados en pares para tener redundancia.

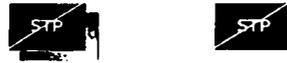


Figura 3.6 Representación grafica de un *STP*.

Estos nodos normalmente se interconectan a través de circuitos punto a punto de 56 kbps. La tecnología usada para la transmisión de datos a través de la red es conmutación por paquetes.

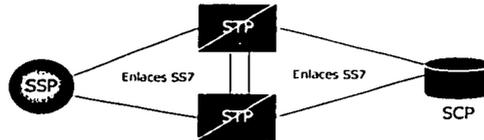


Figura 3.7 Red *SS7*.

3.4 Enlaces de señalización

Son los enlaces que conectan a las entidades en la red *SS7*. Estos enlaces son usualmente circuitos *DSO* de 56 kbps, aunque *SS7* puede ser soportada también usando *T1* o incluso *ATM*. Las implementaciones de la UIT de *SS7* usualmente usan circuitos de 56 kbps. En la figura 3.8 se ilustran los diferentes tipos de enlaces dentro de la red *SS7*.

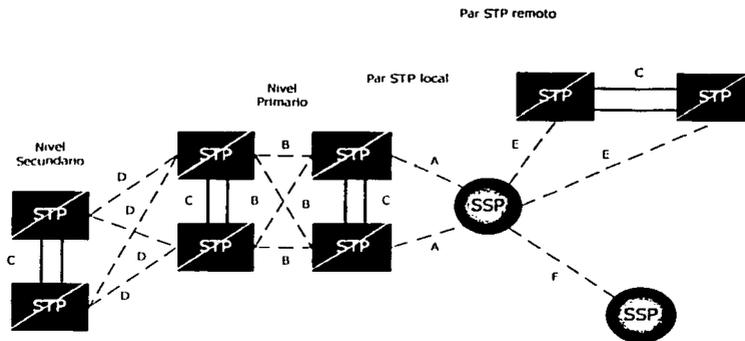


Figura 3.8 Enlaces de Señalización en *SS7*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3.4.1 Enlaces A

Los enlaces A son aquellos que conectan un *SSP* o *SCP* directamente a un *STP*. Se les denomina *Acces Links* porque proveen acceso a la red de señalización. Los enlaces deben ser implementados en pares, uno para cada par *STP*, usando diferentes características. Debido a que un solo enlace A debe soportar todo el tráfico *SS7* en el caso de que el otro enlace falle, estos deben ser diseñados

para no tener un uso mayor al 40% durante horas pico. Las reglas de tráfico aseguran que un enlace A no excederá un uso del 80% en caso de que falle el otro enlace, con esto se reserva un 20% para soportar las ráfagas o picos de tráfico.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3.4.2 Enlaces B

Los enlaces B (*Bridge Links*) conectan *STPs* que son considerados como pares dentro de la jerarquía de red. Los enlaces B son desarrollados en un arreglo de 4 enlaces llamado *quad*, como se describe en la figura 3.8. Los enlaces B deben ser diseñados para que al menos tres de los cuatro enlaces sean físicamente diferentes (*three-way diversity*). Para darse cuenta del beneficio de *three-way diversity* los enlaces deben ser diseñados de tal forma que el tráfico en un solo enlace no exceda el 20% de su uso. De esta forma si dos enlaces fallan, los dos enlaces sobrantes serán capaces de soportar el tráfico adicional.

3.4.3 Enlaces C

Los enlaces C (*Cross Links*) conectan un *STP* a su "pareja" para formar el par *STP*. El principal propósito de los enlaces C es soportar el re-enrutamiento del tráfico en caso de que un *STP* este aislado. En operación normal el único tráfico presente en los enlaces C es el provocado por los mensajes de administración de la red. Por ejemplo si un *STP* es aislado de uno de sus elementos que lo interconectan a la red debido a problemas técnicos, este *STP* tratará de enrutar mensajes hacia su "pareja" sobre los enlaces C. Este ejemplo se describe en la figura 3.9.

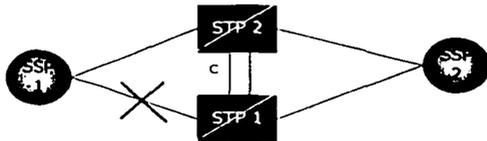


Figura 3.9 La ruta normal de *STP1* hacia *SSP1* no funciona. Todos los mensajes de *SSP2* hacia *SSP1* son enrutados a través de *STP2*.

3.4.4 Enlaces D

Los enlaces D (*Diagonal Links*) interconectan pares *STP* en la misma forma en la que lo hacen los enlaces B pero los *STPs* que son enlazados son de diferente jerarquía. Las mismas reglas de tráfico aplican para los enlaces D.

En la *PSTN* existe una jerarquía de *switches*, algunos son de baja jerarquía porque solo conectan las líneas telefónicas a las troncales, en el siguiente nivel de jerarquía se encuentran los *tandems* que conectan *switches*, por lo tanto existen los *switches IXC (InterXchange Carrier)* usados para comunicaciones de largas distancias. Lo anterior aplica también para la red *SS7*, los *STPs* locales conectan a un *SSP* a la red de señalización, pero si un *STP* conecta otros pares de *STPs* locales sus capacidades de enrutamiento son limitadas y el número de enlaces para conexión crece rápidamente. En la figura 3.8 se representan dos niveles de jerarquía ya que en el primer nivel se encuentra el arreglo de cuatro *STPs (quad)* que se utiliza para realizar conexiones hacia otras redes diferentes a la red local mientras que en la segunda jerarquía se encuentra el par *STP* que sirve como punto de acceso a la red de señalización.

3.4.5 Enlaces E

Los enlaces E (*Extended Links*), proveen una ruta en caso de que la conexión con el *STP* primario falle o este muy congestionado. En la práctica los enlaces E requieren una compleja coordinación de enrutamiento y monitoreo ya que los nodos de señalización destino deben ser capaces de aceptar mensajes de diferentes locaciones.

3.4.6 Enlaces F

Los enlaces F (*Fully Associated Links*) a diferencia de los anteriores no conectan directamente a un par *STP*. Los enlaces F son utilizados entre *SSPs* para soportar el tráfico entre dos *SSPs*. Algunos proveedores de servicio encuentran más económico conectar enlaces de señalización entre *SSPs* en lugar de enrutar el tráfico a través de varios *STPs*. Sin embargo los *SSPs* deben de estar provistos con el equipo necesario para soportar el protocolo *SS7* en esta forma.

3.5 Protocolo SS7

Para entender *SS7* uno debe de comprender los protocolos asociados a *SS7*. Estos se explican mejor a través del uso del modelo de referencia para comunicaciones de datos mas ampliamente aceptado, es decir, el modelo de Referencia *OSI* (*Open System Interconnection Model*).

Los primeros 3 niveles del protocolo *SS7* concuerdan muy bien con las primeras tres capas del modelo de referencia *OSI*. En *SS7* las primeras tres capas del protocolo se combinan para crear lo que se conoce como la parte de transferencia del mensaje *MTP* (*Message Transfer Part*). Sin embargo las capas subsecuentes del modelo de referencia de *SS7* no concuerdan del todo con el modelo de referencia *OSI*. A partir de *MTP3* el protocolo *SS7* se divide en dos caminos, uno de señalización enfocada al establecimiento y terminación de llamadas que involucra el uso de las capas *ISUP* y *TUP* mientras que la otra parte involucra un enrutamiento inteligente para el acceso a subsistemas (*SCCP* y *TCAP*), de esta forma se obtienen datos e instrucciones para el procesamiento de la llamada dependiendo de la aplicación (*MAP* o *INAP*).

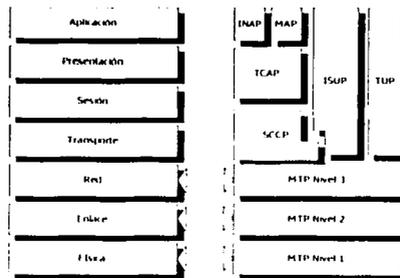


Figura 3.10 Modelo de referencia *OSI* y protocolo *SS7*.

Para la solución del problema inicialmente planteado en este trabajo se requiere un acceso a bases de datos o subsistemas por lo tanto las capas del protocolo *SS7* que se usarán serán las siguientes: *MTP1*, *MTP2*, *MTP3*, *SCCP*, *TCAP*, *MAP* y de esta última capa se seleccionó a *IS-41* como el protocolo que habilitará los servicios de red inteligente inalámbrica basándose en la norma *WIN* para redes inteligentes inalámbricas.

En el presente capítulo se explicarán todas las capas del protocolo *SS7* a excepción de las capas de aplicación *INAP* y *MAP* las cuales requieren una discusión más amplia, razón por la cual se describirán más ampliamente en los siguientes capítulos.

3.5.1 MTP 1 (Message Transfer Part Level 1)

En *MTP* nivel 1 se especifican las características físicas, eléctricas y funcionales de los enlaces de señalización de datos. Las interfases más comunes para los enlaces de señalización son *DS0A* y *V.35*.

3.5.2 MTP 2 (Message Transfer Part Level 2)

Esta es la última capa en manejar los mensajes que se van a transmitir y la primera en manejar los mensajes que se reciben. Esta capa monitorea los enlaces y reporta su estado. Verifica los mensajes para asegurar su integridad (tanto mensajes entrantes como salientes). Descarta los mensajes "erróneos" y solicita copias de los mensajes descartados. Confirma los mensajes "buenos", de esta manera la parte que esta transmitiendo puede liberarse de copias superfluas. Pone enlaces en servicio y restaura aquellos que fueron puestos fuera de servicios. Prueba los enlaces antes de permitir su uso. Provee una secuencia de numeración para los mensajes salientes. Y finalmente reporta toda la mayoría de la información reunida a capa 3.

SS7 usa solo tres tipos de paquetes en la transmisión denominados unidades de señalización (*signal units*). Los campos en cada *signal unit* son muy similares. Los tres tipos de *signal units* usados en *SS7* para transmitir la información son *MSU* (*Message Signal Unit*), *LSSU* (*Link Status Signal unit*) y *FISU* (*Fill-In Signal unit*).

3.5.2.1 MSU (Message Signal unit)

Usada para transmitir toda la información en *SS7*. Esta incluye información relativa al control de llamadas, administración y mantenimiento de la red.

3.5.2.2 Formato de las unidades de señalización para mensajes (MSU)

Esta es la mas compleja de las *signal units* manejadas por *SS7*, sin embargo, la mayoría de los campos que aparecen en *MSU* aparecen también en los otros dos tipos de *signal units* (*LSSU* y *FISU*). Por lo tanto una vez comprendido el formato del *MSU* será fácil entender los otros dos tipos de *signal units*.

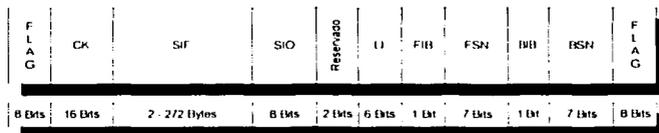


Figura 3.11 Formato del *MSU*.

Bandera "F" (FLag)

Es un indicador para el inicio y final de una *signal unit*. Este indicador se usa para evitar que se empiece a leer en otro lado que no sea el origen de la *signal unit*. Se usa un código único de 8 bits el cual consiste de dos "ceros" (al inicio del código y al final de éste) y "seis unos" (entre ellos), es

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

decir, el byte quedaría formado de la siguiente manera "01111110". Es posible que esta secuencia de "ceros" y "unos" se repita dentro de la *signal unit*, para evitar la existencia de estas falsas banderas antes de enviar la *signal unit* se lee por completo y cada vez que se encuentren cinco "unos" consecutivos se inserta un cero al final de esta secuencia. Este procedimiento se conoce como rellenado de bits (*bit stuffing*).

En la parte que recibe el *signal unit* se identifica la bandera y nuevamente se lee toda la *signal unit* y cada vez que se encuentren cinco "unos" consecutivos, se remueve el cero que se colocó anteriormente. De esta forma se evita la confusión de múltiples banderas y la *signal unit* recibida recupera su forma original.

Las primeras normalizaciones adoptaron el uso de una segunda bandera al final de la *signal unit*. Después la norma *ANSI* no considero que fuera necesaria esta segunda bandera y por lo tanto sólo usa una para marcar el inicio. De esta forma la misma bandera que marca el inicio de una *signal unit* también se puede interpretar como el final de una previa *signal unit*. Como resultado se obtiene una *signal unit* más corta y una mayor tasa (*signal unit* por periodo de tiempo) de transmisión.

CK (Cyclic Redundant Check)

Verificación de suma que consta de 16 bits los cuales deben ser iguales en el origen y en la parte terminal para asegurar una transmisión libre de errores.

Campo de Información de Señalización SIF (Signaling Information Field)

SS7 permite 272 octetos de información en el *SIF*. Este campo solo está presente en los *MSU*. Contiene la etiqueta de enrutamiento (*routing label*) y la información de señalización para su uso en capas superiores.

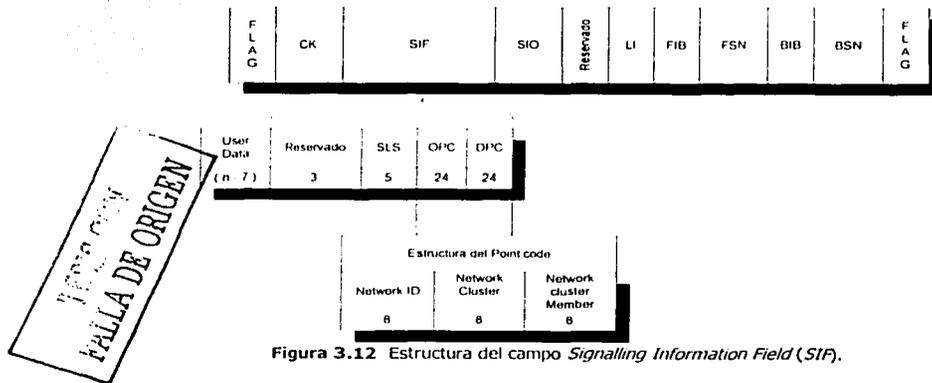


Figura 3.12 Estructura del campo Signalling Information Field (SIF).

En Redes *ANSI* la etiqueta de enrutamiento (*routing label*) corresponde a los primeros 56 bits en el *SIF*. *ANSI* provee para la identificación de la locación de la red, un código de 24 bits. Los primeros 8 bits de este código brindan el identificador de la red (*Network ID*). Los códigos de punto (*point code*), en general siguen el esquema del plan de numeración en telefonía, conocido como Plan de Numeración de Norteamérica. En este plan cada valor sucesivo generalmente representa una pequeña área geográfica (código de área) y el último número representa la línea telefónica individual.

Para *SS7* la distinción que se hace no es geográfica sino jerárquica. Esto es, el identificador de red identifica la red a la cual pertenece el *point code*. Esta puede ser un código que indique una red

grande o puede ser un código reservado para indicar que la identidad esta asignada a un grupo de nodos administrados, los cuales no representan una red completa. Con uno de estos códigos reservados, usados como identificador de red, se da una indicación de que el siguiente valor (*Network Cluster Member*) será usado para identificar la red a la cual el nodo pertenece.

Por lo tanto el código puede ser usado para identificar redes pequeñas dentro de redes grandes y finalmente para tener una dirección más específica de un punto de señalización.

El único *Network Cluster Member* reservado es el byte "vacío" (8 ceros) el cual es usado para identificar un *STP*. Las normalizaciones reservan este valor para el uso en *STP* pero no es una obligación del usuario. Esto significa que cuando se ve un nodo con el *Network Cluster Member* con un valor de cero, se sabe que este nodo es un *STP*. Sin embargo, cuando se ve un nodo con *Network Cluster Member* diferente de cero, no es una garantía de que el nodo no es un *STP*.

El último campo es el de código de selección de enlace de señalización *SLS* (*Signalling Link Selection Code*). Ya que diferentes servicios de la capa *SCCP* requieren diferente manejo de su código. Los servicios de la capa *SCCP* se subdividen en cuatro categorías. Estos servicios pueden ser no orientados a conexión u orientados a conexión, estos a su vez son catalogados en entrega de secuencia requerida y no requerida. La capa *MTP 3* normalmente alterna el *SLS* y cada nuevo código dirigirá el mensaje hacia un nuevo enlace disponible. Cuando el *SSP* lo requiere, *MTP* detiene la alternancia de código y cada nuevo mensaje es dirigido hacia el mismo enlace, garantizando la entrega de secuencia.

El único campo que falta ser identificado dentro de la etiqueta de enrutamiento (*routing label*) es el campo *User Data*. Éste es realmente el mensaje. La letra "n" representa la cantidad total de datos en el *SIF*. Ya que la etiqueta de enrutamiento siempre es de 56 bits (7 octetos) entonces n-7 representa el tamaño del mensaje (número total de octetos en el campo, menos la etiqueta de enrutamiento).

Octeto de Servicio de Información SIO (Service Information Octet)

Éste campo sólo está presente en los *MSU*. Este contiene el campo de subservicio y el indicador de servicio. A su vez el campo de subservicio contiene el indicador de red y la prioridad del mensaje (solo en *ANSI*) para su uso en capas superiores.

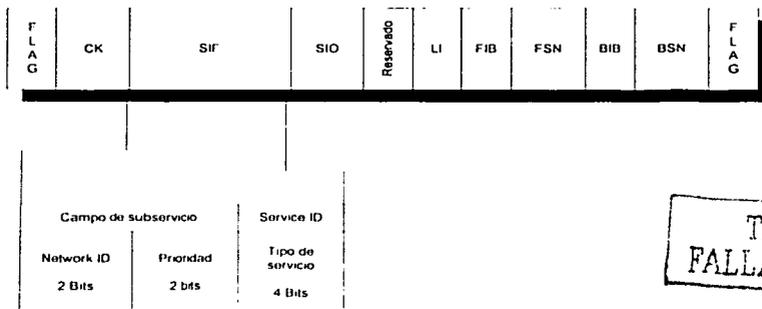


Figura 3.13 Estructura del *Service Information Octet* (*SIO*).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 3.1 Indicador de Red.

Valor del indicador de red	Descripción
0	Red internacional
1	Reservado para uso futuro (internacional)
2	Red Nacional
3	Reservado para uso futuro (nacional)

Tabla 3.2 Indicador de prioridad del mensaje.

Valor de prioridad del mensaje	Descripción
0	Mensajes de Información
1	Mensajes de establecimiento de llamada
2	Mensajes de llamada en progreso
3	Mensajes de administración de la Red (mayor prioridad)

Tabla 3.3 Indicador de servicio.

Valor del indicador de servicio	Descripción
0	Mensaje de Administración de la Red de Señalización <i>SMN (Signaling Network Management Message)</i>
1	Mensaje de Mantenimiento Regular <i>MTN (Maintenance Regular Message)</i>
2	Mensaje de Mantenimiento Especial <i>MTNS (Maintenance Special Service)</i>
3	Parte de Control de la Conexión de Señalización <i>SCCP (Signaling Connection Control Part)</i>
4	Parte del usuario telefónico <i>TUP (Telephone User Part)</i>
5	Parte de Datos del Usuario (mensajes relacionados a los circuitos y a la llamada)
6	<i>ISDN</i> de la parte del usuario (<i>ISUP</i>)
7	Parte de Datos del Usuario (mensajes para registro/cancelación)
8	Reservado para <i>MTP</i>
9 - 15	Reservado para uso futuro

Indicador de Longitud LI (Length Indicator)

La intención original de este campo era indicar el número de octetos de datos significantes que seguirían. Estos datos se encuentran dentro del *SIO* y el *SIF*. Este indicador esta compuesto de 6 bits y por lo tanto toma valores de 0 a 63. El Indicador de longitud es de poco uso pero es muy útil porque sirve para identificar el tipo de *signal unit* que se está transmitiendo:

Tabla 3.4 Tipos de *signal unit*.

Valor de LI	Tipo de <i>signal unit</i>
0	<i>FISU</i>
1	<i>LSSU</i>
2	<i>MSU</i>

Bit de indicación de envío FIB (Forward Indication Bit)

Usado en recuperación de errores y en portabilidad de número para indicar que ya se ha hecho una petición a una base de datos. Este bit es modificado por la parte que transmite la *signal unit*.

Número de secuencia de envío FSN (Forward Sequence Number)

Indica el número de secuencia de la *signal unit*. Puede tomar valores del 0 al 127 y es usada para indicar la *signal unit* que se está transmitiendo. Una vez llenado este campo simultáneamente se transmite la *signal unit* y se copia en el *buffer* de retransmisión. El *FSN* provee a la parte receptora un valor al cual referenciar la *signal unit* recibida.

Bit de indicación de retorno BIB (Backward Indicator Bit)

Usado en la recuperación de *signal units* que no se recibieron adecuadamente. Es un indicador de petición para la parte que transmitió la última *signal unit* para que reenvíe la última *signal unit* porque no se recibió adecuadamente. Este bit es modificado por la parte que recibe la *signal unit*.

Número de secuencia de retorno BSN (Backward Sequence Number)

Usado para la confirmación de la recepción de *signal units*. Este indica si fue exitosa la recepción o no, en el segundo caso se solicitará la retransmisión de la última *signal unit*.

3.5.2.3 LSSU (Link Status Signal Unit)

Como su nombre lo indica este tipo de *signal units* es usado por *MTP* para verificar el estado de los enlaces y en caso de falla se puede notificar el error. Estas indicaciones se hacen en un campo de uno o dos octetos llamado *Link status Field*. Las indicaciones del estado del enlace se relacionan con el modo con el cual *MTP* esta monitoreando el enlace.

Un error que puede ocurrir es el de alineación conocido como *AERM (Alignment Error Rate Monitor)* que como su nombre lo indica ocurre durante el alineamiento de los enlaces.

Al inicio del proceso de alineación (durante el estado de fuera de alineación (*Out-of-alignment*), *MTP* provee un indicador de estado "O". Y cuando el alineamiento ha procedido en el tiempo provisto, el indicador de estado "N" (periodo provisto para Normal) es enviado o puede ocurrir también que el indicador de estado "E" (para un periodo provisto de emergencias) sea enviado. El formato del *Link Status Signal Unit* se muestra en la figura 3.14.

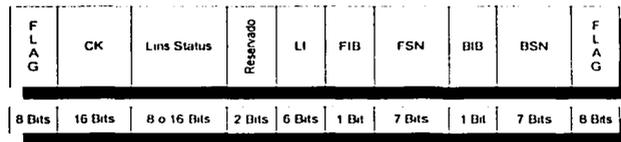


Figura 3.14 Link Status Signal Unit (LSSU).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cuando se introduce un nuevo enlace y antes del indicador de estado "O", se envía el indicador de estado "OS" (*Out-of-Service*). Éste indicador de estado también se envía cuando el enlace no puede enviar ni recibir *MSUs* debido a cualquier razón diferente a la interrupción de funcionamiento del procesador (*Processor Outage*).

El proceso de enviar mensajes es un tanto interactivo. Por ejemplo si un extremo del enlace tiene indicador de estado "N" éste enviara una "N". Y si el otro extremo envía un indicador de estado "E", el extremo del enlace que tiene un indicador de estado "N" no cambiará su estado. Sin embargo, esto no causará un retraso en la alineación del enlace ya que en lugar de ejecutar la alineación en un periodo largo, ésta se ejecutará en un periodo provisto corto para ser compatible con el alineamiento ejecutado por el otro extremo.

Mientras *MTP* monitorea una transmisión normal, enviará un indicador de estado "B" (*link Busy*). Mientras tanto del otro lado (donde se recibe le indicador de estado "B") se activa un contador en espera de la liberación de la congestión, estos contadores se reinician cada vez que se recibe un nuevo indicador de estado "B".

Un último indicador de estado es el "PO" el cual es enviado cuando se detecta un problema en la entrega de mensajes a las capas superiores (nivel 3 o 4).

3.5.2.4 FISU (Fill-In Signal unit)

Cuando se desconecta un enlace de su puerto, *MTP* detectará una falla en el enlace. Esto se debe a que *MTP* monitorea continuamente las *signal units* y cuando se desconecta el enlace no hay

datos transmitidos que monitorear. Mientras los nodos se comunican, muchas veces no se envían mensajes continuamente. Entonces, si no hay datos que leer, *MTP* los interpreta como fallas en los enlaces. Por esta razón *MTP* no puede permitir periodos de tiempo en los cuales no haya transmisión de datos en los enlaces. Para llenar estos vacíos *MTP* usa *Fill In Signal units*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

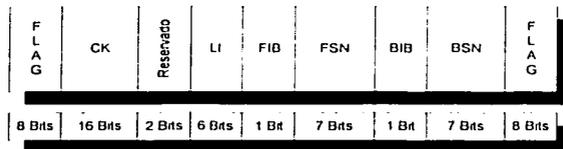


Figura 3.15 Fill-In signal Unit (FISU).

Como se puede notar en la figura 3.15, el formato es simple. *MTP* continúa monitoreando banderas validas, integridad de los octetos y tamaño de los paquetes y como no hay información en la *signal unit* entonces no encuentra dato que enviar a la siguiente capa.

La parte que envía las *FISU* no realiza cambios, porque el *FSN* aplicado al último mensaje, simplemente reaparece en cada *FISU* enviado y cambia hasta que un nuevo mensaje (diferente de *FISU*) es enviado.

Los *FISU* también son usados cuando se realiza el procedimiento de alineación. Porque antes de que el proceso de alineación se complete y este en servicio, no hay mensajes que enviar. Por lo tanto *MTP* introduce *FISUs* en el enlace y los monitorea durante el periodo provisto.

3.5.3 MTP 3 (Message Transfer Part Level 3)

La tercera capa del protocolo *SS7* provee funciones como enrutamiento de mensajes y administración de la red. Así como en la red de telefonía fija cada teléfono tiene una dirección o número de acuerdo a su localización geográfica como es el ejemplo del Plan de numeración de Norteamérica *NANP* (*North American Numbering Plan*), los elementos de una red *SS7* están basados en códigos de punto (*point codes*).

3.5.3.1 Point codes

Un *point code* es un número de 9 dígitos subdividido en 3 grupos de tres números cada uno: XXX-YYY-ZZZ en donde:

- XXX es la identificación de la red
- YYY es el miembro del *cluster*
- ZZZ es número de miembro

Cada número es de 8 bits, de esta forma el rango de cada grupo de números es de 000 a 254. A todos los elementos de red se les asigna un *point code*.

A cada *STP* se le asigna un único *point code* para propósitos de enrutamiento. Los *STPs* también usan un *point code* especial llamado *alias point code* el cual es usado para enrutar mensajes a un par *STP* cuando direccionamiento de alto nivel y protocolos de enrutamiento son usados. Cuando un *SSP* tiene un mensaje que enviar pero no sabe la dirección del destino, entonces lo enviará al *STP* más cercano el cual ejecutará funciones adicionales de enrutamiento. El *alias point code* es un *point code* asignado a un *STP* para este propósito, es decir, cada *STP* se le asigna un *point code* pero al par de *STPs* se le asigna un *alias*.

La UIT usa *point codes* en *SS7* con una pequeña diferencia en el esquema de direccionamiento, usa un número de 3 bits (0 a 8) para la identificación de zona, un número de 8 bits (0 a 254) para el *network ID* y otro número de 3 bits para la identificación del punto de señalización (*signalling point ID*).

Las funciones de *MTP 3* se dividen en 2 categorías: Enrutamiento de mensajes y Administración de la Red, estas a su vez se subdividen en otras funciones, como se ilustra en la figura 3.16.

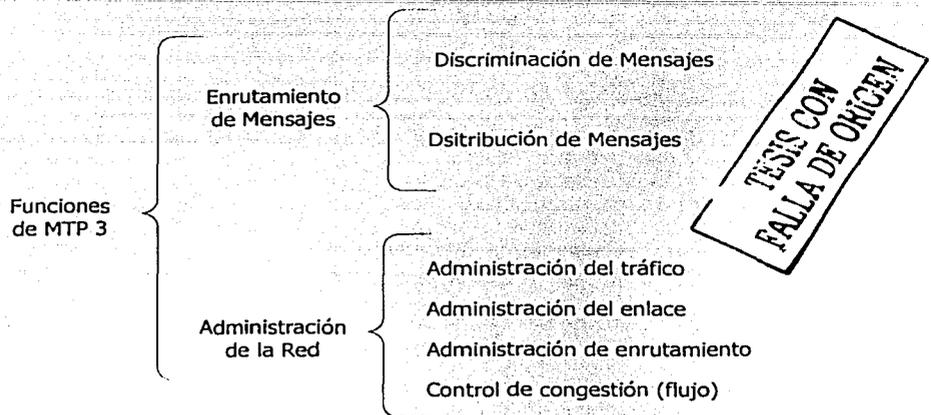


Figura 3.16 Funciones de *MTP 3*.

3.5.3.2 Administración de la Red

Las funciones de administración de la red se subdividen en 4 subcategorías, como se puede apreciar en la figura anterior.

3.5.3.3 Administración del Tráfico

Para un mejor entendimiento de esta funcionalidad es necesario entender bien tres aspectos.

Primero, *MTP 2* monitorea los enlaces y los mensajes. Este monitoreo provee la base para los estados de reporte. Los estados de reporte proveen los datos necesarios para la administración de los enlaces y este es el trabajo de la capa 3 (*MTP 3*).

El segundo aspecto a comprender es que los enlaces pueden ser usados de manera individual o colectiva en diferentes formas. Por ejemplo, un grupo de enlaces que están conectados de un punto de señalización *SP* (*Signalling Point*) a otro pueden ser tratados como un grupo de enlaces o *linkset*. En teoría, los mensajes pueden ser enviados por cualquiera de estos enlaces porque todos los mensajes llegarían al mismo lugar. El agrupamiento de enlaces provee opciones para *MTP*. Los mensajes pueden ser enviados por un solo enlace o pueden distribuirse sobre la mayoría de los enlaces dentro del *linkset* pero no en todos. En este último escenario, *MTP* puede tener un enlace fuera de servicio y aún así puede seguir transfiriendo mensajes, porque solo escoge otro enlace del *linkset* para continuar la transmisión. Y una vez que se recupera el enlace fuera de servicio, el tráfico regresa del link alternativo a su link original.

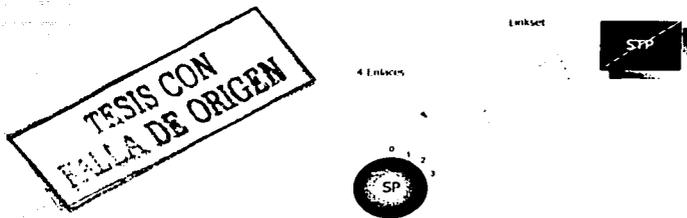


Figura 3.17 Concepto de linkset.

En la figura 3.17, cada uno de los enlaces de señalización tienen asignada una prioridad (0 a 3). *MTP 3* provee un código conocido como Selección del Enlace de Señalización el cual generalmente es alternado con cada mensaje. Normalmente cada nuevo código asigna el tráfico a un diferente enlace en orden de prioridad. Por lo tanto los mensajes se distribuyen uniformemente en el *linkset*. Sin embargo, el punto de señalización también puede ordenar (a través de una configuración) que solo dos o tres enlaces sean usados. Como solo estos dos o tres enlaces son usados para manejar el tráfico, entonces el *linkset* no es usado por completo. Sin embargo, si un enlace falla (ya sea por causa del tráfico o por causa de alguna falla física), los enlaces que no están en uso pueden ser usados como enlaces alternos.

El tercer aspecto a comprender es que *MTP 3* reporta y anuncia la situación de la red y responde a estas situaciones re-dirigiendo el tráfico.

La pregunta a resolver es el lugar en el cual *MTP 3* realiza sus funciones. Un nodo de un proveedor de servicios (como un *SSP*) generalmente solo tiene enlaces hacia un par *STP*. Este elemento, por lo tanto, tiene pocas maneras de recolectar información de la red. Por otro lado, el *STP* mantiene enlaces con nodos de múltiples proveedores de servicios así como con otros *STPs*. En general, *MTP* en el nodo del proveedor de servicios recibe mensajes de administración de enrutamiento por parte del *STP* y responde a estos desviando el tráfico saliente usando la funcionalidad de administración del enlace y de tráfico.

Hay diferentes formas por las cuales *MTP* puede desviar el tráfico:

Re-enrutamiento forzado

Cuando un *STP* no es capaz de enrutar hacia un punto específico de señalización en la red, este envía una señal de Transferencia Prohibida *TFP* (*Transfer Prohibited*) a nodos adyacentes. Cuando un *STP* es incapaz de enrutar hacia un específico cluster de señalización dentro de la red envía una señal de Transferencia a Cluster Prohibida *TCP* (*Transfer Cluster Prohibited*). Y *MTP 3*, en el nodo, responde desviando el tráfico a otro *linkset* disponible.

Re-enrutamiento controlado

Cuando un *STP* encuentra dificultades enrutando hacia un punto de señalización específico en la red, éste envía una señal de Transferencia Restringida *TFR* (*Transfer Restricted*) a nodos adyacentes. Cuando un *STP* encuentra dificultades enrutando hacia un cluster específico en la red este envía una señal de Transferencia a Cluster Restringida *TCR* (*Transfer Cluster Restricted*) a nodos adyacentes. Y *MTP 3*, en el nodo, responde desviando el tráfico a un *linkset* más eficiente.

Reinicio de MTP

Antes de regresar a la red un nodo que ha sido aislado, se necesita tiempo para determinar cualquier cambio que haya ocurrido en la red mientras estaba ausente. Antes de que entre por completo a la red, envía un a señal de espera *TRW* (*Traffic Restart Wait*) la cual avisa a los nodos

adyacentes no enviar tráfico aunque los enlaces aparezcan en servicio. Una vez que el nodo que se reinició cuenta con los suficientes enlaces disponibles (usualmente 50%), entonces *MTP 3* envía una señal *TRA* (*Traffic Restart Allowed*).

Inhibición de mantenimiento

Este es un procedimiento de etiquetado que no previene el uso de enlaces, sino que reserva un enlace para propósitos de enviar mensajes de prueba. Un enlace con congestión no puede ser inhibido. También, si el enlace es el único disponible para el tráfico, tampoco puede ser inhibido. Finalmente una petición de inhibición requiere una confirmación positiva del otro extremo.

3.5.3.4 Administración del enlace

MTP 3 administra las actividades de puesta de enlaces en y fuera de servicio. La remoción instantánea o reemplazo de enlaces no deja tiempo suficiente para los nodos adyacentes (aquellos directamente conectados por el enlace) para reaccionar. Esto se traduce en pérdida, duplicación o corrupción de los mensajes. Por lo tanto la funcionalidad de administración de los enlaces realiza una retirada y remplazamiento ordenado de enlaces a través de un intercambio obligatorio de mensajes.

Activación de enlaces de señalización

MTP 3 dirige la activación de enlaces, desactiva enlaces en respuesta a cambios en el estado de los enlaces, y reactiva enlaces que fueron removidos de servicio una vez que estos pueden reanudar el servicio.

Cambios en los enlaces de señalización

Cuando el tráfico debe ser cambiado de un enlace a otro, *MTP 3* controla el proceso para prever la pérdida de mensajes, la duplicación o error en las secuencias de los mismos. Esto lo hace a través de una señal de alerta *COO* (*ChangeOver Order*) al nodo adyacente y a su vez se recibe una señal de confirmación *COA* (*ChangeOver Acknowledgment*) como respuesta.

Reinstalación de enlaces de señalización

El tráfico que se cambio de enlace debe regresar a su enlace original una vez que éste se realinea. *MTP 3* controla el proceso para prever la pérdida de mensajes, la duplicación o error en las secuencias de los mismos. Esto lo hace alertando al nodo adyacente con la señal *CDB* (*ChangeBack Declaration*) y a su vez se recibe una señal de confirmación *CBA* (*ChangeBack Acknowledgment*) como respuesta.

Prueba de los enlaces de señalización

Existen señales para evaluar los enlaces de señalización como el mensaje de prueba del enlace de señalización *SLTM* (*Signalling Link Test Message*) y el de confirmación de la prueba del enlace de señalización *SLTA* (*Signalling Link Test Acknowledgment*) los cuales son intercambiados después de la alineación periódicamente (cada 30 o 90 seg.) cuando el enlace esta en servicio.

3.5.3.5 Administración del enrutamiento

La administración del enrutamiento consiste de procedimientos los cuales son realmente "la otra cara de la moneda" de los procedimientos de Administración del tráfico. La mayoría de estos procedimientos son ejecutados por *MTP* en el *STP*. La razón es porque el *STP* es el responsable del

enrutamiento en *SS7*. Como resultado de esto, el *STP* es quién recibe la mayoría de la información relativa a los puntos de señalización no disponibles o de aquellos que están experimentando dificultades (tales como enlaces congestionados).

3.5.3.6 Control de congestión (Flujo)

Para el control de flujo *MTP 2* debe determinar si existe congestión, y si existe, debe reportar que tan grave es. Cuando la congestión ocurre en la parte receptora, *MTP 2* envía un indicador de congestión sobre el enlace en cuestión al *MTP* en el lado que esta transmitiendo. La parte receptora también detiene el envío de confirmaciones que permitirían al nodo que esta transmitiendo eliminar completamente los mensajes transmitidos del *buffer* de transmisión. También en el nodo que esta transmitiendo se inicia un temporizador y cuando este termina, proveerá una indicación de falla del enlace.

Uno de los más claros indicadores de congestión es la acumulación de mensajes en el *buffer* de transmisión y retransmisión en el nodo que esta enviando mensajes. Las normalizaciones proveen valores de umbral para la cantidad de mensajes en el *buffer* de transmisión y/o retransmisión. La detección del acontecimiento puede estar en el *buffer* de transmisión, el *buffer* de retransmisión, o en ambos, la decisión se basa en los tamaños relativos de ambos. Tres sistemas idénticos de valores del acontecimiento se fijan para tres niveles de mensaje traslapados. Cada nivel tiene un valor del inicio de la congestión, un valor de la disminución de la congestión, y un valor del inicio del descarte. Cuando se alcanza el primer inicio de la congestión, *MTP 2* informará a *MTP 3*. *MTP 3* responde informando a la parte del usuario que envía los mensajes (*SCCP*, *ISUP*, *TUP* etc.). Si la acumulación de mensajes continúa, alcanzará el umbral del inicio del descarte. Cuando ocurre esto *MTP 3* comienza a tirar mensajes.

Los mensajes que contienen información de naturaleza no crítica se les asignan la prioridad más baja. Este valor de la prioridad corresponde al nivel de la congestión indicado cuando se alcanza el umbral más bajo del inicio de la congestión. Los mensajes que se tiran cuando se alcanza el umbral más bajo del inicio del descarte son los mensajes de prioridad más bajos. Si la acumulación de mensajes esta debajo de un umbral que se ha fijado más bajo que el de inicio de la congestión, *MTP* dejará de estar reportando la congestión. Esto se llama disminución del umbral de congestión.

Si la congestión debida a acumulación continúa a pesar estar tirando los mensajes de baja prioridad, entonces eventualmente se alcanzará una congestión a un nivel más alto. *MTP* indicará el valor más alto de congestión. Si se alcanza el umbral del inicio de descarte, *MTP* tirará los mensajes de la siguiente prioridad. Y al mismo tiempo seguirá tirando los mensajes de baja prioridad. Este escalamiento de nivel de congestión así como el descarte de mensajes continuará por tres niveles de prioridad.

Las normas asignan cuatro niveles de prioridad. Sin embargo, solo tres niveles para descartar mensajes son asignados para el control de flujo, esto es porque la más alta prioridad es asignada a los mensajes de administración de la red y estos obviamente no se pueden descartar o tirar.

3.5.3.7 Enrutamiento de mensajes

MTP 3 tiene otras dos funciones importantes que cumplir. Estas funciones están dentro de la categoría de enrutamiento de mensajes y consisten de discriminación y distribución de mensajes.

3.5.3.8 Discriminación y distribución de mensajes

MTP 3 debe examinar cada mensaje para responder dos cosas. La primera pregunta a contestar es si el mensaje está dirigido hacia este punto de señalización. Y si está dirigida para el punto de señalización, a cuál aplicación del usuario está dirigida. La respuesta a la primera pregunta se obtiene llamando la funcionalidad de discriminación mientras que la respuesta a la segunda pregunta requiere llamar a la funcionalidad de distribución.

Todos los mensajes pasados a nivel 3 (ya sea por un nivel inferior o superior) pueden ser enrutados a la aplicación a través del nivel 4 de la parte del usuario (*SCCP*, *ISUP*, *TUP* etc.) o a un nodo adyacente a través de *MTP 2* y los enlaces de señalización.

Para la mayoría de los nodos, un mensaje entrante que no estaba dirigido para ese nodo es porque fue probablemente mal enrutado. *MTP 3* examinará el *DPC (Destination Point Code)* y descartará cualquier mensaje cuyo *DPC* no coincida con el configurado en capa 3. Solo los *STP* tienen la responsabilidad de tomar un mensaje y después de consultar la información de enrutamiento, enviar el mensaje a la red. Por lo tanto, ningún mensaje podría ser enviado a un punto final al cual no haya sido enrutado.

Para la distribución de mensajes, *MTP* confía en un campo dentro del mensaje para indicar la parte del usuario para la cual el mensaje fue enrutado. En la 3.18 se muestra la distribución y discriminación de mensajes.

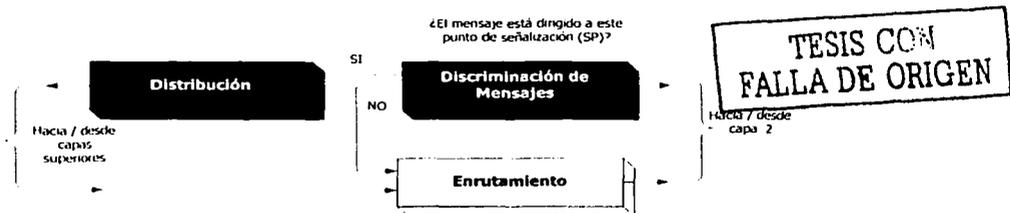


Figura 3.18 Distribución y discriminación de mensajes en *MTP*.

3.5.3.9 Temporizadores en *MTP 3*

En general los temporizadores de la parte de usuario son "de cuenta regresiva" cuya configuración puede determinar un periodo de tiempo fijo para actividad (como los periodos provistos para alineamiento) o bien, una limitación de tiempo la cual es aplicada a una actividad, después de la cual es considerada como fallo (como los excesivos retrasos de confirmaciones).

Algunos de los temporizadores tienen valores fijos, mientras que para otros las normas proveen un rango de valores. Tales rangos proveen flexibilidad a los nodos de la red para permitir que la eficiencia de operación de un nodo sea optimizada.

Para una completa especificación de *MTP* se puede consultar *ANSI.T1.111* e *ITU-TS Q.701-704*.

3.5.4 SCCP (Signaling Connection Control Part)

La Parte de Control de la Conexión de Señalización (o *SCCP*) es la siguiente capa del protocolo *SS7* después de *MTP*. En esta parte se provee principalmente capacidades de direccionamiento y enrutamiento adicionales. Estas capacidades son generalmente requeridas cuando se trata con aplicaciones no orientadas a conexión (*connectionless*) como por ejemplo el acceso a bases de datos.

SCCP provee funciones de enrutamiento punto a punto, a través de MTP enruta mensajes de nodo a nodo. Además SCCP es útil para las capas superiores del protocolo SS7 ya que éstas generalmente requieren consultar bases de datos.

Las normas que fueron escritas para SCCP fueron para soportar servicios orientados a conexión y servicios no orientados a conexión. El concepto de "conexión" no es el mismo para la red SS7 como lo es para la red de conmutación de voz. En general las "conexiones" físicas o enlaces siempre existen en SS7. Por lo tanto el término "orientado a conexión" se refiere a una "conexión virtual", no a una física. En una "conexión virtual" una negociación empieza antes de que la conversación empiece, es decir, las dos partes primero acuerdan el tipo de conexión a usar y después empiezan a intercambiar mensajes.

Esto pareciera una exageración, sin embargo la idea es crear reglas de comunicación más rígidas para garantizar una mejor integración de la comunicación. Las fases de tal conexión se parecen a las de una llamada telefónica. Una llamada telefónica consiste de una fase de configuración seguida de una fase de conversación y de una fase de liberación. Una "conexión virtual" consiste una fase de establecimiento de la conexión, seguida por una fase de transferencia de datos, y seguida de una fase de liberación de conexión. Los servicios "orientados a conexión" tienden a usar más recursos y a crear un gran encabezado. Por lo tanto el resultado de incrementar la integridad, es una velocidad más baja. En otras palabras, aunque la transferencia de datos es la misma que para los servicios "no orientados a conexión", se pasan menos datos por unidad de tiempo. Los proveedores de servicios generalmente encuentran los servicios no orientados a conexión altamente confiables con pequeña tendencia a corrupción, y por lo tanto optan por no hacer uso de los servicios orientados a conexión. En la figura 3.19 se muestran los tipos de servicios ofrecidos por SCCP, junto con las funciones de la parte del usuario:

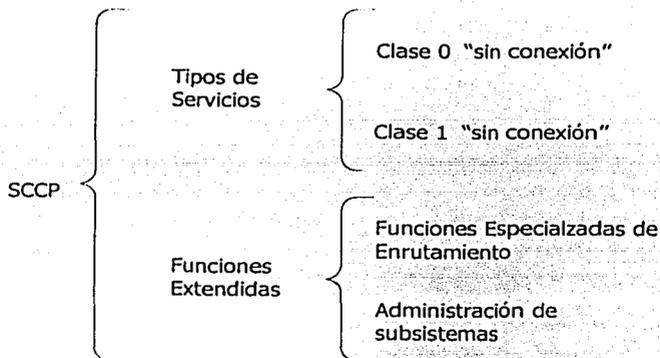


Figura 3.19 Servicios y funciones SCCP.

3.5.4.1 Tipos de servicios en SCCP

Como se puede observar en la figura anterior, ambos servicios son sin conexión, es decir, no orientados a conexión. Esencialmente "sin conexión" significa que los mensajes son solo entregados a su destino y regresados al punto de origen sin ningún manejo adicional. No se establece conexión virtual.

Para los servicios de "clase 0", los mensajes son transportados sin referenciar otros mensajes. La entrega de mensajes secuenciales no se garantiza. Por otro lado, para los servicios "clase 1", SCCP llama los servicios de MTP 3 para modificar el manejo normal de los enlaces en los linksets. MTP 3 normalmente provee un valor de código alternado SLS (Signalling Link Selection) para compartir la

carga dentro de los enlaces del *linkset*. En caso de que *SCCP* lo requiera, *MTP* detiene la alternación del código. Y de esta forma los mensajes entregados sobre el mismo enlace son secuenciales.

3.5.4.2 Funciones especializadas de enrutamiento

Muchos de los principales beneficios del uso de *SCCP* recaen sobre las funciones especializadas de enrutamiento. Sus capacidades de direccionamiento permiten la localización de información en bases de datos o la invocación de características a un *switch*. Las capacidades de direccionamiento de *MTP* solo se ocupan de la transferencia de mensajes de un extremo del enlace a otro. Por esta razón su direccionamiento se limita al uso de *point codes* para ubicaciones. *MTP* sólo ocupa los *point codes* para señalización de su propia ubicación en la red *OPC* (*Origination Point Code*) y para la señalización del nodo que se encuentra en el otro extremo del enlace *DPC* (*Destination Point Code*).

El *DPC* es importante también para el *SCCP*. Cuando es provisto por el que originó la pregunta, éste indica la localización de la red en la cual hay un proceso que requiere recuperar información de una base de datos (o donde el servicio o característica puede ser invocada). Sin embargo, los datos pueden ser recuperados de más de una base de datos en esa locación. Por esta razón, *SCCP* necesita proporcionar una dirección utilizada para distinguir las bases de datos o varias características o servicios que pueden ser invocados en un nodo. Dicha dirección o valor usado se llama número de subsistema *SSN* (*SubSystem Number*).

Los valores provistos para la identificación de bases de datos van del 0 al 255. Sin embargo algunos de éstos ya están reservados para los usos más comunes. El valor "0", si se usa, es para indicar una base de datos desconocida. Los primeros siete valores están asignados para uso de bases de datos requeridas: (1) Plan de numeración de telefonía/*ISDN*, (3) Plan de numeración de datos, (6) Plan de numeración móvil terrestre, etc. Con la excepción de algunos valores reservados para uso futuro, los restantes valores pueden ser usados. *SCCP* usa *DPC* y *SSN* para enrutar adecuadamente a una red y a una apropiada base de datos la cual puede ser accesada en esa red.

Existe otro mecanismo de direccionamiento disponible para los usuarios de *SCCP*. Es conocido como Traducción de Título Global *GTT* (*Global Title Translation*). Una manera de entender este mecanismo es analizando lo que sucede en el *SSP* cuando alguien marca un número 800. Ordinariamente los números marcados que se reciben en el *switch* pueden contener un código de área, un código de larga distancia y un número de línea. Entonces el *switch* puede consultar su tabla de enrutamiento para determinar el próximo *switch* a través del cual enrutar la llamada. Sin embargo un número 800 no cumple con un Plan de Numeración que el *switch* pueda tomar como referencia para escoger la ruta. Por lo tanto, la llamada se conecta por una línea de voz a una central telefónica. La central telefónica tiene una dirección en el Plan de Numeración y la línea del teléfono tiene un número de línea. Por lo tanto el teléfono tiene un número telefónico regular al cual el *switch* (*SSP*) podría enrutar la llamada. Por supuesto cada *switch* tendría que mantener una base de datos de número 800 para traducir los números marcados a un número perteneciente al plan de numeración usual, lo cual resulta impracticable. Ya que si esto se hiciera, cada *switch* tendría que actualizar su base de datos diariamente. Existe una mejor forma de hacerlo. Si el *switch* sólo mantiene una base de datos de la cual obtenga el *DPC* y el *SSN* de una base de datos de números 800 centralizada, el *switch* podría enviar la petición a dicha base de datos centralizada y recibir como respuesta un número telefónico perteneciente al Plan de Numeración. De esta forma el *switch* podría enrutar la llamada como si ésta fuera dirigida a un número normal.

Con la tasa a la cual las bases de datos proliferan, solo es cuestión de tiempo para que cada *switch* mantenga una base de datos de las bases de datos y ésta necesitará una actualización frecuente. Este es uno de los problemas que resuelve *GTT*. Usando *GTT*, el *SSP* no necesita saber dónde esta localizada la base de datos. En lugar de esto hace una petición para un *GTT* y se lo envía al *STP*. El

STP puede tener el *DPC* y el *SSN* de la base de datos en su tabla de enrutamiento. Si es el caso, éste redirige la petición y después regresa el dato al *point code* que hizo la petición. Si el primer *STP* no contiene el *DPC* ni el *SSN* de la base de datos en su tabla de enrutamiento, podrá pasar el mensaje a otro *STP* (quizás uno de mayor jerarquía) y este podrá realizar el *GTT* requerido. Una vez que se alcanza el *STP* que tiene acceso a los datos, este puede recuperar los datos y enviarlos de regreso a la locación de la cual fue enviada la petición. Nodo por nodo los datos son regresados al nodo que hizo la petición. Por lo tanto el que originó la petición puede hacer uso de los datos sin tener algún conocimiento del lugar del cual se obtuvieron.

Por lo menos hay dos beneficios de usar *GTT*. El primero es que cualquier punto de señalización puede tener acceso a datos de cualquier tipo sin necesidad de mantener grandes tablas de enrutamiento. Y nuevos datos pueden estar universalmente disponibles rápidamente. El segundo es que las compañías pueden tener un mejor control de los datos almacenados en sus propias redes. Por ejemplo, un *STP* puede usar *GTT* para ocultar la localización de bases de datos. De esta forma el acceso a bases de datos puede ser controlado y restringido o se puede proveer acceso a través de un pago.

3.5.4.3 Administración de subsistemas

Una de las principales razones por las cuales se realiza una administración de subsistemas es para prever el caso en el cual una petición pueda llegar al *SCP* cuando la base de datos esta en mantenimiento o temporalmente fuera de servicio. Para solucionar este problema se utiliza la redundancia, de esta manera se pueden responder las peticiones ya que existe una base de datos disponible la cual contiene los mismos datos que contiene la que esta actualmente fuera de servicio.

El tiempo que tarda una base de datos en recuperarse de un estado fuera de servicio a uno en servicio es crítico. Si una petición es recibida en el momento en el cual la base de datos esta fuera de servicio, puede ser demasiado tarde para detener el intento de obtener información de la base de datos que está ya fuera de servicio. Asimismo un precipitado apagado de la base de datos puede resultar en que las peticiones que lleguen sólo sean contestadas parcialmente. La respuesta obvia es planear un periodo de apagado de tal forma que la base de datos cambie a un estado fuera de servicio, sólo después de que aquellos que necesitan datos sean informados de la inminente pérdida de accesibilidad. Asimismo, los que están teniendo acceso normalmente a los datos necesitan tiempo para cambiar a una base de datos alterna.

Generalmente cuando un sistema replegado necesita dejar el servicio, la base de datos de *SCCP* examina los puntos concernientes *CP* (*Concerned Points*). Tales puntos son una locación que necesita ser informada del estado del subsistema, porque ésta es una locación que tiene acceso normalmente a datos de la base de datos en cuestión. Hay varias formas en las cuales una base de datos replegada (copia múltiple) puede ser implementada. En cualquier forma utilizada, el "punto concerniente" generalmente tendrá acceso a los datos de una fuente redundante. La base de datos que se retira, hará un esfuerzo de adquirir el acuerdo para el retiro de la base de datos redundante, enviando una petición *N-Coord* al *SCCP* local. El *SCCP* local, por su parte, envía una petición *Subsystem-Out-of-Service* al *SCCP* en la locación de la base de datos redundante. Al mismo tiempo fija un temporizador de tiempo para esperar a que el permiso sea concedido. Si los temporizadores terminan antes de que se conceda el permiso, el *SCCP* local envía una confirmación *N-Coord* de regreso al subsistema que indica "negado". En una base de datos redundante, la disponibilidad de recursos (bases de datos replegadas, capacidades de manejo de tráfico, etc.) es verificada. Si los recursos son suficientes para que la carga abandonada de peticiones/respuestas sea manejada, se envía una respuesta *N-Coord* al *SCCP* en la locación de la base de datos que solicitó el permiso de retirarse; y se concede la petición.

SCCP envía el mensaje a los CP encontrados en su configuración. Cuando una base de datos se retira de servicio, envía un mensaje SSP (*Subsystem Prohibited*) a los CP. Cuando la base de datos regresa en servicio, SCCP envía el mensaje SSA (*Subsystem-Allowed*). Estos mensajes pueden ser enviados a la base de datos que va a tomar el control mientras la otra esta ausente, de esta manera mantiene una réplica de la información acerca del estado de la base de datos.

Cuando el mensaje SSP (*Subsystem Prohibited*) se recibe en el CP, el SCCP local fija un temporizador. Cuando este temporizador termina, se envía un mensaje de SST (*Subsystem-Status-Test*) hacia el SCCP en la locación que esta fuera de servicio. El temporizador se reinicia y el ciclo empieza de nuevo. El mensaje SST no se vuelve a enviar hasta que la base de datos regrese en servicio.

La razón por la cual se envían mensajes SST es para prever la posibilidad de que el mensaje SSA (enviado por la base de datos que se regresa a su estado de servicio) no se reciba. Con esto se asegura que cuando la base de datos regrese a su estado de servicio, todos los recursos regresarán a su estado original. En las siguientes figuras se ejemplifican los mensajes SSA y SSP (*Subsystem Prohibited*).

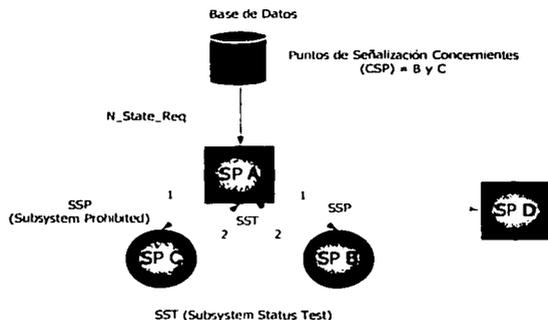


Figura 3.20 Ejemplo de mensaje *Subsystem-Prohibited*.

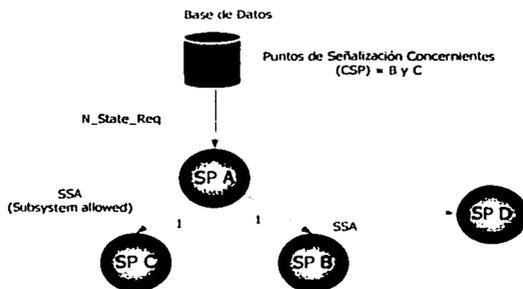


Figura 3.21 Ejemplo de los mensajes *Subsystem-Allowed*.

La diferencia de enrutamiento entre *MTP* y *SCCP* es que el primero solo usa el *point code* destino para enrutar un mensaje, mientras que *SCCP* usa 4 piezas de información para realizar el enrutamiento:

- La dirección de la parte llamada y la parte que llama. Obtiene la dirección de la parte a la cual esta dirigida la llamada y la dirección de la parte que esta realizando la llamada.

- El *point code* destino. Generalmente es la dirección del par *STP* que ejecutará una función denominada traducción de título global *GTT (Global Title Translation)*, la cual consiste en examinar la dirección de la parte llamada y consultar una tabla de títulos global para obtener información de enrutamiento adicional. A menudo a la dirección de la parte llamada se le conoce como dígitos de título global (*global title digits*) ya que es la información usada por *GTT* para realizar la búsqueda.
- El número de subsistema. Es la dirección lógica asignada a una aplicación en particular de base de datos. Un *SCP* puede tener múltiples aplicaciones de base de datos así que el subsistema es utilizado para identificar la correcta identidad de base de datos.
- El tipo de traducción. Es usada para identificar cuál tabla de títulos globales será la que consulte el *STP* para obtener el verdadero *point code* destino del mensaje, es útil esta información porque un *STP* maneja muchas tablas de título global.

Las operaciones en *TCAP* pueden requerir tanto enrutamiento en *MTP* como enrutamiento en *SCCP*. La mayoría de los mensajes *TCAP* que requieren acceder a bases de datos remotas usan *SCCP* para determinar el destino final. Y *MTP* es usado en conjunto con *SCCP* para enrutar mensajes a través de la red. Los mensajes de respuesta son generalmente enrutados de "regreso" al *point code* origen usando *MTP*.

El uso de *MTP* y *SCCP* se ilustra mediante el siguiente ejemplo, descrito en la figura 3.22 en la cual se muestra un flujo típico de mensajes a través de la red para uno de los servicios basados en *TCAP* en este caso en particular se trata de un servicio de señalización de área local para el cliente *CLASS (Custom Local Area Signaling Services)* de regreso automático de llamadas (*automatic callback*).

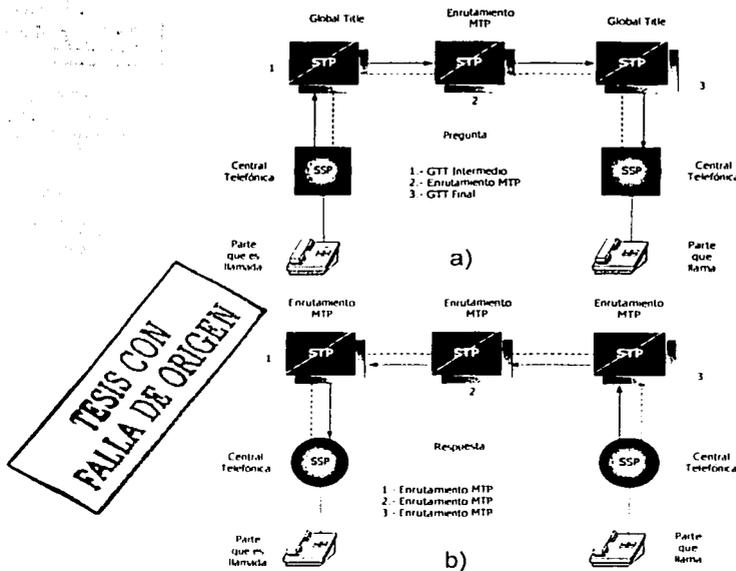
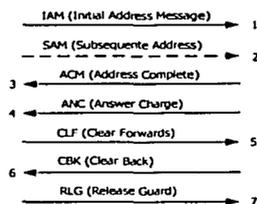


Figura 3.22 Enrutamiento *SCCP* involucrado en el servicio *CLASS*: (a) Preguntar, (b) Responder.

Este servicio permite al cliente *CLASS* marcar un código de acceso, por ejemplo: *69, para realizar automáticamente una llamada a la persona que realizó la última llamada entrante. *TCAP* es usado para verificar que la línea de la persona que originalmente llamó se encuentre libre. En esta parte se debe ejecutar *GTT* para determinar cual *STP* es el que esta sirviendo al *switch* al que pertenece la persona que realizó la última llamada entrante. Por lo tanto el *point code* destino dentro del mensaje *TCAP* es el *alias point code* del *STP* que ejecutará la función *GTT*. El mensaje *TCAP* contiene información como el número de subsistema y el tipo de traducción para el servicio *CLASS*, así como el número de la persona que realizó la última llamada entrante. El mensaje es enrutado, usando *MTP*, hacia el *STP* que ejecutará el *GTT*, este consulta la tabla *GTT* para el servicio *CLASS* usando los dígitos de titulo global como pieza clave para encontrar el verdadero destino final (*point code* del *SSP* destino) o en caso de que se este ejecutando un *GTT* intermedio, se proveera el *point code* del *STP* que ejecutará el *GTT* final. Una vez obtenido el *point code* destino, el mensaje será enrutado usando *MTP*. Cuando el mensaje es entregado al *SSP*, éste verificará el estado de la línea de la persona que realizó la última llamada entrante y formulará un mensaje de respuesta para el *switch* al que pertenece el usuario *CLASS*. Este mensaje de respuesta es enrutado usando *MTP* y el *point code* destino es el *switch* al que pertenece el usuario *CLASS*.

3.5.5 TUP (Telephone User Part)

La parte del usuario telefónico se ocupa de las operaciones básicas de establecimiento y terminación de la llamada. *TUP* solo maneja circuitos analógicos. En muchas regiones del mundo se usa *ISUP* en lugar de *TUP* para la administración de las llamadas. Sin embargo, previo a la introducción de *ISUP*, surgieron muchas variantes de *TUP* que funcionaron como soporte para *ISUP*. Por ejemplo, Inglaterra usa variantes de *TUP* conocidas como *NUP*, *BTUP*, *IUP*, *PNO-ISC* *CP001*, Francia usa una variante conocida como *SSUTR-2* y China una variante nacional conocida como *Chinese TUP*. En la 3.2.3 se muestra una secuencia típica de mensajes involucrados en la configuración de un circuito para establecer una llamada.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.23 Secuencia de mensajes *TUP* en el establecimiento de llamada.

1. Circuito seleccionado para intento de llamada saliente, número marcado por el usuario analizado y una ruta seleccionada para la llamada. El mensaje *IAM* contiene información relacionada a la parte que llama y opcionalmente información de la parte que esta llamando.
2. Dígitos adicionales opcionales de dirección pueden ser enviados después del mensaje *IAM* si la parte que esta llamando continua tecleando dígitos de destino.
3. El *switch* destino reconoce el número de la parte llamada y empieza a alertar a la parte llamada (a través del timbre del teléfono). En este punto la ruta de voz esta hecha en dirección de regreso, habilitando a la parte que está llamando a escuchar el timbre del otro teléfono. La ruta de voz en la otra dirección se completará en cuanto la parte llamada descuelgue el teléfono.
4. La parte llamada contesta el teléfono. Por lo tanto, la ruta de voz en ambos sentidos se establece.
5. El usuario que hizo la llamada cuelga.

6. El *switch* destino avisa que los recursos asociados con el circuito utilizado en la llamada han sido liberados y pueden ser rehusados.
7. El *switch* origen avisa que los recursos de salida asociados con el circuito utilizado en la llamada han sido liberados y pueden ser rehusados.

3.5.6 ISUP (Integrated Services Digital Network User Part)

En Norteamérica la Parte del Usuario de la red digital de servicios integrados *ISUP* es el protocolo usado para el establecimiento de conexiones entre centrales telefónicas. *ISUP* fue diseñado para soportar señalización en redes *ISDN* y se considera más robusto que *TUP*, incluso la UIT esta desarrollando su propia versión de *ISUP*.

ISUP usa tipos de mensajes bien definidos para intercambiar información requerida para establecer conexiones entre *switches* de red. Estos mensajes generalmente son enrutados usando *MTP*. Debido a que una llamada puede requerir conmutación a través de muchas centrales telefónicas antes de alcanzar su destino final, múltiples saltos *ISUP* pueden ser requeridos para establecer dicha llamada.

Las redes telefónicas inalámbricas también usan *ISUP* para establecer las conexiones necesarias entre los *switches* en la *PSTN*.

ISUP ofrece dos tipos de servicios conocidos como básico y suplementario. Los servicios básicos consisten de aquellos servicios empleados en el proceso de establecer y tirar una llamada. Los servicios suplementarios consisten de aquellos servicios empleados en la transmisión de mensajes necesarios para mantener y/o modificar la llamada en curso.

La funcionalidad de *ISUP* puede ser subdividida en tres categorías. La primera de estas es control de procedimiento de señalización *SRPC* (*Signalling Procedure Control*) el cual es una interfaz directa con los servicios de *MTP*. *SRPC* a su vez se subdivide control de supervisión de circuitos *CSC* (*Circuit Supervision Control*) y en control de procesamiento de llamadas *CPC* (*Call Processing Control*). La aplicación que se ocupa de los requerimientos para la conexión de circuitos del *switch* y también con la señalización en *SS7* es conocida como aplicación de control de llamadas (*Call Control Application*). En la figura 3.24 se ilustra la arquitectura de los procedimientos *ISUP*.

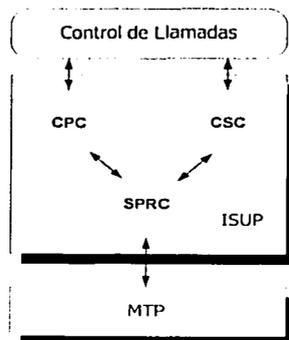


Figura 3.24 Procedimientos *ISUP*.

Una de las formas más fáciles de entender los mensajes *ISUP* es a través del proceso de realización de una llamada. Al principio del proceso cuando el usuario descuelga el teléfono activa

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

un flujo de corriente (porque cierra el circuito) en la línea telefónica. Esto es señalización de *DC*. La central telefónica contesta al usuario a través de un tono.

Una vez escuchado el tono, el usuario marca los números, es decir, envía la dirección de la parte llamada (número telefónico) a la central telefónica. La central telefónica espera a que todos los dígitos sean marcados para examinarlos y determinar si es un número local (sin código de área) o si la llamada debe ser enrutada a una central de llamadas de larga distancia. Si se trata de una llamada de larga distancia, se enruta a una central de llamadas de larga distancia a través de un punto de presencia *POP (Point of Presence)* dentro del área de transporte de acceso local *LATA (Local Access Transport Area)* del usuario que está realizando la llamada. El prefijo y número de suscriptor (últimos cuatro dígitos) serán usados dentro del primer mensaje *IAM (Initial Address Message)* enrutado a la central de larga distancia (*tandem*).

La configuración de la llamada es enviada usando *ISUP* a través de la red *SS7*. Los *STPs* sólo son usados para enrutar el mensaje ya que no juegan un papel importante en la configuración de los circuitos de voz.

La central de larga distancia puede no ser el destino final de la llamada. Quizás pueda ser un *Tandem* usado como un *switch* intermedio para alcanzar el destino final. La central local decide como enrutar la llamada tomando como referencia sus tablas de enrutamiento. Estas tablas definen los circuitos de voz a usar para establecer un circuito de punta a punta, con el menor número de saltos posibles. La central telefónica local usa la información de los circuitos para crear un mensaje de configuración de la llamada el cual es enviado al primer *tandem*.

El *Tandem* responde al mensaje *IAM* enviado por la central telefónica local a través del mensaje de dirección completa *ACM (Address Complete Message)*. Este mensaje indica que el *tandem* ha reservado un circuito para la llamada.

Mientras el *tandem* intermedio está enviando el mensaje *ACM* a la central telefónica que originó el mensaje *IAM*, éste puede empezar a configurar el siguiente circuito entre él y el *tandem* destino o final. Esto se realiza nuevamente a través del uso del mensaje *IAM*. Este mensaje *IAM* contiene las direcciones de la parte que llama y la parte llamada que el *tandem* recibe de la primera central telefónica. El mensaje *IAM* también especifica el método de señalización que se usará para la llamada. Por ejemplo, si el mensaje *IAM* especifica que se use el protocolo *ISUP* de punta a punta, entonces la llamada se configurará usando *ISUP*. En el caso de que algún *tandem* no soporte el protocolo *ISUP* o no tenga las instalaciones adecuadas, la llamada será rechazada y la razón del rechazo será también enviado a la central que originó el mensaje.

Otro caso puede ser cuando se especifica en el mensaje *IAM* que *ISUP* es el protocolo preferido pero no obligatorio. En tal caso la llamada será configurada usando *ISUP* (en donde este disponible) o algún otro método como *TUP* o señalización multifrecuencia.

Cuando el mensaje *IAM* es recibido, la última central examina el mensaje *IAM* para ver si este contiene una indicación de que la información restante será enviada en los siguientes mensajes. Una vez que toda la información necesaria está presente, la central verifica la línea de la parte llamada para determinar su disponibilidad. En caso de que la línea esté ocupada, la central envía un mensaje de liberación *REL (Release Message)* hacia la central origen, ésta envía un tono de ocupado a la parte que está realizando la llamada y todos los circuitos de voz se liberan.

Cuando la línea telefónica de la parte llamada no está ocupada, entonces envía un mensaje de dirección completa *ACM* hacia la central intermedia. Y a su vez la central intermedia que ya ha respondido a la central que originó el mensaje con un mensaje *ACM* solo necesita mantenerlo. La última central manda una señal de alerta al teléfono de la parte llamada y entonces el teléfono empieza a sonar.

No se envían más mensajes hasta que el teléfono que esta sonando sea descolgado. Cuando esto sucede, la central destino percibe un lazo de corriente directa en la interfaz del suscriptor. Entonces la central destino envía un mensaje de respuesta *ANM (Answer Message)* de regreso a la central intermedia. Esta, a su vez, envía el mismo mensaje a la central original el cual conecta la llamada.

Cuando el teléfono se cuelga, la central origen envía un mensaje de liberación *REL* a la central intermedia. Ésta libera los circuitos y envía un mensaje *REL* hacia el siguiente *switch* y un mensaje de liberación completa *RLC (Release Complete)* a la primera central para indicarle que los circuitos ya han sido liberados.

Los mensajes involucrados en la configuración de una llamada (mensajes primitivos y de *SS7*) son mostrados en la siguiente figura 3.25.

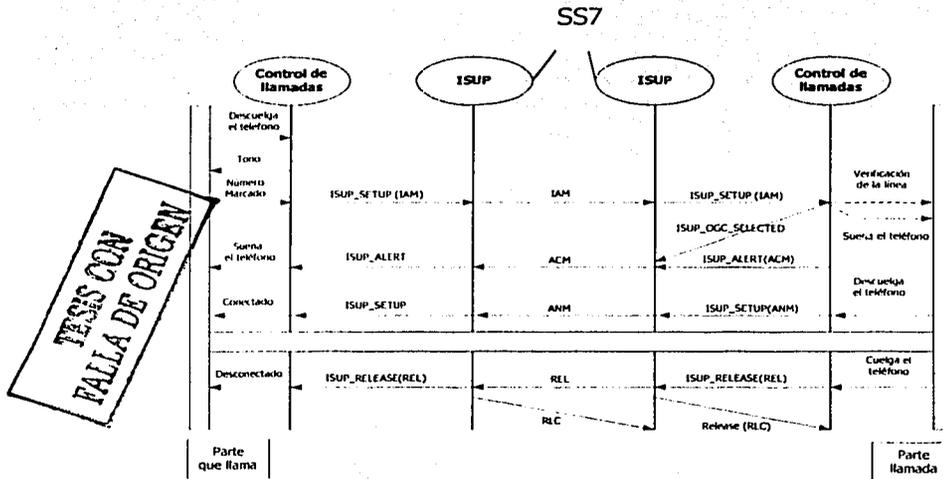


Figura 3.25 Escenario de un establecimiento de llamada en ISUP.

Para una completa especificación de *ISUP* se puede consultar *ANSI.T1.113* e *ITU-TS Q.761-766*.

3.5.7 TCAP (Transaction Capability Application Part)

Cada capa del protocolo *SS7* contiene una funcionalidad que generalmente se describe como "servicios ofrecidos" a la capa superior, sin embargo la parte de aplicación de las capacidades de transacción *TCAP* es la capa del protocolo *SS7* diseñada para transacciones no relacionadas con circuitos y ofrece servicios a las aplicaciones diseñadas por el usuario como por ejemplo *OMAP (Operations, Maintenance and Administration Part)*, *ANSI-41* y *GSM MAP (Global System Module)*. En algunas figuras muestran a *OMAP*, *IS41* y *GSM MAP* como capas separadas y se encuentran arriba de *TCAP*. De hecho están montadas dentro de los procedimientos de *TCAP*. Un análisis de los mensajes usados en cada una, mostraría que son variaciones de *TCAP*. El propósito de *TCAP* es permitir a las aplicaciones intercambiar información a través de señalización, la cual no esta relacionada con circuitos. *TCAP* es usada ampliamente por las locaciones de *switches* para obtener información de las bases de datos (por ejemplo un *SSP* de la base de datos de números 800, un *MSC* de un *HLR*, etc.) o para invocar características en otro *switch* (como *Automatic Callback* o

Automatic Recall). Usando transferencias de mensajes del móvil (*GSM* y *ANSI-41*) también provee procedimientos para actualización de bases de datos. En la red móvil, por ejemplo, aquellos que "vagan" fuera del área de cobertura de la red de una compañía, tienen que pagar por el servicio, éstos son rastreados por la compañía y se transfieren datos para poder mantener el servicio. En este caso el *HLR* es accesado por una nueva compañía (la que presta el servicio en el área en la cual el usuario está "vagando") y se transfiere la información necesaria al *VLR* de la nueva compañía.

En la figura 3.26 se muestra un ejemplo del uso de *TCAP* en el servicio de llamada a un número 800. Un mensaje *TCAP* es enviado desde un *SSP* para obtener la identificación de la compañía que ofrece ese servicio o proveedor de servicios.

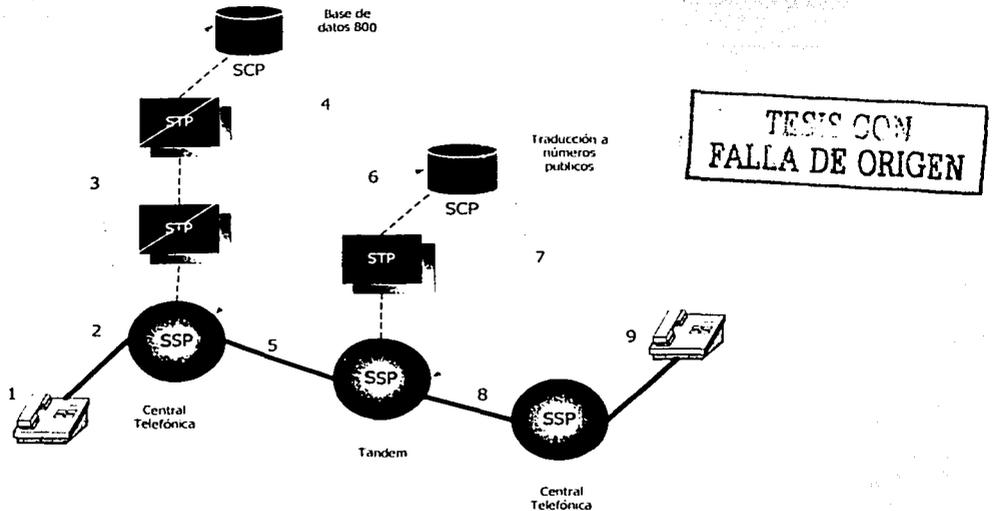


Figura 3.26 Llamada a un número 800.

Secuencia de eventos durante la llamada a un número 800:

1. El suscriptor marca a un número 800.
2. El *switch* local de la central suspende la llamada.
3. Se envía un mensaje *TCAP* a una base de datos local de la central telefónica.
4. La base de datos responde con un código de identificación del proveedor de servicios *CIC* (*Carrier Identification Code*).
5. La llamada es enrutada hacia el proveedor de servicios identificado.
6. Se envía un mensaje *TCAP* en el *tandem* hacia la base de datos 800 para traducción.
7. La base de datos brinda el número telefónico específico (realiza la traducción).
8. La llamada se enruta basándose en el resultado obtenido de la base de datos.
9. Se establece la llamada.

Para aplicaciones en las que se requiere comunicarse con otras entidades, la capa 7 define una entidad funcional para proveer servicios de comunicación, esta se conoce como el elemento de servicios de aplicación *ASE* (*Application Service Element*), éste provee una interfaz de comunicación para la entidad de aplicación. *TCAP* es un ejemplo de un *ASE* ya que define

procedimientos de comunicación para transferencia de información y operaciones de envío de mensajes.

A diferencia de los mensajes relacionados con circuitos, los mensajes *TCAP* no necesitan ser enviados de *switch* a *switch* siguiendo un circuito de voz. En lugar de eso, los mensajes son enviados a locaciones distantes usando los servicios de enrutamiento provistos por *SCCP*. Entonces los mensajes *TCAP* acaban siendo adjuntados a los mensajes de *SCCP*. Las dos capas funcionan juntas, con *SCCP* se provee un enrutamiento especializado y *TCAP* provee la apropiada estructura y parámetros de los mensajes para adquirir y empaquetar el dato. Por lo tanto *TCAP* usa los servicios de *SCCP* quién a su vez usa los servicios de *MTP*. El resultado, es que los mensajes *TCAP* terminan siendo una secuencia dentro del paquete del mensaje, esto se puede apreciar en la figura 3.27. La flecha en el dibujo muestra la dirección del flujo del mensaje, así que la porción de la derecha en el dibujo será la primera en ser recibida.

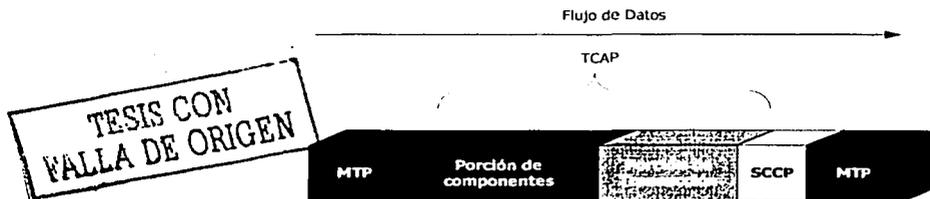


Figura 3.27 Mensaje *TCAP*.

Como se puede observar en la figura, los mensajes *TCAP* consisten de dos subcapas o porciones. La primera es la porción de transacción. La porción de transacción no contiene datos del mensaje, en lugar de esto, consiste de controles del protocolo. Esto empieza con un octeto (tipo de paquete *TCAP*) que identifica el tipo de diálogo.

La porción de transacción indica cuantos octetos de datos contiene el mensaje. Por lo tanto esto se relaciona con el *Transaction ID*. El *Transaction ID* es un valor asignado a un diálogo completo de pregunta/respuesta y permanece constante durante el diálogo. La razón de éste, es porque la aplicación que es la originadora de la pregunta puede tener numerosas preguntas a un mismo tiempo. Algunas de estas preguntas pueden ser breves, transacciones de un paquete. Otras pueden ser transacciones de paquetes múltiples segmentadas adecuadamente por *SCCP*. De cualquier forma el originador de la pregunta necesita ser capaz de correlacionar la pregunta con la información respondida. Esta correlación es proporcionada por un valor identificado, el cual es generado con la pregunta y regresado junto con los datos asociados en la respuesta.

3.5.7.1 Porción de transacción

En la figura 3.28 se muestran los campos que conforman la porción de transacción.

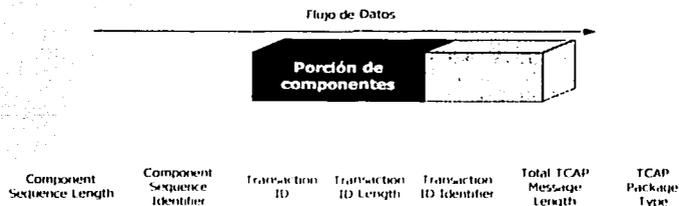


Figura 3.28 Campos de la porción de transacción en los mensajes *TCAP*.

TCAP Package Type

Este campo es llenado por el punto de señalización que hace la pregunta para hacer saber al receptor la naturaleza de la pregunta. Este también contiene datos necesarios para relacionar este mensaje a otros mensajes que pueden ser parte de la misma transacción. A continuación se describen los tipos usados:

- Unidireccional. En un mensaje unidireccional, no se espera respuesta.
- Pregunta con permiso. El punto de señalización que hace la pregunta no espera usar la misma transacción para enviar otros mensajes. Este por lo tanto otorga permiso a la aplicación receptora para liberar los recursos asignados, después de que responda el mensaje.
- Pregunta sin permiso. El punto de señalización que hace la pregunta sí espera usar la misma transacción para enviar otros mensajes. Éste, por lo tanto, no le permite a la aplicación receptora liberar los recursos asignados, después de que responda el mensaje.
- Respuesta. Esta es la respuesta enviada por la aplicación receptora a una pregunta con permiso. El mensaje indica la terminación de la transacción.
- Conversación con permiso. El punto de señalización que recibe la petición para una pregunta (con o sin permiso), le dice al punto de señalización que la originó, que continúe la transacción y otorga permiso para terminarla cuando la transacción se complete.
- Conversación sin permiso. El punto de señalización que recibe la petición para una pregunta (con o sin permiso), le dice al punto de señalización que la originó, que continúe la transacción pero no otorga permiso para terminarla cuando la transacción se complete.
- Aborto. Mientras las normas intentan usar el aborto como un medio para el punto de señalización que origina la transacción para terminarla, éste generalmente es solamente útil cuando se reciben errores del protocolo.

Total TCAP Message Length

Este valor indica el número de octetos que hay desde este punto dentro del flujo de datos hasta el final del mensaje *TCAP* incluyendo todos los componentes y todos los parámetros.

Transaction ID Identifier

Este, mejor puede ser llamado *Transaction ID Indicator*. Este no es el identificador real, es solo un indicador de que el identificador está presente y seguirá.

Transaction ID Length

Con mensajes unidireccionales, no hay *Transaction ID*, por lo tanto este valor sería cero en este caso. Para mensajes no unidireccionales, el nodo que hace la petición provee un *ID* para propósito de correlacionar la pregunta con la respuesta. Tal *ID* será de una longitud de 4 octetos. Algunas veces un componente será enviado al nodo que origina por el nodo que responde y se esperará una respuesta. En tal caso, el nodo que responde llenará el *Transaction ID* original y uno provisto por su propia aplicación. Los dos *IDs* son obviamente mas grandes que un solo *ID*.

Transaction ID

Este es el valor real asignado a la transacción para el propósito de proveer la correlación entre las preguntas enviadas y las respuestas recibidas. Generalmente, el *ID* es proporcionado por el que origina el mensaje. Sin embargo, un segundo *ID* puede ser proporcionado por el que recibe el mensaje, cuando éste considera necesario enviar un mensaje de regreso al que originó el mensaje y anticipar una respuesta.

Component Sequence Identifier

Este valor indica la secuencia de componentes que siguen sin indicar el número real de componentes. En la porción de transacción este código es generalmente considerado para ser parte del encabezado de la porción de componentes.

3.5.7.2 Campos de la porción de componentes

En la figura 3.29 se muestran los campos de la porción de componentes. Los campos de códigos de operación son reemplazados por otros campos en diferentes componentes.

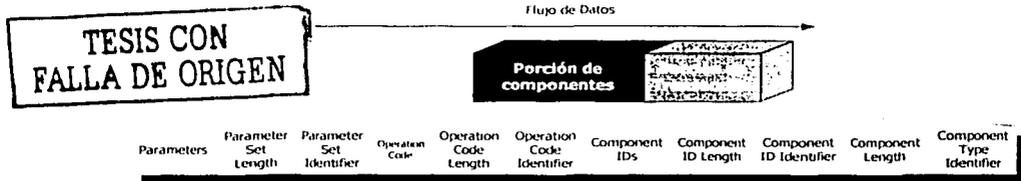


Figura 3.29 Campos de la porción de componentes en los mensajes TCAP.

Component Type Identifier

TCAP usa cuatro tipos de componentes. Dos de éstas hacen uso de dos subtipos ("Last" y "Not Last") El resultado es que este campo puede contener cualquiera de seis tipos de indicaciones. Estas pueden ser las siguientes:

- Componente de invocación. Este componente es usado para petición de una operación específica. Estos generalmente toman la forma de invocación de una característica en una *switch* o de una pregunta a una base de datos (por ejemplo traducción de números 800). Puede haber más de una invocación en una traducción. Si es la última (o única) invocación, el código generalmente incluye una "L" (*last*). Si mas componentes de invocación siguen (en esta transacción) el código generalmente incluye un "NL" (*not last*).
- Componente de regreso de respuesta. Esta componente es en la cual los resultados son regresados. Por ejemplo ésta componente puede ser en donde el SP puede encontrar el número telefónico al cual enrutar una llamada, es decir, esta componente que contiene el resultado de una petición a una traducción de número 800. Como en una invocación puede haber uno o más resultados de regreso en la transacción, el código incluye una "L" (*last*) si es el último (o único) resultado de regreso. Pero si es mas de una componente de resultado de regreso (en esta transacción) el código generalmente incluye un "NL" (*not last*).
- Componente de regreso de error. Como el nombre lo dice, esta componente es generalmente usada para reportar las razones de falla en una operación. Los errores reportados generalmente tienen que ver con los errores generados por la aplicación. Esta componente incluye errores relativos a un uso erróneo de *IDs*, resultados inesperados o parámetros inválidos.
- Componente de rechazo. Esta componente es también usada para reportar errores. Sin embargo, en esta parte los errores son adjuntados con una indicación de que parte del mensaje es la contienen el error. Estos pueden ser reportados, como ocurridos en la porción de transacción o en cualquier otra de las tres componentes.

Componente Length

Este campo indica la longitud (en octetos) de la componente en la cual se encuentra. La porción de componentes puede consistir de múltiples componentes, cada una de las cuales puede tener su propio indicador de longitud.

Componente ID (Identifier)

La presencia de este indicador indica que este componente tiene un *ID* de invocación o que otro *ID* es agregado con el propósito de correlacionar las invocaciones con los resultados regresados. Hay que notar que este *ID* es diferente del *ID* de transacción porque las transacciones pueden involucrar mas de una invocación.

Componente ID Length

La longitud indicada aquí es la del campo de identificación (*ID*). Esta es usada porque el campo *ID* puede variar de 0 (para un mensaje unidireccional) a 4 u 8, dependiendo de si el *ID* representa sólo un *ID* de invocación o una combinación de un *ID* de invocación y un *ID* de correlación.

IDs de Componentes

En este campo puede estar un *ID* (opcional) asignado a un componente de Invocación. Esto no es un requerimiento de red y cuando es usado, es importante solo para el que envía la invocación. Cuando se envía un *ID* de invocación, es obligatorio un *ID* de correlación, para que los componentes que regresan del SP utilicen el valor de correlación con cualquier componente regresada en respuesta a esa invocación.

Los campos que se encuentran entre *Component ID* y *Parameter Identifier* son omitidos en la Componente de Resultados Regresados. En la Componente de Regreso de Error, estos campos son reemplazados por los campos: *Error Code Identifier*, *Error Code Length* y *Error Code*. En las Componentes de Rechazo, estos campos son reemplazados por los campos: *Problem code identifier*, *Problem Code length* y *Problem Code*.

Operation Code Identifier

Este campo transporta un identificador para Redes privadas o nacionales (en *U.S.A.*). Las normas de *ANSI* y Bellcore son implementadas en redes nacionales. Las redes privadas pueden usar su propia codificación internamente, pero cualquier comunicación con otra red (por ejemplo con la *PSTN*) debe ser compatible con *ANSI*.

Operation Code Length

Este campo solamente indica la longitud del código de operación. Para redes *TCAP* nacionales, los valores son siempre de 2 octetos. Estas limitaciones no aplican para redes privadas.

Operation code

Los códigos de operación no están especificados en normas mundiales. En lugar de eso, están considerados para ser dependientes de la aplicación. Generalmente son usados para especificar la operación y como debe ser realizada. A menudo, están separados en dos categorías de tal forma que una parte del código indicará una familia de operaciones mientras otra provee las especificaciones.

Parameter Set Identifier

Este es un solo octeto que identifica los tipos individuales de parámetros. Por ejemplo, este puede ser una marca de tiempo, números o un identificador de red.

Parameter Set Length

La longitud del campo *Parameters* es variable. Su longitud real esta indicada por este campo.

Parameters

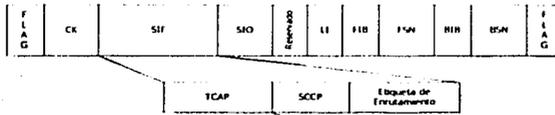
Este campo contiene los valores reales de los parámetros. Por ejemplo si el identificador indica una marca de tiempo, este campo puede contener agrupaciones de octetos que podrán dar el año (2 octetos), el mes (2 octetos), el día (2 octetos), la hora (2 octetos) y los minutos (2 octetos) en números binarios. También puede haber campos que expresen la diferencia entre el tiempo local y el tiempo del meridiano de Greenwich.

El termino *parameter set* usado aquí se refiere al hecho de que los parámetros son agrupados por tipos específicos de datos. En el ejemplo anterior se mostró el uso de la marca de tiempo. Otros parámetros (como el identificador de red o números) contienen datos agrupados por diferentes categorías de datos. No se deben usar todos los parámetros. Los códigos de operación pueden indicar que valores pueden ser seleccionados, por lo tanto con esto se crea un *parameter set* el cual es específico para cada componente.

En la siguiente figura se ilustra un mensaje *TCAP* para invocación de una operación. El componente mostrado en la parte inferior es solo para indicar que el mensaje puede contener numerosas porciones de componentes. Y los identificadores del tipo de paquete se codifican de la siguiente manera:

Tabla 3.5 Códigos para identificar el tipo de paquete.

Código	Atributo
1110 0001	Unidireccional
1110 0010	Pregunta con permiso
1110 0011	Pregunta sin permiso
1101 0100	Respuesta
1110 0101	Conversación con permiso
1110 0110	Conversación sin permiso
1101 0111	Aborto



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

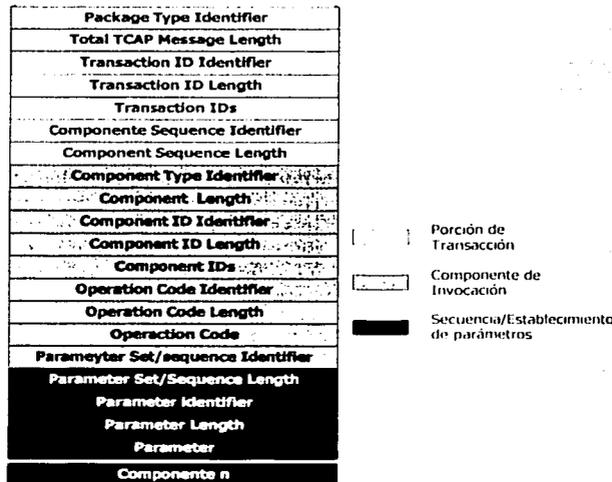


Figura 3.30 Mensaje *TCAP* con componente de invocación.

3.6 Redes inalámbricas

Los elementos básicos de una red de telefonía inalámbrica son el *HLR*, el *MSC* y el *VLR*. Estos elementos de red así como otros adicionales son comunes a los protocolos *ANSI-41* y *GSM-MAP*.

Los modelos de referencia de red, que describen las relaciones e interfases entre elementos de red y las normas asociadas a la parte de aplicación móvil, permiten a los fabricantes de equipos desarrollar sistemas que se puedan ser usados para interoperar con otras redes. La parte de aplicación del móvil *MAP (Mobile Application Part)* que define estos modelos, usa el protocolo *SS7* para soportar una correcta operación intersistema. *MAP* trabaja en conjunto con la capa *TCAP* del protocolo *SS7* para soportar la transferencia de información del suscriptor de una red celular a otra. Los dos protocolos *MAP* predominantes son *ANSI-41* y *GSM MAP*.

En el presente trabajo se enfoca al protocolo *ANSI-41*, ya que su modelo de referencia es la base de la norma *WIN (Wireless Intelligent Network)* para redes inalámbricas inteligentes.

ANSI-41 es un protocolo que habilita la administración de movilidad definiendo la operación intersistema de los elementos de la red inalámbrica. Este protocolo puede ser dividido en dos áreas: la de transferencia de datos y los servicios de aplicación. El área de transferencia de datos usa *MTP* y *SCCP*. Mientras que los servicios de aplicación incluyen *TCAP* y un protocolo específico para operaciones de redes inalámbricas, *MAP*. *MAP* interactúa con *TCAP* para invocar operaciones que requieren el intercambio de mensajes *SS7*. *MAP* se enfoca en tres áreas: *handoff* intersistema, *roaming* automático y operaciones entre sistemas de administración y mantenimiento *OA&M (Operation, Administration and Maintenance)*.

En el siguiente capítulo se describirá más ampliamente el protocolo *ANSI-41* y los servicios que se pueden ofrecer en redes inalámbricas con el uso del mismo, el cuál es la base para el desarrollo de redes inteligentes inalámbricas.

3.7 Arquitectura del protocolo ANSI-41

La partición fundamental dentro de la arquitectura del protocolo *ANSI-41* queda entre los servicios de aplicación y los servicios de transferencia de datos. De acuerdo con *ANSI-41*, los servicios de aplicación comprenden las capas de aplicación, presentación, sesión y transporte, mientras que los servicios de transferencia de datos cubren las capas de red, enlace y física con respecto al modelo de referencia *OSI*.

3.7.1 Servicios de transferencia de datos ANSI-41

Los servicios de transferencia de datos consisten de los servicios de las capas de red, enlace y física definidas por el modelo de referencia *OSI*.

Dos conjuntos de protocolos alternativos fueron recomendados en *IS-41-0* y se han mantenido en la norma hasta estos días:

1. Un conjunto de protocolos basados en *X.25*. Estos protocolos brindan una solución ya disponible y poco compleja. Fue particularmente bien recibida por la aplicación inicial *IS-41* para dirigir facilidades dedicadas entre pares de sistemas de comunicación.
2. Un conjunto de protocolos basados en *SS7*. Estos protocolos anticipan el crecimiento de características del suscriptor llamante y requerimientos en la capacidad de procesamiento. Esto provee una plataforma ideal para la tarea de conexión de múltiples sistemas vía una red dorsal de señalización, como se muestra en la siguiente figura:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

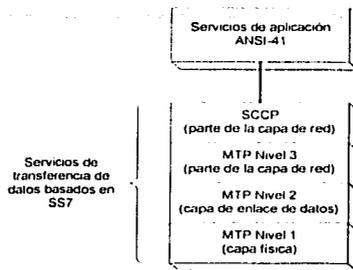


Figura 3.31 Servicios de transferencia de datos usados por los servicios de aplicación ANSI-41.

3.7.1.1 Servicios de transferencia de datos basados en SS7

En ANSI-41, SS7 y X.25 se identifican como "tecnológicamente capaces de soportar los requerimientos" de transferencia de datos ANSI-41, sin embargo, X.25 no brinda una configuración tan aceptable como lo es SS7 que ha sido elegido para el servicio de transferencia de datos ANSI-41, particularmente por grandes compañías.

Los servicios de transferencia de datos ANSI-41 basados en SS7 comprenden la parte de transferencia de mensaje MTP (Message Transfer Part) y la parte de control de la conexión de señalización SCCP (Signaling Connection Control Part) que están especificadas en ANSI T1.111 y ANSI T1.112 respectivamente. De acuerdo a la estructura del protocolo SS7, MTP brinda servicios de las capas física, enlace y una porción de la capa de red; SCCP permite el balance del servicio de capa de red.

Además para aplicaciones internacionales, ANSI-41 define servicios de transferencia de datos basados en SS7 de la ITU-T que consisten de MTP y SCCP especificadas en las recomendaciones Q.701-710 (MTP) y Q.711-714 (SCCP) respectivamente.

Las especificaciones de MTP de SS7 en ANSI-41 se refieren a ANSI T1.111 y a las recomendaciones de la ITU-T Q.701-710 (no hay restricciones o limitaciones en el uso de las normas de MTP).

Sin embargo, las especificaciones de SCCP de ANSI y de la ITU-T se refieren en ANSI-41 a subconjuntos de las normas respectivas de SCCP. Cada revisión de ANSI-41 identifica limitaciones particulares de SCCP. Sin embargo, una característica es común en todas las revisiones: solamente se usa el servicio sin conexión de SCCP. En otras palabras, cada mensaje de SCCP es un "datagrama" que contiene la información de dirección fuente y destino. Los servicios orientados a conexión que están definidos en las normas de SCCP de ANSI y la ITU-T que envuelven el establecimiento y terminación de conexión no están especificados en la arquitectura del protocolo ANSI-41.

3.7.2 Servicios de aplicación ANSI-41

ANSI-41 especifica un solo conjunto de servicios y protocolos de aplicación que comprenden las TCs de SS7 definidas en ANSI T1.114, junto con los servicios y protocolos de aplicación especificados por ANSI-41 conocidos como MAP, como se muestra en la siguiente figura:

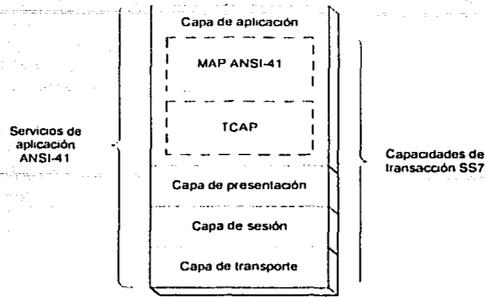


Figura 3.32 Servicios de aplicación ANSI-41.

Se puede notar que mientras los servicios de transferencia de datos SS7 de ANSI y la ITU están soportados en ANSI-41, los servicios de aplicación hacen uso de TCAP de ANSI (el uso de TCAP de la ITU para servicios de aplicación no está definido en ANSI-41).

Las capas de transporte, sesión y presentación que cubren las TCs son capas nulas en ANSI-41, tal como están descritas en ANSI TI.114. Están incluidas en el modelo del protocolo ANSI-41 principalmente para alinearse con la definición de las capacidades de transacción de ANSI. De hecho, en una implementación típica, TCAP podría acceder directamente a los servicios de transferencia de datos, mejor que a través de las interfases de las capas de presentación, sesión y transporte como se muestra en la siguiente figura:

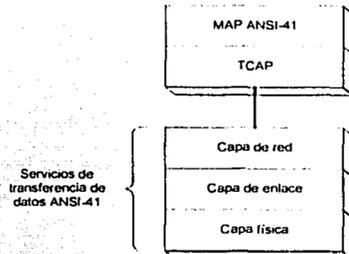


Figura 3.33 Implementación típica de ANSI-41.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

De este modo los servicios de aplicación ANSI-41 están concentrados en las entidades de MAP y TCAP como se muestra en la siguiente figura:

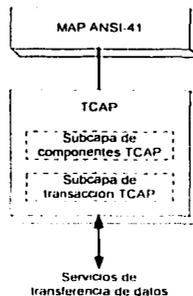


Figura 3.34 Estructura de las entidades MAP y TCAP de ANSI-41.

3.7.2.1 ANSI-41 usa TCAP ANSI

Como ilustra la figura 3.34, *MAP* de *ANSI-41* esta soportada por *TCAP* de *ANSI-41*. *TCAP* está compuesta por dos subcapas:

- La subcapa de componentes. Esta subcapa provee las herramientas de comunicación que *MAP* usa para realizar operaciones *ANSI-41*.
- La subcapa de transacción. Esta subcapa provee las herramientas de comunicación que *MAP* usa para asociar múltiples operaciones como parte de una sola y para hacer transacciones lógicas entre dos entidades funcionales.

El concepto de una operación es clave para *ANSI-41*, como se expone en su título formal "*Cellular Radio Telecommunications Intersystem Operations*." En *ANSI-41* una operación comprende una serie de mecanismos de comunicación que pertenecen a la capa de aplicación como ilustra en la siguiente figura:

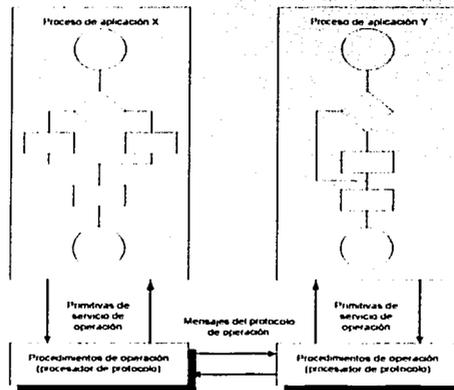


Figura 3.35 Elementos de una operación y la relación entre operaciones y procesos de aplicación.

- Los procedimientos de operación que especifican las reglas que gobiernan la información contenida e intercambiada entre operaciones de usuarios; un conjunto de procedimientos de operación relacionados algunas veces se refiere a un procesador de protocolo.
- Las primitivas de servicio de operación que son usadas por un proceso de aplicación para acceder a las capacidades de comunicación de la operación.
- Los mensajes del protocolo de operación intercambiados entre pares de procesadores de protocolo.

Un proceso de aplicación en una entidad funcional usa operaciones para acceder a otro proceso de aplicación en otra entidad par. Por ejemplo, un proceso de aplicación en un *MSC* usa la operación *LocationRequest* para acceder a un proceso de aplicación particular en un *HLR*; esto implicaría el envío de un mensaje *LocationRequest* del procesador de protocolo del *MSC* al procesador de protocolo del *HLR*. También, si el proceso de aplicación del *HLR* es así definido, el *HLR* puede enviar los resultados de la ejecución del proceso de aplicación al *MSC* usando su propio procesador de protocolo.

La subcapa de componentes *TCAP ANSI* define cada elemento de operación: los procedimientos de manejo de componentes *TCAP* mapean las primitivas de servicio de manejo de componentes en componentes (mensajes). *TCAP* proporciona seis tipos de componentes como las bases para definir una operación, pero solo cuatro de ellas se usan en *ANSI-41*:

1. *Invoke (Last)*. Esta componente se utiliza para solicitar el inicio del proceso de aplicación remoto.
2. *Return Result (Last)*. Esta componente se usa para devolver los resultados del proceso de aplicación ejecutado.
3. *Return Error*. Esta componente reporta la conclusión no exitosa de un proceso de aplicación invocado.
4. *Reject*. Esta componente reporta el ingreso y rechazo de una componente o transacción incorrecta.
5. *Invoke (Not Last)*. Esta componente no se usa en *ANSI-41*.
6. *Return Result (Not Last)*. Esta componente no se usa en *ANSI-41*.

Además, la subcapa de transacción *TCAP ANSI-41* proporciona siete "tipos de paquetes" para definir asociaciones de operación, solo cinco de las cuales se usan en *ANSI-41*:

1. Pregunta con permiso. Este paquete inicia una transacción *TCAP* e informa el nodo destino que puede finalizarla.
2. Pregunta sin permiso. Este paquete inicia una transacción *TCAP* e informa el nodo destino que no puede finalizarla.
3. Conversación con permiso. Este paquete continúa una transacción *TCAP* e informa el nodo destino que puede finalizarla.
4. Conversación sin permiso. Este paquete continúa una transacción *TCAP* e informa el nodo destino que no puede finalizarla.
5. Respuesta. Este paquete finaliza la transacción *TCAP*.
6. unidireccional. Este paquete no se usa en *ANSI-41*.
7. Abortar. Este paquete no se usa en *ANSI-41*.

3.7.2.2 Parte de aplicación del móvil de ANSI-41

La "personalidad móvil" de la arquitectura del protocolo *ANSI-41* se encuentra en la parte de aplicación del móvil o *MAP* del mismo. Otras arquitecturas de protocolo construidas sobre las capacidades de transacción de *SS7* – junto con servicios de transferencia de datos apropiados – para soportar aplicaciones distribuidas de red de telecomunicaciones (por ejemplo, el servicio de base de datos de número 800). Sin embargo, *MAP* está definido específicamente para aplicaciones distribuidas de red de telecomunicaciones móvil.

Se considera que *MAP* comprende dos conjuntos de funciones (figura 3.36):

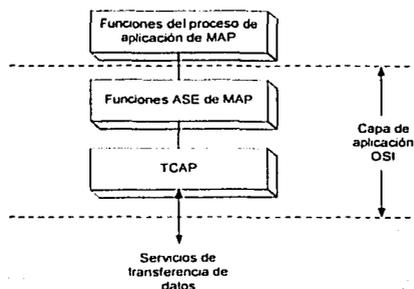


Figura 3.36 Funciones MAP.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Las funciones de comunicaciones – además llamadas funciones de elemento de servicio de aplicación *ASE (Application Service Element)* – dentro de una entidad funcional de red móvil (por ejemplo, un *HLR*) que se consideran parte de la capa de aplicación *OSI*.
- Las funciones de procesamientos de datos – además llamadas procesos de aplicación – dentro de una entidad funcional de red móvil que se consideran que están arriba de la capa de aplicación *OSI* y hacen uso de las funciones *ASE* de *ANSI-41*.

Las funciones *ASE* de *MAP* son las operaciones específicas de *MAP* definidas usando *TCAP*, tales como *LocationRequest*, *RoutingRequest* y *QualificationDirective* (discutidas en el siguiente capítulo). Los componentes de estas operaciones, como *LocationRequest Invoke* y *LocationRequest Return Result* se conocen como mensajes. Junto con las funciones de transacción ofrecidas por *TCAP*, las funciones *ASE* de *MAP* representan un amplio conjunto de capacidades de comunicación para procesos de aplicación.

Los procesos de aplicación *MAP* extienden el alcance de *ANSI-41* más allá de la capa de aplicación *OSI*.

3.7.2.3 Una interfaz de servicio de aplicación MAP de ANSI-41

Una implementación de *ANSI-41* diseñada sobre los conceptos de las capas *OSI*, probablemente incluiría una interfaz definida entre los procesos de aplicación *MAP* y las funciones *ASE*. Esta interfaz separa las funciones de procesamiento de datos de *ANSI-41* de las funciones únicamente relacionadas con comunicaciones (por ejemplo, las funciones *ASE*). Sin embargo, esta interfaz no está definida en *ANSI-41*, ya que representa una interfaz interna encontrada en una implementación de *ANSI-41*. La siguiente figura ilustra un modelo básico para dicha interfaz, conocida como interfaz de servicio de aplicación *ASI (Application Service Interfaz)*:

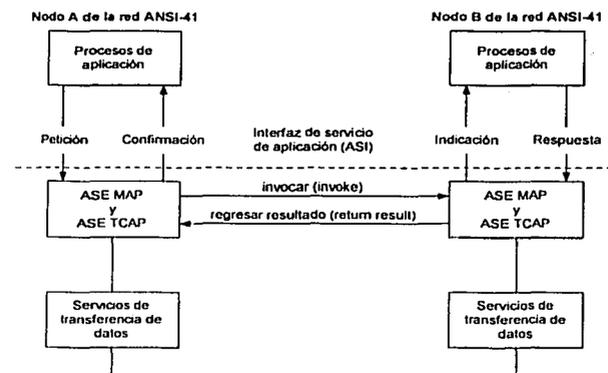


Figura 3.37 Modelo de una interfaz de servicio de aplicación ANSI-41.

Como se muestra en la figura anterior, la *ASI* de *MAP* consiste de un conjunto de primitivas de servicio del estilo *OSI* de los siguientes tipos:

1. Primitiva de petición. Este tipo de primitiva permite a un usuario de servicio A invocar un proceso de aplicación en un usuario remoto de servicio B.
2. Primitiva de indicación. Este tipo de primitiva le permite a la *ASE* de *MAP* indicar al usuario de servicio B que un usuario de servicio ha solicitado una invocación del proceso de aplicación, por lo que inicia el proceso en B.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3. Primitiva de repuesta. Este tipo de primitiva permite al usuario de servicio B enviar al usuario de servicio A los resultados de la ejecución del proceso de aplicación.
4. Primitiva de confirmación. Este tipo de primitiva permite a la ASE de MAP notificar al usuario de servicio A de la respuesta proporcionada por el usuario de servicio B.

Cada primitiva *ASI* de *MAP* tiene asociada una función *ASE* de *ANSI-41*; por ejemplo, emitir una primitiva *ASI* llamada *MAP-LocationRequest-REQUEST* resulta en la transmisión de una unidad de datos del protocolo de aplicación *APDU* (*Application Protocol Data Unit*) – consistiendo de la componente de operación de *ANSI-41* (por ejemplo, *LocationRequest Invoke*) contenida en un paquete *TCAP* (por ejemplo, pregunta con permiso) – entre pares de *ASEs* de *MAP*. Las mayoría de las funciones *ASE* de *ANSI-41* son confirmadas y accesadas usando los tipos de primitivas *ASE*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

h21

4 ANSI-41

Las operaciones normalizadas son necesarias para el funcionamiento de sistemas de red, ya que la movilidad del suscriptor se soporta entre diferentes redes proveedoras de servicio que usan equipos desarrollados por diferentes fabricantes. El comité *TR-45* de la *TIA* se estableció en 1983 para desarrollar normas para tecnología inalámbrica. La versión inicial de la especificación *ANSI-41* titulada *Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations*, se publicó como una norma provisional por el subcomité *TR-45.2* de la *TIA* en los comienzos de 1988. Como contribuyentes a esta norma se incluyeron compañías proveedoras de servicio inalámbrico y compañías fabricantes de equipo de red. Las compañías proveedoras de servicio son clientes de las compañías fabricantes de equipo de quienes compran el equipo para desarrollar sus redes.

Sin una solución normalizada para operaciones intersistema, podría ser difícil para los proveedores de servicio inalámbrico comprar equipo de diferentes fabricantes y dar movilidad al suscriptor entre sistemas inalámbricos. La especificación *ANSI-41* resuelve este problema y continúa haciéndolo. Han habido cinco subsecuentes revisiones para la norma inicial *IS-41* de la *TIA* (Revisiones A, B, C, D, y E). Cada revisión provee información adicional a la versión anterior de la norma.

Desde la publicación inicial de *ANSI-41* y el crecimiento de las redes basadas en la especificación, el término *red ANSI-41* se tomo para describir a las redes inalámbricas basadas en la norma. Este término es genérico y describe alguna red que usa operaciones intersistema *ANSI-41* para dar movilidad a los suscriptores. Sin embargo, estas redes además usan otros protocolos, normalizados y propios para brindar funciones que no estan dentro del alcance de *ANSI-41*.

4.1 Modelo de referencia de red ANSI-41

Un modelo de referencia de red es un diagrama que ilustra las entidades de una red y las interfases entre estas entidades. El modelo comprende las definiciones de las entidades, las interfases entre ellas y muestra una representación gráfica del sistema de telecomunicaciones inalámbrico como un todo. Las entidades de red pueden representar nodos físicos de red que contienen una o más funciones o pueden representar solamente funciones de red lógica. El modelo se puede usar para facilitar la definición, descripción de funciones y protocolos que pueden ser normalizados en la red. Un modelo de referencia de red se usa como la base para una variedad de implementaciones de red, no como una descripción de un proyecto de red verdadero.

El modelo de referencia de red es un modelo lógico y físico que consiste de entidades funcionales lógicas y físicas y puntos de referencia de interfaz. Este modelo particular no intenta explicar una implementación física; sin embargo, como forma practica, algunas entidades funcionales son representativas de dispositivos físicos separados. Un ejemplo de esto es la *MS*, originalmente conocida como estación celular del suscriptor *CSS* (*Cellular Subscriber Station*).

4.1.1 Origen del modelo de referencia de red

La primera versión de *ANSI-41* (*IS-41* Revisión 0) no define explícitamente un modelo de referencia de red. De hecho, *IS-41-0* consideró solamente una interfaz, entre un sistema inalámbrico visitado y el sistema inalámbrico local del suscriptor. No hubo una descomposición de cada sistema en *switches*, registros de localización y otras entidades funcionales que fueron requeridas en *IS-41-0*, así que solamente el *handoff* intersistema básico y las funciones de validación de suscriptor fueron especificadas; no hubo necesidad para un modelo de referencia de red, dados estos requerimientos básicos normalización.

El primer modelo de referencia de red *ANSI-41* se especificó en la Revisión A de *IS-41* (*IS-41-A*) y no se modificó hasta la Revisión C de *IS-41* (*IS-41-C*) varios años más tarde. El modelo se derivó de la versión original de Recomendación de la *CCITT* Internacional *Q.1051*, la cual especifica las interfaces y el protocolo de aplicación para redes móviles terrestres públicas. Solamente se hicieron pocos cambios al modelo *CCITT* para la aplicación de redes *ANSI-41* en América del Norte.

4.1.2 Entidades funcionales originales de ANSI-41 (IS-41-0)

- *Cellular Subscriber Station (CSS)*
- *Base Station (BS)*
- *Mobile Switching Center (MSC)*
- *Home Location register (HLR)*
- *Visitor Location Register (VLR)*
- *Authentication Center (AC)*
- *Equipment Identity Register (EIR)*
- *Public Switched Telephone Network (PSTN)*
- *Integrated Services Digital Network (ISDN)*

Equipment Identity Register

El equipo de registro de identidad *EIR* (*Equipment Identity Register*) es la entidad funcional que representa la base de datos de depósito para los datos relacionados con el equipo móvil. Un ejemplo podría ser una base de datos de los números de serie electrónicos del equipo móvil junto con el estado del equipo. Dicha base de datos podría asistir en prevenir equipo fraudulento que trata de acceder a los servicios de la red. Sin embargo, las funciones del *EIR* no se definen en ninguna norma de la *TIA*.

Public Switched Telephone Network

La red telefónica pública conmutada *PSTN* (*Public Switched Telephone Network*) es la entidad funcional que representa una red completamente separada de la red de telecomunicaciones inalámbrica. La *PSTN* se refiere a la red de telefonía alámbrica que brinda servicios al público en general. Comúnmente se accede a la *PSTN* por teléfonos ordinarios, troncales *PBX* (*Private Branch Exchange*) y equipo de transmisión de datos. La interfaz entre el *MSC* y la *PSTN* representa las capacidades para originar llamadas de teléfonos inalámbricos a teléfonos alámbricos y para terminar llamadas de teléfonos alámbricos a teléfonos inalámbricos.

Integrated Services Digital Network

La red digital de servicios integrados *ISDN* (*Integrated Services Digital Network*) es la entidad funcional que representa una red completamente separada de la red de telecomunicaciones inalámbrica. Se refiere a la red alámbrica que incrementa los servicios digitales sobre líneas de transmisión digitales para terminales digitales. Se accede comúnmente a la *ISDN* por computadoras y equipo de *switches* empleando adaptadores digitales que interpretan las señales digitales *ISDN* para servicios de alta velocidad y ancho de banda. La interfaz entre el *MSC* y la *ISDN* representa las capacidades para originar llamadas de teléfonos inalámbricos a destinos dentro de la *ISDN* (por ejemplo a sistemas de correo de voz) y para terminar llamadas de la *ISDN* a teléfonos inalámbricos.

4.1.3 Entidades funcionales de la segunda generación de ANSI-41 (IS-41-C)

La segunda generación del modelo de referencia de red *ANSI-41* se especificó en la Revisión C de *ANSI-41* (*IS-41-C*). Los siguientes cambios fueron hechos al modelo de referencia original:

- El nombre de la *CSS (Cellular Subscriber Station)* se cambió a *MS*. El cambio se implementó para hacer la terminología de teléfono móvil más consistente con el uso común de la industria.
- Se agregaron las entidades funcionales e interfaces de servicio de mensajes cortos *SMS (Short Message Service)*. *SMS* es un conjunto de servicios que soporta el almacenamiento y transferencia de mensajes de texto cortos (200 bytes o menos) a través de la red inalámbrica.

4.1.3.1 Las entidades funcionales para SMS

Las entidades funcionales para el servicio de mensajes cortos son:

- *Message center (MC)*
- *Short Message Entity (SME)*

La entidad de mensajes cortos *SME (Short Message Entity)* es una entidad funcional que puede originar mensajes cortos, terminar mensajes cortos o ambos. Básicamente, *SME* es un término genérico para cualquier entidad que puede enviar o recibir mensajes cortos vía el *SMS* de *ANSI-41*. Una *SME* puede estar asociada con una entidad funcional de *ANSI-41* (por ejemplo un *HLR*, *MC* o *MSC*) o asociada con una entidad externa de *ANSI-41*. Una estación móvil además requiere funcionalidad de la *SME* para soportar la transmisión de mensajes cortos originados en el móvil y la recepción de mensajes cortos terminados en el móvil.

4.1.4 Entidades funcionales actuales de ANSI-41

El modelo de referencia actual de *ANSI-41* se especifica en *TIA/EIA/TSB100*. Los siguientes cambios se hicieron al modelo de referencia de red de segunda generación (*IS-41-C*):

- Se agregaron las entidades funcionales e interfaces para la provisión de servicios sobre el aire *OTASP (Over-the-air Service Provisioning)*.
- Se agregó la base de datos de portabilidad de número *NPDB (Number Portability Database)*.
- Se agregaron la red de paquetes de datos pública *PPDN (Public Packet Data Network)* y la función intertrabajo *IWF (Interworking Function)*.

La siguiente figura muestra el actual modelo de referencia de red *ANSI-41*:

provisión de servicio. Como una entidad funcional lógica, la *OTASP* puede ser una entidad física separada o localizada dentro del *HLR* o *MC* y puede ser indistinguible de estos. La *OTASP* emplea operaciones de servicio de mensajes cortos *ANSI-41* para transferir información de provisión de servicio entre el *VLR* asistente y el *HLR* para soportar la nueva suscripción.

Customer Service Center

El centro de servicio al cliente *CSC (Customer Service Center)* es una entidad funcional donde el proveedor de servicio recibe información (normalmente en la forma de una llamada telefónica) de un nuevo cliente deseando suscribirse al servicio inalámbrico o para pedir cambios en el servicio ya existente. El *CSC* usa interfaces propietarias e interfaces dependientes de la implementación con la *OTASP* para operar la red y la estación móvil, y así acoplar el proceso de provisión de servicio.

Public Packet Data Network

La red pública de paquetes de datos *PPDN (Public Packet Data Network)* es la entidad funcional que representa una red completamente separada de la red de telecomunicaciones inalámbrica. Se refiere a la red de paquetes conmutados de datos que brinda servicios sobre enlaces para terminales digitales. Comúnmente se accede a la *PPDN* por terminales de datos digitales, por ejemplo, una estación móvil (*TDMA, CDMA*, u otro protocolo de paquetes de datos), una computadora personal, un asistente de datos personal o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y recibir paquetes conmutados de datos. Actualmente la aplicación más común de una *PPDN* es Internet, cuyo protocolo de red es el Protocolo de Internet *IP (Internet Protocol)* de paquetes conmutados. La interfaz entre el *MSC* y la *PPDN* representa las capacidades para originar la transmisión de paquetes conmutados de datos de teléfonos inalámbricos a destinos dentro de la *PPDN* (por ejemplo Internet) y para terminar la transmisión de paquetes conmutados de datos de la *PPDN* a teléfonos inalámbricos.

Interworking Function

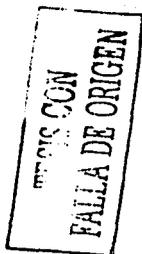
La función intertrabajo *IWF (Interworking Function)* es la entidad funcional que realiza la conversión de protocolos entre dos entidades de la red inalámbrica. La definición en *ANSI-41* es extensa, pero típicamente la *IWF* soporta la conversión entre protocolos de transmisión de circuito conmutado y paquete conmutado. Algunas veces la *IWF* es necesaria para soportar la transmisión entre entidades de red de paquete conmutado (por ejemplo un enrutador *IP*) y circuito conmutado (un *MSC*). Una de las principales funciones de una *IWF* es el soporte de paquetes de datos para dispositivos basados en circuitos (una estación móvil diseñada principalmente para servicios de telefonía de voz) y datos de circuito (telefonía de voz) para dispositivos basados en paquetes de datos (terminales de voz sobre *IP*).

La **tabla 4.1** muestra los puntos de referencia de interfaz en *ANSI-41* y la norma actual donde están indicadas (las interfases en negritas representan las interfases normalizadas por *ANSI-41*).

Tabla 4.1 Puntos de referencia de interfaz en *ANSI-41*.

Interfaz	Entidades funcionales usando la Interfaz	Norma que la especificada
<i>A</i>	<i>BS-MSC</i>	<i>ANSI/TIA/EIA-634</i>
<i>A</i>	<i>MSC-PSTN</i>	<i>ANSI/TIA/EIA-93</i>
<i>B</i>	<i>MSC-VLR</i>	<i>ANSI-41-E</i>
<i>C</i>	<i>MSC-HLR</i>	<i>ANSI-41-E</i>
<i>D</i>	<i>HLR-VLR</i>	<i>ANSI-41-E</i>
<i>D</i>	<i>MSC-ISDN</i>	<i>ANSI/TIA/EIA-93</i>
<i>D</i>	<i>VLR-OTAF</i>	<i>TIA/EIA/IS-725</i>
<i>E</i>	<i>MSC-MSC</i>	<i>ANSI-41-E</i>
<i>F</i>	<i>MSC-EIR</i>	no normalizada
<i>G</i>	<i>VLR-VLR</i>	no normalizada
<i>H</i>	<i>HLR-AC</i>	<i>ANSI-41-E</i>
<i>M</i>	<i>MC-SME</i>	<i>ANSI-41-E</i>





Interfaz	Entidades funcionales usando la interfaz	Norma que la especificada
M_2	MC-MC	ANSI-41-E
M_3	SME-SME	ANSI-41-E
N	MC-HLR	ANSI-41-E
N_1	HLR-OTAF	TIA/EIA/IS-725
P	MSC-PPDN, PPDN-IWF	no normalizada
Q	MC-MSC	ANSI-41-E
U_m	MS-BS	ANSI/TIA/EIA-691, ANSI/TIA/EIA-95, ANSI/TIA/EIA-136
X	OTAF-CSC	no normalizada
Z	MSC-NPDB	ANSI/TIA/EIA-756

4.2 Identificación inalámbrica

Antes de que se explique a detalle el protocolo *ANSI-41*, es importante aclarar algunos conceptos básicos de la red inalámbrica, aunque no estén especificados en el mismo. Esto permitirá un mejor entendimiento del alcance del protocolo y pone a la red de telecomunicaciones inalámbrica desde la perspectiva de *ANSI-41*. En esta sección se describen de manera general todas las categorías de identificación en la red inalámbrica que se utilizan en las funciones normalizadas por *ANSI-41*.

4.2.1 Identificación del suscriptor

La identificación del suscriptor se refiere a la identificación de un perfil de servicio. En redes *ANSI-41* esta identificación se relaciona con la grabación del perfil de suscripción y servicio del suscriptor que se mantiene en el *HLR*.

Una *ID* única del suscriptor se usa para registrar y calificar a un suscriptor para servicio; sin embargo, la *ID* de suscriptor se usa además para permitir todas las funciones de red pertenecientes a un suscriptor individual. La *ID* de suscriptor en la mayoría de las redes *ANSI-41* es una concatenación de dos parámetros únicos: el número de identificación móvil *MIN* (*Mobile Identification Number*) y el número de serie electrónico *ESN* (*Electronic Serial Number*). En muchas operaciones de *ANSI-41*, solamente se usa el *MIN* para identificar a suscriptor. La combinación *MIN-ESN* se usa principalmente para las funciones de registro y autenticación.

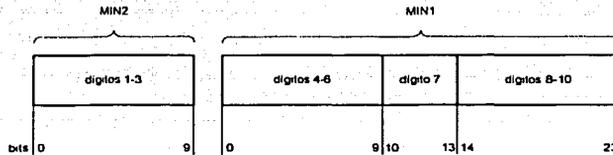
4.2.1.1 Número de identificación móvil

El *MIN* es el parámetro más importante que se usa en redes *ANSI-41*. Es un número decimal único de 10 dígitos que esta programado dentro de la *MS*. Este valor único lo asigna al suscriptor móvil el proveedor de servicio inalámbrico. Este *MIN* se transmite sobre la interfaz de aire (no importando que norma de radio se use) durante el registro para informar a la red de la identidad de la estación móvil accediendo a la red. El *MIN* se usa además como campo clave para acceder al registro del perfil de servicio del suscriptor que se encuentra grabado en el *HLR*. La grabación del perfil de servicio contiene la localización, estado actual del suscriptor y otra información relacionada con el suscriptor, como lo son las características suscritas y estado del crédito.

EL formato del parámetro *MIN* de 10 dígitos que se usa en la red *ANSI-41* ocupa 40 bits, con cada dígito codificado como 4 bits. El mismo valor del *MIN* de 10 dígitos que se transmite sobre la interfaz de aire (*AMPS*, *TDMA* o *CDMA*) se codifica especialmente en dos campos: el *MIN1* de 24 bits y el *MIN2* de 10 bits. La traducción entre estos dos formatos de código se puede operar en la *BS* o en el *MSC asistente*. El valor transmitido sobre la interfaz de aire es de pocos bits debido a la importancia de conservar el ancho de banda, ya que es el recurso más limitado en sistemas celulares inalámbricos. La siguiente figura muestra los dos formatos del *MIN*.

digito 1	digito 2	digito 3	digito 4	digito 5	digito 6	digito 7	digito 8	digito 9	digito 10	
bits 0	3 4	7 8	11 12	15 16	19 20	23 24	27 28	31 32	35 36	39

Número de identificación del móvil (MIN) ANSI-41



Número de identificación del móvil (MIN) en la interfase de aire

Figura 4.2 Formatos del MIN.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El MIN originalmente se diseñó para contener un número de 10 dígitos del Plan de Numeración de América del Norte NANP (*North America Numbering Plan*), ya que el MIN intento ser un número de directorio del suscriptor (el número de teléfono marcabable), así como la ID del suscriptor para señalización de red. Esto fue debido a que los primeros sistemas celulares se diseñaron solamente para América del Norte incorporaron conceptos del sistema alámbrico.

Desde la perspectiva del protocolo ANSI-41, el MIN es puramente el identificador único del suscriptor y la suscripción móvil. En la mayoría de las implementaciones, el MIN también es el número de directorio marcabable de la MS. Sin embargo, esto no es un requisito y el MIN no se especifica como número de directorio del suscriptor en ANSI-41. EL número de directorio móvil MDN (*Mobile Directory Number*) sirve para este propósito.

4.2.1.2 Número de serie electrónico

EL ESN es un único número serial de 32 bits que se encuentra cargado permanentemente en el equipo de la MS por el fabricante. Identifica a una MS en vez de un suscriptor o una suscripción. Los circuitos internos que proporcionan el ESN están normalmente aislados del contacto fraudulento. La siguiente figura muestra el formato del ESN.

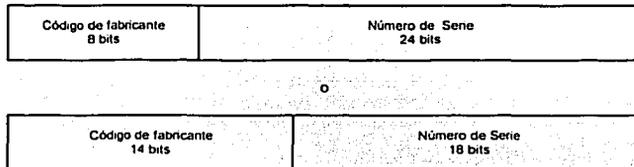


Figura 4.3 Formatos del ESN.

El ESN consiste de un código de fabricante y un número serial. Actualmente hay dos formatos para el ESN. El primero y más común usa un código de fabricante de 8 bits y un número de serie de 24 bits para dicho código de fabricante. Debido al incremento de números de código de fabricante (muchos fabricantes mantienen múltiples códigos para diferentes modelos de MSs), el código de fabricante se incremento a un código de 14 bits con un número de serie de 18 bits. El MIN y el

ESN se usan en conjunto para identificar un suscriptor pero únicamente para funciones de *roaming* automático.

La estación móvil esta siempre vinculada a una suscripción inalámbrica en *ANSI-41*. Y esto representa un problema para los suscriptores que necesitan cambiar la *MS*, ya que la suscripción tiene que ser modificada para la nueva estación móvil con un nuevo *ESN*.

4.2.1.3 Identidad internacional de la estación móvil

La identidad internacional de la estación móvil *IMSI* (*Internacional Mobile Station Identity*) es un identificador único que se encuentra especificado en la Recomendación *E.212* de la *CCITT*. La estructura de la *IMSI* se muestra en la siguiente figura:

TEXTO CON
FALLA DE ORIGEN

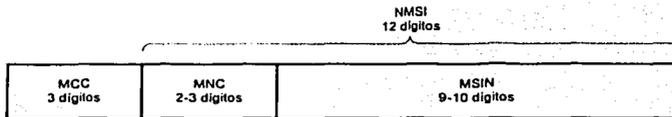


Figura 4.4 Identidad Internacional de la estación móvil (*IMSI*).

La *IMSI* consiste de hasta 15 dígitos (0-9), donde los primeros tres dígitos son el código de país móvil *MCC* (*Mobile Country Code*), el cual representa el país donde se brinda el servicio inalámbrico. Los dígitos restantes son la identidad nacional de la estación móvil *NMSI* (*Nacional Mobile Station Identity*). La *NMSI* consiste de dos campos: el código de red móvil *MNC* (*Mobile Network Code*) y el número de identificación de estación móvil *MSIN* (*Mobile Station Identification Number*). El *MNC* es un código de 2 ó 3 dígitos que identifica la red a la que pertenece el suscriptor. El *MSIN* es un campo de 9 dígitos que identifica un suscriptor dentro de una red y dentro de un país. La *IMSI* mejora con respecto al *MIN*, ya que da una clara identificación del país y la red a la que pertenece el suscriptor.

La *IMSI* se usa en el Sistema Global para Comunicaciones Móviles *GSM* (*Global System for Mobile communications*). Sin embargo, la *IMSI* en *GSM* representa la identidad internacional del suscriptor móvil, para hacer que la identificación de un suscriptor este separada de la estación móvil. La *IMSI* no se usa para marcado o propósitos de enrutamiento de llamada a través de la *PSTN*, *ISDN* o *PPDN*. Se usa para identificar un suscriptor en las funciones de señalización *GSM*.

La *IMSI* es un importante y poderoso mecanismo para identificar suscriptores inalámbricos. En una *MS* que emplea una tarjeta inteligente (*smart card*) que es conocida como el módulo de identidad del suscriptor o *SIM* (*Subscriber Identity Module*) en *GSM*, la *IMSI* esta normalmente contenida en la tarjeta. En *MSs* que no operan con *smart card*, la *IMSI* esta contenida en la estación móvil. Cuando la *IMSI* se usa como el único identificador en la *smart card*, se permite la separación de la identidad del suscriptor de la identidad de la estación móvil. En este caso, la suscripción no esta vinculada a la *MS*. El suscriptor puede usar otro equipo de estación móvil compatible sin cambiar la suscripción.

El uso de la *IMSI* brinda a la red *ANSI-41* un método alternativo para identificar un suscriptor en lugar del par *MIN-ESN*. Cuando la *IMSI* se usa, reemplaza al par *MIN-ESN* para identificar un suscriptor en toda la red *ANSI-41* (aunque el *ESN* es todavía un parámetro obligatorio en algunos mensajes *ANSI-41* y es necesario para funciones como autenticación). Reemplazar el único identificador obligatorio de un suscriptor requiere modificaciones a los *MSCs*, *VLRs* y *HLRs* en la red del proveedor de servicio inalámbrico, así como la facturación, provisión y sistemas de operaciones, administración y mantenimiento *OA&M* (*Operations, Administration, and Maintenance*). La transición para el uso de la *IMSI* es muy costosa y las redes *ANSI-41* se llegarán

a requerir para soportar el par *MIN-ESN* y la *IMSI* como identificadores de un suscriptor inalámbrico durante la transición.

A partir de Diciembre del año 2000, los únicos teléfonos con *smart card* que pueden operar en la red *ANSI-41* son aquellos que se usan para propósitos de roaming con *GSM/AMPS* en modo dual.

4.2.2 Identidad temporal de la estación móvil

La identidad temporal de la estación móvil *TMSI* (*Temporary Mobile Station Identity*) es un alias para la *IMSI*. Este alias se usa para propósitos de seguridad y lo asigna dinámicamente el *VLR*, el cual almacena el valor *IMSI* y mapea una *TMSI* aleatoria para la *IMSI*. La *TMSI* se usa como la *MSID* (*Mobile Station Identity*) entre la *MS* y el *MSC/VLR* en lugar del *IMSI*. Este mecanismo impide que la *IMSI* se pueda obtener de la interfaz de aire y pueda ser cambiada por la red y enviada a la estación móvil con base a un número de eventos. Estos eventos incluyen apagar la *MS*, abandonar el registro o algún otro evento dependiente de la implementación que es determinado por el *VLR*.

Un beneficio adicional de la *TMSI* es que es más corto que la *IMSI* o el *MIN*, por ejemplo, en sistemas *TDMA*, la *TMSI* puede ser de 20 o 24 bits en longitud, contra el *MIN* de 34 bits y el *IMSI* de 50 bits. Esto ofrece eficiencias prácticas de búsqueda (*paging*).

4.2.3 Identificación del MSC

Desde la perspectiva de *ANSI-41*, la localización actual de un suscriptor se guardada en el HLR como la identificación del *MSC* (*MSC ID*) del sistema actualmente sirviendo al suscriptor. La *MSC ID* es un número único de tres bytes que identifica cada *MSC* en la red y el grupo de células asociadas con ese *MSC*. La estructura de la *MSC ID* se muestra en la siguiente figura:

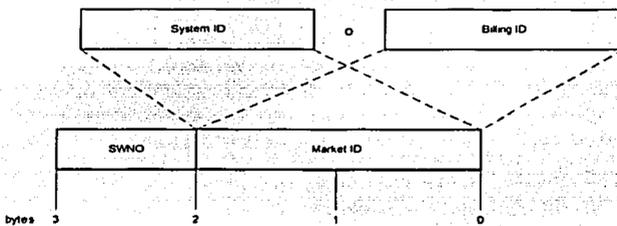


Figura 4.5 Formato de la *MSC ID*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La *MSC ID* es una concatenación de dos parámetros, la identidad de mercado de dos bytes (*Market ID*) y el número de *switch* de un byte *SWNO* (*Switch Number*). El *SWNO* identifica a una *MSC* dentro de una área de mercado definida. Los valores *SWNO* se asignan para cada *MSC* por el proveedor de servicio. La *market ID* está dividida en dos rangos de valores: la identidad de sistema *SID* (*System ID*) y la identidad de facturación *BID* (*Billing ID*). El parámetro *SWNO* es asignado por el proveedor de servicio para identificar cada *MSC* dentro de un determinado mercado que está identificado por un *SID* o un *BID*.

4.2.3.1 SIDs

Las *SIDs* son valores de 15 bits asignados por la *FCC*, dichos valores son distribuidos a cada proveedor de servicio inalámbrico.

Para redes inalámbricas, las *SIDs* se asignan para cada área geográfica de servicio celular *CGSA* (*Cellular Geographic Service Area*) cubierta por una compañía autorizada. *CGSAs* representan las áreas geográficas que están autorizadas para los proveedores de servicio en 800 MHz (banda A y B). Una *CGSA* se puede designar como un área metropolitana estadística *MSA* (*Metropolitan Statistical Area*) o un área de servicio rural *RSA* (*Rural Service Area*).

Para redes *PCS*, las *SIDs* se asignan a cada área de comercio cubierta por una compañía autorizada. Las áreas de comercio representan las áreas geográficas que están autorizadas para los proveedores de servicio en 1900 MHz (de la banda A a la F). Un área de comercio se puede designar como un área de comercio mayor *MTA* (*Major Trading Area*) o una área de comercio básico *BTA* (*Basic Trading Area*).

El parámetro conocido como *SID* local (*home SID*) esta programado dentro de cada estación móvil valida. Esta *SID* local representa la *SID* del área de servicio local del suscriptor. Cuando un suscriptor esta vagando y la *SID* local cargada en la *MS* no es igual a la *SID* transmitida por el sitio celular del sistema asistente, esto causa que aparezca el indicador "ROAM" en la *MS*, indicando que el suscriptor no esta siendo servido por el sistema local. La *SID* local nunca se transmite de la *MS* a la red.

4.2.3.2 **BIDs**

Los *BIDs* son valores de 15 o 16 bits asignados por *CIBERNET*, una organización corporativa que esta subsidiada por la Asociación de Telecomunicaciones Celulares e Internet *CTIA* (*Cellular Telecommunications & Internet Association*). Los valores *BID* pueden ser asignados para cada proveedor de servicio celular y *PCS*. Los *BIDs* se asignan para algún mercado, el cual puede ser el territorio geográfico que desee el proveedor de servicio.

El propósito de una *BID* es identificar una porción de un área de servicio (una subred del área representada por una *SID*).

Las *BIDs* son identificadas como una *SID* en la transmisión sobre aire por sitios celulares. La *BID* sobrepasa una *SID* cuando la información de localización requiere ser más específica. Cuando las *BIDs* se usan para identificar en forma separada porciones de un área de servicio, la *SID* debe todavía de utilizar para una porción de esa área. Un proveedor de servicio puede solicitar y usar múltiples *BIDs* para una sola red, brindando gran resolución de información para algún propósito. Los valores *BIDs* se derivan en la misma forma que los números *market ID* como valores *SID*. Las *BIDs* nunca se transmiten por un sitio celular, en su lugar se transmite la *SID* asociada y la *BID* se usa para registrar detalles de llamada y propósitos de tarificación.

4.2.3.3 **Identificación de sitio celular**

La identificación de la célula actualmente sirviendo a un suscriptor la maneja solamente el *MSC* asistente. Esta información más específica de localización normalmente no se carga en el *HLR*; sin embargo, se puede pasar al *HLR* para propósitos estadísticos o para brindar información de localización del suscriptor a otra entidad de red. Desde una perspectiva de *ANSI-41*, la *MSC ID* es información de localización suficiente para un *HLR*. Las operaciones intersistema *ANSI-41* además pasan la identificación de la célula asistente (*servicing cell ID*) entre *MSCs* para soportar la función de *handoff* intersistema.

4.3 **Handoff intersistema**

Handoff comprende un conjunto de funciones de la estación móvil y la red que le permiten a la *MS* moverse de un canal de radio a otro mientras una llamada esta en proceso. Las dos categorías de *handoff* son *handoff* intrasistema y *handoff* intersistema como se ilustra en la siguiente figura:

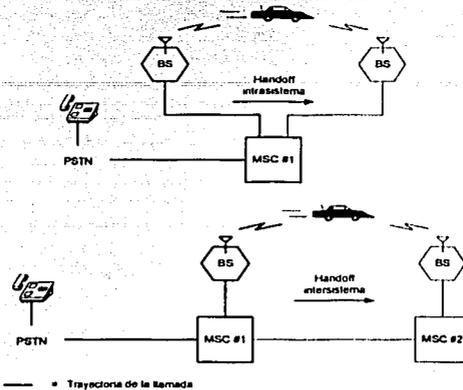


Figura 4.6 Handoff intrasistema y handoff intersistema.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El *handoff* intrasistema es un *handoff* entre dos canales de radio controlados por el mismo *MSC*. En este caso no se requiere coordinación entre *MSCs* para soportar el *handoff*, por lo que el *handoff* intrasistema no esta dentro del alcance de *ANSI-41*.

El *handoff* intersistema es un *handoff* entre dos canales de radio controlados por dos diferentes *MSCs*. Este tipo de *handoff* requiere señalización especializada entre los dos *MSCs* para coordinar el movimiento de la *MS* entre los dos canales de radio. El protocolo *ANSI-41* proporciona esta señalización.

En la siguiente parte de este capitulo se emplea la convención de *ANSI-41* para el uso de acrónimos de las componentes de operación, por ejemplo el acrónimo de la componente *Invoke* esta en letras mayúsculas (*FACDIR*), mientras que el acrónimo de la componente *Return Result* esta en letras minúsculas (*facdir*).

4.3.1 Cuestiones asociadas con el Handoff intersistema

El *handoff* intersistema trata las siguientes cuestiones:

1. Coordinar la identificación de la célula entre *MSCs* vecinos. Localizar una *MS* para medir la calidad de la señal y otros propósitos de *handoff*, los *MSCs* vecinos deben acordar cómo identificar a la célula.
2. Coordinar la identificación entre *MSCs* vecinos. El *handoff* en *ANSI-41* requiere troncales dedicadas entre *MSCs* que deben ser identificables únicamente por ellos mismos en ambas terminales de la conexión (figura 4.7).
3. Soportar las características de la *MS* después del *handoff*. Por ejemplo, la norma *AMPS* permite alguna variación en las características de la *MS* (la clase de potencia de la *MS* puede ser de 0.6, 1.6 ó 4 W). Los *MSCs* involucrados en el *handoff* deben de asegurarse que estas características se puedan soportar después de que ocurre el *handoff* de la llamada.

4. Limitar la longitud de la cadena de *handoff*. Cuando ocurre el *handoff* de una llamada del primer *MSC* asistente (el *MSC* ancla) a otro *MSC* asistente y así sucesivamente, entonces se forma una cadena de *handoff* (la secuencia de *MSCs*, del ancla al *MSC* asistente actual que están involucrados en un tiempo dado). La longitud de la cadena de *handoff* se puede controlar en dos formas diferentes: limitando el número de conexiones entre los *MSCs* involucrados en la llamada y por la operación *handoff-back*, la cual impide conexiones de "cordón" de un *MSC-A* a un *MSC-B* y de regreso al *MSC-A*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

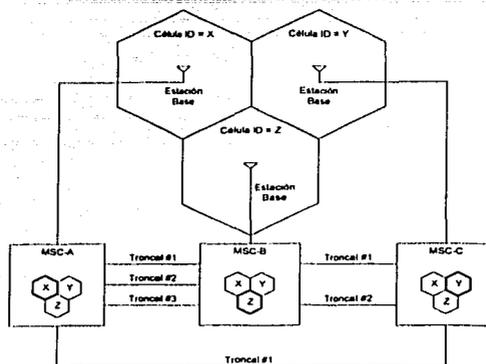


Figura 4.7 Entendimiento común entre el *MSC-A*, *MSC-B* y *MSC-C* de las identidades de célula e identificaciones de troncales inter-*MSC*.

4.3.2 Medición de handoff

Las funciones de medición se utilizan durante la preparación del *handoff* de la llamada actual, un periodo que incluye los siguientes estados de decisión:

1. Identificar la necesidad. ¿Es apropiado el *handoff* de la llamada en este momento?
2. Identificar los candidatos. ¿Cuál o cuáles células con su o sus asociados *MSCs* se deben considerar para los propósitos de *handoff*?
3. Evaluar los candidatos. ¿Qué tan adecuado es cada uno para manejar la llamada?
4. Seleccionar un objetivo. ¿Cuál candidato es el más adecuado para manejar la llamada?

Una vez que se ha analizado lo anterior, el sistema asistente puede decidir intentar el *handoff* de la llamada y que tipo de *handoff* (*forward* o *back*) es el más apropiado de acuerdo a las circunstancias.

Cuando se recibe la medición de calidad de la señal, la *MS*, el sistema asistente o ambos pueden determinar que hay una necesidad de operar un cambio a otro canal o célula. Estos tres casos se conocen como:

- *Handoff* controlado por la *MS*
- *Handoff* controlado por la red
- *Handoff* asistido por la *MS* o *MAHO* (*MS-Assisted Handoff*)

El protocolo *ANSI-41* soporta solamente el *handoff* controlado por la red y *MAHO*. Las *MSs* *AMPS* analógico y *NAMPS* no proporcionan medición de la señal para determinar un *handoff*; por lo que cuentan con técnicas de *handoff* controlado por la red que son soportadas en *ANSI-41*. Las *MS*

TDMA y CDMA pueden proporcionar mediciones de la señal recibida de la estación base al MSC asistente sin la necesidad de procesos de medición de *handoff* de ANSI-41.

Las mediciones tomadas por la BS asistente o la BS asistente y la MS (en el caso de MAHO) revelan la calidad de la transmisión. Las mediciones además pueden ser tomadas por estaciones base adyacentes cuando la MS se dirige hacia sus áreas de cobertura. En ANSI-41 esta limitado solicitar y llevar las mediciones de calidad de la señal entre sistemas para asistir al sistema asistente en la evaluación de los candidatos para *handoff*.

4.3.2.1 Procesos de medición de *handoff*

Los procesos de medición de *handoff* incluyen el proceso de medición de *handoff* del MSC asistente y el proceso de medición de *handoff* del MSC candidato.

El proceso de medición de *handoff* del MSC asistente evalúa al MSC candidato para tomar su papel, es decir, tomar un *handoff* de llamada. Ya que múltiples candidatos pueden estar implicados, el MSC asistente es capaz de solicitar y recolectar datos de medición de uno o varios MSCs candidatos, como se ilustra en la siguiente figura:

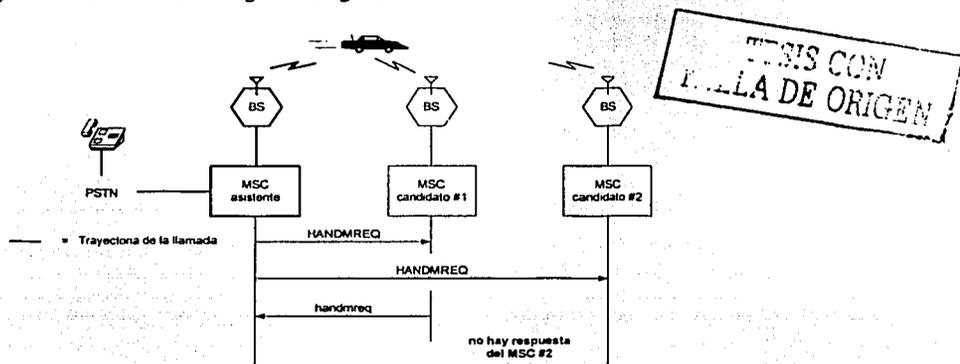


Figura 4.8 Proceso de medición de *handoff*.

Como se muestra en la figura anterior el MSC asistente usa el mensaje *HandoffMeasurementRequest Invoke (HANDMREQ)* para solicitar datos de medición del MSC candidato.

El proceso de medición de *handoff* del MSC candidato proporciona información al MSC asistente que puede ser explícita o implícita. La información explícita incluye mediciones de calidad de la señal que el MSC candidato proporciona al MSC asistente. La información implícita se proporciona al MSC asistente simplemente por falla del MSC candidato para responder a la petición del MSC asistente para información de medición (por ejemplo el MSC 2 en la figura anterior). En el último caso, el MSC candidato no puede responder porque:

1. El MSC candidato no soporta las características del canal de radio requerido.
2. El MSC candidato no conoce el criterio de aceptabilidad para la calidad de señal medida.
3. Las condiciones de tráfico en el MSC candidato lo hacen no disponible para los propósitos de *handoff* en un tiempo dado; por lo que adopta no hacer caso a la petición del MSC asistente (aunque esta información pueda ser explícitamente proporcionada al MSC asistente vía una respuesta de error).

Mientras el *MSC* candidato no envíe una respuesta de medición de *handoff* al *MSC* asistente, este pedirá al *MSC* asistente que espere el tiempo máximo (por default siete segundos en la Revisión D de ANSI-41) antes de considerar que las respuestas de todos los candidatos han sido recibidas.

Como se muestra en la figura 4.8, la información de medición del *MSC* candidato se lleva al *MSC* asistente en el mensaje *HandoffMeasurementRequest Return Result (handmreq)*.

Una vez que el *MSC* asistente ha seleccionado el *MSC* objetivo para el *handoff* de la llamada, este puede decidir la forma apropiada de *handoff*:

- Si el *MSC* objetivo esta ya involucrado en la llamada y conectado al *MSC* asistente vía un circuito inter-*MSC*, entonces se requiere de un *handoff back*.
- Si no, el *MSC* asistente puede intentar la minimización de trayectoria o escoger simplemente realizar un *handoff forward*.

4.3.3 Handoff forward

Las funciones de *handoff forward* de ANSI-41 proporcionan la forma especializada de señalización para el control de llamada y así poder (1) mover a la *MS* de un canal de radio en el *MSC* asistente a un canal compatible en el *MSC* objetivo mientras (2) se mantiene una trayectoria entre la *MS* y el otro participante de la llamada activa mediante el establecimiento de un circuito de línea de tierra entre el *MSC* asistente y el *MSC* objetivo.

Los canales de radio asistente y objetivo tienen un número de aspectos compatibles, entre los cuales se incluyen:

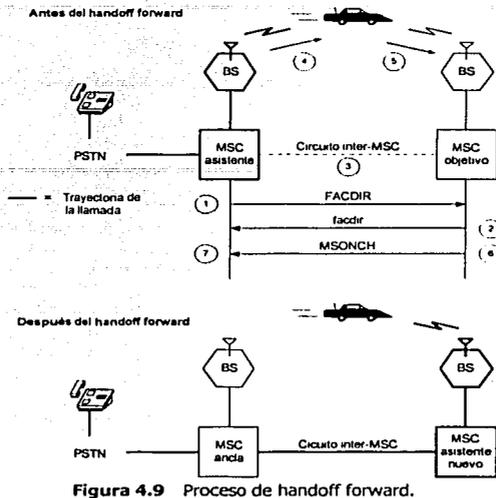
- La habilidad del objetivo para soportar el "modo de llamada" deseado (*AMPS*, *TDMA*, *CDMA* o *NAMPS*).
- La habilidad del objetivo para soportar las características de la *MS* (por ejemplo clase de potencia, uso de transmisión discontinua).
- La habilidad del objetivo para soportar los "modos de confidencialidad" deseados por el suscriptor (por ejemplo el codificar del canal de radio).

El *handoff forward* tiene además una característica identificable: cuando el *handoff forward* se ejecuta exitosamente resulta un incremento en la cadena de *handoff* dentro del límite establecido por el parámetro de sistema *MAXHANDOFF* (un parámetro programado en cada *MSC* por el proveedor de servicio).

Finalmente, nuevas funciones para *handoff* antes de contestar la llamada fueron sumadas a IS-41 en la revisión C que cubren dos casos:

- En el caso de que la llamada es originada por la *MS*, la *MS* esta esperando a que le conteste el participante llamado cuando ocurre el *handoff forward*. En esta situación se usan procedimientos especiales para informar al *MSC* objetivo cuando el participante llamado conteste; por ejemplo, para propósitos del periodo de expiración de llamada (*call timing*).
- En el caso de que la llamada es terminada en la *MS*, la *MS* es alertada cuando ocurre un *handoff forward*. En esta situación se usan procedimientos especiales para asegurar que la *MS* este localizada en el nuevo canal objetivo en el estado de alerta y para informar al *MSC* ancia cuando el *MSC* conteste.

Los procesos de *handoff forward* incluyen el proceso de *handoff forward* del *MSC* asistente y el proceso de *handoff forward* del *MSC* objetivo, como se ilustra en la siguiente figura:



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura 4.9 Proceso de handoff forward.

El proceso de *handoff forward* de la figura anterior se describe como sigue: (1) El *MSC* asistente solicita un *handoff forward*. (2) El *MSC* objetivo acepta la petición de *handoff*. (3) El circuito inter-*MSC* seleccionado está listo para el *handoff* (4) El *MSC* asistente indica una orden de *handoff* a la *MS*. (5) La *MS* se cambia al nuevo canal y es dirigida por el *MSC* objetivo. (6) El *MSC* objetivo notifica al *MSC* asistente que la *MS* ha sido detectada. (7) El *MSC* asistente conecta la trayectoria de llamada con el circuito inter-*MSC*, completando el *handoff*.

4.3.3.1 Proceso del handoff forward del MSC asistente

El proceso del *handoff forward* del *MSC* asistente maneja el *handoff forward* de la llamada en el *MSC* asistente. Las principales tareas del *MSC* asistente son las siguientes:

- Seleccionar y reservar un circuito inter-*MSC* que dará la conexión de la línea de tierra entre el *MSC* asistente y el *MSC* objetivo.
- Solicitar un *handoff* de la llamada al *MSC* objetivo. El *MSC* asistente usa el mensaje *FacilitiesDirective Invoke (FACDIR)* para este propósito.
- Cuando se notifica que el *MSC* objetivo acepta la petición de *handoff* de la llamada a través del mensaje *FacilitiesDirective Return Result (facdir)*, ordenar a la *MS* moverse del canal de radio actual al canal de radio objetivo.
- Cuando se notifica que la *MS* se ha movido al canal objetivo a través del mensaje *MobileOnChannel Invoke (MSONCH)*, conectar al otro participante con la *MS* usando el circuito inter-*MSC*.
- Si el *handoff* ocurre mientras la *MS* esta esperando ser contestada (en el caso de una llamada originada por la *MS*), esperar hasta que el otro participante conteste y entonces informar al *MSC* objetivo usando el mensaje *InterSystemAnswer Invoke (ISANSWER)* como se muestra en la figura 4.10.
- Si el *handoff* ocurre mientras la *MS* esta siendo alertada (en el caso de una llamada terminada en la *MS*), esperar el mensaje *ISANSWER* del *MSC* objetivo, indicando que la *MS* ha contestado la llamada; entonces, reconocer la notificación por el envío del mensaje *InterSystemAnswer Return Result (isanswer)* al *MSC* objetivo y proporcionar supervisión de respuesta hacia el participante llamante.

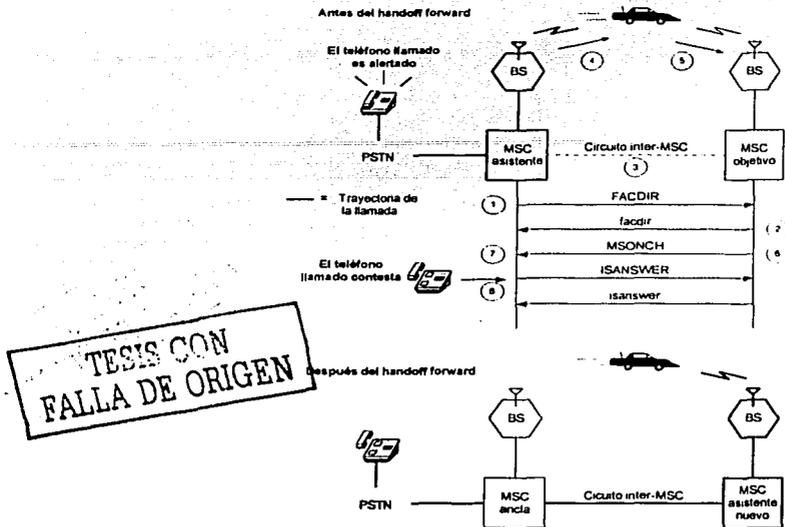


Figura 4.10 Handoff forward mientras el participante llamado esta siendo alertado.

El proceso de *handoff forward* de la figura anterior se describe como sigue: (1-7) lo mismo que el la figura 4.9, excepto que el *MSC* asistente puede incluir el parámetro *HandoffState* en el mensaje *FAcDIR* para indicar que el *handoff* esta ocurriendo mientras el participante llamado esta siendo alertado. (8) El participante llamado responde; el *MSC* asistente notifica al *MSC* objetivo. El *MSC* objetivo reconoce el mensaje y se completa el *handoff*.

4.3.3.2 Proceso del handoff forward del MSC objetivo

El proceso del *handoff forward* del *MSC* objetivo maneja el *handoff forward* de la llamada en el *MSC* objetivo. Las tareas principales del *MSC* objetivo son las siguientes:

- Responder a la petición del *MSC* asistente para un *handoff* de llamada, y en el caso de que acepte el *handoff* le informa al *MSC* asistente del canal de radio objetivo que se selecciono; la aceptación de *handoff* se indica con el uso del mensaje *facdir*.
- Esperar hasta que el *MSC* sea detectado en el canal de radio objetivo; entonces, completar la trayectoria entre el canal de radio y el circuito inter-*MSC*.
- Notificar al *MSC* asistente que la *MS* se ha movido exitosamente al nuevo canal de radio; el *MSC* objetivo usa el mensaje *MSONCH* para esta propuesta.
- Si el *handoff* ocurre mientras la *MS* esta siendo alertada (en el caso de una llamada terminada en la *MS*), esperar hasta que la *MS* responda; entonces, informar al *MSC* ancla, usando el mensaje *ISANSWER*.
- Si el *handoff* ocurre mientras el otro participante esta siendo alertado (en el caso de una llamada originada por la *MS*), esperar el mensaje *ISANSWER* del *MSC* ancla, indicando que el participante llamado ha contestado la llamada; entonces, reconocer la notificación por el envío del mensaje *isanswer* al *MSC* ancla, como se muestra en la figura 4.10.

4.3.4 Handoff back

Las funciones de *handoff forward* se usan para hacer un *handoff* de una llamada que puede estar moviéndose entre dos *MSCs* sucesivamente, lo cual resultaría en una cadena de *handoff* excesivamente grande, compuesta de trayectorias circulares (creando el efecto de trombón) entre los dos *MSCs*, tal como se muestra en la siguiente figura:

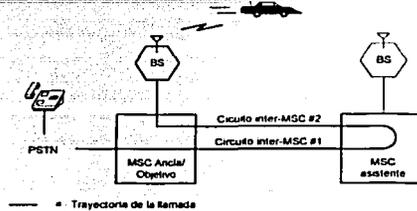


Figura 4.11 Efecto de trombón

Esto podría agotar los recursos inter-*MSC* disponibles para otros propósitos de *handoff* de llamada. Las funciones *handoff back* de *ANSI-41* están diseñadas para evitar esta situación. Al igual que en el *handoff forward*, las funciones *handoff back* de *ANSI-41* se usan para mover a la *MS* de un canal de radio en el *MSC* asistente a un canal de radio compatible en el *MSC* objetivo. A diferencia del *handoff forward*, el *MSC* objetivo está ya conectado al *MSC* asistente por un circuito inter-*MSC*. Por lo tanto, una vez que la *MS* se ha movido al nuevo canal, se debe quitar el circuito inter-*MSC* que se dejó de usar.

Los procesos de *handoff back* incluyen el proceso de *handoff back* del *MSC* asistente y el proceso de *handoff back* del *MSC* objetivo, como se ilustra en la siguiente figura:

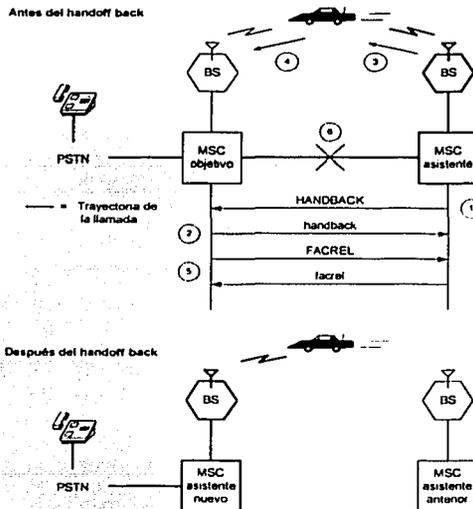


Figura 4.12 Proceso de *handoff back*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El proceso de *handoff back* de la figura anterior se describe como sigue: (1) El *MSC* asistente solicita un *handoff back*. (2) El *MSC* objetivo acepta la petición de *handoff*. (3) El *MSC* asistente

envía a la *MS* una orden de *handoff*. (4) La *MS* se cambia al canal nuevo y es detectada por el *MSC* objetivo. (5) El *MSC* objetivo solicita la liberación del circuito inter-*MSC* y el *MSC* asistente acepta la petición. (6) El circuito inter-*MSC* es liberado y queda listo para otros propósitos de *handoff*.

4.3.4.1 Proceso del *handoff back* del *MSC* asistente

El proceso del *handoff back* del *MSC* asistente maneja el *handoff back* de la llamada en el *MSC* asistente. Las principales tareas del *MSC* asistente son las siguientes:

- Identificar el circuito inter-*MSC* que ya provee la conexión de línea de tierra entre el *MSC* asistente y el *MSC* objetivo; este circuito se debe liberar una vez que se ha completado el proceso de *handoff back*.
- Solicitar un *handoff back* al *MSC* objetivo; el *MSC* asistente usa el mensaje *HandoffBack Invoke (HANDBACK)* para este propósito.
- Cuando se notifica que el *MSC* objetivo aceptó la petición de *handoff* de llamada a través del mensaje *HandoffBack Return Result (handback)*, ordenar a la *MS* moverse del canal de radio actual al canal de radio objetivo.
- Cuando se notifica que la *MS* se ha movido al canal objetivo a través del mensaje *FacilitiesRelease Invoke (FACREL)*, reconocer el mensaje por el envío del mensaje *FacilitiesRelease Return Result (facrel)* al *MSC* objetivo y liberar el circuito inter-*MSC* y el canal de radio, junto con algún otro recuso usado para la llamada.

4.3.4.2 Proceso del *handoff back* del *MSC* objetivo

El proceso del *handoff back* del *MSC* objetivo maneja el *handoff back* de la llamada en el *MSC* objetivo. Las principales tareas del *MSC* objetivo son las siguientes:

- Responder a la petición del *MSC* asistente para un *handoff* de llamada (en el caso de aceptar el *handoff*) e informar al *MSC* asistente del canal de radio objetivo seleccionado; la aceptación de *handoff* es indicado por el uso del mensaje *handback*.
- Esperar hasta que el *MS* sea detectado en el canal de radio objetivo; entonces, completar la trayectoria entre el canal de radio y el otro participante en la llamada.
- Notificar al *MSC* asistente que la *MS* se ha movido exitosamente al nuevo canal de radio e iniciar la liberación del circuito inter-*MSC* entre el *MSC* objetivo y el *MSC* asistente anterior; el *MSC* objetivo usa el mensaje *FACREL* para este propósito.

4.3.5 Minimización de trayectoria

Mientras las funciones de *handoff back* brindan una forma básica de minimización de trayectoria, eliminan el efecto de trombón que podría ocurrir entre los *MSCs* objetivo y asistente cuando una llamada repetidamente hace un *handoff* entre ellos. Las funciones de minimización de trayectoria en *ANSI-41* se refieren a las más complejas técnicas de optimización de *handoff*. Estas técnicas fueron introducidas en la Revisión B de *ANSI-41* y fueron actualizadas para soportar las interfaces de aire *CDMA* y *NAMPS* en *IS-41-C*.

En general, los *MSCs* en la cadena de *handoff* pueden usar funciones de minimización de trayectoria para eliminar circuitos inter-*MSC* innecesarios entre el *MSC* ancla y el *MSC* objetivo. *Handoff* con minimización de trayectoria idealmente resulta en un solo circuito inter-*MSC*, directamente entre el *MSC* ancla y el *MSC* objetivo o que no haya circuitos si el ancla es el objetivo. Alternativamente, un *MSC* tándem puede emplear minimización de trayectoria para eliminar circuitos inter-*MSC* innecesarios entre este y el *MSC* objetivo. La última opción podría ser

usada solo si el *MSC* ancla no pudiera operar la minimización de trayectoria; estos es, los circuitos inter-*MSC* entre los *MSCs* ancla y objetivo no estuvieran disponibles, o si la cadena de *handoff* excediera una longitud especificada que esta relacionada con el parámetro de sistema *TANDEMDEPTH* (parámetro de sistema programado en cada *MSC* por el proveedor de servicio). La decisión para hacer la minimización de trayectoria, en lugar de un simple *handoff forward*, es una cuestión de implementación interna fuera del alcance de *ANSI-41*.

El proceso de minimización de trayectoria *ANSI-41* incluye (1) el proceso de minimización del *MSC* asistente, (2) el proceso de minimización de trayectoria del *MSC* ancla y (3) el proceso de minimización de trayectoria del *MSC* tándem. Si el *MSC* objetivo no es el ancla o el tándem, entonces el proceso de *handoff* del *MSC* objetivo es además involucrado como se ilustra en la siguiente figura:

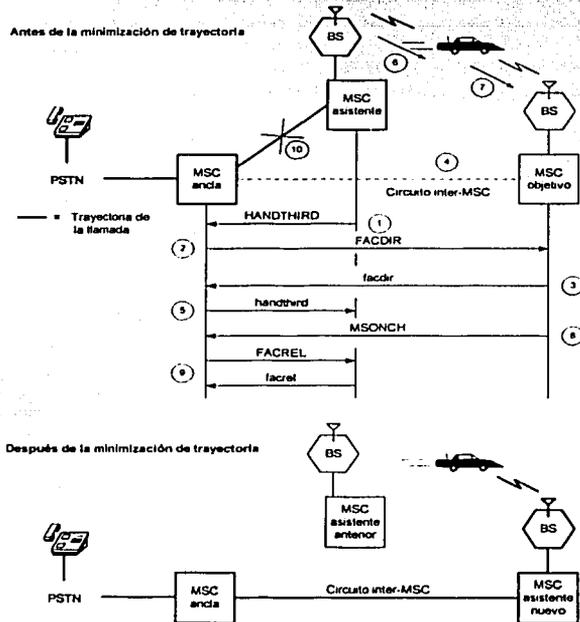


Figura 4.13 Proceso de minimización de trayectoria.

El proceso de minimización de trayectoria de la figura anterior se describe como sigue: (1) El *MSC* asistente envía al *MSC* ancla una petición de minimización de trayectoria. (2) El *MSC* ancla intenta determinar si es posible la minimización de trayectoria; envía una petición de *handoff* al *MSC* objetivo. (3) El *MSC* objetivo acepta la petición de *handoff*. (4) El circuito inter-*MSC* entre el *MSC* ancla y el *MSC* objetivo esta listo para el *handoff*. (5) El *MSC* ancla acepta la petición de minimización de trayectoria. (6) El *MSC* asistente envía a la *MS* una orden de *handoff*. (7) La *MS* se cambia al canal nuevo y es detectada por el *MSC* objetivo. (8) El *MSC* objetivo notifica al *MSC* ancla que se ha detectado la *MS*. (9) El *MSC* ancla conecta la trayectoria de la llamada con el circuito inter-*MSC*, completando el *handoff*. Entonces libera el circuito inter-*MSC* innecesario con el *MSC* asistente. (10) Se libera el circuito inter-*MSC* y queda listo para otros propósitos de *handoff*.

4.3.5.1 Proceso de minimización de trayectoria del MSC asistente

El proceso de minimización de trayectoria del *MSC* asistente maneja la minimización de trayectoria de la llamada en el *MSC* asistente. Las principales tareas del *MSC* asistente cuando no hay *MSCs* tándem en la cadena de *handoff* (como se muestra en la **figura 4.13**) son las siguientes:

- Identificar el circuito inter-*MSC* que provee ya una conexión de línea de tierra entre el *MSC* asistente y el *MSC* ancla; este circuito debe liberarse una vez que es completada la minimización de trayectoria.
- Solicitar al *MSC* ancla que opere la minimización de trayectoria; el *MSC* asistente usa el mensaje *HandoffToThird Invoke (HANDTHIRD)* para este propósito.
- Cuando se notifica que el *MSC* ancla acepto la petición de minimización de trayectoria a través del mensaje *HandoffToThird Return Result (handthird)*, ordenar a la *MS* moverse del canal de radio actualmente sirviendo al canal de radio objetivo deseado.
- Cuando el *MSC* ancla notifica que la *MSC* se movió al canal objetivo a través del mensaje *FACREL*, reconocer el mensaje por el envío de un mensaje *facrel* al *MSC* ancla y liberar el circuito inter-*MSC* junto con otros recursos usados para la llamada.

Si hay uno o más tándems en la cadena de *handoff*, el único cambio en el proceso es que el *MSC* asistente debe enviar la petición de minimización de trayectoria hacia el *MSC* ancla a través del o de los *MSCs* tándem. El *MSC* ancla o posiblemente un *MSC* tandem puede notificar la aceptación de la minimización de trayectoria con el envío del mensaje *handthird* al *MSC* asistente – al *MSC* asistente no se le informa explícitamente de la fuente de aceptación.

4.3.5.2 Proceso de minimización de trayectoria del MSC ancla

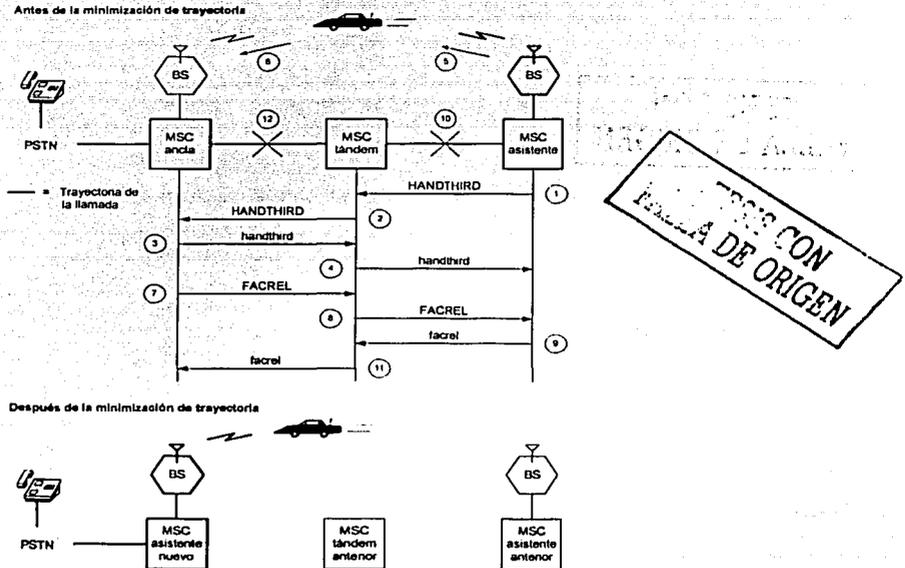
El proceso de minimización de trayectoria del *MSC* ancla maneja la minimización de trayectoria de la llamada en el *MSC* ancla. Este proceso es iniciado por la recepción del mensaje *HANDTHIRD* del *MSC* asistente (posiblemente a través de un *MSC* tándem). Las principales tareas del proceso son, primero, determinar si el *MSC* ancla es el objetivo para el *handoff*. Si el *MSC* no es el objetivo (como en la **figura 4.13**), entonces se operan los siguientes pasos:

- Seleccionar y reservar el circuito inter-*MSC* que dará la conexión de línea de tierra entre el *MSC* ancla y el *MSC* objetivo.
- Solicitar un *handoff* de la llamada al *MSC* objetivo usando información (por ejemplo la identificación de la célula objetivo) proporcionada al *MSC* ancla por el *MSC* asistente en el mensaje *HANDTHIRD*. El *MSC* ancla usa el mensaje *FACDIR* para solicitar en *handoff* de la llamada al *MSC* objetivo.
- Cuando se notifica que el *MSC* objetivo acepto la petición de *handoff* de la llamada a través del mensaje *facdir*, notificar al *MSC* asistente que su petición de minimización de trayectoria es aceptada; el *MSC* ancla usa el *handoffthird* para este propósito.
- Cuando se notifica que la *MS* se ha movido al canal objetivo a través del mensaje *MSONCH*, conectar al otro participante con la *MS* usando el circuito inter-*MSC* establecido entre los *MSCs* ancla y objetivo.
- Iniciar la liberación del circuito inter-*MSC* (u otros circuitos, si es que hay uno o más *MSCs* tándem) entre el *MSC* ancla y el *MSC* asistente anterior, usando el mensaje *FACREL*.

Por otro lado, si el *MSC* ancla es el *MSC* objetivo para el *handoff*, entonces ejecuta los siguientes pasos (ver **figura 4.14**):

- Determinar si los recursos, como un canal de radio, están disponibles para el *handoff* de la llamada; si no, rechazar la petición de minimización de trayectoria del *MSC* asistente, enviando el mensaje *HandoffToThird Return Error* al *MSC* asistente y finalizar el proceso.

- También, notificar al *MSC* asistente que su petición de minimización de trayectoria es aceptada, usando el mensaje *handthird*.
- Esperar hasta que el *MSC* sea detectado en el canal de radio objetivo; entonces, completar la trayectoria entre el canal de radio y el otro participante en la llamada
- Notificar al *MSC* asistente anterior que la *MS* se ha movido exitosamente al nuevo canal de radio, e iniciar la liberación del circuito inter-*MSC* entre los *MSC* ancla y asistente anterior; el *MSC* ancla usa el mensaje *FACREL* para este propósito.



TRAMA CON
PUNTO DE ORIGEN

El proceso de minimización de trayectoria de la figura anterior se describe como sigue: (1) El *MSC* asistente envía una petición de minimización de trayectoria hacia el *MSC* ancla. (2) El *MSC* tándem retransmite al *MSC* ancla. (3) El *MSC* ancla determina que él es el objetivo para el *handoff*; por lo tanto, acepta la petición de petición de minimización de trayectoria. (4) El *MSC* tándem retransmite la respuesta al *MSC* asistente. (5) El *MSC* asistente envía a la *MS* una orden de *handoff*. (6) La *MS* se cambia al canal nuevo y es detectada por el *MSC* ancla. (7) El *MSC* ancla conecta la trayectoria de llamada con la *MS*, completando el *handoff*. Entonces libera el circuito inter-*MSC* innecesario hacia el *MSC* asistente. (8) El *MSC* tándem solicita liberar el circuito inter-*MSC* innecesario con el *MSC* asistente. (9) El *MSC* asistente acepta la petición de liberación. (10) Se libera el circuito inter-*MSC* entre el *MSC* tándem y el *MSC* asistente y queda listo para otros propósitos de *handoff*. (11) El *MSC* tándem acepta la petición de liberación. (12) Se libera el circuito inter-*MSC* entre el *MSC* tándem y el *MSC* ancla y queda listo para otros propósitos de *handoff*.

4.3.5.3 Proceso de minimización de trayectoria del MSC tándem

El proceso de minimización de trayectoria del *MSC* tándem maneja la minimización de trayectoria de la llamada en el *MSC* tándem. Como el proceso de minimización de trayectoria del ancla, descrito anteriormente, este proceso se inicia cuando el *MSC* tándem recibe el mensaje

HANDTHIRD del *MSC* asistente. La principal tarea del proceso es, primero, determinar si el *MSC* tándem es el *MSC* objetivo para el *handoff*. Este podría ser el caso solamente si hubiera múltiples tándems en la cadena de *handoff*: el *MSC* asistente usa el *handoff back* si el *MSC* tándem (al que esta directamente conectado) es el *MSC* objetivo. Si el *MSC* tándem no es el objetivo, el proceso debe determinar si se ha alcanzado el límite de minimización de trayectoria, basándose en el parámetro de sistema *TANDEMDEPTH*.

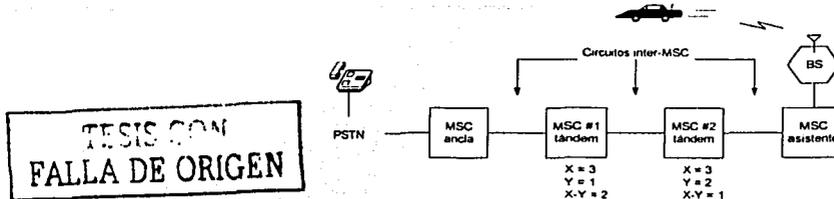


Figura 4.15 Minimización de trayectoria usando *TANDEMDEPTH*.

Para esto, el *MSC* tándem realiza un cálculo usando los siguientes datos:

1. El valor *InterSwitchCount* (valor X) recibido en el mensaje *HANDTHIRD* enviado por el *MSC* asistente; este valor representa el número total de circuitos inter-*MSC* en la cadena de *handoff* (el número de *MSC*s en la cadena menos 1).
2. El número de circuitos inter-*MSC* en el segmento de la cadena de *handoff* entre el *MSC* ancla y el *MSC* tándem (valor Y); el *MSC* tándem tendrá cargado su valor previamente, antes de que opere un *handoff forward*.

La diferencia entre los números, $X - Y$, indica el número de circuitos inter-*MSC* entre el *MSC* asistente y el *MSC* tándem; cuando este número es más grande que el parámetro de sistema *TANDEMDEPTH*, al *MSC* tándem no se le permite retransmitir la petición de minimización de trayectoria hacia el *MSC* ancla. En cambio, el *MSC* tándem debe decidir (en lugar del *MSC* ancla) si debe intentar minimización de trayectoria o simplemente rechazar la petición de minimización de trayectoria enviando un mensaje *HandoffToThird Return Error* al *MSC* asistente, finalizando así el proceso.

En el ejemplo de la figura anterior, si el parámetro de sistema *TANDEMDEPTH* = 1, entonces, el *MSC* tándem #1 no enviara al *MSC* ancla el mensaje *HANDTHIRD*, ya que $X - Y = 2$, el cual es más grande que *TANDEMDEPTH*.

Sin embargo, si el *MSC* tándem no es el objetivo y el límite de minimización de trayectoria no ha sido alcanzado, entonces el *MSC* tándem realiza los siguientes pasos:

- Retransmitir el mensaje *HANDTHIRD* al *MSC* ancla.
- Si el mensaje *handthird* es recibido en respuesta, retransmitir el mensaje hacia el *MSC* asistente y finaliza el proceso.
- Sin embargo, si el mensaje *HandToThird Return Error* es recibido, el *MSC* tándem puede retransmitir el mensaje hacia el *MSC* asistente, finalizando el proceso, o intentar la minimización de trayectoria.

Si el *MSC* tándem decide intentar la minimización de trayectoria (basándose en cualquiera de las circunstancias descritas anteriormente), realiza los siguientes pasos:

- Seleccionar y reservar el circuito inter-*MSC* que dará la conexión de línea de tierra entre el *MSC* tándem y el *MSC* objetivo.

- Solicitar un *handoff* de la llamada al *MSC* objetivo usando información (por ejemplo la identificación de la célula objetivo) proporcionada al *MSC* tándem por el *MSC* asistente en el mensaje *HANDTHIRD*. El *MSC* tándem usa el mensaje *FACDIR* para solicitar en *handoff* de la llamada al *MSC* objetivo.
- Cuando se notifica que el *MSC* objetivo acepto la petición de *handoff* de la llamada a través del mensaje *facdir*, notificar al *MSC* asistente que su petición de minimización de trayectoria es aceptada; usando el mensaje *handoffthird*.
- Cuando se notifica que la *MS* se ha movido al canal objetivo a través del mensaje *MSONCH*, conectar al otro participante con la *MS* usando el circuito inter-*MSC* entre los *MSC* tándem y objetivo.
- Iniciar la liberación del o de los circuitos inter-*MSC* entre el *MSC* tándem y el *MSC* asistente anterior, enviando el mensaje *FACREL* hacia el *MSC* asistente.

Finalmente, si el *MSC* tándem es el *MSC* objetivo para el *handoff*, entonces realiza los siguientes pasos:

- Determinar si los recursos, como un canal de radio, están disponibles para el *handoff* de la llamada; si no, rechaza la petición de minimización de trayectoria del *MSC* asistente, enviando el mensaje *HandoffToThird Return Error* al *MSC* asistente y finaliza el proceso.
- También, notificar al *MSC* asistente que su petición de minimización de trayectoria es aceptada, usando el mensaje *handthird*.
- Esperar hasta que el *MSC* sea detectado en el canal de radio objetivo. Entonces, completar la trayectoria entre el canal de radio y el otro participante en la llamada
- Notificar al *MSC* asistente anterior que la *MS* se ha movido exitosamente al nuevo canal de radio, e inicia la liberación del circuito inter-*MSC* entre los *MSC* tándem y asistente anterior; el *MSC* tándem usa el mensaje *FACREL* para este propósito.

4.3.5.4 Minimización de trayectoria y proceso *handoff forward* del *MSC* objetivo

Como se muestra en la figura 4.13, cuando el objetivo no es el *MSC* ancla o un *MSC* tándem, entonces el *MSC* objetivo simplemente ejecuta el proceso de *handoff forward* del *MSC* objetivo descrito en la sección titulada *Handoff forward* (el *MSC* objetivo no esta enterado de que la minimización de trayectoria esta tomando lugar).

4.3.6 Liberación de llamada

Las funciones de liberación de llamada *ANSI-41* controlan la liberación en los puntos finales de una llamada, de los circuitos inter-*MSC* y los recursos internos del *MSC* que se usaron para el proceso de *handoff*. Sin estas funciones, los participantes en la llamada podrían colgar pero la cadena de *handoff* del *MSC* ancla al *MSC* asistente podría continuar existiendo. La liberación de llamada puede ser iniciada por el *MSC* ancla; por ejemplo, basándose en una indicación de liberación de llamada recibida de la *PSTN*, o por el *MSC* asistente, basándose en la información que recibe (o no recibida en el caso de pérdida de contacto de radio) de la estación móvil.

4.3.6.1 Procesos de liberación de llamada

Los procesos de liberación de llamada *ANSI-41* incluyen el proceso de inicialización de liberación de llamada y el proceso de recepción de liberación de llamada, como se ilustra en la siguiente figura:

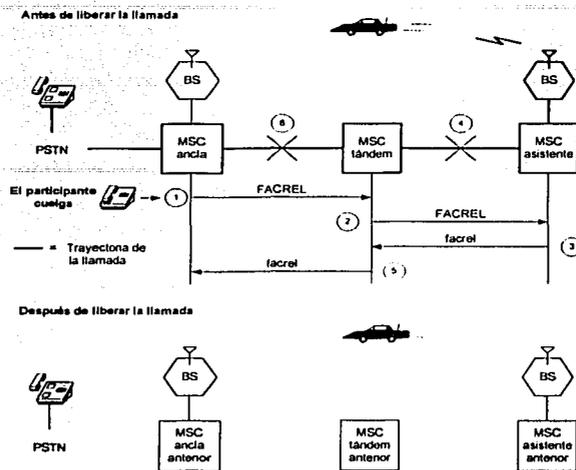


Figura 4.16 Proceso de liberación de llamada.

El proceso de inicialización de liberación de llamada envía un mensaje FACREL para notificar de la liberación de llamada al *MSC* que lo recibe (el *MSC* ancla o el *MSC* asistente). Cuando la parte que inicio el proceso recibe una respuesta, libera sus recursos internos usados para la llamada (por ejemplo, procesos de software y memoria) y marca al circuito inter-*MSC* como desocupado.

Si la parte que hace la recepción es el *MSC* ancla o el *MSC* asistente, entonces la recepción del proceso de liberación de llamada se completa cuando se devuelve un mensaje *facrel* al *MSC* que inicio el proceso y se marca al circuito inter-*MSC* como desocupado. La parte que recibe puede iniciar otros procesos para liberar el canal de enlace a la *MS* o el circuito de línea de tierra a la *PSTN*. Sin embargo, estos procesos están generalmente más allá del alcance de *ANSI-41*.

En el caso de un *MSC* tándem, ambos tipos de procesos de liberación de llamada se invocan durante la liberación de llamada; por un lado, se ejecuta el proceso de recepción y por el otro, se ejecuta el proceso de inicialización. Además el proceso de inicialización de liberación de llamada esta anidado dentro del proceso de recepción de liberación de llamada en el *MSC* tándem. Esto permite que la información (por ejemplo el número total de segmentos inter-*MSC* involucrados en la llamada) recibida por el *MSC* tándem sea retransmitida hacia el *MSC* ancla. Esta función de *ANSI-41* fue inicialmente introducida en *IS-41-C*; anterior a la Revisión C, las operaciones eran ejecutadas en forma asíncrona.

El proceso de liberación de llamada de la figura 4.16 se describe como sigue: (1) Uno de los participantes cuelga el teléfono para finalizar la llamada. El *MSC* ancla libera el circuito inter-*MSC* innecesario hacia el *MSC* asistente. (2) El *MSC* tándem solicita liberar el circuito con el *MSC* asistente. (3) El *MSC* asistente acepta la petición de liberación. El mensaje *facrel* puede contener información de tarificación usada por el *MSC* ancla. (4) Se libera el circuito inter-*MSC* entre el *MSC* tándem y el *MSC* asistente y queda listo para otros propósitos de *handoff*. (5) El *MSC* tándem acepta la petición de liberación. Reenvía alguna información de tarificación recibida en el paso 3. (6) Se libera el circuito inter-*MSC* entre el *MSC* tándem y el *MSC* ancla y queda listo para otros propósitos de *handoff*.

4.4 Roaming automático

Roaming automático comprende un conjunto de funciones que permiten a un suscriptor obtener servicio de telecomunicaciones móviles fuera del área del proveedor de servicio de casa (*home service-provider area*). Estas funciones son automáticas en el sentido de que son invocadas sin acciones de requerimiento especial del suscriptor. Por ejemplo, el suscriptor no necesita marcar un código o hacer una llamada para informar al sistema de casa (*home system*) que se ha movido a otro sistema – esta función se proporciona automáticamente cuando se detecta al suscriptor en un sistema nuevo (a diferencia de los servicios de *roaming* celular de primera generación que requerían activación manual o una llamada de servicio especial)

4.4.1 Registro

La detección de un suscriptor en un sistema asistente nuevo es un ejemplo de un evento de registro. Los eventos de registro activan un número de funciones de *roaming* automático como se muestra en la siguiente figura:

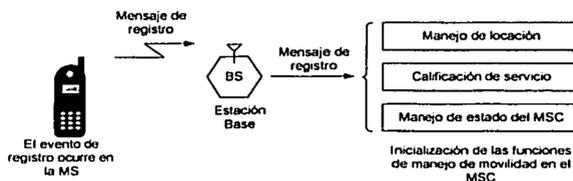


Figura 4.17 Evento de registro.

Los tipos de registro soportados en una red dependen del protocolo que utilice la interfaz de aire (entre la estación móvil y la estación base) y de los algoritmos internos que estén implementados en los sistemas asistentes. Las normas de interfaz de aire para *AMPS*, *TDMA* y *CDMA* soportan diferentes tipos de registros. Los siguientes eventos son comunes entre *AMPS*, *TDMA* y *CDMA* y ocurren frecuentemente:

- Encendido de la estación móvil
- Registro basado en el temporizador (*timer*)
- Transición a un sistema nuevo
- Originación de llamada

El registro ocurre siempre que la *MS* se enciende e informa a la red que está activa y disponible para recibir llamadas y otros servicios de red. El registro basado en el temporizador comúnmente conocido como registro autónomo, ocurre a intervalos regulares de tiempo mientras la *MS* está encendida. El intervalo entre registros es típicamente de diez minutos a una hora. Este valor para el registro autónomo se transmite de la *MS* al sistema asistente, permitiendo a cada red el control individual de la frecuencia de registro autónomo. El registro autónomo ayuda a que la red no "pierda" la localización actual del suscriptor mientras la *MS* está encendida y no hace llamadas. Además, los eventos de registro ocurren cuando la *MS* hace una transición entre sistemas mientras está activa, o durante el proceso de originación de llamada, así la localización de la estación móvil puede ser actualizada en la red mediante la tarificación de llamada o la *MS* puede ser calificada otra vez para servicio, si es necesario.

Otros eventos pueden causar el registro, por ejemplo, en sistemas *CDMA* cuando la estación móvil se apaga (esencialmente, una cancelación de registro por apagado) se informa a la red que la *MS* no está disponible para servicio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los sistemas que no soportan un procedimiento de cancelación de registro por apagado, un suscriptor que apaga la *MS* puede mantenerse registrado por varios minutos o hasta horas. El registro del suscriptor se puede cancelar eventualmente en ese sistema cuando después de cierto tiempo se detecta una inactividad, debido a que el suscriptor se registró en otro sistema o por un procedimiento de mantenimiento.

4.4.2 Cuestiones asociadas con roaming automático

Roaming automático explica la mayoría de las operaciones de *ANSI-41*. Esto se puede atribuir principalmente a dos factores:

- La complejidad de la norma esta creciendo con nuevas características como la autenticación y características de llamada, mientras el impacto de nuevas características sobre *handoff* intersistema esta limitado por la definición de la función del *MSC* ancla. El *MSC* ancla opera la mayor parte del proceso de características con información básica transferida a través de la cadena de *handoff*.
- *Roaming* es una actividad de revisión de perfil con los proveedores de servicio ya que es muy probable que sus usuarios experimenten un *roaming* automático (por ejemplo, originar o recibir una llamada en un sistema visitado) en lugar de un *handoff* intersistema (por ejemplo, para moverse entre sistemas durante una llamada).

Cuando el suscriptor vaga fuera del sistema de casa (*home system*), surgen algunas cuestiones intersistema. Desde la perspectiva del sistema visitado, las cuestiones de *roaming* automático incluyen:

1. Identificación del sistema de casa de la *MS* vagante. El mecanismo típico que se usa para relacionar *MSs* vagantes a otros sistemas de casa es el acuerdo de *roaming* establecido entre los proveedores de servicio del sistema visitado y el sistema de casa.
2. Verificación de la identidad de la *MS* vagante. Por lo menos, esto implica obtener la validación de información del sistema de casa. De preferencia que la *MS* sea autenticada por el sistema de casa o el sistema visitado.
3. Identificación de las capacidades de servicio de la *MS* vagante. Esto es un aspecto de la calificación de servicio que permite al sistema visitado conocer los servicios suscritos de la *MS*.

Desde la perspectiva del sistema de casa, las cuestiones de *roaming* automático incluyen lo siguiente:

1. Identificación de la localización actual de la *MS* vagando. Esto es un resultado clave del proceso de manejo de localización.
2. Identificación del estado actual de la *MS* vagante. Determinar si la *MS* esta disponible para la entrega de llamada y, si no, el sistema de casa usa un método para procesar las llamadas dirigidas al suscriptor (por ejemplo, negar el acceso de la llamada entrante, reenviar la llamada al correo de voz).

4.4.3 Calificación de servicio de la *MS*

La función para calificación de servicio de la *MS* de *ANSI-41* comprende los procesos que establecen una contabilidad financiera de la *MS* vagante y capacidades de servicio en un sistema asistente. La información de calificación de servicio incluye información de validación y/o información del perfil de servicio.

La información de validación indica el sistema (normalmente el sistema de casa) que esta asumiendo la responsabilidad financiera de la *MS* vagante y el periodo para el cual esta responsabilidad es asumida (por ejemplo, una llamada, una hora, un día). Esta información asegura al sistema asistente que alguien pagara por las llamadas que la *MS* hace; alternativamente, la información puede dar a conocer al sistema asistente que la validación esta negada para la *MS*, posiblemente por un periodo especificado para prevenir al sistema asistente de la repentina re-solicitud de información de validación del *HLR*.

La información del perfil de servicio indica el conjunto específico de características y otras capacidades de servicio, incluyendo restricciones sobre estas capacidades, las cuales están asociadas con la *MS* vagante; por ejemplo, características X, Y y Z están activadas para la *MS*, y la *MS* esta autorizada para originar solamente llamadas locales. El sistema asistente usa esta información para adaptar los servicios de telecomunicaciones que proporciona a la *MS*. El *HLR* es el depósito de la información de calificación de servicio de la *MS*, así como de otra información relacionada con la misma.

4.4.3.1 Procesos de calificación de servicio de la *MS*

Los procesos de calificación de servicio de la *MS* de *ANSI-41* incluyen el proceso de calificación del servicio del sistema asistente y el proceso de calificación de servicio del *HLR*.

El proceso de calificación de servicio del sistema asistente es responsable de obtener información de calificación de servicio para cada *MS* visitante. El sistema asistente puede obtener información de calificación de servicio por el inicio una petición al *HLR* o por la recepción de una orden del *HLR*.

El sistema asistente analiza peticiones de calificación de servicio al *HLR* bajo varias circunstancias, incluyendo:

1. Cuando inicialmente se detecta a la *MS* visitante.
2. Cuando la información de calificación de servicio previamente obtenida para una *MS* visitante indica un área de servicio limitada (por ejemplo, una sola área de localización) y la *MS* se mueve fuera del área de servicio.
3. Cuando la información de calificación de servicio previamente obtenida para una *MS* visitante indica una duración de servicio limitada y el periodo autorizado expira.
4. Si por alguna otra razón el sistema asistente determina que necesita recuperar información de calificación de servicio (por ejemplo, el periodo de calificación de servicio de la *MS* ha expirado y una petición de entrega de llamada es recibida para la *MS*).

En los casos 1 y 2, el sistema asistente empaqueta la petición de calificación de servicio junto con la información de actualización de localización en un mensaje *RegistrationNotification Invoke* (*REGNOT*) para el *HLR*, como se ilustra en la siguiente figura:

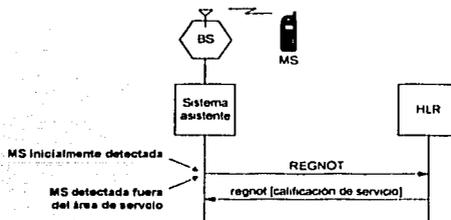


Figura 4.18 Calificación de servicio usando la operación *RegistrationNotification*.

TESIS FINAL
 FALLA DE ORIGEN

En los casos 3 y 4, la petición debe ser enviada a través de un mensaje *QualificationRequest Invoke (QUALREQ)*, como se ilustra en la siguiente figura:

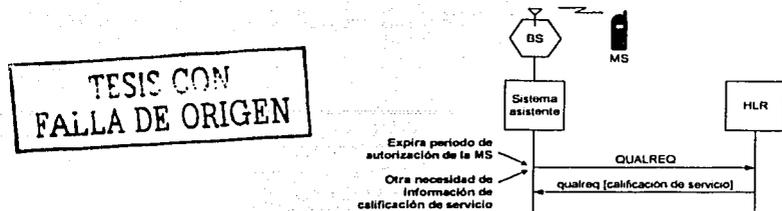


Figura 4.19 Calificación de servicio usando la operación *QualificationRequest*.

El *HLR* responde a la petición del sistema asistente con un mensaje apropiado, *RegistrationNotification Return Result (regnot)* o *QualificationRequest Return Result (qualreq)*. Cuando la calificación de servicio es exitosa, los parámetros clave de *ANSI-41* en respuesta al sistema asistente son:

- *AuthorizationPeriod*
- *OriginationIndicator*
- *TerminationRestrictionCode*
- *CallingFeaturesIndicator*

La presencia del parámetro *AuthorizationPeriod* en la respuesta implica la validación exitosa de la *MS*. Además, el parámetro *AuthorizationPeriod* especifica el periodo después del cual el *HLR* debe recalificar la *MS*; este se podría especificar, por ejemplo, en términos de cierto número de horas. El parámetro *OriginationIndicator* especifica los tipos de llamadas que se le permiten originar a la *MS*, como ninguna llamada, todas las llamadas o solamente llamadas locales. El parámetro *TerminationRestrictionCode* indica si a la *MS* se le permite terminar llamadas. El parámetro *CallingFeaturesIndicator* especifica la autorización y estados de actividad de las características de la *MS*.

La calificación de servicio no exitosa se indica por la presencia del parámetro *AuthorizationDenied* en la respuesta del *HLR* al sistema asistente. *ANSI-41* no especifica como el sistema asistente manejará a una *MS* que ha fallado en la calificación de servicio; el servicio podría obviamente ser negado, pero tonos particulares o avisos que son dejados a la *MS* son cuestiones de implementación del sistema. El *HLR* puede especificar el intervalo de reintento de calificación de servicio, incluyendo el parámetro *DeniedAuthorizationPeriod* junto con el parámetro *AuthorizationDenied* en la respuesta. Esto limita las subsiguientes peticiones de calificación de servicio para la *MS* negada.

Además, para responder al sistema asistente (peticiones de calificación de servicio), el *HLR* envía indicaciones de calificación de servicio bajo dos circunstancias:

- Cuando la información de calificación de servicio de la *MS* vagando cambia como resultado de una acción administrativa del *HLR* (por ejemplo, la autorización ha sido revocado).
- Cuando la información de calificación de servicio de la *MS* que está vagando cambia como resultado de una acción del suscriptor (por ejemplo, activación de una característica).

En ambos casos, la información de calificación de servicio es llevada al sistema asistente en el mensaje *QualificationDirective Invoke (QUALDIR)*, como se ilustra en la siguiente figura:

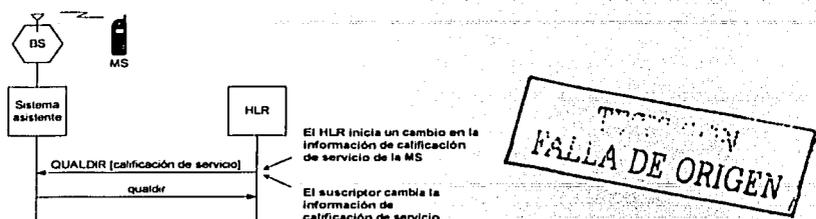


Figura 4.20 Calificación de servicio usando la operación *QualificationDirective*.

El mensaje *QualificationDirective Return Result (qualdir)* enviado del sistema asistente al HLR para notificar que se recibió el mensaje.

4.4.4 Manejo de localización de la MS

La función de manejo de localización de la MS de ANSI-41 tiene dos componentes:

- Los procesos de actualización de localización de la MS tienen el efecto de crear o modificar un registro temporal de la MS en un sistema visitado y actualizar la información de localización en un registro de la MS en el HLR.
- Los procesos de cancelación de localización tienen el efecto de borrar el registro temporal de la MS en un sistema visitado y actualizar la información de localización de la MS en el HLR. La cancelación de localización además es conocida como "cancelación de registro."

La información de localización de la MS que está guardada en un registro del HLR, se caracteriza por su resolución. ANSI-41 soporta varios niveles de resolución de localización, pero como un nivel mínimo, la localización de la MS se resuelve para el VLR asistente; al HLR siempre se le proporcionará una actualización de localización si el VLR asistente cambia. En este caso, la localización del suscriptor está guardada en el HLR, así como la MSCID del VLR actualmente sirviendo al suscriptor, usualmente junto con la dirección de red del VLR (por ejemplo, el *point code SS7* del VLR).

4.4.4.1 Procesos de actualización de localización de la MS

Los procesos de actualización de localización de la MS de ANSI-41 incluyen el proceso de actualización de localización del sistema asistente y el proceso de actualización de localización del HLR.

La función básica del proceso de actualización de localización del sistema asistente es notificar al HLR que su MS se encuentra como visitante en su área de cobertura. El sistema asistente notifica al HLR bajo varias circunstancias, incluyendo:

- Cuando una nueva MS visitante (por ejemplo, una MS para la cual no existe un registro temporal) es detectada en el área de servicio del sistema asistente.
- Cuando la información de calificación de servicio previamente obtenida para una MS visitante indica un área de servicio limitada (por ejemplo, una sola área de localización) y la MS se mueve fuera del área de servicio.

El proceso de actualización de localización normalmente no se activa cada vez que una MS visitante accesa al sistema asistente; esto podría dar lugar a una carga innecesaria de señalización sobre la interfaz, particularmente cuando se emplea un registro autónomo. Mientras podría haber

otras razones para notificar al *HLR* sobre una base de acceso por sistema, como para propósitos de autenticación o calificación de servicio, el *HLR* normalmente requiere notificación de actualización de localización solamente cuando la *MS* cambia de área de servicio.

Si la causa de actualización de localización es la detección de una nueva *MS* visitante, el sistema asistente crea un nuevo registro temporal; de otra manera, simplemente modifica el registro preexistente de la *MS* con la nueva información de localización. En ambos casos, el sistema asistente empaqueta la notificación de actualización de localización junto con la petición de calificación de servicio en un mensaje *REGNOT* para el *HLR* (ver figura 4.18).

Cuando el *HLR* recibe el mensaje *REGNOT*, checa la información de localización de la *MS*. Si el sistema asistente guardado en el registro de la *MS* es diferente del sistema solicitante, el proceso de actualización de localización del *HLR* activa el proceso de cancelación de localización para cancelar la localización de la *MS* en el sistema asistente anterior.

Si la *MS* no esta autorizada para servicio en la nueva localización, el *HLR* niega la actualización de localización e incluye el parámetro *AuthorizationDenied* en el mensaje *regnot*; de otra manera, actualiza el registro de la *MS* con la nueva información de localización y reconoce la actualización de localización enviando un mensaje *regnot* al sistema asistente. Si el sistema asistente recibe un reconocimiento negativo, borra el registro temporal que creo para la *MS*, esto se ilustra en la siguiente figura:

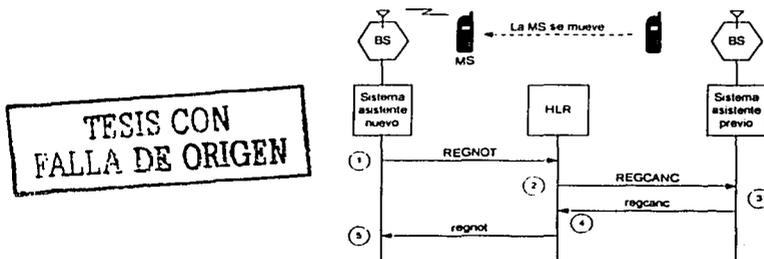


Figura 4.21 Combinación de los procesos de actualización y cancelación de localización.

La combinación de los procesos de actualización y cancelación de localización de la figura anterior se describen como sigue: (1) Una *MS* nueva se mueve dentro de un área de servicio; por lo tanto, el sistema asistente solicita actualización de localización en el *HLR*. (2) El *HLR* ha guardado la información de localización de la *MS*; por lo que, solicita cancelación de localización del sistema asistente previo. (3) El sistema asistente previo borra el registro temporal de la *MS* y envía un reconocimiento al *HLR*. (4) El *HLR* reconoce la actualización de localización. Además, el *HLR* normalmente proporciona calificación de servicio en el mensaje *regnot*. (5) El sistema asistente proporciona servicio a la *MS*.

4.4.4.1.1 Actualización de localización con confidencialidad del suscriptor

La confidencialidad del suscriptor ofrece seguridad adicional permitiendo al sistema asistente asignar al suscriptor una *TMSI*. Una vez asignada, la *TMSI* se usa en la comunicación subsecuente sobre la interfaz de aire con la *MS*, en lugar de usar el *MIN* o la *IMSI*.

La confidencialidad del suscriptor tiene un impacto sobre el proceso de actualización de localización cuando la *MS* usa una *TMSI* previamente asignada para registrarse en un nuevo sistema asistente (esta es una característica solamente de *CDMA*; *MSs TDMA* normalmente no se registraran en un nuevo sistema usando una *TMSI*). Cuando el sistema asistente previo asigna la *TMSI*, el sistema

asistente nuevo necesita un mecanismo para obtener la identificación del suscriptor (por ejemplo, la *MIN* o la *IMSI* y el *ESN*). Para este propósito el sistema asistente nuevo usa el mensaje *ParameterRequest Invoke (PARMREQ)*, como se muestra en la siguiente figura:

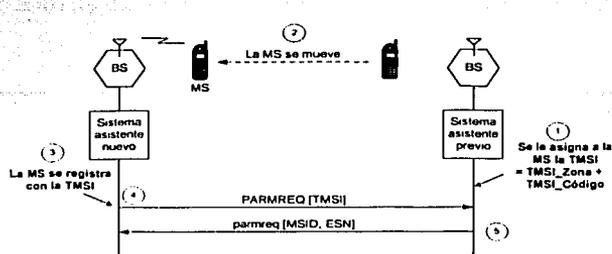


Figura 4.22 Actualización de localización con confidencialidad del suscriptor.

El proceso de actualización de localización con confidencialidad del suscriptor que se muestra en la figura anterior se describe como sigue: (1) Se le ha asignado a *MS* una *TMSI* por su sistema asistente, consistiendo de una *TMSI_ZONE* más una *TMSI_CODE*. La *MS* usa solamente la *TMSI_CODE*, ya que la *TMSI_ZONE* que es transmitida por la *BS* es igual a la *TMSI_ZONE* asignada a la *MS*. (2) La *MS* se mueve al sistema asistente nuevo. Detecta que la *BS* nueva esta transmitiendo una *TMSI_ZONE* diferente. (3) Por lo tanto, la *MS* se registra con su valor de *TMSI* completo (*TMSI_ZONE*+*TMSI_CODE*). (4) Como el valor de *TMSI* es conocido para el sistema asistente nuevo, este envía el mensaje *PARMREQ* de *ANSI-41* al sistema asistente previo, el cual es identificado por el valor *TMSI_ZONE* proporcionado por la *MS*. (5) El sistema asistente previo regresa los valores *MSID (MIN o IMSI)* y *ESN* de la *MS*. El sistema asistente nuevo procede con el registro de la *MS*. El sistema asistente nuevo asignara una *TMSI* nueva a la *MS* a través de una transacción sobre la interfaz de aire.

4.4.4.1.2 Proceso de cancelación de localización de la MS

Los procesos de cancelación de localización incluyen el proceso de cancelación de localización de sistema asistente y el proceso de cancelación de localización del *HLR*.

El proceso de cancelación de localización del sistema asistente es responsable de borrar el registro temporal de una o más *MS* visitantes en el sistema asistente. El proceso de cancelación de localización del sistema asistente puede ser iniciado por el *HLR*, en la forma de una indicación enviada del *HLR* al sistema asistente, o localmente por el propio sistema asistente. El último caso puede ocurrir bajo varias circunstancias, pero todas son opciones del sistema asistente que no se indican en *ANSI-41*:

- Cuando la *MS* envía una señal de apagado al sistema asistente (aunque no todas las *MS* la proporcionan tal indicación).
- Cuando la *MS* pierde uno o más eventos de registro autónomos.
- Cuando el sistema asistente determina, basándose en algún otro sistema asistente (dependiendo del algoritmo), que un solo registro de *MS* vagante se quitara o borrará.
- Cuando el sistema asistente determina, basándose en algún otro sistema asistente (dependiendo del algoritmo), que todos los registros de *MS* vagante se quitarán o borrarán (por ejemplo, para propósitos de restauración del sistema asistente).

ANSI-41 proporciona dos mecanismos que el sistema asistente puede usar para notificar al *HLR* de la cancelación de localización de una o más *MSs*:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- El mensaje *MSInactive Invoke (MSINACT)* de *ANSI-41* se puede enviar del sistema asistente para notificar al *HLR* de la cancelación de localización de una sola *MS* vagante (ver figura 4.23). Sin embargo, el mensaje debe incluir el parámetro del tipo de cancelación de registro *DeregistrationType*, sino el *HLR* interpretará el mensaje simplemente como el reporte del estado inactivo de la *MS*.
- El mensaje *BulkDeregistration Invoke (BULKDEREG)* de *ANSI-41* se puede enviar del sistema asistente para notificar al *HLR* de la cancelación de localización de todas las *MSs* vagantes que están actualmente asociadas con el sistema asistente (ver figura 4.24).

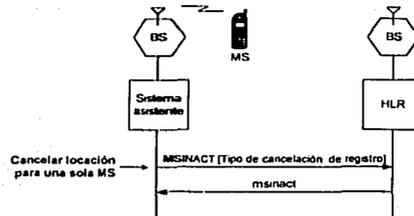


Figura 4.23 Cancelación de localización realizada por el sistema asistente, usando la operación *MSInactive*.

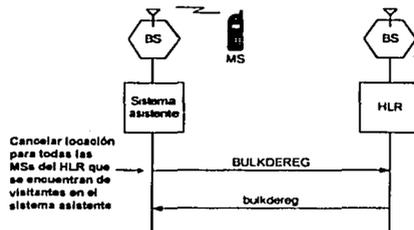


Figura 4.24 Cancelación de localización realizada por el sistema asistente, usando la operación *BulkDeregistration*.

El proceso de cancelación de localización del *HLR* responde a una notificación de cancelación de localización con un mensaje de reconocimiento: *MSInactive Return Result (msinact)* o *BulkDeregistration Return Result (bulkderog)*. El efecto de estos procedimientos es borrar uno o más registros temporales de *MS* en el sistema visitado y borrar la información de localización transitoria en uno o más registros de *MS* en el *HLR*. El *HLR* aún mantiene la información de servicio de cada una de las *MSs* afectadas (por ejemplo, características suscritas); sin embargo, esta información no incluye la localización actual, la cual es conocida hasta la siguiente actualización de localización de la *MS*.

Además de la cancelación de localización iniciada por el sistema asistente, el proceso de cancelación de localización del *HLR* puede analizar una indicación de cancelación de localización para el sistema asistente bajo las siguientes circunstancias:

- Cuando se registra una *MS* en un nuevo sistema asistente, el proceso de actualización de localización en el *HLR* activa el proceso de cancelación de localización para borrar el registro de la *MS* en el sistema que estaba sirviendo a la *MS*.
- Cuando se ejecuta una acción administrativa (por ejemplo, cuando se retira la suscripción de la *MS*).
- Cuando el *HLR* sufre una falla de datos, este inicia la cancelación de localización para todas sus *MSs* vagantes en todos los sistemas asistente (asumiendo que el *HLR* puede identificar estos sistemas).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En los primeros dos casos, la indicación de cancelación de localización es llevada al sistema asistente en el mensaje *RegistrationCancellation Invoke (REGCANC)* (ver figura 4.21). Esta condición puede ser rechazada por el sistema asistente en situaciones de célula frontera. De otra manera, el efecto de este procedimiento es borrar el registro temporal de la *MS* en el sistema asistente previo.

Para el tercer caso, el *HLR* usa el mensaje *UnreliableRoamerDataDirective Invoke (UNRELDIR)*, tal como se muestra en la figura que sigue:

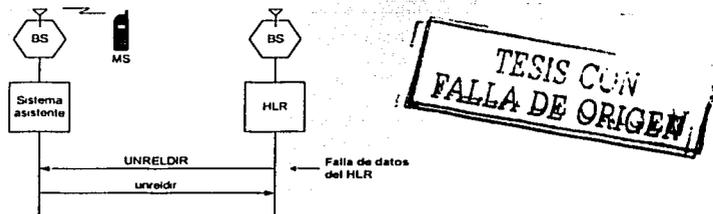


Figura 4.25 Cancelación de localización realizada por el HLR, usando la operación *UnreliableRoamerDataDirective*.

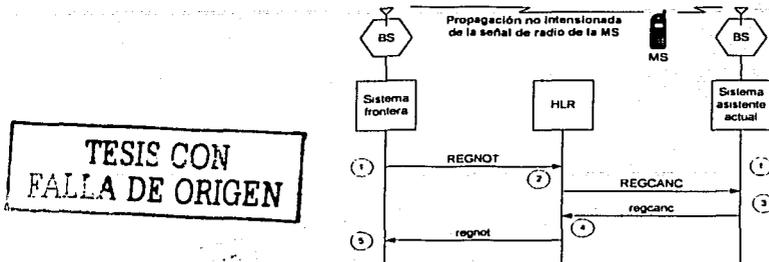
El efecto de un procedimiento *UnreliableRoamerDataDirective* es borrar todos los registros temporales de *MS* relacionados con el *HLR* en el sistema visitado y borrar la información de localización de uno o más registros de *MS* en el *HLR*. Como en el caso de *BulkDeregistration*, el *HLR* aún mantiene la información de servicio de cada una de las *MSs* afectadas; sin embargo, esta información no incluye la localización actual, la cual es conocida hasta la siguiente actualización de localización de la *MS*. El *HLR* usa el mensaje *UnreliableRoamerData Directive* para indicar al sistema asistente que lo ayude a reemplazar su base de datos con información válida de localización de *MS* vagante. Sin este procedimiento, el sistema asistente podría no informar al *HLR* de una localización de *MS* visitada después de una falla de datos del *HLR*, limitando la habilidad del *HLR* para entregar llamadas a la *MS*.

4.4.4.2 Manejo de localización de *MS* en situaciones de célula frontera

Cada vez que la *MS* desea acceder al sistema, busca y selecciona un canal de control para transmitir un mensaje de acceso al sistema, que puede ser un mensaje de registro o de originación de llamada. Si el sistema que recibe el mensaje ya tiene un registro temporal válido para la *MS* (por ejemplo, es el sistema actualmente sirviendo), normalmente no es necesaria una actualización de localización para el *HLR* de la *MS*; el sistema asistente simplemente continúa proporcionando servicio a la *MS*.

Pero si otro u otros sistemas están además escuchando los mensajes de acceso al sistema por el mismo canal de control, entonces se tiene un problema de "acceso múltiple." Pero de acuerdo al concepto de frecuencia de reuso, células adyacentes no usarían los mismos canales. Sin embargo, debido a las áreas urbanas muy densas o a características topográficas del área de servicio, tal como la presencia de lagos, ríos o llanuras puede resultar una propagación no intencionada de la señal de la *MS* más allá de las fronteras diseñadas para la célula asistente, es decir, dentro del área de servicio de un "sistema frontera."¹⁷ El mensaje de acceso al sistema recibido en el sistema frontera sería visto como un sistema de acceso inicial, causando una actualización de localización para *HLR* de la *MS* y una cancelación de localización del *HLR* para el sistema sirviendo o asistiendo actualmente, esto se ilustra en la siguiente figura:

¹⁷ Un sistema frontera no necesariamente da servicio a células inmediatamente adyacentes al sistema en cuestión, puede dar servicio en proximidades muy cercanas en donde las señales dirigidas a un sistema son escuchadas por otro.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 4.26 Actualización y cancelación de localización no intencionada debido a condiciones de célula frontera.

El proceso de actualización y cancelación de localización no intencionada debido a condiciones de célula frontera de la figura anterior se describe como sigue: (1) La *MS* está ya registrada en el sistema asistente; sin embargo, un acceso al sistema es encabezado por un sistema frontera. El sistema frontera solicita al *HLR* actualización de localización. (2) El *HLR* ha guardado la información de localización de la *MS*; por lo que, solicita cancelación de localización del sistema actualmente sirviendo. (3) El sistema actualmente sirviendo borra el registro temporal de la *MS* y envía al *HLR* un reconocimiento. (4) El *HLR* reconoce la actualización de localización. Además, el *HLR* normalmente proporciona calificación de servicio en el mensaje *regnot*. (5) El sistema frontera intenta proporcionar servicio a la *MS*.

Esta situación es particularmente problemática cuando el acceso al sistema es una originación de llamada, ya que se pone a la *MS* en un canal de radio con una calidad de señal menor de lo necesario y probablemente se tirará la llamada cuando la *MS* no pueda detectar el canal de radio asignado por el sistema remoto para la llamada.

Para solucionar este problema, el proceso de manejo de localización de *ANSI-41* incorpora procedimientos especiales que permiten al *HLR* determinar el mejor sistema asistente para una *MS* cuando las condiciones de frontera resultan en (1) una actualización de localización múltiple para un solo evento de acceso al sistema de la *MS* o (2) una o más actualizaciones de localización de sistemas con calidad de señal menor que la del sistema actualmente sirviendo o asistiendo. Estos procedimientos requieren de los sistemas frontera para proporcionar información adicional al *HLR*, incluyendo una indicación de que el acceso al sistema ocurrió en una célula frontera y una medición de calidad de señal junto con información de localización. Esta información es transportada en el mensaje *REGNOT* de *ANSI-41*.

El proceso de actualización de localización del *HLR* toma la decisión de cuál de varias actualizaciones es mejor. Entonces, el proceso de cancelación de localización del *HLR* intenta cancelar el registro en el sistema actualmente sirviendo por el uso del mensaje *REGCANC* de *ANSI-41*, permitiendo que el *HLR* seleccione la mejor actualización de localización con base a la información de calidad de la señal. El proceso de cancelación de localización del sistema asistente, en cuestión, evalúa la cancelación de localización ordenada por el *HLR*, usando la información que tiene cargada del último acceso al sistema por la *MS* en cuestión. Si el sistema asistente determina que él es el mejor sistema para la *MS*, puede negar la orden de cancelación de localización, enviando una indicación negativa al *HLR* en el mensaje *regcanc* de *ANSI-41*. El *HLR* recibe la negación de cancelación de localización del sistema asistente y rechaza la actualización de localización del sistema frontera; la respuesta negada es transportada en el mensaje *regnot*, esto se ilustra en la siguiente figura:

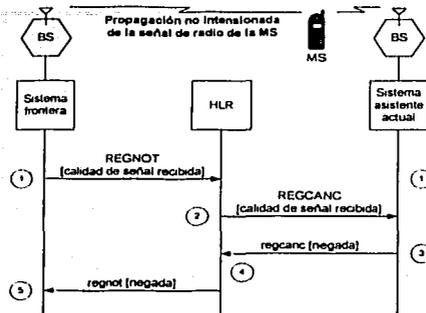


Figura 4.27 Parte de la solución de manejo de localización de ANSI-41 en condiciones de célula frontera.

Los pasos de la figura anterior están descritos en la figura 4.26, excepto que el sistema sirviendo o asistiendo actualmente niega la petición de cancelación de localización, comparando la calidad de señal recibida proporcionada por sistema frontera con sus mediciones guardadas

4.4.5 Manejo de estado de la MS

La función de manejo de estado de la *MS* de *ANSI-41* comprende los procesos por los cuales el estado de disponibilidad para entregar la llamada a una *MS* esta coordinado entre el sistema sirviendo y el *HLR*. El estado puede ser activo o inactivo. En el estado activo, la *MS* esta disponible para la entrega de llamadas. Cuando en el estado inactivo, la *MS* no esta disponible para la entrega de llamadas; sin embargo, una *MS* inactiva podría aceptar entregas del servicio de mensaje corto (*SMS*). Una *MS* se podría considerar inactiva porque:

- *La MS no esta registrada.* Cuando el *HLR* no tiene una localización válida para la *MS*, la *MS* se considera inactiva.
- *La MS esta fuera del contacto de radio.* La *MS* pudo haber perdido eventos de registro debido a una perdida de contacto de radio y pudo haber estado designada inactiva por el sistema asistente.
- *La MS es inaccesible intencionalmente.* La *MS* pudo haber entrado en un modo (por ejemplo, modo *sleep*) por lo que es inaccesible intencionalmente.

4.4.5.1 Procesos de manejo de estado de la MS

Los procesos de manejo de estado de la *MS* incluyen el proceso de manejo de estado de la *MS* del sistema asistente y el proceso de manejo de estado de la *MS* del *HLR*.

Generalmente, el estado de la *MS* es puesto activo por el sistema asistente y por el *HLR* después de que una actualización de localización de la *MS* es exitosa. También, después de una cancelación de localización exitosa, el *HLR* pone a la *MS* en estado inactivo; el estado puede ser puesto activo si la cancelación de localización esta anidada dentro de un proceso de actualización de localización. En este sentido, el proceso de manejo de estado de la *MS* del sistema asistente y el proceso de manejo de estado de la *MS* del *HLR* hacen uso de las mismas operaciones que los procesos de actualización y cancelación de localización, como *RegistrationNotification*, *RegistrationCancellation*, *MSInactive*, *BulkDeregistration* y *UnreliableRoamerDataDirective*. Adicionalmente, la *MS* puede ser puesta inactiva en el sistema asistente y en el *HLR* en las siguientes formas:

- Cuando el sistema asistente envía al *HLR* un mensaje *REGNOT* incluyendo un parámetro de tipo de disponibilidad *AvailabilityType* válido para poner el estado de la *MS* como inactivo; cuando el *HLR* recibe exitosamente el mensaje, también pone el estado de la *MS* como inactivo (ver figura 4.28).
- Cuando el sistema asistente envía al *HLR* un mensaje *MSINACT* para poner el estado de la *MS* como inactivo; cuando el *HLR* recibe exitosamente el mensaje, también pone el estado de la *MS* como inactivo (ver figura 4.29). Este mensaje puede resultar en la cancelación de localización de la *MS* si se incluye el parámetro del tipo de cancelación de registro *DeregistrationType*.
- Cuando el sistema asistente envía al *HLR* un mensaje *RoutingRequest Return Result (routreq)*, incluyendo el parámetro *AccesDeniedReason (ACC DEN)* como inactivo para poner el estado de la *MS* como inactivo; cuando el *HLR* recibe exitosamente el mensaje, también pone el estado de la *MS* como inactivo (ver figura 4.30).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

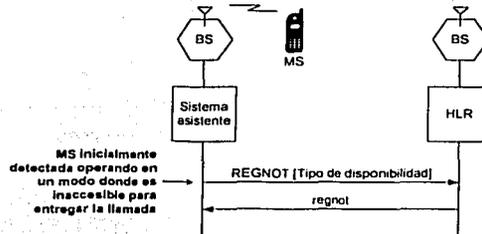


Figura 4.28 Poniendo el estado de la MS como inactivo, usando la operación *RegistrationNotification*.

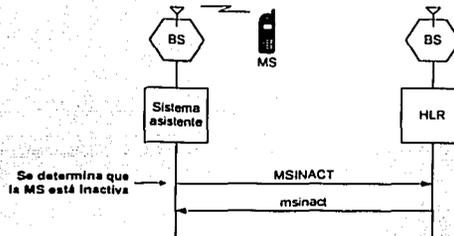


Figura 4.29 Poniendo el estado de la MS como inactivo, usando la operación *MSInactive*.

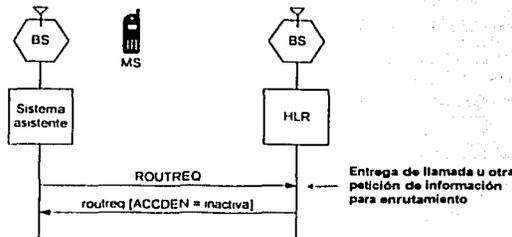


Figura 4.30 Poniendo el estado de la MS como inactivo, usando la operación *RoutingRequest*.

Una vez hecho lo anterior, el estado de la *MS* se mantiene inactivo hasta que el sistema asistente envíe al *HLR* un mensaje *REGNOT* válido que no incluya el parámetro *AvailabilityType*.

4.4.6 Recuperación de falla del HLR y VLR

La función de recuperación de falla del *HLR* y *VLR* de *ANSI-41* comprende los procesos que intentan mejorar los efectos de las fallas del *HLR* y *VLR* en la red de telecomunicaciones móviles.

4.4.6.1 Procesos de recuperación de falla del HLR

Los procesos de recuperación de falla del *HLR* manejan el caso donde el *HLR* experimenta una falla que interpreta como no confiables a los datos que usa para mantener la localización de sus *MSs* vagantes. La operación *UnreliableRoamerDataDirective* está especialmente diseñada para esta propuesta; el *HLR* envía el mensaje *UNRELDIR* a cada sistema (por ejemplo, *VLR*) que considera que puede estar sirviendo a una o más de sus *MSs*. En la recepción, el sistema asistente borra todos los registros temporales de la *MS* vagantes que están asociados con el *HLR* y regresa el mensaje *unreldir* al *HLR* como un reconocimiento, esto se ilustra en la siguiente figura:

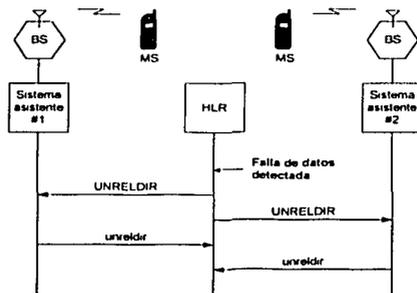


Figura 4.31 El proceso de recuperación de falla del *HLR*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANSI-41 no especifica el mecanismo por el cual el *HLR* determina el sistema visitado que esta afectado. Pero al menos, dos estrategias son posibles:

- El *HLR* mantiene una lista de todos los sistemas asistentes posibles en un área de almacenamiento no volátil.
- El *HLR* mantiene una lista de todos los sistemas asistentes activos (por ejemplo, sistemas actualmente sirviendo a una o más de las *MSs* del *HLR* en algún tiempo en particular) en un área de almacenamiento no volátil.

En caso de falla, el *HLR* envía un mensaje *UNRELDIR* a cada sistema asistente que se encuentra en esta lista.

Además, el *HLR* puede usar la operación *UnreliableRoamerDataDirective* para borrar selectivamente los registros de *roaming* de un solo sistema asistente. Por ejemplo, si el *HLR* recibe errores repetidos de un sistema asistente en particular, entonces podría enviar un mensaje *UNRELDIR* al sistema para ordenarle borrar los datos relacionados con él.

4.4.6.2 Procesos de recuperación de falla del VLR

Los procesos de recuperación de falla del *VLR* manejan el caso donde el *VLR* experimenta una falla que interpreta como no confiables a sus datos de *MS* vagante. La operación *BulkDeregistration* se puede usar para esta propuesta; el *VLR* envía el mensaje *BULKDEREG* a cada *HLR* que considera puede ser el sistema de casa (*home sistema*) de una o más *MSs* visitantes en su área de servicio.

En la recepción, el *HLR* borra toda la información de localización de las *MSs* servidas por el *VLR* y regresa el mensaje *bulkdereg* al *VLR* como un reconocimiento, esto se ilustra en la siguiente figura:

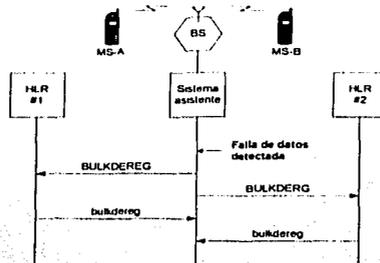


Figura 4.32 El proceso de recuperación de falla del *VLR*.

ANSI-41 no especifica el mecanismo por el cual el *VLR* determina los *HLRs* que están afectados. Como en la recuperación de falla del *HLR*, al menos dos son posibles estrategias:

- El *VLR* mantiene una lista de todos los *HLRs* posibles en un área de almacenamiento no volátil.
- El *VLR* mantiene una lista de los *HLRs* asociados con *MSs* visitantes activas en un área de almacenamiento no volátil.

En caso de falla, el *VLR* envía un mensaje *BULKDEREG* para cada *HLR* que se encuentra en esta lista.

4.5 Autenticación

Autenticación es un conjunto de funciones que se usa para prevenir accesos fraudulentos a redes celulares por teléfonos ilegalmente programados con la identificación de estación móvil (*MSID*) y el número de serie electrónico (*ESM*) falsos. La función no requiere de la intervención del suscriptor y proporciona un método mucho más robusto para validar la identidad verdadera de un suscriptor que en la función básica de calificación de servicio.

Las funciones de autenticación de *ANSI-41* son independientes del protocolo de interfaz de aire que se usa para acceder a la red, y los suscriptores nunca se involucran en el proceso. Un resultado exitoso de autenticación (por ejemplo, una *MS* autentica) ocurre cuando se puede demostrar que la *MS* y la red poseen resultados idénticos de un cálculo independiente operado en ambos. El centro de autenticación *AC* es la entidad funcional primaria en la red que es responsable de operar este cálculo, aunque al sistema asistente (por ejemplo, el *VLR*) se le permiten ciertas responsabilidades. Los cálculos de autenticación se basan en un conjunto de algoritmos, conocidos en conjunto como el algoritmo *CAVE* (*Cellular Authentication and Voice Encryption*).

El proceso de autenticación puede ser invocado por muchos eventos; sin embargo, es operado frecuentemente cuando surgen las siguientes situaciones:

1. Registro
2. Originación de llamada
3. Terminación de llamada

El proceso de autenticación no es necesario en cada evento de arriba. Por ejemplo, durante el registro autónomo, se puede operar autenticación solamente si el suscriptor se ha movido a una nueva localización (por ejemplo, el proceso de manejo de localización ha actualizado la localización del suscriptor en el *HLR*) que es parte de la política de autenticación entre el sistema asistente y el sistema de casa.

El proceso y algoritmo de autenticación se basan en los dos siguientes números secretos:

- Clave de autenticación *A-key* (*Authentication Key*)
- Datos secretos compartidos *SSD* (*Shared Secret Data*)

Estos números son la base fundamental para la autenticación de *ANSI-41*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.5.1 Clave A

La clave A (*A-key*) es un número secreto de 64 bits que es la clave permanente usada por los cálculos de autenticación en la *MS* y la red. La clave A esta instalada permanentemente dentro de la *MS* y esta guardada y se carga de manera segura en el *AC* en la red cuando se obtiene un nuevo suscriptor. En general, el método para instalar la clave A en la *MS* depende de la implementación. Sin embargo, el TIA ha recomendado un método para programar manualmente la clave A dentro de la *MS* (consultar *TIA/EIA TSB50*). Además, la TIA ha normalizado un método para la programación manual de la clave A sobre el aire (consultar *TIA/EIA/IS-725*).

Una vez que la clave A se ha instalado en la *MS*, no se debe ser desplegable o recuperable. La *MS* y el *AC* son solamente entidades funcionales que nunca están conscientes de la clave A; nunca se transmite sobre el aire ni se pasa entre sistemas. La principal función de la clave A es como un parámetro que se usa el cálculo para crear los *SSD*.

4.5.2 Datos secretos compartidos SSD

El *SSD* es un número secreto de 128 bits que esencialmente es una clave temporal usada por los cálculos de autenticación en la *MS* y el *AC*. Además, el *SSD* se puede compartir con el sistema asistente (específicamente, el *VLR* con el sistema asistente) a través de un números de mensajes *ANSI-41*. A diferencia de la clave A, el *SSD* es un valor semipermanente que puede ser modificado por la red en cualquier momento, y la red puede ordenarle a la *MS* que genere un nuevo valor.

El *SSD* es el resultado de un cálculo usando la clave A, el *ESN* y un número aleatorio compartido entre la *MS* y la red. El cálculo del *SSD* resulta en dos valores separados de 64 bits, *SSD_A* y *SSD_B*. El valor *SSD_A* se usa específicamente para funciones de autenticación. El valor *SSD_B* se usa específicamente para algoritmos de cifrado usados para privacidad de voz y datos, y para cifrar y descifrar mensajes de señalización seleccionados sobre el canal de tráfico. La siguiente figura ilustra el procedimiento para generar el *SSD*.

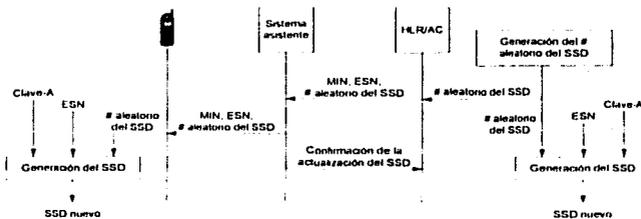


Figura 4.33 Derivación del SSD de la clave A.

El *HLR* y el *AC* se muestran como una sola entidad debido a su relación funcional tan estrecha.

4.5.3 Cuestiones asociadas con autenticación

Las funciones de autenticación están diseñadas para validar a un suscriptor que esta siendo servido por el sistema de casa o el sistema visitado. Muchas cuestiones surgen en la red para soportar autenticación, incluyendo las siguientes:

- Una necesidad para determinar qué entidad funcional es el controlador de autenticación. El proceso de autenticación de *ANSI-41* soporta el control de autenticación desde el *AC* o el sistema asistente (por ejemplo, el *VLR*). El *AC*, como controlador, puede operar todas las funciones de autenticación. El *VLR*, cuando el *SSD* esta compartido, puede operar solo algunas funciones de autenticación.
- Muchos sistemas todavía no soportan autenticación. Aunque la situación ha mejorado en los últimos años, todavía hay sistemas que no soportan la capacidad. Se supone que, en estos casos, los beneficios de la autenticación no superan los costos de implementación.
- Algunas *MSs* no soportan autenticación. Los procesos de autenticación de *ANSI-41* dependen de las capacidades que tenga la *MS* para operar los algoritmos y soportar la clave *A*. Mientras todas las *MSs* producidas en los últimos años son capaces de autenticación, existen todavía algunas unidades viejas sin esta capacidad.
- El manejo de la clave *A* es una cuestión. Una primera consideración para el soporte de autenticación es el manejo de la clave *A*, o cómo la clave se guarda con seguridad, como se proporciona a la *MS* y como se mantiene. Ya que el proceso entero de autenticación depende de mantener en secreto a la clave *A*, el manejo adecuado de la clave *A* es suma importancia. Los requerimientos básicos para un protocolo de manejo de la clave *A* son los siguientes:
 - La clave *A* debe ser manejada por un numero mínimo de personas (ninguna es mejor).
 - El *AC* se debe diseñar como un sistema muy seguro.
 - La clave *A* no debe ser legible por algún participante.
 - Los cambios a la clave *A* en la *MS* y en el *AC* se deben operar en una forma segura.

4.5.4 Compartimiento de datos secretos compartidos

La función de compartimiento del *SSD* comprende los procesos por los cuales el centro de autenticación y el sistema asistente (por ejemplo, el *VLR*) manejan el compartimiento de responsabilidades de autenticación para una *MS* visitante. Compartir las responsabilidades de autenticación solamente es posible si el *SSD*, además de que se comparte entre el *AC* y la *MS*, se comparte entre el *AC* y el sistema asistente, esto es conocido en *ANSI-41* como compartimiento del *SSD* o *SSD* compartido. Además, *ANSI-41* especifica que cuando *SSD* es compartido con el sistema asistente, la información del contador de historia de llamada (*COUNT*) también es compartida.¹⁸

Compartir el *SSD* proporciona al sistema asistente control local sobre la autenticación de una *MS* visitante. Específicamente, el sistema asistente puede controlar las siguientes funciones de red:

- Reto global (*global challenge*), Controla todo excepto el acceso al sistema inicial cuando aún no se ha establecido el compartimiento del *SSD*.
- Reto único (*unique challenge*), Controla todo excepto el acceso al sistema inicial.

¹⁸ Suponiendo que el contador de historia de llamada es parte del conjunto de herramientas de autenticación usado por el sistema de casa.

- La porción del reto de estación base de una actualización del *SSD* iniciada por el *AC*.
- Actualización del *COUNT*.

El control del sistema asistente para estas funciones de red reduce el tráfico de señalización relacionado con autenticación entre los sistemas asistentes y de casa y los asociados retardos del procesamiento de llamada.

El proceso del compartimiento del *SSD* incluye el proceso de compartimiento del *SSD* del *AC*, el proceso de compartimiento del *SSD* del sistema asistente y el proceso de compartimiento del *SSD* del *HLR*. Estos procedimientos soportan las siguientes tareas:

1. Notificar al *AC* de las capacidades del sistema asistente para compartir el *SSD*.
2. "Encender" y "apagar" el compartimiento del *SSD*.
3. Recuperar en el *AC* la información compartida *COUNT*.

4.5.5 Global-challenge

La función de *global-challenge* de *ANSI-41* comprende los procesos en los cuales:

- El sistema asistente presenta un reto de autenticación numérico a todas las *MS*s que están usando un canal de control de radio en particular.
- El *AC* de *ANSI-41* (o el sistema asistente si el *SSD* esta compartido) verifica que la respuesta de autenticación numérica de una *MS* intentando acceder al sistema se correcta.

Esto es llamado un *global-challenge* porque el indicador reto (*challenge*) y el número aleatorio usados para el reto (*challenge*) son transmitidos en el canal de control de radio, por lo que son usados por todas las *MS*s accediendo a ese canal de control. La siguiente figura ilustra el procedimiento básico de *global-challenge* para la autenticación cuando el *SSD* no esta compartido:

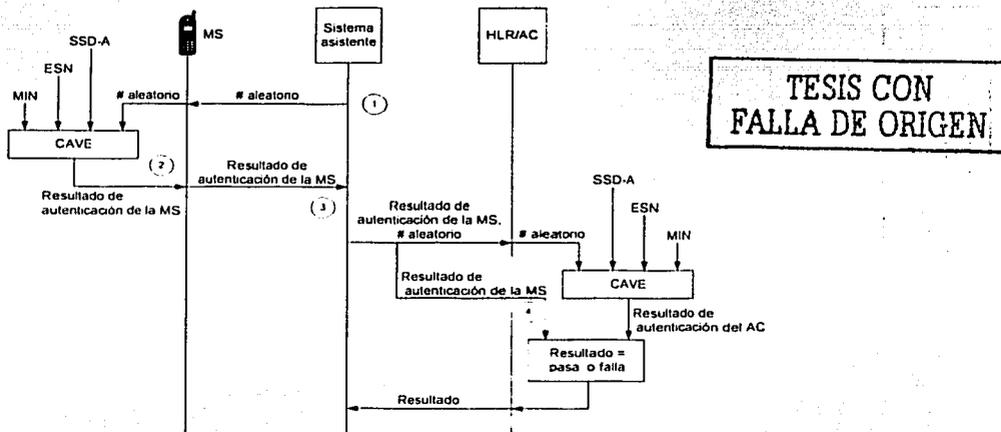


Figura 4.34 Proceso básico de *global-challenge* cuando el *SSD* no esta compartido.

El proceso básico de *global-challenge* cuando el *SSD* no esta compartido de la figura anterior se describe como sigue: (1) El sistema asistente genera un número aleatorio que envía a la *MS* en la secuencia del mensaje de encabezado *OMT* (*Overhead Message Train*) del canal de control. (2) La *MS* calcula un resultado de autenticación y lo transmite al sistema asistente con propósitos de

registro, originación de llamada, o repuesta de búsqueda. (3) Si el *SSD* no esta compartido, el sistema asistente reenvía al *AC* el resultado de autenticación y el número aleatorio. (4) El *AC* calcula independientemente un resultado de autenticación y lo compara con el resultado recibido de la *MS*. Si los resultados son iguales, la *MS* ha respondido exitosamente al reto. Si los resultados no son iguales, se puede considerar a la *MS* como fraudulenta y se le puede negar el servicio. Si el esta compartido, el sistema asistente realiza los cálculos.

Los procesos de *global-challenge* incluyen el proceso de *global-challenge* del sistema asistente, el proceso de *global-challenge* del sistema frontera y el proceso de *global-challenge* del *AC*.

4.5.6 Unique-challenge

La función de *unique-challenge* de *ANSI-41* comprende los procesos por los cuales:

- El controlador de la autenticación de *ANSI-41* ordena al sistema asistente un reto de autenticación numérico a una sola *MS* que esta solicitando servicio de la red o esta ya ocupada en una llamada.
- El sistema ancla puede elegir la petición de reto de autenticación al sistema sirviendo actualmente (por ejemplo, en el caso de que una llamada ha realizado un *handoff*).
- El sistema asistente presenta el reto de autenticación numérica a la *MS* y verifica que la respuesta de autenticación numérica proporcionada sea correcta.

La siguiente figura ilustra el procedimiento de *unique-challenge* para la autenticación cuando el *SSD* no esta compartido:

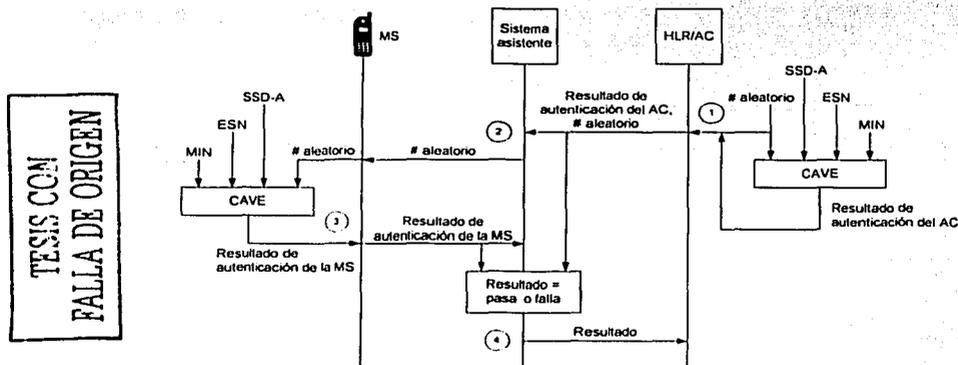


Figura 4.35 Proceso básico de *unique-challenge* cuando el *SSD* no esta compartido.

El proceso básico de *unique-challenge* cuando el *SSD* no esta compartido de la figura anterior se describe como sigue: (1) El *AC* genera un número aleatorio y lo usa para calcular un resultado de autenticación. El *AC* envía al sistema asistente el número aleatorio y el resultado de autenticación. (2) El sistema asistente reenvía a la *MS* el número aleatorio. (3) La *MS* calcula un resultado de autenticación y lo envía al sistema asistente. (4) El sistema asistente compara el resultado del *AC* con el resultado de la *MS*. Si los resultados son iguales, se considera que la *MS* ha respondido exitosamente al reto. Si los resultados no son iguales, se puede considerar a la *MS* como fraudulenta y se le puede negar el servicio. En cualquier caso, el sistema asistente reporta los resultados al *AC*. Si el *SSD* esta compartido, el sistema asistente puede iniciar el proceso de *unique-challenge* y solamente podría informar una falla al *AC*.

El *unique-challenge* es así llamado porque el indicador-reto (*challenge*) y el número aleatorio usados para el reto están dirigidos a una *MS* en particular.

De hecho, el *unique-challenge* se puede usar como una profundización del *global-challenge*. Si el *global-challenge* es exitoso o falla, el *unique-challenge* sirve como una doble revisión de la autenticidad de la *MS*. Ya que el número aleatorio para el reto se cambia para cada operación, el *unique-challenge* una prueba de autenticación más segura que la función de *global challenge*.

Además, a diferencia de *global-challenge*, que tiene un sólo mecanismo de inicialización (por ejemplo, el sistema asistente transmite autónomamente el indicador *global-challenge*), el *unique-challenge* se puede iniciar bajo varias circunstancias y usando una variedad de mensajes.

El *unique-challenge* es soportado bajo condiciones de *handoff*, mientras que la operaciones de actualización del *SSD* y *COUNT* no pueden ser completadas por el sistema asistente inicial (por ejemplo, el sistema ancla) si la *MS* esta implicada en una llamada que ha realizado un *handoff* a otro sistema.¹⁹ Para soportar el escenario de *handoff* de llamada, los procesos de *unique-challenge* incluyen el proceso de *unique-challenge* del sistema asistente, el proceso de *unique-challenge* del sistema asistente no ancla y el proceso de *unique-challenge* del *AC*.

4.5.7 Actualización del SSD

La función de actualización del *SSD* de *ANSI-41* comprende los procesos por los cuales el *SSD* en una *MS* es cambiado a un nuevo valor bajo la dirección del *AC*. No solo el *AC* puede iniciar esta operación, también la puede iniciar el sistema asistente cuando el *SSD* esta compartido.

En el lado de la red, los procedimientos de autenticación de *ANSI-41* especifican que un *unique-challenge* es ejecutado inmediatamente después de la actualización del *SSD* para confirmar que la *MS* objetivo ha cambiado exitosamente su *SSD*. En el lado de la *MS*, las diversas normas de interfaz de aire capaces de autenticación (por ejemplo, *IS-95*, *IS-136*) especifican que la *MS* inicia un procedimiento de reto de estación móvil cuando está dirigida por la *BS* para cambiar su *SSD*. El reto de estación base permite a la *MS* autenticar la estación base solicitando la actualización del *SSD*; esto previene que una estación base fraudulenta interrumpa la operación normal de la red, que obliga al *SSD* de la *MS* salir del alineamiento con el *SSD* de la red.

Los procesos de actualización del *SSD* incluyen el proceso de actualización del *SSD* del *AC* y el proceso de actualización del *SSD* del sistema asistente, además de los procesos de *unique-challenge* del sistema asistente y del sistema asistente no ancla. La funcionalidad del reto de estación base esta incluida en los procesos de actualización del *SSD* del *AC* y del sistema asistente.

4.5.8 Actualización del contador de historia de llamada

La función de actualización del contador (*COUNT*) de historia de llamada comprende los procesos en los cuales el controlador de autenticación *ANSI-41* (por ejemplo, el *VLR* si el *SSD* esta compartido, el *AC* si el *SSD* no esta compartido) ordena a la *MS* actualizar (incrementar en 1) el valor *COUNT* que tiene cargado.

El *COUNT* es un valor de 6 bits (un contador que incrementa de 0 a 63) que proporciona seguridad adicional en caso de que la clave *A* o el *SSD* este comprometido. El valor actual del *COUNT* se mantiene en la *MS* y en el controlador de la autenticación. El contador respectivo generalmente debe ser el mismo – no pueden ser siempre exactamente iguales debido a los problemas de transmisión de radio o las fallas de sistema en la red. Si los contadores son diferentes en un rango

¹⁹ La actualización del *COUNT* después *handoff* es soportada en *IS-778*.

suficientemente grande, o frecuentemente no son iguales, el AC puede suponer que existe una condición fraudulenta y toma una acción de corrección. La detección de una desigualdad del COUNT no necesariamente indica que la MS accediendo al sistema es fraudulenta – solo que puede existir un clon.

Los procesos de actualización del COUNT de ANSI-41-D incluyen el proceso de actualización del COUNT del sistema asistente y el proceso de actualización del COUNT del AC. Para soportar la nueva actualización del COUNT después de un escenario de *handoff* de llamada, IS-778 requiere un proceso de actualización del COUNT del sistema asistente no ancla, análogo al proceso usado por *unique-challenge*.

4.5.9 Mejoramientos de autenticación en IS-778

Un número de mejoramientos a las funciones de autenticación de ANSI-41-D se normalizaron en IS-778. Estos se pasarán a la Revisión E de ANSI-41, los cuales incluyen:

- Manejo de la MSs capaces de autenticación cuando el sistema de casa no soporta autenticación.
- Manejo más claro del acceso al sistema inicial.
- Manejo de originaciones de llamada sospechosas.

Por su puesto, hay varias correcciones, aclaraciones y mejoramientos, que ya se han mencionado (por ejemplo, la actualización del COUNT después de *handoff*). Para más información consultar la norma IS-778.

La necesidad para soportar MSs basadas en la IMSI, originalmente normalizada en TIA/EIA/IS-751, además introduce algunas cuestiones relacionadas con autenticación.

4.6 Procesamiento de llamada de ANSI-41

Procesamiento de llamada es una categoría muy amplia de funciones que establecen, mantienen y liberan llamadas para y del suscriptor móvil. Consiste de operaciones de la aceptación inicial de una llamada entrante a través de la disposición final de la llamada. Las funciones de procesamiento de llamada establecen y liberan trayectorias de transmisión terrestre para las llamadas; además, invocan y manejan características de llamada que proporcionan una variación específica de la forma de cómo una llamada es tratada.

El procesamiento de llamada de ANSI-41 comprende las siguientes categorías o funciones:

- Funciones de originación de llamada. Las funciones intersistema que soporta el móvil, como las capacidades de llamada originada y el manejo de características de originación de llamada.
- Funciones de terminación de llamada. Las funciones intersistema que soporta el móvil, como las capacidades de llamada terminada y el manejo de características de terminación de llamada.
- Funciones de control de características. Las funciones intersistema que soporta la habilidad del suscriptor para modificar ciertos parámetros de características (por ejemplo, estado de activación de características, reenvío de llamada (*call-forwarding*), reenvío a número (*forward-to number*)).

4.6.1 Cuestiones asociadas con procesamiento de llamada

Muchas funciones de procesamiento de llamada están fuera del alcance de la norma *ANSI-41*, y muchos aspectos de procesamiento de llamada están relacionados con *roaming* automático y funciones de *handoff* intersistema de *ANSI-41*. Estos aspectos incluyen:

- Entrega de llamadas a un suscriptor vagante. La información de localización y estado necesita ser obtenida, involucrando el manejo de localización y funciones del manejo de estado de la *MS*.
- Control de origenación de llamada de un suscriptor vagante. Las capacidades de origenación autorizadas para el suscriptor deben ser proporcionada al sistema asistente, involucrando las funciones de calificación de servicio.
- Control de circuitos inter-*MSC* durante *handoff* intersistema, involucrando las funciones de *handoff*.

Además, hay algunas cuestiones generales que tienen impacto en un número de funciones de procesamiento de llamada, incluyendo:

- Todas las características son opcionales y muchas no están soportadas en todas partes. Los suscriptores quienes se cambian a un sistema nuevo a través de *roaming* o *handoff* intersistema pueden perder características no soportadas por ese sistema.
- Los códigos de características que se usan para controlar características que no están normalizadas. Un código de característica usado para activar el reenvío de llamada (*call forwarding*), por ejemplo, podría no ser el mismo en un sistema visitado al del sistema de casa.
- Interacción de características.

4.6.1.1 Interacción de características

La interacción de características es una cuestión muy compleja. Es una situación que crece cuando a un suscriptor se le autorizan características múltiples. Se necesitan analizar cuatro aspectos de interacción de características:

- Definición de una interacción de características
- Definición de precedencia de características
- Definición de tratamiento de características
- Definición de las entidades funcionales que controlan una interacción

Una interacción de características significa que si múltiples características se activan simultáneamente, necesitan ser analizadas en orden para aplicar el tratamiento de llamada apropiado. En este punto, no importa cuál característica se analice primero; ya que todas son revisadas, y se toma una decisión lógica acerca de cómo tratar la llamada.

La precedencia de características significa que si dos características están activadas y una de ellas toma precedencia sobre la otra, la característica subordinada no necesita ser analizada dentro del algoritmo para determinar el tratamiento de la llamada, el hecho de que este activa puede ser ignorado.

El tratamiento de características significa que ciertas acciones son tomadas sobre una llamada, basándose en los números de los participantes (el llamado y el que llama), características activas, y otros eventos que pueden afectar la llamada.

Dependiendo de las características individuales que están involucradas en la interacción, el *MSC*, el *HLR* o una combinación de ambos controla la interacción. El control de la interacción incluye la

determinación de la precedencia de características, así como el tratamiento que se va aplicar a la llamada.

El análisis de la interacción de características es necesario para direccionar cada escenario de la llamada, involucrando cada característica para su procesamiento apropiado. Algunas de las interacciones de características están especificadas en *ANSI-41*. Otras interacciones de características dependen de la implementación y las que están controladas por el *HLR* pueden ser proporcionadas transparentemente (sin que el suscriptor realice alguna operación de requerimiento especial) sin el soporte del sistema asistente normalizado y de características específicas. El manejo de las interacciones de características se requiere para asegurar procesamiento lógico apropiado y eficiente en el *HLR* y el sistema asistente.

4.6.2 Servicios de originación de llamada

La simplicidad del proceso para hacer una llamada móvil (encender el teléfono, introducir dígitos y presionar la tecla *SEND*) enmascara una enorme cantidad de procesamiento de llamada que toma lugar en la red de telecomunicaciones móvil. Antes de la Revisión C, *IS-41* tenía relativamente poco impacto sobre este procesamiento (los servicios de la Revisión B fueron principalmente de terminación de llamada). Esta situación cambió en *IS-41-C* y *ANSI-41-D*, y probablemente continuará cambiando en las siguientes reversiones de *ANSI-41* como conceptos de "red inteligente inalámbrica" aplicados a la norma y la originación de llamada llegará a ser un proceso más controlado por la red (en lugar de ser controlada por un sistema asistente).

En general, los servicios de originación de llamada de *ANSI-41* son las funciones de red que permiten, restringen, complementan, o también tienen un impacto sobre la habilidad de la *MS* para originar una llamada mientras esta vagando fuera del área de servicio de casa (*home service area*). *ANSI-41* soporta los siguientes servicios de originación de llamada:

- Originación básica de llamada
- Acceso al número de identificación personal (*PTN*) del suscriptor (*SPINA*)
- Intercepción del PIN del suscriptor (*SPINI*)
- Restricción de identificación del número llamante (*CNIR*)
- Restricción de nombre del llamante (*CNAR*)
- Notificación del mensaje en espera (*MWN*)
- Recuperación del mensaje de voz (*VMR*)
- Transferencia de llamada (*CT*)
- Llamada de tres a la vez (*3WC*)
- Llamada de conferencia (*CC*)
- Prioridad de acceso y asignación de canal (*PACA*)
- Idioma preferido (*PL*)
- Privacidad de voz (*VP*), privacidad de datos (*DP*), y cifrado de mensaje de señalización (*SME*).

Las características *MWN*, *PL*, *VP*, *DP* y *SME* no solamente son de originación de llamada, además, son soportadas en la terminación de llamada.

La descripción detallada de cada una de estas características está fuera del alcance del propósito de este trabajo. Para mayor información, consultar la bibliografía o la norma para *ANSI-41*.

4.6.2.1 Originación básica de llamada

Una porción de un proceso simplificado de originación de llamada en un sistema asistente se muestra en la siguiente figura:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4.36 Parte de un proceso simplificado de orignación de llamada en un sistema asistente.

El protocolo y procedimientos en *ANSI-41* afectan este modelo en dos áreas: el análisis de dígitos y la autorización de orignación de llamada.

4.6.2.1.1 El impacto de ANSI-41 sobre el proceso de análisis de dígitos

ANSI-41 define dos categorías básicas de disparos (*triggers*) que se pueden aplicar al proceso de análisis de dígitos: disparos de orignación de llamada y disparos de petición de características. Los disparos de orignación de llamada son "activados" cuando el sistema asistente recibe el parámetro *OriginationTriggers* de *ANSI-41*. Este parámetro es parte de la información del perfil de servicio de la *MS* proporcionada por el sistema de casa durante el proceso de calificación de servicio. Algunos disparos (*triggers*) son:

- Todas las orignaciones de llamada
- Orignación de llamada para un destino internacional
- Orignación de llamada para el mismo número del suscriptor, conocida como una "llamada revertida."
- Orignación de llamada para un número empezando con el dígito *
- Orignación de llamada para un número empezando con el dígito #
- Orignación de llamada con *n* dígitos, donde *n* puede ser de 0 a 14 dígitos
- Orignación con 15 ó más dígitos

Cuando una condición de disparo (*trigger*) se detecta durante el proceso de análisis de dígitos, el sistema asistente envía al *HLR* de la *MS* un mensaje *OriginationRequest Invoke (ORREQ)*, conteniendo (entre otras cosas) los dígitos recibidos de la *MS*. Esto permite que el *HLR* evalúe los dígitos marcados y proporcione instrucciones de enrutamiento al sistema asistente a través del mensaje *OriginationRequest Return Result (orreq)*, tal como se muestra en la figura siguiente:

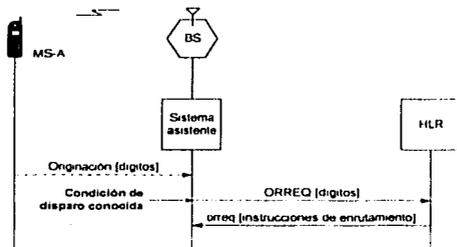


Figura 4.37 Un ejemplo de un procesamiento de disparo (*trigger*) de orignación de llamada, usando la operación *OriginationRequest*.

Generalmente, los procedimientos de evaluación y enrutamiento en el HLR están asociados con algunas características específicas del suscriptor, tales como la interceptación del PIN (*Personal Identification Number*) del suscriptor o la recuperación de mensajes del correo de voz. Así, el parámetro *OriginationTriggers* y la operación *OriginationRequest* se pueden considerar los bloques constructivos de otras características de procesamiento de llamada.

El "disparo de petición de característica" básico no requiere activación explícita; cuando el sistema asistente detecta una originación de llamada a un número empezando con el dígito * - a esto se le conoce como secuencia de código de característica (*feature code string*) - envía al HLR de la MS un mensaje *FeatureRequest Invoke (FEATREQ)*. Sin embargo, el correspondiente disparo (*trigger*) de originación toma precedencia sobre el disparo de petición de característica; si el disparo de originación del dígito * es arread, entonces el sistema asistente envía al HLR un mensaje *ORREQ* en lugar de un mensaje *FEATREQ*.

4.6.2.1.2 El impacto de ANSI-41 sobre el proceso de autorización de originación de llamada

Los parámetros clave de ANSI-41 que afectan el proceso de autorización de originación de llamada son:

- *AuthorizationDenied*
- *AuthorizationPeriod*
- *OriginationIndicator*

Esta información se obtiene a través del proceso de calificación de servicio (por ejemplo, usando la operación *RegistrationNotification* o *QualificationDirective*). El HLR envía al sistema asistente el parámetro *AuthorizationDenied* o *AuthorizationPeriod*, pero no ambos. Si la autorización es negada, entonces el suscriptor recibe tratamiento de acceso negado (por ejemplo, un tono o anuncio especial) del sistema asistente cuando se intenta originación de llamada. Si la autorización es permitida, el parámetro *AuthorizationPeriod* indica el periodo para el cual se aplica la autorización:

- Por llamada
- Para n llamadas, horas, días o semanas, donde n varía de 0 a 255
- Para un periodo en un acuerdo entre los sistemas de casa y asistente
- Indefinidamente (por ejemplo, hasta que sea negada o se cancele el registro)

Cuando el periodo de autorización expira, por ejemplo, después de 24 horas, la siguiente originación de llamada u otra petición de la MS de acceso al sistema dispara el proceso de calificación de servicio en el sistema asistente, como se muestra en la siguiente figura:

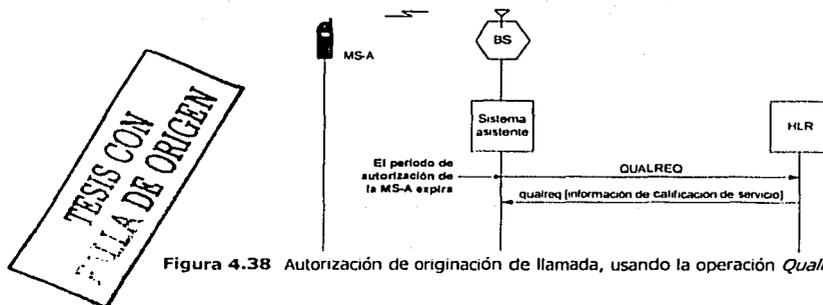


Figura 4.38 Autorización de originación de llamada, usando la operación *QualificationRequest*.

El parámetro *OriginationIndicator* (*ORIGIND*) especifica los tipos de llamada que se le permiten originar a la *MS*, por ejemplo:

- Ninguna llamada (por ejemplo, originación de llamada no permitida)
- Solamente llamadas locales
- Solamente llamadas a números que empiezan con cadena de dígitos
- Solamente llamadas locales y de larga distancia nacional
- Todas las llamadas (locales, nacionales e internacionales)
- Solamente llamadas a un número específico

Este último tipo de llamada soporta un servicio *hotline*, sin tener en cuenta el número recibido de la *MS*, el sistema asistente establece una llamada al número proporcionado por el *HLR*. Cada sistema asistente puede definir localmente llamadas permitidas (por ejemplo, a números como 911, *911) que no son afectadas por el valor del parámetro *OriginationIndicator*.

4.6.2.2 Acceso al PIN del suscriptor

La característica de acceso al *PIN* del suscriptor *SPINA* (*Subscriber Personal Identification Number Access*) soporta una forma limitada del control de suscriptor sobre el valor del parámetro *OriginationIndicator* (*ORIGIND*) de *ANSI-41*. El suscriptor – operando un procedimiento de control de característica de un solo paso o de múltiples pasos – puede indirectamente alternar el valor del parámetro *ORIGIND* entre no llamadas (*SPINA* activo) y el nivel de autorización de originación (*SPINA* inactivo). Usualmente, el *HLR* lleva el parámetro *ORIGIND* al sistema asistente usando la operación *QualificationDirective*. En efecto, *SPINA* es un mecanismo de seguridad de la *MS* basado en la red que es presumiblemente más seguro que el mecanismo basado en la *MS*. La característica *SPINA* es activada automáticamente por el proveedor de servicio y puede ser desactivada por el suscriptor.

4.6.2.3 Intercepción del PIN del suscriptor

La característica de intercepción del *PIN* del suscriptor *SPINI* (*Subscriber PIN Intercept*) es una aplicación del parámetro *OriginationTriggers* y de la operación *OriginationRequest*. *SPINI* permite que el proveedor de servicio de casa ponga las condiciones, como disparos (*triggers*), de acuerdo a las cuales se puede solicitar al suscriptor la introducción de un *PIN* válido antes de que la red acuerde completar la petición de originación de llamada del suscriptor.

Un ejemplo de operación de la característica *SPINI* es cuando (a) el disparo (*trigger*) de originación para llamadas internacionales surge en el sistema asistente, (b) el suscriptor intenta originar una llamada internacional, y (c) la interacción con el suscriptor es dirigida por el *HLR*, usando la operación *RemoteUserInteractionDirective* de *ANSI-41*.

4.6.2.4 Restricción de identificación del número llamante

La característica de restricción de identificación del número llamante *CNIR* (*Calling Number Identification Restriction*) le permite a un suscriptor no presentar la información de identificación del número del suscriptor que está llamando *CNI* (*Calling Number Identification*) al participante donde termina su llamada. El suscriptor puede ser el participante quien originó la llamada o quien redireccionó la llamada (por ejemplo, el suscriptor esta ocupado y se activa la característica de reenvío de llamada - ocupado).

El soporte de *ANSI-41* para la característica *CNIR* tiene tres componentes:

1. Transportar al sistema asistente el estado de actividad de la característica *CNIR* por default del suscriptor. El parámetro *CallingfeaturesIndicator* de *ANSI-41* contiene esta información; el *HLR* envía ésta al sistema asistente durante el proceso de calificación de servicio.
2. Control de característica. La característica *CNIR* puede ser activada o desactivada por llamada, usando el procedimiento de control de características por llamada que se describe sección de "Servicios de control de características".
3. Invocación de característica, tal como hacer que la información *CNI* del suscriptor indique el estado de la característica *CNIR* para la llamada.

Para propósitos de la tercera función, cada uno de los parámetros de identificación de número de *ANSI-41* incluye un campo para indicar la característica *CNIR* (por ejemplo, presentación permitida o presentación restringida).

- *CallingPartyNumberDigitis1*
- *CallingPartyNumberDigitis2*
- *CallingPartyNumberString1*
- *CallingPartyNumberString2*
- *RedirectingNumberDigits*
- *RedirectingNumberString*

4.6.2.5 Restricción de nombre del llamante

La característica de restricción de nombre del llamante (*CNAR*) le permite al suscriptor no presentar la información de identificación del nombre del suscriptor que está llamando (*CNA*) al participante donde termina su llamada.

CNAR es análogo a *CNIR* en su operación. De hecho, los códigos de control de característica *CNAR* pueden ser los mismos para *CNIR*, permitiendo que el suscriptor cancele la presentación del número y nombre para el participante llamado a través de una sola petición de código de característica.

4.6.2.6 Notificación de mensaje en espera

La notificación de mensaje en espera *MWN* (*Message-Waiting Notification*) no solamente es una característica de originación de llamada; de hecho, la característica *MWN* originación de llamada, terminación de llamada y opciones de notificación no asociadas con la llamada.

Para la notificación en la originación de llamada o en la terminación de llamada se usa la opción del tono *pip* de *MWN*. Un tono *pip* consiste de un tono audible (por ejemplo, cuatro ráfagas de 100 ms de una señal de 48 Hz) aplicado por el sistema asistente en la trayectoria de la voz hacia la *MS* cuando el suscriptor intenta originar o terminar una llamada. La característica del tono *pip* de *MWN* se puede desactivar en una originación por llamada usando el procedimiento de control de característica por llamada; esta capacidad se puede usar para asegurar que una llamada de datos realizada por modem no se interrumpa por el tono *pip*.

Hay dos opciones para notificar cuando la *MS* este desocupada (por ejemplo, que no este involucrada en una llamada):

- Un tono de alerta *pip* normalmente consiste de las mismas cuatro ráfagas de la señal como el tono *pip*, pero generado por un anunciador audible en la *MS* bajo el comando del sistema asistente.

- Una indicación de mensaje en espera en la *MS* – puede ser una simple icono de mensajes en espera o un display digital del número de mensajes a recuperar – que se controla a través de mensajes de señalización del sistema asistente.

El *HLR* transporta la información *MWN* al sistema asistente en el mensaje *MessageWaitingNotificationCount* (*MWNCOUNT*) y en el parámetro *MessageWaitingNotificationType* (*NWMTYPE*) de *ANSI-41* como parte del proceso de calificación de servicio. El sistema asistente usa esta información para proporcionar la indicación apropiada de *MWN* a la *MS*.

En el caso de *handoff* de llamada, la información *MWN* se puede enviar a través de la cadena de *handoff* del sistema ancla al sistema asistente usando el mensaje *InformationForward Invoke* (*INFFWD*) de *ANSI-41*. Sin embargo, el sistema ancla iniciara esta operación solamente si la *MWN* es del tipo de indicación de mensaje en espera; los métodos de tono y alerta *pip* no se aplican en el caso de una llamada activa que ha realizado un *handoff*.

4.6.2.7 Recuperación de mensaje de voz

La característica de recuperación de mensaje de voz *VMR* (*Voice Message Retrieval*) permite a los proveedores de servicio ofrecer a los suscriptores acceso fácil a sus correos de voz para propósitos de recuperación de mensajes. Se soportan dos formas de acceso de suscriptor:

- El suscriptor marca una cadena de código de característica (por ejemplo, **VM*)
- El suscriptor marca su propio número (una llamada revertida)

La implementación de *ANSI-41* para el primer método de acceso se basa en el control de característica con el proceso de enrutamiento de llamada que esta descrito en la sección de "Servicios de control de características". La implementación del segundo método de acceso se basa en el parámetro y en la *OriginationTriggers* y la operación *OriginationRequest*.

Además, la característica *VMR* permite al proveedor de servicio enrutar las llamadas del suscriptor al sistema de mensaje de voz, usando una forma de entrega de llamada y números de directorio local temporal *TLDNs*, en lugar de asociar de asociar cada *mailbox* (cuenta de correo) de suscriptor con un número de directorio individual.

4.6.2.8 Llamada de tres a la vez y transferencia de llamada

Las características de llamada de tres a la vez *3WC* (*Three-Way Calling*) y transferencia de llamada *CT* (*Call Transfer*) le permiten a un suscriptor involucrado en una llamada de dos participantes (por ejemplo, entre el suscriptor y el participante A):

- Poner al participante A en espera – el suscriptor presiona la tecla *SEND*.
- Llamar al participante B – el suscriptor introduce el número telefónico del participante B y presiona la tecla *SEND*.
- Presionar la tecla *SEND* para:
 - (a) Conectarse con los participantes A y B (si tiene activada *3WC*).
 - (b) Liberar al participante B y reconectarse con el participante A (si tiene activada *CT* pero no *3WC*).

Pero si el suscriptor presiona la tecla *END* – en lugar de la tecla *SEND* –, entonces se libera de la llamada y conecta al participante A con B (si tiene activada *CT*).

Las características *3WC* y *CT* requieren del soporte de *ANSI-41* en dos áreas genéricas:

- Transporte hacia el sistema asistente del estado de actividad de las características *3WC* y *CT* del suscriptor. El parámetro *CallingFeaturesIndicator* de *ANSI-41* contiene esta información que es enviada por el *HLR* al sistema asistente durante el proceso de calificación de servicio.
- Invocación de características dependiendo de las condiciones de *handoff* de la llamada. Ya que estas características están controladas por el sistema ancla (esta es la filosofía de *ANSI-41*), el sistema asistente puede notificar al sistema ancla cuando el suscriptor presione la tecla *SEND* (probablemente con otros dígitos marcados) o presione la tecla *END*.

El sistema asistente usa el mensaje *FlashRequest Invoke* de *ANSI-41* para enviar la notificación al sistema ancla cuando el suscriptor presiona la tecla *SEND*; este mensaje además incluye algún otro dígito marcado por el suscriptor. Cuando el suscriptor presiona la tecla *END*, el sistema asistente inicia el proceso de liberación de llamada; por ejemplo, envía al sistema ancla un mensaje *FacilitiesRelease Invoke (FACREL)*.

4.6.2.9 Llamada de conferencia

La llamada de conferencia *CC (Conference Calling)* es otra característica de multiparticipantes, como *3WC* y *CT*; sin embargo, esta característica requiere elementos específicos del protocolo *ANSI-41* para soportar dos capacidades clave:

- La habilidad del proveedor de servicio para definir el número máximo de participantes que se permiten en una llamada de conferencia, en lugar de fijar el número para todas las llamadas y todos los suscriptores. Para este propósito, la llamada de conferencia se inicia con una cadena de código de característica proporcionada por el suscriptor – al inicio de la llamada o durante una llamada activa de dos participantes – y llevada del sistema asistente al *HLR* en el mensaje *FEATREQ*. El mensaje *featreq* contiene el parámetro *ConferenceCallingIndicator (CCI)* que especifica el número máximo de participantes para la llamada. La presencia del parámetro en el mensaje *featreq* informa al sistema asistente que el suscriptor ha invocado el servicio y en consecuencia procesa la llamada.
- La habilidad del suscriptor para borrar el último participante agregado a la llamada de conferencia. Esto es útil si una señal de ocupado, número equivocado, o sistema de mensaje de voz se alcanza durante el intento de agregar un participante a la llamada de conferencia. Además, esta función se inicia con una cadena de código del suscriptor – la cadena de código de característica "borrar el último participante" – que el sistema asistente envía al *HLR* en un mensaje *FEATREQ*. El *HLR* regresa al sistema asistente un mensaje *featreq*, conteniendo el parámetro de *ActionCode* de *ANSI-41* puesto al valor del último participante borrado de la llamada de conferencia. El sistema asistente ejecuta la operación para borrar el último participante y la llamada de conferencia continúa.

Adicionalmente, la característica es definida una vez que la llamada de conferencia ha sido autorizada por el *HLR*, nuevos participantes se pueden sumar a la llamada bajo el control del *HLR* o el control del sistema asistente. En el caso controlado por el *HLR*, cada número de participante nuevo es precedido por un código de característica que ordena al sistema asistente solicitar al *HLR* instrucciones de enrutamiento. Con el control del sistema asistente:

1. El suscriptor presiona la tecla *SEND* para poner a los participantes actuales en espera.
2. El suscriptor introduce el número del participante nuevo – sin un código de característica – y presiona *END*.
3. El sistema asistente establece inmediatamente una llamada con el nuevo participante; ninguna pregunta (por ejemplo, el mensaje *FEATREQ*) se le envía al *HLR*.

4. El suscriptor presiona la tecla *SEND* para agregar en la llamada a los participantes que estaban en espera.

Finalmente CC trabaja bajo condiciones de *handoff* de llamada en la misma forma que las características *3WC* y *CT*, es decir, que el sistema asistente usa el mensaje *FLASHREQ* o *FACREL* para enviar las notificaciones de la tecla *SEND* o *END*, respectivamente, al sistema ancla.

4.6.2.10 Prioridad de acceso y asignación de canal

La característica de prioridad de acceso y asignación de canal *PACA* (*Priority Access and Channel Assignment*) le permite a un suscriptor tener prioridad de acceso a los canales de voz y tráfico en la originación de llamada. Cuando los canales no están disponibles, el suscriptor es puesto en una cola de espera en el sistema de radio en donde el primero en llegar es el primero en salir y basándose en un prioridad. Hay hasta 16 niveles de prioridad, en donde 1 es el nivel más alto. Se considera al suscriptor como ocupado mientras una llamada este en una cola de espera. Esta característica no es de pago; algunos suscriptores pueden solicitar el servicio de alta prioridad. La característica intenta proporcionar prioridad de servicio para respuesta de emergencia personal (por ejemplo, la policía, los bomberos, médico) o servicios importantes, como los de emergencia hechos oficiales por el gobierno. La característica *PACA* requiere soporte especial de la *MS*, actualmente esto no se encuentra especificado en alguna norma de interfaz aire.

La característica *PACA* tiene dos modos de activación que afectan los procedimientos del protocolo *ANSI-41*:

- La característica se solicita automáticamente en cada originación de llamada.
- La característica se solicita manualmente por el suscriptor.

El *HLR* lleva este atributo del perfil de suscriptor al sistema asistente en el parámetro *PACAIndicator* de *ANSI-41*; envía esto al sistema asistente durante el proceso de calificación de servicio. Con la activación manual, el suscriptor debe preceder la dirección de destino con el código de característica para la activación *PACA*; el sistema asistente envía la cadena entera al *HLR* en el mensaje *FEATREQ* para la autorización de *PACA*. Si es aprobada, el *HLR* envía al sistema asistente el parámetro *OneTimeFeatureIndicator* (*OTFI*) de *ANSI-41*, incluyendo un indicador de invocación *PACA* de una sola llamada. Con la activación automática, el sistema asistente trata a cada llamada hecha por el suscriptor como una llamada *PACA* potencial. Si la condición *PACA* existe (una situación de emergencia), se trata a la llamada de acuerdo al nivel de prioridad que le haya atribuido el suscriptor (colocarla en una cola por el nivel de prioridad dado o asignarla a un canal disponible de un conjunto reservado de canales para el nivel de prioridad dado).

4.6.2.11 Idioma preferido

La característica de idioma preferido *PL* (*Preferred Language*) proporciona un medio normalizado para notificar al sistema asistente del idioma preferido del suscriptor visitante para los mensajes guardados, asistente de directorio y otras interacciones con el sistema asistente.

4.6.2.12 Privacidad de voz, privacidad de datos, y cifrado de mensaje de señalización

Las características de privacidad de voz *VP* (*Voice Privacy*) y de cifrado de mensaje de señalización *SME*⁹ (*Signaling Message Encryption*) proporcionan un nivel incrementado de privacidad, cifrando

⁹ El acrónimo de cifrado de mensaje de señalización, *SME*, no se debe confundir con el mismo acrónimo usado para entidad de mensaje corto.

las señales transmitidas sobre el canal de radio entre la *MS* y la *BS* asistente. La característica *VP* proporciona cifrado de las conversaciones de voz de los suscriptores, mientras la característica *SME* cifra parámetros seleccionados en los mensajes de señalización que son enviados en un canal de voz analógico o en un canal de tráfico digital, como el mensaje de señalización que lleva el número de identificación personal del suscriptor de la *MS* a la *BS*.

La característica privacidad de datos *DP* (*Data Privacy*) se aplica solamente a sistemas *TDMA*. *DP* es análogo a *VP*, excepto que *DP* intenta proporcionar cifrado de las sesiones de datos de los suscriptores

4.6.3 Servicios de terminación de llamada

En general, los servicios de terminación de llamada de *ANSI-41* son las funciones de red que permiten, restringen, complementan o también afectan la disponibilidad de la *MS* para recibir una llamada mientras esta vagando fuera del área de servicio. *ANSI-41* soporta los siguientes servicios de terminación de llamada:

- Entrega de llamada (terminación de llamada básica)
- Reenvío de llamada – incondicional (*CFU*)
- Reenvío de llamada – default (*CFD*)
- Reenvío de llamada – no responde (*CFNA*)
- Reenvío de llamada – ocupado (*CFB*)
- Llamada en espera (*CW*)
- No molestar (*DND*)
- Presentación de identificación del número llamante (*CNIP*)
- Presentación de nombre del llamante (*CNAP*)
- Aceptación de llamada selectiva (*SCA*)
- Aceptación de llamada con password (*PCA*)
- Búsqueda de acceso móvil (*MAH*)
- Alertamiento flexible (*FA*)

La descripción detallada de cada una de estas características esta fuera del alcance del propósito de este trabajo. Para mayor información, consultar la bibliografía o la norma para *ANSI-41*.

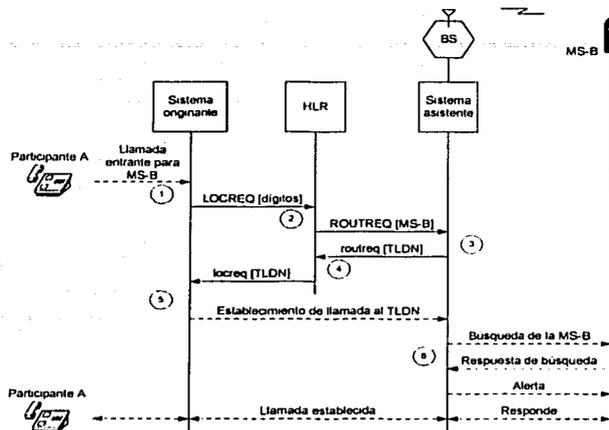
4.6.3.1 Entrega de llamada

La característica de entrega de llamada *CD* (*Call Delivery*) se puede considerar la forma fundamental de redirección de llamada soportada por *ANSI-41*. Con *CD*, la llamada se redirecciona de su número llamado original – el número de directorio móvil (*MDN*) de la *MS* llamada – a otro número de teléfono temporalmente asignado a la *MS* por el sistema asistente, específicamente para propósitos de entrega de llamada. El sistema que opera la redirección de entrega de llamada es llamado el sistema originante. El sistema originante frecuentemente es el sistema de casa de la *MS*. Sin embargo, otro sistema puede proporcionar específicamente para reconocer llamadas para suscriptores móviles y para iniciar el procesamiento de entrega de llamada en nombre del sistema de casa; tal como un sistema *gateway*.

El sistema originante queda entre tres funciones clave para la entrega de llamada local:

- Las funciones de manejo de localización que guardan la localización de las *MS* (por ejemplo, la identificación del sistema asistente).
- Las funciones de manejo de estado de la *MS* que guardan la habilidad de la *MS* para recibir llamadas entrantes (por ejemplo, la *MS* esta activa o inactiva).

- Las funciones de enrutamiento de llamada que proporciona el sistema originante con la información de enrutamiento – un número de teléfono conocido como número de directorio local temporal *TLDN (Temporary Local Directory Number)* – que se necesita para obtener la llamada del sistema asistente. Estas funciones se proporcionan por las operaciones *LocationRequest* y *RoutingRequest* de *ANSI-41*, como se ilustra en la siguiente figura:



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 4.39 Uso de las operaciones *LocationRequest* y *RoutingRequest* para entrega de llamada.

El uso de las operaciones de la figura anterior se describen como sigue: (1) El participante A marca un número de teléfono (por ejemplo, el número de directorio móvil de la *MS-B*) que es enrutado a través de la *PSTN* al sistema originante. El sistema originante envía al *HLR* un mensaje *LOCREQ* para determinar cómo enrutar la llamada. (2) EL *HLR* determina que la llamada es para la *MS-B* y envía un mensaje *ROUTREQ* al sistema que actualmente le esta proporcionando servicio. (3) El sistema asistente asigna un *TLDN* para la llamada y lo regresa al *HLR* en el mensaje *routreq*. (4) El *HLR* retransmite el *TLDN* al sistema originante en el mensaje *locreq*. (5) El sistema originante enruta la llamada a *TLDN*. (6) El sistema asistente identifica a la *MS-B* asociando la llamada entrante al *TLDN* con el mensaje previo *ROUTREQ*; por lo que inicia su búsqueda (*paging*). La *MS-B* responde a la búsqueda, por lo tanto, el sistema asistente le ordena alertar al suscriptor. Cuando el suscriptor responde, la llamada se establece entre el participante llamante A y la *MS-B*.

Además, *ANSI-41* permite a un suscriptor autorizado activar y desactivar la característica *CD* por el uso del mecanismo de control de característica de un solo paso.

4.6.3.1.1 Entrega de llamada no exitosa

Hay un número de oportunidades para falla en el proceso de entrega de llamada (fallas que pueden ser mejoradas con las otras características de terminación de llamada, como *call forwarding*, descrito en este capítulo). En algunos casos, cuando el *HLR* recibe el mensaje *LocationRequest (LOCREQ)*, puede tomar una decisión inmediata para negar el intento de entrega de llamada cuando:

- El número de directorio no esta reconocido.
- La localización actual de la *MS* no es conocida.
- La *MS* no esta autorizada para entrega de llamadas.
- La *MS* esta inactiva.

- La terminación para la *MS* esta también negada (por ejemplo, debido a un acto delictivo).

En este caso, el *HLR* envía inmediatamente al sistema originante un mensaje *LocationRequest Return Result (locreq)*, incluyendo el parámetro *AccessDeniedReason (ACCDEN)* con una indicación de la razón para negar el acceso a la *MS* llamada. Además el mensaje puede incluir un parámetro *AnnouncementList*. Este parámetro especifica uno o más tonos o anuncios que pueden proporcionarse por el sistema originante al participante que esta llamando (por ejemplo, un tono seguido por el anuncio "el número que usted marco no se encuentra disponible o se encuentra fuera del área de servicio, favor de llamar más tarde"), esto se ilustra en la siguiente figura:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

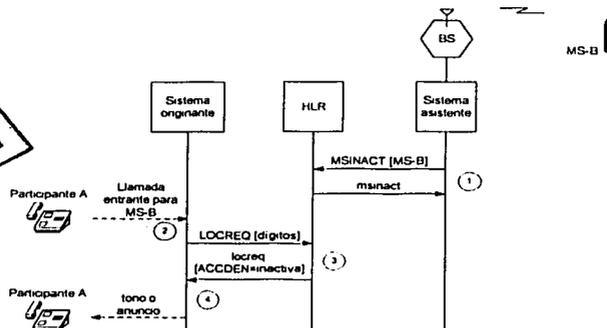


Figura 4.40 Entrega de llamada no exitosa (la *MS* no esta activa).

El ejemplo de entrega de llamada no exitosa (la *MS* no esta activa) de la figura anterior se describe como sigue: (1) El sistema asistente declara a la *MS-B* como inactiva y se lo notifica al *HLR* usando el mensaje *MSInactive Invoke (MSINACT)*. (2) El participante A marca un número de teléfono (el número de directorio móvil de la *MS-B*) que es enrutado a través de la *PSTN* al sistema originante. El sistema originante envía al *HLR* un mensaje *LOCREQ* para determinar cómo enlutar la llamada. (3) Como la *MS-B* esta inactiva, el *HLR* niega el intento de entrega de llamada. (4) El sistema originante proporciona un tono o anuncio al participante llamante.

También, el *HLR* envía al sistema asistente un mensaje *RoutingRequest Invoke (ROUTREQ)*. En este punto, el sistema asistente puede tomar la decisión de negar el intento de entrega de llamada si:

- La *MS* esta inactiva, de acuerdo a la determinación del sistema asistente.
- La *MS* esta ocupada.
- La *MS* no responde a la búsqueda (suponiendo que el sistema opera *paging* en este punto).
- La *MS* no esta disponible²¹ (por ejemplo, apagada).

En este caso, el sistema asistente envía al *HLR* un mensaje *RoutingRequest Return Result (routreq)*, incluyendo el parámetro *AccessDeniedReason* de *ANSI-41* con la razón de negación de acceso para la *MS* llamada. El *HLR* envía al sistema originante el parámetro *AccessDeniedReason* en el mensaje *locreq* como se muestra en la siguiente figura:

²¹ Clasificar a la *MS* como no disponibles o como inactiva, es una decisión del sistema asistente. Sin embargo, si la *MS* está etiquetada como inactiva, el *HLR* puede suprimir los intentos de entrega de llamada para la *MS*; por lo tanto, el sistema asistente puede notificar explícitamente al *HLR* cuando la *MS* llegue a estar otra vez activa, usando la operación *RegistrationNotification*. Por otro lado, si la *MS* está etiquetada como no disponible, el *HLR* continuará intentando la entrega de llamada, y se le notificará de cada llamada nueva para la *MS*.

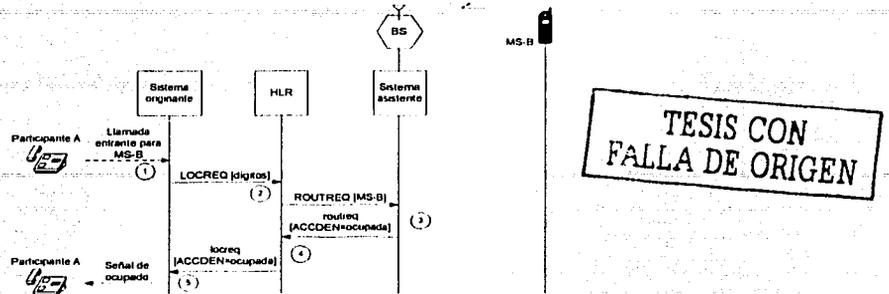


Figura 4.41 Entrega de llamada no exitosa (la MS está ocupada).

El ejemplo de entrega de llamada no exitosa (la MS está ocupada) de la figura anterior se describe como sigue: (1) El participante A marca un número de teléfono (el número de directorio móvil de la MS-B) que es enrutado a través de la PSTN al sistema originante. El sistema originante envía al HLR un mensaje LOCREQ para determinar cómo enrutar la llamada. (2) El HLR determina que la llamada es para la MS-B y envía un mensaje ROUTREQ al sistema actualmente sirviendo a la MS-B. (3) Como la MS-B está ocupada, el sistema asistente niega el intento de entrega de llamada, regresando el parámetro AccessDeniedReason (ACCDEN) con el valor de ocupado. (4) El HLR retransmite el parámetro ACCDEN al sistema originante en el mensaje locreq. (5) El sistema originante proporciona al participante llamante una señal de ocupado.

Finalmente, incluso cuando la MS está considerada disponible, se proporciona un TLDN al sistema originante, y se establece una llamada al sistema asistente, todavía la entrega de llamada puede fallar bajo un número de circunstancias, incluyendo:

- Cuando la MS llega a estar inactiva, ocupada, o no disponible después de que el sistema asistente proporcione el TLDN al HLR, pero antes la llamada es recibida por el sistema asistente.
- Cuando la MS no responde a la búsqueda (paging) o no responde a la alerta de la llamada entrante.
- Cuando la MS falla a la autenticación.

En este caso, el sistema asistente le dará al participante que está llamando el tratamiento de llamada apropiado (una señal, tono, o anuncio de ocupado), tal como se muestra en la siguiente figura:

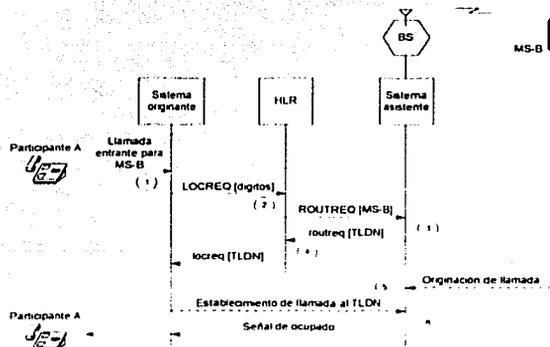


Figura 4.42 Entrega de llamada no exitosa (la MS está ocupada cuando la llamada llega al sistema asistente)

El ejemplo de entrega de llamada no exitosa (la *MS* está ocupada cuando la llamada llega al sistema asistente) de la figura anterior se describe como sigue: (1-4) Lo mismo que en la figura 4.39. (5) La *MS-B* origina una llamada antes de que el sistema asistente reciba llamada con el *TLDN*. (6) Cuando llega la llamada al *TLDN*, el sistema asistente proporciona al participante llamante una señal de ocupado.

4.6.3.1.2 Entrega de llamada en situaciones de célula frontera

Las situaciones de célula frontera pueden afectar la entrega de llamadas si la *MS* envía una respuesta de búsqueda (*paging*) al sistema frontera, a pesar de que la búsqueda fue transmitida del sistema asistente. Esta situación puede ocurrir si:

1. La *MS* oye la búsqueda en sistema asistente, entonces busca y escoge al sistema frontera por tener la señal del canal de control más potente.
2. La *MS* acaba de registrarse en el sistema frontera, y el proceso de actualización de localización todavía no ha sido completado en el *HLR*.
3. La localización de la *MS* es incorrecta en el *HLR*.

ANSI-41 incluye un número de capacidades diseñadas para disminuir estos problemas. Las soluciones quedan en las categorías: soluciones de pre-entrega de búsqueda y soluciones de post-entrega de búsqueda. Las soluciones de pre-entrega de búsqueda se aplican a los sistemas asistentes que buscan a la *MS* cuando se recibe del *HLR* el mensaje *ROUTREQ*; estos métodos usan las operaciones *InterSystemPage* o *UnsolicitedResponse* de *ANSI-41*. La solución de post-entrega la pueden usar sistemas asistentes que buscan a la *MS* cuando la llamada actual al *TLDN* se recibe del sistema originante. La post-entrega de búsqueda es la solución más fácil de describir para situaciones de célula frontera, como se muestra en la siguiente figura:

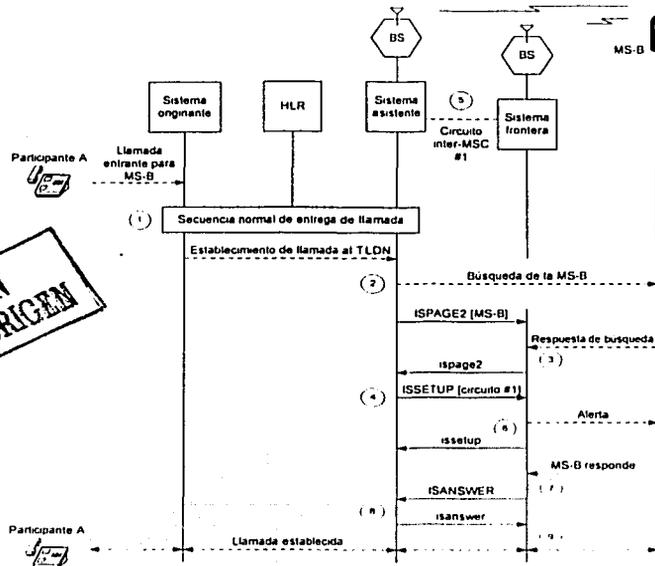


Figura 4.43 Entrega de llamada en situaciones de célula frontera.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El ejemplo de entrega de llamada en situaciones de célula frontera de la figura anterior se describe como sigue: (1) Mismos pasos que en la figura 4.39. (2) cuando llega la llamada al *TLDN*, el sistema asistente busca a la *MS-B*, pero además envía un mensaje *InterSystemPage2 Invoke (ISPAGE2)* a uno o más sistemas frontera. El mensaje *ISPAGE2* informa al sistema frontera buscar a la *MS-B* y escuchar una repuesta de búsqueda de la *MS-B* o solo escuchar la respuesta (como se muestra en la figura). (3) El sistema frontera recibe la respuesta de búsqueda de la *MS-B*; se lo notifica al sistema asistente usando el mensaje *InterSystemPage2 Return Result (ispag2)*. (4) El sistema asistente inicia un *handoff* al sistema frontera usando el mensaje *InterSystemSetup Invoke (ISSETUP)*, especificando un circuito inter-*MSC* entre los dos sistemas para realizar el *handoff*. (5) Se establece el circuito inter-*MSC*. (6) El sistema frontera alerta a la *MS-B* y responde al sistema asistente a través del mensaje *InterSystemSetup Return Result (isset)*. (7) El suscriptor responde la llamada; el sistema frontera se lo notifica al sistema asistente en el mensaje *InterSystemAnswer Invoke (ISANSWER)*. (8) El sistema asistente (ahora ancla) conecta la trayectoria de la llamada del sistema originate al circuito inter-*MSC* y envía al sistema frontera un reconocimiento *InterSystemAnswer Return Result (isanswer)*. (9) Se establece la llamada entre el participante llamante A y la *MS-B*.

4.6.3.2 Reenvío de llamada – incondicional

La característica de reenvío de llamada – incondicional *CFU (Call Forwarding - Unconditional)* permite al suscriptor tener todas sus llamadas entrantes redireccionadas a un número seleccionado (*Forward-to Number*) o a su correo de voz. La característica *CFU* básica es soportada por la operación *LocationRequest* de *ANSI-41*. Además, al suscriptor se le puede proporcionar una indicación de alerta cuando se invoca a la característica *CFU* para reenviar una llamada, por ejemplo, recordar al suscriptor que la característica esta activada. La característica de recordatorio es habilitada por la operación *InformationDirective* de *ANSI-41*.

4.6.3.3 Reenvío de llamada – ocupado y reenvío de llamada – no responde

Las características reenvío de llamada – ocupado *CFB (Call Forwarding – Busy)* y reenvío de llamada no responde *CFNA (Call Forwarding – No Answer)* le permiten al suscriptor tener todas sus llamadas entrantes que encuentren una condición de ocupado o no responde, respectivamente, redireccionarlas a un número de reenvío o al correo de voz del suscriptor. Mientras la condición de ocupado es fácilmente definida – el suscriptor esta ya ocupado en una llamada o servicio – la condición de no responde comprende varias situaciones, incluyendo estas:

- La *MS* no responde a la búsqueda (*paging*).
- El suscriptor no responde a la alerta de la *MS* (el teléfono suena).
- La localización actual de la *MS* no es conocida.
- La *MS* esta inactiva.
- La *MS* esta de alguna manera inaccesible (por ejemplo, la característica de entrega de llamada no esta activada).

El sistema asistente verifica el estado de ocupado de la *MS*, sin embargo, en algunos casos el *HLR* puede tomar una decisión inmediata de invocación de *CFNA* (por ejemplo, si se sabe que la *MS* esta como inactiva en la base de datos del *HLR*). En estos casos, la característica *CFNA* solamente requiere la operación *LocationRequest* de *ANSI-41*, y el mensaje *locreq* contiene el número de reenvío de *CFNA*.

De otra manera, el *HLR* envía al sistema asistente un mensaje *ROUTREQ*, intentando la entrega de llamada normal. El sistema asistente puede responder con un mensaje *roureq*, incluyendo el parámetro *AccessDenieReason* de *ANSI-41* con la razón para negar el acceso a la *MS* llamada.

4.6.3.4 Reenvío de llamada – default

La característica de reenvío de llamada – default *CFD* (*Call Forwarding – Default*) le permite a un suscriptor llamado tener todas sus llamadas entrantes - redireccionadas por la red a su número de directorio – redireccionadas a otro número de directorio (por ejemplo, el número de reenvío) cuando se encuentra una condición de ocupado o de no-responde.

La única referencia para la característica *CFD* en un mensaje o parámetro de *ANSI-41* esta el parámetro *DMH_Redirection* Indicador.

Generalmente se considera a la característica *CFD* como la forma básica de reenvío de llamada que sería proporcionada a cada suscriptor. Esto permite completar la llamada, típicamente a sistema de correo de voz, cuando el suscriptor no puede ser alcanzado por alguna razón. Con esta característica básica de reenvío, el suscriptor puede agregar las características *CFB* y *CFNA* para proporcionar un manejo especial a estas condiciones.

4.6.3.5 Llamada en espera

La característica de llamada en espera *CW* (*Call Waiting*) le permite un suscriptor ya ocupado en una llamada ser informado de una llamada adicional entrante y cambiar entre las dos llamadas – manteniendo una en espera y conectado a la otra – presionando la tecla *SEND*.

La invocación de la característica empieza en el sistema ancla cuando se recibe el mensaje *ROUTREQ* del *HLR* para una *MS* que esta ya ocupada en una llamada (llamada A). En lugar de regresar el parámetro *AccessDeniedReason* indicando que la *MS* esta ocupada, el sistema ancla (la llamada pudo haber realizado un *handoff* a un nuevo sistema asistente) regresa un *TLDN* normal. Cuando el sistema ancla recibe la llamada entrante (llamada B) al *TLDN*, se lo notifica a la *MS*.

4.6.3.6 No molestar

Cuando un suscriptor activa la característica no interrumpir *DND* (*Do Not Disturb*), la *MS* esencialmente esta puesta en estado inactivo para propósitos de entrega de llamada. A las llamadas entrantes se les da un tratamiento de entrega de llamada no exitosa, es decir, que el participante que esta llamando recibe un tono, anuncio o ambos de respuesta negativa para la llamada. Además, la característica bloquea del participante llamado cualquier alerta audible, como las indicaciones de notificación de mensaje en espera y la alerta *CFU*.

La característica *DND* puede ser activada y desactivada por una *MS* autorizada usando el procedimiento de control de característica de un solo paso.

4.6.3.7 Presentación de identificación del número llamante

La característica de presentación de identificación del número llamante *CNIP* (*Calling Number Identification Presentation*) le permite al suscriptor obtener – y usualmente ver de alguna manera – la información de identificación del número llamante del sistema asistente cuando la llamada entrante se recibe y se alerta al suscriptor. La información *CNI* puede incluir hasta dos números de participantes que están llamando, un número de redireccionamiento, así como la información de la subdirección llamante y redireccionada.

4.6.3.8 Presentación de nombre del llamante

La característica de presentación de nombre del llamante *CNAP (Calling Name Presentation)* le permite al suscriptor obtener - y usualmente ver de alguna manera - la información de identificación de nombre del llamante *CNA (Calling Name)* del sistema asistente cuando la llamada entrante se recibe y se alerta al suscriptor. La *CNA* puede tomar muchas formas; por ejemplo, el nombre de una persona, nombre de una compañía o un nivel como "restringido" o "no disponible".

4.6.3.9 Aceptación de llamada selectiva

La característica de aceptación de llamada selectiva *SCA (Selective Call Acceptance)* hace uso de la información *CNI* recibida de la *PSTN* u otra fuente de la llamada para el suscriptor. La característica *SCA* usa la información *CNI* para mostrar el despliegue de la llamada en el *HLR*, es decir, verificar el número del participante llamante en una lista de números permitidos. Las llamadas de los números contenidos en la lista están permitidas para proceder como un intento de entrega de llamada normal.

4.6.3.10 Aceptación de llamada con password

La característica de aceptación de llamada con *password PCA (Password Call Acceptance)* también se puede usar para aumentar la característica *SCA*. Por ejemplo, si el número regular del participante llamante esta en la lista *SCA* pero el participante está llamando de un cuarto de hotel, la característica *SCA* negara la llamada. Sin embargo, si *PCA* esta activada, se le pedirá un *password* al participante llamante y - si se verifica el *password* introducido - la entrega de llamada para el suscriptor se procesará en la forma usual.

4.6.3.11 Búsqueda de acceso móvil

Los procedimientos de llamada en *ANSI-41* que define la característica de búsqueda de acceso móvil *MAH (Mobile Access Hunting)* pueden verse muy complejos, pero la característica tiene un objetivo simple: completar una llamada con un miembro de un grupo de números de teléfono, procediendo de forma secuencial a través del grupo, un miembro a la vez, hasta que un miembro del grupo conteste. El proceso *MAH* se inicia cuando un participante llama al número de directorio piloto de *MAH*.

4.6.3.12 Alertamiento flexible

Al igual que *MAH*, alertamiento flexible *FA (Flexible Alerting)* tiene un objetivo simple: completar una llamada con un miembro de un grupo de números de teléfono, intentando establecer una llamada con cada miembro del grupo - en paralelo - hasta que un miembro del grupo conteste. El proceso *FA* se inicia cuando un participante llama al número de directorio piloto de *FA*.

4.6.4 Servicios de control de características

En general, los servicios de control de características de *ANSI-41* son las funciones de red que permiten al suscriptor activar, desactivar, y (en algunos casos) invocar características, así como registrar y cancelar el registro de la información que permite la siguiente operación de la característica (por ejemplo, *forward-to number*). Efectivamente, estos servicios implementan las

capacidades de control de características definidas en la norma *ANSI-664*. En particular, *ANSI-41* busca normalizar estos servicios fuera de sus áreas de servicio de casa. *ANSI-41* soporta los siguientes servicios de control de características:

- Control básico de características de un solo paso
- Control de características con enrutamiento de llamada
- Control de características por llamada
- Control de características de múltiples pasos
- Control remoto de características

4.6.4.1 Códigos de características

Los códigos de características comúnmente se usan para modificar, invocar, o cancelar una característica celular que esta suscrita.

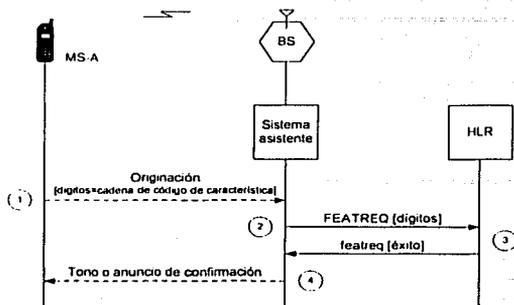
Diferentes secuencias de dígitos de código de características son especificadas por el proveedor de servicio para usarse con características particulares. A la secuencia se le conoce como secuencia de código de característica (*feature code string*) que consiste de una serie de dígitos (0-9) precedidos de un asterisco o un doble asterisco; la tecla # se puede usar como un delimitador entre secuencias de dígitos separadas. Por ejemplo, la secuencia de código de característica: *72, 4085550303 podría significar un *call forwarding forward to-number* esta siendo registrada. En este ejemplo, *72 indica que la característica *call forward* esta siendo accesada. La secuencia de dígitos 4085550303 indica *forward-to number*. No es necesario un # ya que solamente se usa una secuencia de dígitos. El suscriptor presiona la tecla *SEND* en la *MS* para transmitir la secuencia de código de característica a la red.

Un problema con los códigos de características es que no están normalizados. Una secuencia de código de característica que controla el uso de una característica en un sistema asistente puede que no sea idéntica a la de otro sistema para controlar la misma característica. La diferencia en los códigos de características se debe a las diferentes implementaciones originales en sistemas celulares. Los operadores de red están poco dispuestos a cambiar los códigos de características que se han usado por años, ya que los suscriptores se han llegado a familiarizar con los mecanismos. Sin embargo, *ANSI-41* soporta la operación para transportar la secuencia de código de característica (introducida por el suscriptor) al sistema de casa para su interpretación; de esta manera, los códigos de características del sistema de casa pueden tomar precedencia sobre códigos de sistema asistente.

4.6.4.2 Control de característica básico de un solo paso

El servicio de control de característica de un sólo paso comprende los siguientes pasos (ver figura 4.44):

1. El suscriptor introduce una cadena de código de característica en la *MS* y presiona la tecla *SEND*.
2. El sistema asistente reconoce los dígitos recibidos como una cadena de código de característica y los envía al *HLR* en el mensaje *FEATREQ*.
3. El *HLR* procesa la petición de control de característica y actualiza su base de datos, si es necesario. El *HLR* regresa al sistema asistente una indicación de éxito o falla en el mensaje *FeatureRequest Return Result (featreq)*.
4. El sistema asistente proporciona la indicación apropiada a la *MS*.



FALLA DE ORIGEN

Figura 4.44 El proceso de control de característica de un solo paso.

Después de que el procedimiento de control de característica fue exitoso, el *HLR* puede invocar el proceso de calificación de servicio para llevar el nuevo perfil del suscriptor al sistema asistente.

Cuando la llamada ha realizado un *handoff* y el sistema asistente recibe una cadena de código de característica de una *MS*, usa el mensaje *FLASHREQ* para reenviar los dígitos recibidos de la *MS* al sistema ancla, como se muestra en la siguiente figura:

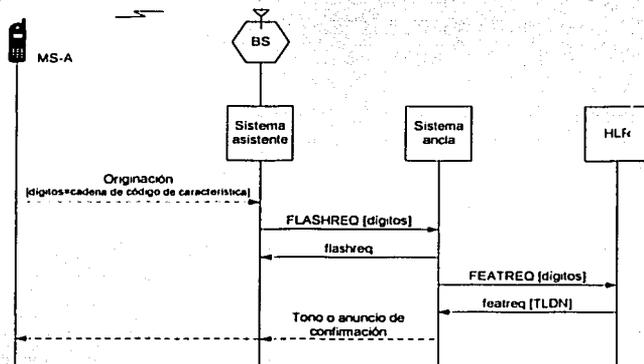


Figura 4.45 El proceso de control de característica de un solo paso bajo condiciones de *handoff* de llamada.

4.6.4.3 Control de característica con enrutamiento de llamada

El servicio de control de característica con enrutamiento de llamada es una extensión del servicio de control de característica de un solo paso. Además de que el *HLR* envía al sistema asistente el mensaje *featreq* con la indicación del resultado de característica, incluye información de enrutamiento, como el parámetro *Digits*. El sistema asistente da a la *MS* la indicación del resultado de característica y entonces intenta establecer una llamada con el número proporcionado por el *HLR*, esto se ilustra en la siguiente figura:

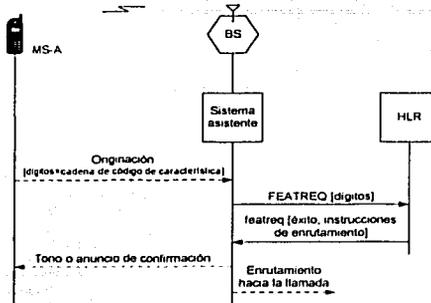


Figura 4.46 El proceso de control de característica con enrutamiento de llamada.

4.6.4.4 Control de característica por llamada

Algunas características se pueden activar o desactivar en una sola llamada:

- Restricción de identificación del número llamante
- Llamada en espera
- Notificación de mensaje en espera
- Prioridad de acceso y asignación de canal

ANSI-41 soporta esta capacidad, completando los procedimientos básicos de control de característica con el parámetro *OneTimeFeatureIndicator (OTFI)* que proporciona un servicio de control de característica por llamada. Un ejemplo del proceso para desactivar *CW* de una llamada se ilustra en la siguiente figura:

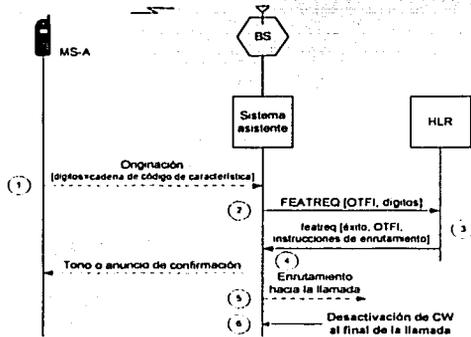


Figura 4.47 Proceso de control de característica por llamada.

El proceso de control de característica por llamada de la figura anterior se describe como sigue: (1) El suscriptor introduce en la *MS* una cadena de código de característica, incluyendo el código para cancelar la característica de llamada en espera y un número de directorio llamado, y presiona la tecla *SEND*. (2) El sistema asistente reconoce los dígitos recibidos como una cadena de código de característica y la envía al *HLR* en el mensaje *FEATREQ*. *ANSI-41* además, especifica que el sistema asistente inicializa el parámetro *OTFI* y lo incluye en el mensaje *FEATREQ*. (3) El *HLR* procesa la petición de control de característica. Se le autoriza al suscriptor solicitar la cancelación de *CW*; por lo tanto, el *HLR* desactiva *CW* en una sola llamada, poniendo el valor *No CW* en el

campo de la característica de llamada entrante (*CWFI*) que se encuentra dentro del *OTFI*. El *HLR* regresa al sistema asistente una indicación de éxito en el mensaje *featreq*, junto con el parámetro *OTFI* revisado e información de enrutamiento correspondiente al número de directorio llamado que fue recibido en el mensaje *FEATREQ*. (4) El sistema asistente proporciona a la *MS* la indicación de confirmación de característica. (5) El sistema asistente cancela *CW* para la llamada y establece una llamada con el número de directorio especificado. (6) Al final de la llamada, el sistema asistente cancela *CW* en la *MS*.

4.6.4.5 Control de característica multipasos

El servicio de control de característica multipasos se requiere cuando información adicional – más allá de la cadena de código de característica – para efectuar una operación de control de característica. La información adicional más común es un *password* o un número de identificación personal. Actualmente, las únicas características normalizadas que requieren esta capacidad son:

- Acceso al *PIN* del suscriptor, cuando se requiere introducir el *PIN* durante el registro, activación y desactivación.
- Intercepción del *PIN* del suscriptor, cuando se requiere introducir el *PIN* durante el registro.
- Recuperación del mensaje de voz, cuando se requiere introducir el *password VMR* durante la invocación de la característica.

Sin embargo, la capacidad es genérica y se puede usar en un futuro para características normalizadas así como para propósitos de control de características no normalizadas.

El proceso trabaja como se ilustra en la siguiente figura:

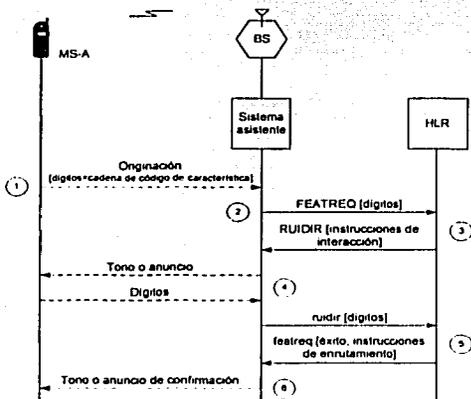


Figura 4.48 Proceso de control de característica de múltiples pasos.

El proceso de control de característica de múltiples pasos de la figura anterior se describe como sigue: (1) El suscriptor introduce una cadena de código de característica en la *MS* y presiona la tecla *SEND*. (2) El sistema asistente reconoce los dígitos recibidos como una cadena de código de característica y los envía al *HLR* en el mensaje *FEATREQ*. (3) El *HLR* procesa la petición de control de característica. El *HLR* envía al sistema asistente el mensaje *RemoteUser:InteractionDirective Invoke (RUIDIR)*. (4) El mensaje *RUIDIR* ordena al sistema asistente (a) conectar al participante llamante con una unidad capaz de coleccionar dígitos, (b) poner el tono o anuncio indicado en el parámetro *AnnouncementList*, (c) coleccionar los dígitos introducidos por el suscriptor; los dígitos pueden ser enviados como señales *DTMF* en banda o en un mensaje de señalización fuera de

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

banda, y (d) enviar los dígitos al *HLR* en el mensaje *ruidir*. (5) El *HLR* procesa los dígitos y actualiza su base de datos, si es necesario. Se pueden ejecutar los cambios adicionales para *RemoteUserInteractionDirective*. El *HLR* regresa al sistema asistente una indicación de éxito o falla en el mensaje *featreq*. (6) El sistema asistente proporciona a la *MS* la indicación apropiada y libera la llamada.

Después de un procedimiento de control de característica exitoso, el *HLR* puede invocar el proceso de calificación de servicio para llevar al sistema asistente el nuevo perfil del suscriptor.

4.6.4.6 Control remoto de característica

El servicio de control remoto de característica *RFC* (*Remote Feature Control*) es similar al concepto del servicio de control de característica múltipagos. Sin embargo, se puede acceder al servicio *RFC* desde alguna línea de tierra o estación móvil (no solo la propia *MS* del suscriptor).

4.7 Servicio de mensajes cortos

ANSI-41 especifica un conjunto de servicios de datos que colectivamente se conocen como el servicio de mensajes cortos *SMS* (*Short-Message Service*). El *SMS* incluye servicios que están específicamente diseñados para el ambiente móvil. La mayoría de los servicios de datos tradicionales no son apropiados para este ambiente, ya que requieren terminales que comparadas con el tamaño de una *MS* manejable son voluminosas. Es decir, los servicios de datos generalmente no están diseñados para una implementación integrada en los teléfonos móviles ya que usualmente requieren de un teclado y un despliegue razonable en pantalla. Sin embargo, el *SMS* soporta la transmisión y recepción de mensajes simples que se requieren desplegar en terminales móviles.

El *SMS* de *ANSI-41* está diseñado como un mecanismo común de transporte de mensajes cortos. Los siguientes puntos de diseño se aplicaron al *SMS*:

- Soportar una variedad de aplicaciones de teleservicio.
- Hacer uso de los protocolos de transporte comúnmente implementados.
- Incorporar un esquema de direccionamiento flexible.
- Una relación intertrabajo con otras redes de paquetes de datos conmutados.
- Ser compatible con servicios de correo electrónico, servicios *paging* y otros servicios de mensajería que son comúnmente usados.

El *SMS* se clasifica en los siguientes tipos de servicios: servicio portador *SMS* (*SMS bearer service*) y teleservicios *SMS* (*SMS teleservices*). Estos servicios requieren de dos entidades funcionales además de las básicas que se usan en las telecomunicaciones móviles: el centro de mensajes *MC* (*Message Center*) y la entidad de mensajes cortos *SME* (*Short-Message Entity*).

4.7.1 Servicio portador SMS

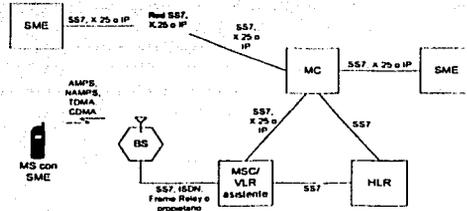
El servicio portador *SMS* es el mecanismo básico de transporte para llevar un mensaje corto como un paquete de datos entre dos puntos en la red. El mensaje corto puede tener una longitud de hasta 200 bytes, aunque el proveedor de servicio puede restringir esta longitud.

El servicio portador de mensaje corto no contiene muchas características, lo cual permite a las aplicaciones del cliente (por ejemplo, teleservicios) usar un simple mecanismo de transporte.

El servicio portador *SMS* está diseñado para usar alguno de los siguientes protocolos de transporte:

- Sistema de señalización No. 7 (*SS7*)
- *X.25*
- Protocolo de internet *IP* (*Internet protocol*)

Además, *ANSI-41* no excluye el uso de protocolos de datos propietarios para el transporte de los mensajes del servicio portador *SMS* como se ilustra en la siguiente figura:



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 4.49 Arquitectura básica de la red soportando *SMS* de *ANSI-41*.

Las entidades de mensaje corto son aplicaciones que pueden enviar y recibir mensajes cortos, por lo tanto, el servicio portador es bidireccional y simétrico.

El servicio portador siempre intenta entregar un mensaje corto a una *SME* basa en la *MS* donde la *MS* este registrada, aunque este ocupada en una llamada. Se le informa a la red si un mensaje ha sido recibido por la *MS*. Esto permite retener a los mensajes en caso de una entrega no exitosa y entonces se puedan retransmitir al destino cuando sea posible.

4.7.2 Teleservicios SMS

Un teleservicio *SMS* se define como un servicio *SMS* que proporciona la completa capacidad de aplicación, incluyendo funciones de equipo terminal para la comunicación entre usuarios *SMS* (*SMEs*) de acuerdo a los protocolos establecidos entre ellos. Los teleservicios *SMS* están diseñados con aplicaciones especiales que usan el servicio portador *SMS* como un mecanismo de transporte, como se muestra en la siguiente figura:

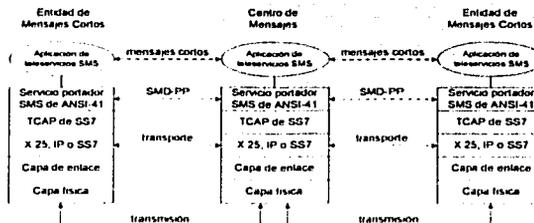


Figura 4.50 Teleservicios como aplicaciones soportadas por el servicio portador *SMS*.

Hay dos teleservicios básicos normalizados por la *TIA*:

- Teleservicio de paging celular *CPT* (*Cellular Paging Teleservice*), ahora llamado teleservicio de *paging* inalámbrico *WPT* (*Wireless Paging Teleservice*) en *ANSI-664-A*. El *CPT* especifica

un teleservicio basado en mensajes cortos para proporcionar servicios de *paging* a la *MS*. El *CTP* se basa en un conjunto mínimo de caracteres, incluyendo de la letra A a la Z, los dígitos del 0 a 9, varios símbolos y caracteres de control. La longitud máxima del mensaje es de 63 caracteres.

- Teleservicio de mensajería celular *CMT* (*Cellular Messaging Teleservice*), ahora llamado teleservicio de mensajería inalámbrico *WMT* (*Wireless Messaging Teleservice*) en *ANSI-664-A*. El *CMT* especifica un teleservicio basado en mensajes cortos para proporcionar una aplicación común de mensajes cortos a una *MS*. El *CMT* se basa en un conjunto extenso de caracteres y la longitud máxima del mensaje es de 200 caracteres.

4.7.3 Centro de mensajes

El centro de mensajes *MC* (*Message Center*) proporciona la función de almacenamiento y reenvío de la mayoría de los mensajes cortos originados por el móvil y de todos los terminados en el móvil. Típicamente, el *MC* está implementado como una entidad de red separada físicamente, pero se puede combinar con otras entidades funcionales. Muchos *MCs* se pueden conectar a una sola red, o un solo *MC* se puede conectar a muchas redes.

Los suscriptores del *SMS* están asociados con un *MC*, conocido como el *MC* de casa, en el sistema de casa de la *MS*. El *MC* mantiene la *MSID* de las *MSs* y proporciona las siguientes capacidades:

- Reenvío de mensajes dirigidos a la *SME* basada en la *MS*
- Almacenamiento de mensajes cortos para *SMEs* basadas en la *MS* no disponibles
- Aplicación de servicios suplementarios *SMS* de originación y terminación para mensajes cortos
- Como una opción, intertrabajo entre diferentes protocolos de transporte

ANSI-41 soporta que los mensajes cortos originados por el móvil no pasen por el *MC*, entonces, los mensajes pueden ser enviados directamente del *MSC* asistente a la *SME* destino.

4.7.4 Entidad de mensaje corto

La entidad de mensaje corto es una entidad funcional de componer (originar) y descomponer (recibir) un mensaje corto. Una *SME* se puede colocar en una red fija (fuera de la red *ANSI-41*), en una estación móvil, o dentro de la red *ANSI-41*. Generalmente, una *SME* es considerada como una entidad de aplicación que representa al originante y destinatario del servicio de entrega de mensajes cortos punto a punto. En general, una *SME* tiene las siguientes capacidades:

- Composición de mensajes cortos
- Descomposición o despliegue de mensajes cortos
- Petición de servicios suplementarios
- Almacenamiento de mensajes cortos recibidos
- Manejo de mensajes almacenados

Los métodos para realizar estas tareas dependen de la implementación y no están indicados en *ANSI-41*.

4.7.5 Cuestiones asociadas con el SMS

Las siguientes cuestiones se necesitan tomar en cuenta en la implementación del *SMS*:

- Entrega de mensajes cortos a suscriptores vagando. Se necesita obtener del sistema asistente la información de localización, estado y dirección para entregar un mensaje corto terminado en el móvil.
- Entrega de mensajes cortos durante el *handoff* intersistema. Los mensajes cortos que se entregan durante el *handoff* intersistema se deben entregar intactos al suscriptor.
- Métodos para originar mensajes cortos en una *MS*. Típicamente, la *MS* no tiene un teclado adecuado para introducir la información del mensaje que se va a transmitir. En una implementación básica, se puede seleccionar un mensaje de un conjunto predeterminado de mensajes que están almacenados en la *MS*; alternativamente, se pueden usar computadoras para generar mensajes.
- Los suscriptores pueden vagar en áreas donde no se proporciona el *SMS*. Los suscriptores no pueden tener acceso al *SMS* en todas las áreas de cobertura inalámbrica.
- Diferentes protocolos de interfaz de aire soportan diferentes longitudes de mensaje. Por ejemplo, NAMPS soporta la transmisión de solo 4 caracteres a la vez, mientras los protocolos digitales soportan mensajes cortos de por lo menos 140 caracteres. Además, diferentes sistemas pueden soportar varias longitudes máximas de mensaje, posiblemente limitadas por el proveedor de servicio para conservar su ancho de banda.
- Interacción del *SMS* con otras redes de datos. Una primera consideración en el diseño del *SMS*, es soportar protocolos de transporte normalizados para un fácil acceso a la red de datos, tal como el Internet o X.25, además de *SS7*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.7.6 Calificación de servicio de la SME

La función de calificación de servicio de la *SME* de *ANSI-41* comprende los siguientes procesos que establecen una contabilidad financiera de la *SME* y capacidades de servicio en un sistema asistente. Hay dos tipos de *SMEs* definidas para el *SMS*: basada en la *MS* y fija. *ANSI-41* define solamente los procedimientos de calificación de servicio para *SMEs* basadas en la *MS*; los procedimientos de calificación para *SMEs* fijas son determinados por proveedores de servicio individuales.

Los procesos de calificación de servicio de la *SME* basada en la *MS* de *ANSI-41* están relacionados con la calificación de servicio de la *MS*; es decir, si la *MS* es calificada, generalmente la *SME* también lo es. Estos procedimientos se describen en la sección de *roaming* automático y usan las siguientes operaciones de *ANSI-41*:

- *RegistrationNotification*
- *QualificationRequest*
- *QualificationDirective*

La única adición significativa para la calificación de servicio de la *MS* es que el *HLR* envía la información del perfil de servicio de la *SME* – en los parámetros *SMS_OriginationRequest* y *SMS_TerminationRestrictions* de *ANSI-41* – al sistema asistente que soporte *SMS*, junto con los otros parámetros del perfil relacionados con la *MS*, esto se ilustra en la siguiente figura:

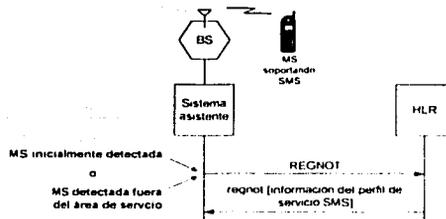


Figura 4.51 Calificación de servicio *SMS* usando la operación *RegistrationNotification*.

4.7.7 Manejo de localización de la SME

Similar a la función de la *MS* que se describió en la sección de *roaming* automático, la función de manejo de localización de la *SME* comprende dos componentes:

- Los procesos de actualización de localización que crean o modifican la información de localización relacionada con la *SME* en el registro temporal de la *MS* en un sistema visitado y la actualizan en el registro del *HLR*.
- Los procesos de cancelación de localización que borran la información relacionada con la localización de la *SME* en el registro temporal de la *MS* en un sistema visitado y la actualizan en el registro del *HLR*.

Los procesos de manejo de localización de la *SME* basados en la *MS* de *ANSI-41* están relacionados con procesos asociados de la *MS*; la localización de la *MS* es también la localización de la *SME*. Estos procedimientos están descritos en la sección de *roaming* automático y usan las siguientes operaciones de *ANSI-41*:

- Actualizar localización
 - *RegistrationNotification*
- Cancelar localización
 - *MSInactive*, incluyendo el parámetro *DeregistrationType*
 - *BulkDeregistration*
 - *RegistrationCancellation*
 - *UnreliableRoamerDataDirective*

Además, el sistema asistente incluye una dirección de enrutamiento – el parámetro *SMS_Address* – en el mensaje *RegistrationNotification Invoke*. Esto se usa para enrutar mensajes cortos al sistema asistente en su camino a la *SME* visitante. Sin embargo, se considera que esta dirección esta asociada con la terminación de mensajes cortos y no con el proceso de actualización de localización de la *SME*.

El *MC* en *ANSI-41* no es responsable de mantener la localización y el estado de la *SME* actualizados, este es el trabajo del *HLR*.

4.7.8 Manejo de estado de la SME

La función de manejo de estado de la *SME* de *ANSI-41* comprende los procesos por los cuales el estado de disponibilidad para la terminación de mensajes cortos de una *SME* basada en la *MS* se mantiene en el *HLR*. El concepto de estado de la *SME* es que tiene un valor disponible o no disponible. Generalmente, si el estado de la *SME* es no disponible, el *HLR* se lo indicará al *MC* cuando reciba una petición de información de enrutamiento del *SMS*; de otra manera, el *HLR* proporcionara al *MC* la información de enrutamiento actualmente guardada en su base de datos o intentara obtener del sistema asistente más información de enrutamiento actualizada. El *HLR* puede considerar una *SME* basada en la *MS* no disponible porque:

- La *MS* no esta registrada.
- La *MS* esta registrada en un sistema que no soporta *SMS*.
- La *SME* no tiene autorizado el servicio *SMS* en el sistema actualmente asistiendo.
- La *MS* esta fuera del contacto de radio.
- La *MS* esta intencionalmente inaccesible

El estado de la *SME* no necesariamente es igual al estado de la *MS*; basándose en algoritmos que dependen del sistema, una *MS* inactiva puede estar disponible para la entrega del servicio de mensajes cortos.

El proceso de manejo de estado de la *SME* del *HLR* hace uso de la información proporcionada por los procesos de manejo de localización del sistema asistente y del *HLR*. Generalmente, el estado de la *SME* es puesto como disponible por el *HLR* después de una actualización exitosa de localización de la *MS*. También, después de una cancelación de localización exitosa, el *HLR* pone el estado de la *SME* como no disponible; el estado puede ser puesto como disponible si la cancelación de localización esta anidada dentro de un proceso de actualización de localización. En este sentido, el proceso de manejo de estado de la *SME* del *HLR* hace uso de las mismas operaciones como en los procesos de actualización y cancelación de localización – *RegistrationNotification*, *RegistrationCancellation*, *MSInactive*, *BulkDeregistration* y *UnreliableRoamerDataDirective*. Además, el estado de la *SME* puede ser puesto explícitamente como no disponible en el *HLR* en las siguientes formas:

- Cuando el *HLR* recibe del sistema asistente un mensaje *REGNOT* de *ANSI-41* incluyendo un parámetro *AvailabilityType*, puede poner el estado de la *SME* como no disponible (figura 4.52).
- Cuando el *HLR* recibe del sistema asistente un mensaje *MSINACT* de *ANSI-41*, puede poner el estado de la *SME* como no disponible (figura 4.53).
- Cuando el *HLR* recibe del sistema asistente un mensaje *RoutingRequest Return Result* (*roureq*) de *ANSI-41*, incluyendo el parámetro *AccessDeniedReason* puesto como inactivo, puede poner el estado de la *SME* como no disponible (figura 4.54).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

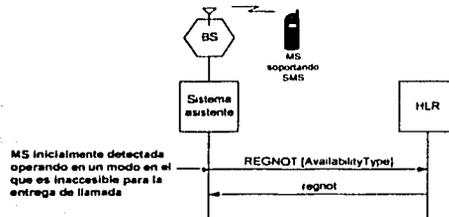


Figura 4.52 Poniendo el estado de la *SME* como no disponible, usando la operación *RegistrationRequest*.

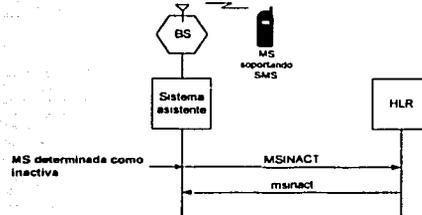


Figura 4.53 Poniendo el estado de la *SME* como no disponible, usando la operación *MSInactive*.

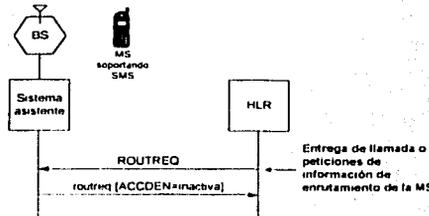


Figura 4.54 Poniendo el estado de la *SME* como no disponible, usando la operación *RoutingRequest*.

El estado de la *SME* se mantiene como no disponible hasta que un sistema asistente – para el cual la *SME* esta autorizada para *SMS* – envíe al *HLR* un mensaje *REGNOT* que incluya el parámetro *SMS_Address* pero no incluya el parámetro *AvailabilityType*.

4.7.9 Procesamiento de mensajes cortos

Las funciones de procesamiento de mensajes cortos comprenden los procesos que permiten, restringen, o complementan la habilidad de la *SME* para originar y terminar un mensaje corto.

La siguiente figura ilustra la secuencia básica de originación y terminación de mensajes entre dos *SMEs* basadas en la *MS*; la *SME-A* es el origen y la *SME-B* es el destino:

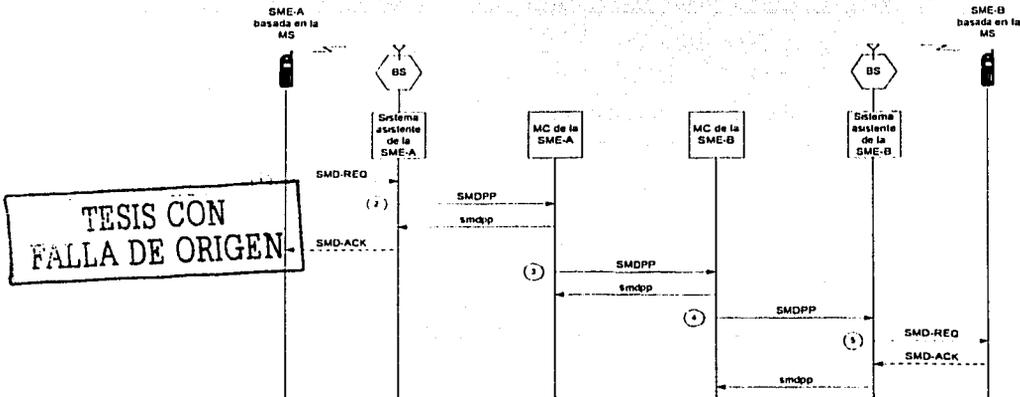


Figura 4.55 Secuencia básica de originación y terminación de mensajes cortos entre dos *SMEs* basadas en la *MS*.

La secuencia básica de originación y terminación de mensajes cortos entre dos *SMEs* basadas en la *MS* que se ilustra en la figura anterior se describe como sigue: (1) La *SME-A* basada en la *MS* envía al sistema asistente un mensaje de interfaz de aire, *SMD-REQUEST* (*SMD-REQ*). (2) El sistema asistente enruta el mensaje corto al *MC* de la *SME-A*, usando el mensaje *SMSDeliveryPointTo Point Invoke* (*SMDPP*). Cada uno de los mensajes *SMDPP* mostrados en este escenario puede ser enrutado usando la misma red de señalización *SS7* que se usa para enrutar otros mensajes de de *ANSI-41*; alternativamente, una red separada, basada en *TCP/IP* o en algún otro protocolo de red, puede ser empleada. Cuando se recibe del *MC* el mensaje *smdpp*, el sistema asistente lo convierte en un reconocimiento de interfaz de aire, el mensaje *SMD-ACK*. (3) EL *MC* de la *SME-A* puede aplicar al mensaje corto un servicio suplementario de originación (no definido actualmente en *ANSI-41*); entonces, el mensaje *SMDPP* se enruta al *MC* de la *SME* destino. (4) El *MC* de la *SME-B* puede aplicar al mensaje corto un servicio suplementario de terminación (no definido actualmente en *ANSI-41*); entonces, el mensaje *SMDPP* se enruta al sistema asistente de la *SME* destino. (5) El sistema asistente reenvía en mensaje corto hacia la *SME* destino, usando el mensaje *SMD_REQ* de interfaz de aire. El *SME-B* responde con un reconocimiento automático (*SMD-ACK*) para indicar que el mensaje *SMD_REQ* se acepta.

Los elementos clave de *SMS* que se aplican al escenario de la figura anterior son:

- Direccionamiento y enrutamiento de mensaje corto
- Restricción de mensajes cortos
- Aplicación de servicios suplementarios *SMS*

4.7.9.1 Direccionamiento y enrutamiento de mensajes cortos

Debido a la naturaleza de almacenamiento y reenvío del proceso de transferencia de mensajes cortos, los mensajes pueden tomar una trayectoria indirecta del originante al destino final. Esto lo proporciona el mecanismo de direccionamiento definido en *ANSI-41*.

Como se muestra en la figura 4.55, *ANSI-41* le permite a la *SME* originante (*SME-A*) proporcionar hasta cuatro segmentos de información de direccionamiento en la interfaz de aire (por ejemplo, *TDMA* o *CDMA*) incluidos en el mensaje *SMD-REQ*:

1. *OriginalOriginatingAddress*
2. *OriginalDestinationAddress*
3. *OriginalOriginatingSubaddress*
4. *OriginalDestinationSubaddress*

En general, la información *OriginalOriginatingAddress* es requerida para la terminación de mensajes pero no se incluye necesariamente en la originación del mensaje; también, la información *OriginalDestinationAddress* es requerida para la originación del mensaje pero no se incluye necesariamente en la terminación del mensaje.

ANSI-41 define seis parámetros de dirección *SMS* incluidos en el mensaje *SMSDeliveryPointToPoint Invoke (SMDPP)*:

- *SMS_OriginalOriginatingAddress*
- *SMS_OriginatingAddress*
- *SMS_OriginalDestinationAddress*
- *SMS_DestinationAddress*
- *SMS_OriginalOriginatingSubaddress*
- *SMS_OriginalDestinationSubaddress*

4.7.9.2 Restricción del SMS

ANSI-41 proporciona un número de capacidades de restricción en la originación y terminación del *SMS*, llevadas al sistema asistente durante el proceso de calificación de servicio de la *MS* en los parámetros *SMS_OriginationRestrictions* y *SMS_TerminationRestrictions*. El parámetro *SMS_OriginationRestrictions* define el tipo de mensajes cortos que se le permiten originar a la *MS*:

- Ningún mensaje; bloquea todos los mensajes
- Todos los mensajes; permite todos los mensajes
- Mensaje bloqueado si es requerido el enrutamiento indirecto
- Enrutamiento indirecto forzado para todos los mensajes

En los ejemplos de la sección anterior, se vio el enrutamiento de mensajes a través del *MC* de la *SME* originante; esto es llamado enrutamiento indirecto. *ANSI-41* permite a las *SMEs* basadas en la *MS* solicitar que los mensajes originados no pasen por el *MC* del originante; esto es llamado enrutamiento directo.

4.7.9.3 Servicios suplementarios SMS

El enrutamiento de mensajes a través de los *MCs* del originante y del destino permite que los servicios suplementarios se apliquen al servicio portador *SMS* básico. Los posibles servicios son:

- Entrega retardada
- Entrega repetida
- Entrega a una lista de distribución

Estos servicios suplementarios potenciales, y muchos otros, son tratados como cuestiones de la implementación del sistema en la especificación de *ANSI-41*.

4.8 Provisión de servicio sobre el aire

La provisión de servicio sobre el aire *OTASP* (*Over-the-air Service Provising*) algunas veces se le llamada activación sobre el aire. *OTASP* comprende un conjunto de funciones de red que le permiten a un suscriptor obtener remotamente servicio inicial de telecomunicaciones inalámbrico a través de la interfaz de aire. El concepto de *OTASP* es: permitir a los proveedores de servicio ofrecer servicio inicial a sus suscriptores potenciales sin la intervención de un tercer participante (por ejemplo, personal calificado). La característica consiste de la programación sobre el aire del modulo de asignación de número *NAM* (*Number Assignment Module*) dentro de la *MS* para autorizar servicio de telecomunicaciones inalámbrico con un proveedor de servicio en particular. Generalmente, se requiere que los clientes que desean servicio inalámbrico visiten un establecimiento de venta donde puedan escoger su *MS*. Un representante de servicio al cliente del proveedor de servicio realiza una comprobación de crédito del cliente y manualmente programa el *NAM* de la *MS* con los parámetros necesarios para soportar la suscripción inalámbrica. Estos parámetros incluyen al *MIN* y *SID*. Este proceso puede ser tedioso y propenso a error, ya que la secuencia de programación esta típicamente diseñada, así que es difícil para los suscriptores programar estos parámetros sin equivocarse. Si el representante de servicio al cliente comete un error al introducir manualmente estos parámetros, no se dará servicio y la experiencia inicial del cliente con el proveedor de servicio inalámbrico sería desagradable. Uno de los principales requerimientos de *OTASP* es la habilidad para proporcionar una clave de autenticación (clave A) a la *MS* para permitir la autenticación.

4.8.1 Administración de parámetros sobre el aire

La administración de parámetros sobre el aire *OTAPA* (*Over-the-air Parameter Administration*) es similar a *OTASP*, ya que la función implica la programación de los parámetros del *NAM* dentro de la *MS* sobre la interfaz de aire. *OTAPA* permite la programación remota de los parámetros de la estación móvil para su activación inicial. *OTAPA* se usa para programar listas preferidas de *roaming PRLs* (*Preferred Roaming Lists*), bases de datos de *roaming* inteligente *IRDBs* (*Intelligent Roaming Batabases*), y cambios al *MIN* debido a cambios en el código de área. *OTAPA* no requiere de la intervención del servicio al cliente y los parámetros del *NAM* se pueden programar dentro de la *MS* si es que esta encendida y sin el conocimiento del suscriptor. Las sesiones *OTAPA* son iniciadas automáticamente por la red y no limitan la habilidad del suscriptor para hacer o recibir llamadas. De hecho, *OTAPA* puede ocurrir mientras una llamada esta en progreso.

4.8.2 Cuestiones asociadas con OTASP

La siguiente lista proporciona las cuestiones asociadas con la implementación y desarrollo de *OTASP*. Muchas de estas se necesitan resolver antes de que *OTASP* llegue a ser el principal medio por el cual los proveedores de servicio activen nuevos suscriptores.

- *OTASP* se ha introducido en pocos mercados y pasaran varios años más antes de que sea el método preferido y principal para activar nuevos suscriptores. La principal razón es el costo y la complejidad de la implementación apropiada.

- Anomalías de radio pueden afectar la programación apropiada y completa de la estación móvil. Los suscriptores no pueden activar el teléfono en cualquier parte; deben estar en una localización donde la función *OTASP* sea soportada.
- Actualmente, *OTASP* solamente está definido para sistemas de radio digitales.
- Muchas *MSs* digitales que actualmente están en operación no soportan *OTASP*.
- Aunque el sistema de casa de un suscriptor pueda soportar *OTASP*, probablemente un sistema visitado por la *MS* mientras esta vagando no pueda, a pesar de que exista un acuerdo de *roaming*.
- Aun cuando *OTASP* sea el método preferido y principal para activar nuevos suscriptores, siempre será necesario de la programación manual en un centro de servicio al cliente o en un centro de reparación de teléfonos cuando este método no sea suficiente.

4.8.3 Entidades funcionales OTASP

OTASP requiere de la adición de dos nuevas entidades funcionales en la red de *ANSI-41*: la función sobre el aire *OTAF* (*Over-The-Air Function*) y el centro de servicio al cliente *CSC* (*Customer Service Center*).

La *OTAF* es una entidad funcional que soporta interfaces propietarias con el *CSC* para la provisión de servicio inalámbrico. Además soporta interfaces normalizadas con el *MSC*, *HLR* y *VLR* para completar peticiones de provisión de servicio y pasar a la *MS* los parámetros apropiados del *NAM*. La *OTAF* puede ser una entidad de red separada físicamente, o puede estar implementada como una función dentro de un *HLR* o un centro de mensajes *MC* (*message center*). La *OTAF* no tiene una interfaz explícita con un *MC*; sin embargo, se requiere del transporte del servicio de mensaje corto *SMS* (*short message service*) para realizar las funciones *OTASP* y *OTAPA*. Además, la *OTAF* contiene la aplicación de la entidad de mensaje corto *SME* (*short message entity*) que usa servicios de mensaje corto para comunicarse con la *MS* que va a ser programada. La *MS* contiene una aplicación par de *SME* que se comunica con la *SME* de la *OTAF* para la transferencia actual de los parámetros del *NAM*, usando *SMS* como el protocolo de transporte. Una sola entidad funcional *OTAF* puede tener interfaces con múltiples sistemas asistentes y *CSCs*.

El *CSC* es una entidad funcional que tiene interfaces con representantes de servicio al cliente, recibiendo llamadas telefónicas de suscriptores potenciales que están activando servicio inicial o haciendo cambios a su servicio existente. Además, el *CSC* soporta interfaces propietarias con la *OTAF* para soportar provisión de servicio inalámbrico y modificaciones de los parámetros de la *MS*. Una sola entidad *CSC* puede tener interfaces con múltiples entidades funcionales *OTAF*.

4.8.4 Funciones de roaming automático para redes basadas en TDMA

Las funciones de *roaming* automático requeridas por *OTASP* basado en *TDMA* son las siguientes:

1. Originación de llamada de la *MS* a la red para iniciar el proceso *OTASP*.
2. Registro de la *MS* como parte de la originación de llamada o encendido inicial.
3. Autenticación como parte de la generación de la clave A y actualización del *SSD* durante el proceso *OTASP*.

Estas funciones soportan el escenario básico para activar una *MS* a través de *OTASP*. El escenario básico es el siguiente:

1. El suscriptor llama al proveedor de servicio inalámbrico.
2. La *MS* se registra en la red del proveedor de servicio inalámbrico.
3. El *MSC* asistente se adjunta a la entidad funcional *OTAF*.
4. La función de autenticación se realiza.

5. Los parámetros de activación se descargan en la *MS* desde la *OTAF*.

4.8.4.1 Originación de llamada de la *MS* para *OTASP*

El primer paso del proceso *OTASP* en la red lo realiza el suscriptor originando una llamada con el proveedor de servicio inalámbrico. Esta función realiza la activación de originación, adjunta al *MSC* asistente con la *OTAF*. Pueden ocurrir complicaciones para esta función ya que la *MS* puede estar completamente desprogramada, significando que esta intentando una activación original con parámetros de la *MS* no existentes. Además, la *MS* se puede preprogramar, significando que requiere reprogramación de un *MIN* o una *IMSI* existente y un perfil en el *HLR*. Otro caso es cuando la *MS* puede estar preprogramada, pero el *MIN* o la *IMSI* son desconocidos y no se puede encontrar el perfil (por ejemplo, cuando un suscriptor cambia de proveedor de servicio o los parámetros que fueron programados por el fabricante).

Para *MSs* preprogramadas, el *MIN* o *IMSI* cargado en el teléfono se usa como la identidad de la *MS* para la llamada. Si la *MS* esta desprogramada, se usa un *MIN* de activación especial. Este *MIN* es un identificador normalizado de 10 dígitos con el formato *NPA-NXX-XXXX*, donde *NPA* esta definido como 000 y *NXX-XXXX* se asigna usando una representación decimal del número de serie contenido en el *ESN*.

El *MSC* determina la dirección de la apropiada *OTAF*, usando el código de país móvil *MCC* de la *IMSI* más el *SID* o el código de operador de sistema *SOC* (*System Operator Code*), o la dirección es determinada por la secuencia de código de característica, la cual incluye el número de directorio marcado. La siguiente figura muestra la originación de llamada para el escenario *OTASP*.

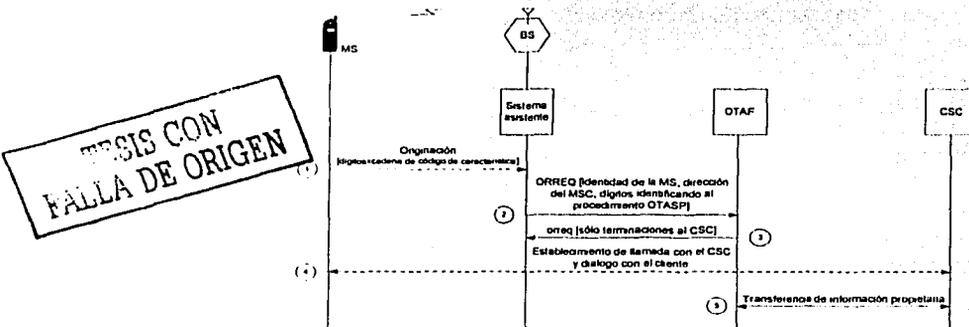


Figura 4.56 Originación de llamada *OTASP* para activación.

La originación de llamada *OTASP* para activación de la figura anterior se describe como sigue: (1) El suscriptor hace una llamada al proveedor de servicio inalámbrico. El suscriptor introduce un código de característica y presiona *SEND*. (2) El sistema asistente (*MSC*) envía a la *OTAF* un mensaje *ORREQ*. Este mensaje incluye el *MIN* y el *ESN* de la *MS*. Si la *MS* esta programada, se usa el *MIN* existente. Si la *MS* es una activación original, se usa un *MIN* de activación especial. Además, se envía la dirección del *MSC* asistiendo actualmente que esta usando el protocolo *SMS* para activación y los dígitos que identifican a esto como un procedimiento *OTASP*. (3) La *OTAF* le responde al *MSC*, usando el mensaje *orreq*. Este mensaje actúa como un reconocimiento y especifica que la *MS* actualmente sólo puede hacer una llamada a la *OTAF* y no a otro participante. (4) La llamada se establece entre el suscriptor potencial y un representante de servicio al cliente en el *CSC*. (5) El *CSC* informa a la *OTAF* del contacto inicial con la *MS*, usando un protocolo propietario. Entonces, la *OTAF* asocia la información del *CSC* con los datos cargados del mensaje *ORREQ*.

4.8.4.2 Registro con la red de la MS para OTASP

Para las *MS*s desprogramadas y preprogramadas, hay medios alternativos que usa la red para iniciar el proceso de activación y para adjuntar el *MSC* a la *OTAF*. Hay cinco escenarios distintos usados para este proceso:

- Activación de registro en la originación de llamada (la *MS* no programada no tiene un *MIN* real).
- Activación de registro al encender la *MS* (la *MS* no programada no tiene un *MIN* real).
- Activación de registro aplazada (cuando se hace una llamada al *CSC* desde un teléfono diferente al que va a ser programado y la *MS* no programada no tiene un *MIN* real).
- Activación de registro en la originación de llamada (la *MS* preprogramada tiene un *MIN* o una *IMSI*).
- Activación de registro aplazada (cuando se hace una llamada al *CSC* desde un teléfono diferente al que va a ser programado y la *MS* preprogramada tiene un *MIN* o una *IMSI*).

La activación de registro en la originación de llamada para una *MS* no programada es similar al escenario de originación básica de llamada para *OTASP*, excepto que el paso inicial para adjuntar al *MSC* con la *OTAF* se acoplado usando el mensaje *RegistrationNotification*, como se muestra en la siguiente figura:

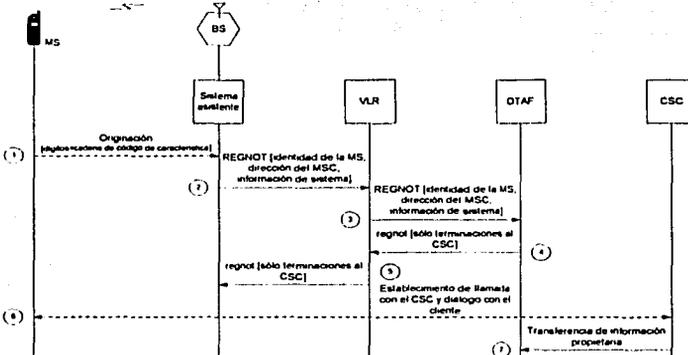


Figura 4.57 Activación de registro *OTASP* en la originación de llamada para una *MS* desprogramada.

La activación de registro *OTASP* en la originación de llamada para una *MS* no programada que se ilustra en la figura anterior se describe como sigue: (1) El suscriptor potencial hace una llamada al proveedor de servicio inalámbrico. El suscriptor introduce un código de característica y presiona *SEND*. (2) El sistema asistente (*MSC*) envía al *VLR* un mensaje *REGNOT*. Este mensaje incluye el *MIN* de activación de la *MS*, la dirección del *MSC* asistiendo actualmente que esta usando el protocolo *SMS* para activación y la información de sistema que especifica que este es una activación inicial de *OTASP*. (3) El *VLR* reenvía el mensaje *REGNOT* a la *OTAF*. (4) La *OTAF* le responde al *VLR* usando el mensaje *regnot*. Este mensaje actúa como un reconocimiento y especifica que la *MS* actualmente puede hacer sólo una llamada a la *OTAF* y no a otro participante. (5) El *VLR* reenvía el mensaje *regnot* al *MSC* asistente. (6) La llamada se establece entre el suscriptor potencial y un representante de servicio al cliente en el *CSC*. (7) El *CSC* informa a la *OTAF* del contacto inicial con la *MS*, usando un protocolo propietario. Entonces, la *OTAF* asocia la información del *CSC* con los datos cargados del mensaje *REGNOT*.

La activación de registro al encender una *MS* no programada es muy similar a la activación de registro en la originación de llamada. La única diferencia es que cuando la *MS* se enciende, el registro se invoca implícitamente antes de una originación de llamada del suscriptor. El escenario

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

es el mismo como se muestra en la figura 4.57, excepto que el paso 1 viene después del paso 5, y el *MSC* ya esta adjuntado a la *OTAF* antes de que sea hecha la llamada de activación.

La activación de registro aplazada para una *MS* no programada se usa cuando el suscriptor llama desde una línea fija u otro teléfono y no desde el teléfono que va a ser programado. El escenario es similar a la activación de registro de encendido, excepto que la llamada al *CSC* se hace antes de encender la *MS*. Entonces, el *CSC* transfiere la información a la *OTAF* usando un protocolo propietario. Cuando la *MS* esta eventualmente encendida, el registro se invoca implícitamente para adjuntar al *MSC* con la *OTAF* y después no hay necesidad de una llamada al *CSC*.

La activación de registro en la originación de llamada de una *MS* preprogramada se usa únicamente para un procedimiento de reprogramación de operación de la *MS*. Esto es, por ejemplo, cuando desea cambiar el número de directorio de la *MS* y el *MIN* tiene la función de este. En este escenario, el suscriptor origina una llamada al *CSC* y ocurre el registro normal (al encenderse la *MS* antes de la llamada o durante la originación de la llamada). Típicamente, el *CSC* informa a la *OTAF* que esto es un procedimiento de reprogramación. Entonces, la *OTAF* usa el mensaje *SMSRequest* del servicio de mensaje corto para preguntar al *HLR* por la dirección del *MSC* asistente que esta recibiendo los parámetros *OTASP* a programar.

La activación de registro aplazada para una *MS* preprogramada se usa cuando un suscriptor existente llama al *CSC* desde un teléfono fijo u otro teléfono, no desde la *MS* que va a ser programada. Este escenario es similar a la activación de registro en la originación de llamada para una *MS* preprogramada, excepto que la llamada al *CSC* se hace antes de que se encienda la *MS*. Como este es un procedimiento de reprogramación, ya existe un perfil del suscriptor dentro del *HLR*. El *CSC* informa a la *OTAF* que este es un procedimiento de reprogramación y la *OTAF* usa el mensaje *SMSRequest* del servicio de mensaje corto para preguntar al *HLR* la dirección de la *SME* de *OTASP*. En algún momento cuando la *MS* se encienda, el registro normal ocurrirá y la red sabrá la localización de la *MS* que se va a programar.

En algunos casos, la *MS* requiere reprogramación, pero los parámetros reprogramados dentro del *NAM* son desconocidos para la red. En este caso, fallará el registro de la *MS*, y *OTASP* puede continuar como si la *MS* estuviera desprogramada.

4.8.4.3 Procedimientos de autenticación para OTASP

Después de que el *MSC* asistente se adjunta a la *OTAF* usando procedimientos de originación de llamada o de registro, se debe generar la clave A para la autenticación del suscriptor. Este procedimiento es completamente diferente del método típico para introducir una clave A dentro de la *MS*. Típicamente, la clave A de 26 dígitos se introduce manualmente a través del teclado de la *MS*, preprogramada internamente por el fabricante, o preprogramada a través del puerto de datos. Como *OTASP* debe ser un proceso seguro, no tiene sentido enviar la clave A completa como un parámetro sobre el aire para ser programado dentro de la *MS*. Esto podría llevar al acceso fraudulento de la clave A. Por lo que, se desarrollo un nuevo procedimiento para generar la clave A de 26 dígitos (64 bits) dentro de la *MS*, basándose en procedimiento de la Norma del Acuerdo de la clave Diffie-Hellman (*Diffie-Hellman Key Agreement Standar*).

El procedimiento de la Norma del Acuerdo de la clave Diffie-Hellman es un algoritmo de cifrado que soporta la distribución de claves temporales para generar claves A idénticas en la *MS* y en el centro de autenticación (*AC*). La principal ventaja del algoritmo sobre otras formas de cifrar la clave pública es que todas las claves son temporales. No hay claves públicas y no hay claves privadas a cargar de forma segura. Todos los participantes ven la misma, lo cual es ideal para sistemas que se producen masivamente con las estaciones móviles. Cada participante carga los 64 bits menos significativos de la clave como la clave A para autenticación. El método se considera seguro para claves A idénticas de 64 bits en la *MS* y en la red.

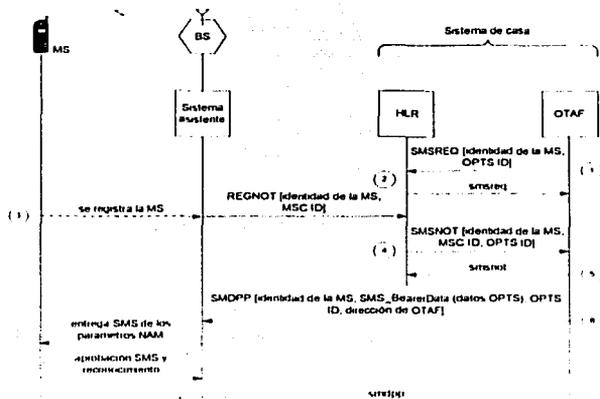
4.8.4.4 Teleservicio de activación sobre el aire

El teleservicio de activación sobre el aire *OATS* (*Over-the-air Activation Teleservice*) es un protocolo de la capa de aplicación que está definido específicamente para redes basadas en *TDMA*. *OATS* es el teleservicio que usa el protocolo de transporte *SMS* para enviar los parámetros *NAM* a la *MS*. *OATS* es definido como el teleservicio par a par (*peer-to-peer*) por una identificación (*ID*) de teleservicio específico que se envía dentro de la operación *ShortMessageDeliveryPointToPoint* (*SMDPP*). Los parámetros *NAM* a ser programados se encapsulan dentro del parámetro *SMS_BearerData*, el cual se envía dentro del mensaje *SMDPP*. Los parámetros que pueden ser enviados a través de *OATS* son los siguientes:

- Datos de configuración (por ejemplo, *MIN* y *IMSI*).
- Valores de cifrado público (para la generación de la clave A, privacidad de voz, cifrado de mensaje de señalización).
- Resultados de generación de clave (para el procedimiento de generación de la clave A).
- Peticiones de descarga de parámetros.
- Códigos de operador de sistema *SOCs*.
- Peticiones específicas de la *MS*.
- Peticiones de almacenamiento *NAM* (para guardar los parámetros *NAM* en la base de datos de la *MS*).
- Respuestas del reto de autenticación del *CSC*.
- Descargas de bases de datos de *roaming* inteligente (por ejemplo, listas de *SIDs*).
- Proceso de aborto de *OATS* (para fallas durante *OTASP*).

4.8.5 Funciones de transferencia de parámetros *OTAPA* para redes basadas en *TDMA*

Las funciones de transferencia *OTAPA* se usan para modificar parámetros *NAM* de la *MS* en algún momento después de la activación inicial, sin importar si se uso o no *OTASP* para activación. Esta función se usa, por ejemplo, cuando un suscriptor requiere cambiar al *MIN* o *IMSI* en la *MS*, o cuando la red requiere actualizar los *SOCs* o *SIDs*. *OTAPA* no requiere de la interacción con el suscriptor o con el *CSC*. Cuando se opera *OTAPA*, el suscriptor no se entera de los cambios que se están haciendo a los parámetros dentro de la *MS*. La siguiente figura muestra el proceso básico *OTAPA* exitoso:



TEXTO CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura 4.58 Proceso básico *OTAPA* exitoso usando *OPTS*.

El proceso básico *OTAPA* exitoso usando *OPTS* que se ilustra en la figura anterior se describe como sigue: (1) La *OTAF* envía al *HLR* un mensaje *SMSREQ* para solicitar programar los parámetros *NAM* para la *MS* identificada a través de *OPTS*. (2) El *HLR* reconoce esta petición enviando a la *OTAF* el mensaje *smsreq*. (3) En algún momento la *MS* se registra y esta lista para recibir nuevos parámetros. Si la *MS* ya esta registrada, esta disponible para recibir los parámetros. (4) El *HLR* envía a la *OTAF* un mensaje *SMSNOT*, indicando que la *MS* esta registrada y proporciona la dirección del sistema asistente actual. (5) La *OTAF* reconoce que la *MS* esta disponible respondiendo al *HLR* con el mensaje *smsnot*. (6) Este paso representa el mecanismo normalizado de entrega de los parámetros *NAM* de *TDMA* a través de *OPTS*. La *OTAF* entrega los parámetros al sistema asistente a través del mensaje *SMDPP*. Este mensaje contiene la identidad de la *MS*, los datos de los parámetros *NAM* de *OPTS*, la *ID* del teleservicio *OPTS* y la dirección de la *OTAF* que esta enviando los datos. (7) Los datos de los parámetros *NAM* se envían a la *MS* a través de la interfaz de aire y el sistema asistente reconoce la programación exitosa de la *MS* enviando al *OTAF* el mensaje *SMDPP*.

Si el proceso *OTAPA* falla porque la *MS* rechaza la programación de los parámetros nuevos, el sistema asistente informa a la *OTAF* en repuesta al mensaje *ShortMessageDeliveryPointToPoint* (por ejemplo, *smsnot*). Este mensaje contiene el parámetro *SMS_CauseCode*, indicando una falla. Si esto ocurre, la *OTAF* puede restaurar todo el proceso e intentar programar la *MS* la siguiente vez que se registre.

4.8.5.1 Teleservicio de programación sobre el aire

El teleservicio de programación sobre el aire *OPTS* (*Ovre-the-air Programming Teleservice*) es un protocolo de la capa de aplicación que esta definido específicamente para redes basadas en *TDMA*. *OPTS* se usa en los procedimientos para modificar los parámetros *NAM* en la *MS*, pero después de realizar la activación inicial o el proceso *OTASP*. El teleservicio *OPTS* usa el protocolo de transporte *SMS* para enviar los parámetros *NAM* que se van a programar en la *MS*. *OPTS* es identificado como el teleservicio par a par (*peer-to-peer*), por una identificación, por la identificación (*ID*) de teleservicio específico, la cual se envía dentro de la operación *ShortMessageDeliveryPointToPoint* (*SMDPP*). Los parámetros *NAM* que se van a programar se encapsulan en el parámetro *SMS_BearerData* enviado dentro del mensaje *SMDPP*. Los parámetros *NAM* que se pueden enviar a través del *OPTS* son los siguientes:

- Datos de configuración (por ejemplo, *MIN* y *IMS*).
- Valores de cifrado público (para la generación de la clave A, privacidad de voz, cifrado de mensaje de señalización).
- Resultados de generación de clave (para el procedimiento de generación de la clave A)
- Peticiones de descarga de parámetros.
- Códigos de operador de sistema *SOCs*.
- Peticiones de almacenamiento *NAM* (para guardar los parámetros *NAM* en la base de datos de la *MS*).
- Descargas de bases de datos de *roaming* inteligente (por ejemplo, listas de *SIDs*).
- Proceso de aborto de *OPTS* (para fallas durante *OTAPA*).

Sección 4

Red Inteligente

502

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5 Red inteligente

5.1 Origen de red inteligente

La red inteligente se refiere a la habilidad de proveer inteligencia fuera de la central de *switches*, es decir, en los elementos de red que pueden ser alcanzados a través de señalización. Este también provee un mecanismo para una eficiente comunicación entre sistemas. Inteligencia, se refiere a la información o lógica del servicio que los nodos de telecomunicación pueden acceder para mejorar las comunicaciones a través de operaciones mejoradas o servicios mejorados. El protocolo SS7 provee los fundamentos para la formación de la red inteligente.

El concepto de red inteligente se remonta a los principios de la telefonía rural fija, en pequeñas localidades había solo un operador del conmutador, que enlazaba las llamadas, dicho operador podía proveer un enrutamiento inteligente de llamadas conectando a la parte que esta llamando a la parte llamada basándose en el conocimiento previo de la ubicación de la parte llamada.

Para que el operador pudiera realizar la conexión entre las dos partes, el procedimiento consistía en conectar un cable que uniera dos orificios en el conmutador, un orificio era el de la parte que estaba llamando y el otro orificio era el de la parte llamada. Un ejemplo típico de este tipo de conexión es cuando el operador, teniendo un conocimiento previo de que el doctor acordó una visita a la casa de uno de sus pacientes, por lo tanto una llamada entrante dirigida al consultorio del doctor no tendría éxito, debido a que no se encontraría en su consultorio, entonces el operador del conmutador puede intervenir manualmente con una inteligente decisión de enrutamiento y conectar la llamada a la casa que esta visitando el doctor en lugar de su consultorio. Este proceso funcionó bien en áreas rurales pero fue muy ineficiente en las ciudades debido al caudal enorme de llamadas que se manejan.

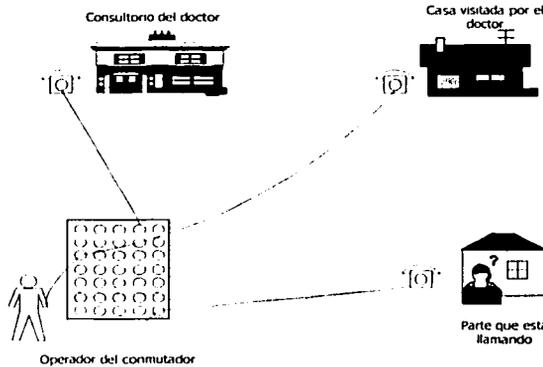


Figura 5.1 Decisión inteligente del operador del conmutador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2 Switch automático

El primer paso en mejorar la productividad en telefonía fue el *switch* automático. Los conmutadores "manuales" fueron reemplazados por *switches* electromecánicos capaces de realizar un *switch* automático. Sin embargo con esta automatización se perdía la inteligencia de la red proporcionada por los operadores de los conmutadores "manuales". De hecho el primer *switch* electromecánico fue desarrollado por Almon B. Strowger para mitigar la inteligencia de conmutación de llamadas basada en humanos. Se presume que en ocasiones la operadora del

conmutador era esposa de algún prestador de servicios y ésta se aprovechaba del puesto de operadora para beneficiar a su esposo.

Mientras el *switch* electromecánico inició el proceso de automatización de llamadas, los primeros *switches* tenían la limitante de que la lógica de servicio era alámbrica, creando con esto que los proveedores de servicio de telefonía dependieran completamente de los vendedores de *switches* para desarrollar nuevas características o servicios. Además muchos proveedores de servicio de telefonía adquirirían sus *switches* de diferentes vendedores. Todo esto hacía extremadamente difícil la implementación de un servicio amplio o general. Y una vez desarrolladas las nuevas características o servicios, después de mucho tiempo de planeación e implementación, éstas no eran fácilmente modificables para satisfacer las nuevas demandas. Además estos *switches* ocupaban pisos completos debido a su gran tamaño. Todas estas dificultades dirigieron a la siguiente generación de *switches*, es decir, *switches* con programa de control integrado *SPC* (*Stored Program Control switching*).

5.2.1 SPC (Stored Program Control)

A mediados de los 60's se introdujeron los sistemas de *switches* con programa de control integrado *SPC* (*Stored Program Control switching*). El *SPC* fue un gran paso hacia adelante, ya que la lógica del servicio era ahora programable, mientras que en el pasado era a través de la conexión de cables. Como resultado, fue fácil introducir nuevos servicios. Sin embargo el concepto de lógica del servicio no era modular. En consecuencia, llegó a ser muy complicado adherir nuevos servicios debido a la dependencia entre servicio y la lógica específica del servicio. Esencialmente la lógica del servicio que se ocupaba para un servicio no podía ser ocupada para otro servicio. Como resultado, si los clientes no eran atendidos por un *SPC*, los nuevos servicios no estaban disponibles para ellos.

5.2.2 Red de señalización por canal común

Como se comentó en el capítulo anterior, en un principio la información que se intercambiaba entre *switches* para poder establecer una llamada telefónica era transmitida sobre los canales de voz (señalización en banda), y a veces en una llamada podían estar involucradas muchos *switches*, lo cual ocasionaba un uso excesivo de troncales y recursos, pero además podía darse el caso de que se establecieran todos los enlaces y el usuario final estaba realizando otra llamada en ese instante. Por lo tanto otro salto hacia adelante en la telefonía se logró cuando a mediados de los 70's se introdujo la red de señalización por canal común *CCSN* (*Common Channel Signaling Network*), de esta manera la información de señalización se transmitía fuera de banda (en una red de señalización). El protocolo *SS7* es el protocolo que corre sobre *CCSN*, por lo tanto a veces se le denomina a *CCSN* como red *SS7* para simplificar. Con la introducción de la red *SS7* se introdujeron también nuevos servicios, pero los usuarios fueron requiriendo más y mejores servicios, lo cual impulsó fuertemente el desarrollo de una red inteligente basada o construida sobre la red *SS7*.

5.2.3 Causas del surgimiento de red inteligente

Dentro del tradicional ambiente de las telecomunicaciones, las compañías de telecomunicaciones actúan como operadores de red y proveedores de servicios. El operador de red es la entidad que posee y opera la infraestructura de red. El proveedor de servicios es una entidad que ofrece servicios a sus suscriptores. El proveedor de servicios usa la infraestructura de red de un operador de red para entregar el servicio al suscriptor pero es responsable del mantenimiento y desarrollo del servicio.

Los servicios ofrecidos anteriormente estaban sujetos a la disponibilidad de la tecnología, en lugar de las necesidades del cliente, ya que mucha de la infraestructura de red estaba basada en interfaces propietarias con ciertas limitantes en sus capacidades. Este tipo de ambiente resultaba en largos periodos de desarrollo y grandes inversiones para poder brindar un servicio. Sin embargo las nuevas tecnologías, la privatización y la desregulación, los cambios en el mercado y en las demandas del cliente han provocado el surgimiento de la red inteligente *IN (Intelligent Network)*. Como resultado se tiene un incremento en la competencia, lo cual ha forzado a los proveedores de servicio y a los operadores de red a integrar rápidamente nuevas características para atraer nuevos clientes y retener a los ya existentes.

La *IN* juega un papel importante en la producción de nuevos servicios y características. En *IN* el control del procesamiento de llamadas ha sido movido del switch a la red. La idea es dar a los proveedores de servicio la habilidad de desarrollar rápidamente servicios de manera independiente y económica, lo cual era una capacidad que ellos no tenían cuando los nuevos servicios eran implementados en los *switches* de la red. Con *IN*, los proveedores de servicios o sus vendedores desarrollan la inteligencia o lógica del servicio para proveer nuevos servicios usando ambientes de creación de servicios. Entonces desarrollan esta inteligencia en los puntos de control del servicio dentro de *IN*. De esta manera los proveedores de servicios pueden usar las características de *IN* para desarrollar nuevos servicios para sus suscriptores sin ningún cambio en la programación de los *switches* de la red. Como *IN* separa los servicios de los equipos de *switches*, *IN* abre los mercados para la creación de los servicios de telecomunicaciones y para los proveedores de equipo de *switches*.

5.3 Entrada de la Red Inteligente 1 (IN/1)

A mediados de los años 80's compañías regionales de Bell en operación *RBOCs (Regional Bell Operating companies)* empezaron a requerir características que cumplieran los siguientes objetivos:

- Rápido desarrollo de servicios en la red.
- Independencia de los vendedores e interfaces normalizadas.
- Oportunidades para que otras compañías ofrecieran servicios debido al incremento en el uso de la red.

Por su parte, Telcordia Technologies respondió con el desarrollo del concepto de red inteligente 1 *IN/1 (Intelligent Network 1)* el cual se explica mediante la figura 5.2.

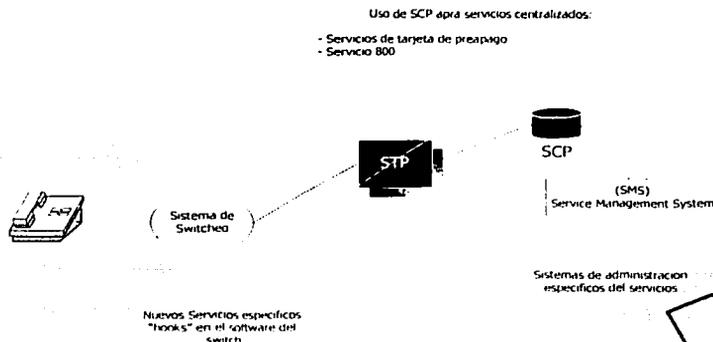


Figura 5.2 Modelo de IN/1.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En *IN/1* fue la primera vez que la lógica del servicio era externa a los sistemas de *switcheo* y estaba localizada en entidades que permitían acceso a bases de datos (*SCP*). Los primeros servicios en requerir *IN/1* fueron el servicio 800 (llamadas libres de pago) y la verificación de tarjeta de prepago o servicios alternativos de tarificación *ABS (Alternate Billing Services)*. Debido a la naturaleza de servicio específico de la tecnología, estos servicios requerían dos *SCPs* separados. Se desarrolló un *software* en los sistemas de *switcheo* para comunicarse con la lógica asociada al servicio. Dicho *software* habilitaba a los sistemas de *switcheo* para saber cuando era necesario comunicarse con un *SCP* a través de la red *SS7*.

Con la introducción del concepto del *SCP*, nuevas operaciones y sistemas de administración fueron necesarios para soportar la creación, pruebas y puesta en marcha de servicios. En la figura 5.2 se puede notar el termino "Sistemas de Administración específicos del Servicio", justo debajo del rectángulo marcado como sistemas de administración de servicios *SMS (Service Management Services)*. Esto significa que los *hooks o triggers* definidos en el *software* son específicos del servicio. Por ejemplo, el servicio 800 tiene un tipo de disparo (o *trigger*) en el sistema de *switcheo*, una base de datos para el servicio 800 en el *SCP* y un sistema de administración del servicio 800. En este ambiente de servicios específicos, el juego de capacidades de un servicio no puede ser usado para otros servicios (como el servicio 900). Por lo tanto aunque la lógica del servicio es externa al sistema de *switcheo*, ésta sigue siendo específica del servicio. Estas limitantes requerían un nuevo modelo de red inteligente, por lo cual surgió la idea de la Red Inteligente Avanzada *AIN (Advanced intelligent Network)*.

5.4 Red inteligente avanzada (AIN)

A primera vista la figura 5.3 es similar a la figura anterior. Sin embargo, hay una diferencia fundamental entre las dos.

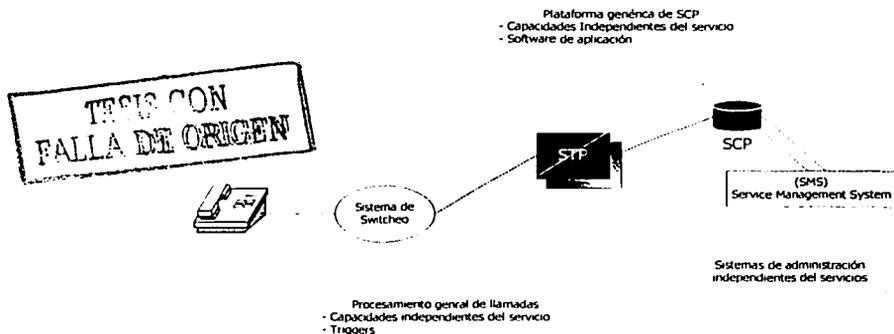


Figura 5.3 Modelo de *AIN*.

Hay que notar el termino "Sistemas de Administración Independientes del Servicio" justo debajo del rectángulo marcado como *SMS (Service Management Services)*. Continuando con el ejemplo del servicio 800 en *IN/1*, el *software* independiente del servicio en *AIN* tiene una capacidad de disparo (*trigger capability*) de 3 dígitos que puede ser usada para proveer un rango de servicios de tres dígitos (como servicio 800, 900, XXX, etc.) a diferencia de la lógica específica para el servicio 800 en *IN/1*. Asimismo la lógica del servicio del *SCP* y los sistemas de administración de servicios son independientes del servicio. Por lo tanto *AIN* es una capacidad de red independiente del servicio.

5.4.1 Beneficios de AIN

El principal beneficio de *AIN* es la habilidad de mejorar los servicios existentes y desarrollar nuevas fuentes de ingresos. Para cumplir con estos objetivos, los proveedores requieren la habilidad de completar lo siguiente:

- Introducir nuevos servicios rápidamente. *AIN* tiene la capacidad de proporcionar nuevos servicios o modificar los existentes a través de intervención física en la red.
- Proporcionar servicios adaptados a las preferencias del cliente. Los proveedores de servicios requieren la habilidad de cambiar la lógica del servicio rápidamente y eficientemente. Los clientes también demandan control de sus propios servicios para satisfacer sus necesidades individuales.
- Establecer independencia del vendedor. El criterio más importante para los proveedores de servicio es que el software debe de ser desarrollado rápido y deber ser lo más barato posible. Para lograr esto, los proveedores del equipo (vendedores) deben integrar comercialmente, *software* disponible para crear las aplicaciones requeridas por los proveedores de servicio.
- Crear interfaces abiertas. Las interfaces abiertas permiten a los proveedores de servicio introducir elementos de red fácilmente para ofrecer servicios de acuerdo a las necesidades del cliente. El software debe poder comunicarse con otros equipos de diferentes vendedores manteniendo también las estrictas normas de operación de la red. Con esto, los proveedores de servicio ya no confiarán en un o dos vendedores de equipo y software para satisfacer las necesidades de sus clientes.

La tecnología de *AIN* como ya se vio, permite la separación de funciones y datos, de servicios específicos, en otros recursos o elementos de la red. Esta característica reduce la dependencia de los sistemas de *switcheo* de los vendedores para desarrollo *software* y fechas de entrega. Los proveedores de servicio tienen más libertad para crear y adaptar sus servicios a sus clientes.

El *SCP* contiene capacidades independientes del servicio programables (o lógica del servicio) que están bajo el control de los proveedores de servicio. El *SCP* también contiene datos específicos del servicio que permiten a los proveedores del servicio y a sus clientes adaptar sus servicios. Por lo tanto, en *AIN* no hay una cosa que sea "unitalla", es decir, que sea para todos, ya que los servicios son adaptables para satisfacer necesidades individuales.

Como la lógica del servicio está bajo el control del proveedor de servicio, es fácil crear servicios con pocos recursos monetarios. Los proveedores pueden ofrecer pruebas de servicios enfocadas al mercado con sólo cargar la lógica del servicio en un *SCP* y disparando capacidades en uno o más sistemas de *switcheo*.

5.4.2 Liberación de AIN

La demanda por los servicios de *AIN* excedía la disponibilidad de la funcionalidad de la red. Los proveedores de servicio no podían esperar a que todas las características y funcionalidades descritas para *AIN* fueran completadas. En *AIN* se definían todos los tipos de requerimientos, que hacían los juegos de capacidades (*capability sets*) fueran muy grandes para ser adaptados por la industria.

En Norteamérica, la industria acordó desarrollar *AIN* por partes para poder evolucionar en fases hacia *AIN*, por lo tanto *AIN 0.1* fue el nombre la primera fase de *AIN* en ser liberada para su uso en la industria.

Mientras tanto, los organismos de normalización internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT impulso el desarrollo de los requerimientos para la liberación de *AIN 1*,

desarrollando una norma internacional para red inteligente denominada conjunto de capacidades 1 *CS-1 (Capability Set)*. Para satisfacer las demandas del mercado la UIT formó un subgrupo denominado *ETSI (European telecommunications Standard Institute)* el cual se enfocaría en las necesidades inmediatas. Este subgrupo desarrolló el núcleo de las capacidades de *INAP (Intelligent Network Application Part)*.

5.4.3 Arquitectura de AIN 1

En la figura 5.4 se muestra la arquitectura de *AIN 1* como se definió en *Telcordia Technologies*.

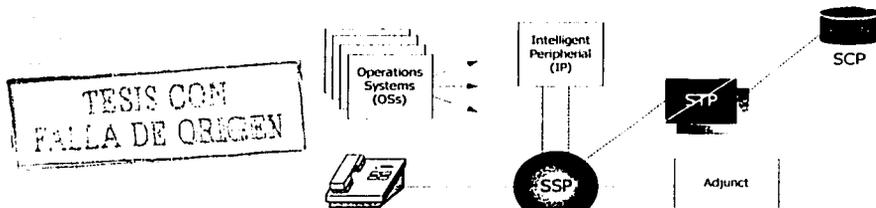


Figura 5.4 Modelo de *AIN 1*.

Como se puede observar en la figura anterior, la los elementos que conforman la red *SS7* son la base para la arquitectura de red inteligente, y cada uno de los elementos vistos en *SS7* cumplen funciones específicas dentro de la arquitectura de red inteligente.

El *SSP* en el dibujo es un sistema capaz de realizar funciones de *switcheo* en *AIN*. Además de proveer acceso a la red a los usuarios finales y ejecutar cualquier función de *switcheo* necesaria, el *SSP* permite acceso al juego de capacidades de *AIN*. El *SSP* tiene la habilidad de detectar peticiones a servicios basados en *AIN* y puede establecer comunicaciones con la lógica del servicio de *AIN* localizada en los *SCPs*. El *SSP* es capaz de comunicarse con otros elementos de red como los periféricos inteligentes *IPs (Intelligent Peripherals)*.

El *SCP* provee el control del servicio. Hay dos partes básicas de un *SCP*. Una parte es la funcionalidad de aplicación en la cual la lógica del servicio es instalada después de que los servicios han sido creados. Esta funcionalidad de aplicación esta sobre la segunda parte básica del *SCP*, un juego de funcionalidades de plataformas genéricas, desarrolladas por los vendedores de *SCPs*. Esta funcionalidad de plataformas es compartida entre los programas de aplicación de la lógica del servicio (en la funcionalidad de aplicación). La funcionalidad de plataforma también provee una interfaz con *SS7* para los sistemas de *switcheo*.

El Periférico Inteligente *IP* provee recursos como anuncios de voz concatenados y adecuados, reconocimiento de voz, y colección de dígitos con tonos multifrecuencia *DMTF*. El *IP* contiene una matriz de *switcheo* para conectar a los usuarios a estos recursos. Además, *IP* soporta interacciones de información entre el usuario final y la red. Este tiene las capacidades de administración de recursos para buscar recursos no ocupados, iniciarlos y después regresarlos a su estado original.

El nodo adjunto mostrado en la figura 5.4 es funcionalmente equivalente al *SCP*, pero éste está conectado directamente al *SSP*. La interfaz entre el *SSP* y el nodo adjunto soporta una comunicación de alta velocidad. Los mensajes de la capa de aplicación son similares, en contenido, a los transportados por la red *SS7* entre el *SSP* y el *SCP*.

5.4.4 El modelo de llamada

El modelo de llamada es una representación genérica de las actividades de procesamiento de llamadas en el SSP, requerida para establecer, mantener y liberar una llamada. El modelo de llamada consiste de puntos en la llamada *PICs* (*Point in Calls*), puntos de detección *DPs* (*Detection Points*) y *triggers*. Éstos se describen en la figura 5.5.

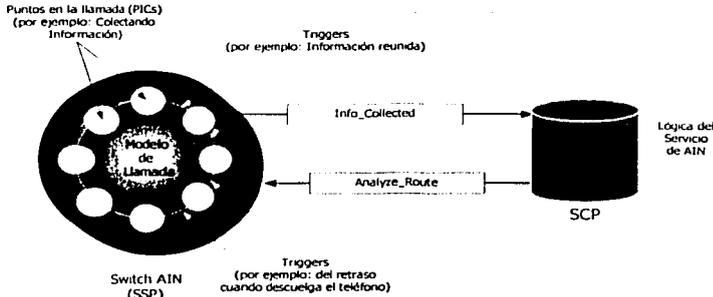


Figura 5.5 Modelo de llamada.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Los *PICs* representan las actividades o estados en el sistema de *switcheo*, por los cuales una llamada pasa desde su origen hasta su terminación. Por ejemplo, el estado nulo o *idle* es cuando el *SSP* esta monitoreando la línea del cliente. Otros ejemplos de estados o *PICs* son cuando un usuario descolga (o intento de origen), colección de información, analizando información, enrutando, alertando, etc.

Los sistemas de *switcheo* pasaban por los mismos estados antes de que *AIN* fuera desarrollado. Sin embargo, el advenimiento de *AIN* introdujo un modelo de llamada formal al cual todos los sistemas de *switcheo* deben apegarse. En este nuevo modelo de llamada, se agregaron puntos de detección de disparo *TDP* (*Trigger Detection Points*), entonces el *SSP* verifica los *TDPs* para ver si hay algún *trigger* activo.

Existen tres tipos de *triggers*:

- Suscritos o basados en línea. Están provistos para la línea del cliente, así que cualquier llamada originada desde o terminada en esta línea encontrará este *trigger*.
- Basados en grupo. Son asignados para grupos de suscriptores (grupos de negocios). Cualquier miembro del grupo definido por software encontrará este *trigger*.
- Basados en oficina. Están disponibles para cualquiera que esté conectado a la central telefónica o tenga acceso al plan de numeración local. Estos *triggers* no son asignados a individuos o grupos.

Si se detecta un *trigger* activo, el sistema de *switcheo* detiene el proceso de llamada hasta que el *SPP* y el *SCP* terminen su comunicación. Por ejemplo en la figura 5.5 se supone que una llamada *AIN* ha pasado a través del estado (*PIC*) nulo o descolgado y actualmente esta en el *PIC* de colección de información. Entonces el procedimiento normal de la llamada es detenido en el *TDP* de información reunida a causa de un *trigger* activo (de retraso de descolgado de teléfono). Antes de proceder al siguiente *PIC* (análisis de información), el *SSP* recupera un mensaje de recolección de información (*Info_Collected*) y lo envía al *SCP* sobre la red *SS7*. Una vez que el *SCP* procesa el mensaje, envía de regreso un mensaje de ruta analizada (*Analyze-Route*) en el cual le dice al *SSP* como manejar la llamada antes de ir al siguiente *PIC* (análisis de información).

Básicamente cuando un *SSP* detecta que una llamada tiene un *trigger* de *AIN* asociado, el *SSP* detiene el procesamiento de la llamada mientras pregunta al *SCP* por instrucciones para el enrutamiento de la llamada. Una vez que el *SCP* provee las instrucciones, el *SSP* continúa el flujo en el modelo de llamada hasta que se termine la llamada. Esta es la manera en la que el modelo de llamada funciona, y ésta es una parte importante de *AIN*. Este concepto difiere del concepto de *swtcheo* de *pre-AIN* en el cual las llamadas se procesan desde un estado de origen hasta un estado de terminación sin ninguna interrupción o detención del proceso. Es necesario mencionar que con cada liberación nueva de red inteligente también se agregarán nuevos *PICs*, *DPs* y *triggers* al modelo de llamada definido en la fase anterior.

5.4.5 Liberación de AIN 0

En la liberación de *AIN 0*, el modelo de llamada tiene tres *TCPs* (*Trigger Check Points*) y en cada *TCP* hay más de un *trigger*. Por ejemplo el *TCP* de descolgado de teléfono incluye el *trigger* inmediato de descolgado. Si una línea del suscriptor es equipada con este *trigger*, las comunicaciones con el *SCP* ocurrirán si el sistema de *swtcheo* detecta una condición de descolgado. Para un *trigger* de retraso de descolgado de teléfono, uno o más números son marcados antes de disparar la petición al *SCP*. En el *TCP* de colección y análisis de números, los números coleccionados son analizados antes de disparar la petición. El disparo de la petición puede también ocurrir en la etapa de enrutamiento de la llamada. Este modelo de llamada se muestra en la figura 5.6.

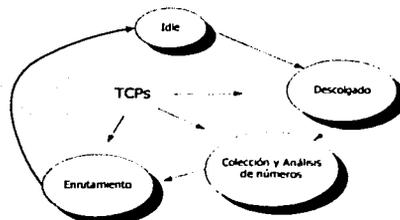


Figura 5.6 Modelo de llamada de *AIN 0*.

Cuando el sistema de *swtcheo* reconoce que una llamada requiere intervención de *AIN*, éste verifica las condiciones de sobrecarga antes de comunicarse con el *SCP*. Este proceso se llama *code gapping*. *Code gapping* permite al *SCP* notificar al sistema de *swtcheo* que controle el flujo de mensajes para un cierto nodo. Cuando *code gapping* surte efecto, algunas llamadas pueden recibir su tratamiento final. Para otras, se envía un mensaje de instrucciones al *SCP*. Y dependiendo de la lógica del servicio del *SCP*, éste responderá al sistema de *swtcheo* con alguna de las instrucciones de "llamada en progreso" mostradas en la figura 5.7.

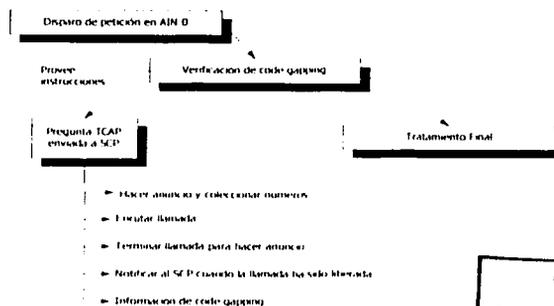


Figura 5.7 Funciones en *AIN 0*.

ESTE COM
 FALLA DE ORIGEN

En *AIN 0* hay 75 anuncios en el sistema de *switched*. *AIN 0* está basada en *ANSI-TCAP* versión 1. Esto significa que solo hay un mensaje enviado del *SSP* al *SCP*, no importando que *trigger* está activo en cualquiera de los tres *TCPs*.

5.4.6 Liberación de *AIN 0.1*

AIN 0.1 es la primera fase de *AIN 1*. Hay dos diferencias fundamentales entre *AIN 0* y *AIN 0.1*. La primera es el modelo de llamada formal y la segunda es el juego de mensajes entre el sistema de *switched* y el *SCP*. El modelo formal de llamada es separado en: modelo de llamada de origen y modelo de llamada de terminación. Mientras que en *AIN 0* no hay tal distinción. El modelo formal (o normalizado) de llamada es necesario para lograr la evolución hacia las capacidades de *AIN 1*, porque las capacidades de *AIN 1* tendrán más *PICs* y *TDPs*. También habrá varios tipos de *switches* y elementos de red involucrados. Por lo tanto la lógica del servicio necesitará interactuar con cada elemento requerido en la red. Debido a que existe un modelo de llamada de origen y de terminación, entonces tanto el *trigger* de origen y el *trigger* de terminación y la lógica del servicio pueden influenciar una sola llamada.

AIN 0.1 incluye muchas características mejoradas. Hay 254 anuncios en el sistema de *switched*, lo cual otorga mayor flexibilidad en los mensajes disponibles a los clientes. También hay funciones adicionales relacionadas y no relacionadas a la llamada, así como tres *triggers* adicionales (el *trigger N11*, el de 3-6-10 dígitos, y el de intento de terminación). Con la inserción de más *triggers* se proveen oportunidades adicionales para que la lógica del servicio del *SCP* para influenciar al *TDP* en *AIN 0.1*.

Hay muchas capacidades no relacionadas con la llamada en *AIN 0.1*. El *SCP* tiene la habilidad de activar y desactivar *triggers* suscritos. El *SCP* en *AIN 0.1* también puede monitorear los recursos. Además de enviar mensaje de enrutamiento de la llamada a los sistemas de *switched*, el *SCP* puede pedir al sistema de *switched* que monitoree el estado ocupado/libre de una línea en particular y reportar cualquier cambio. *AIN 0.1* también soporta capacidades de *ISDN*.

La interfaz entre el *SSP* y el *SCP* en *AIN 0.1* está basada en *ANSI TCAP* versión 2 lo cual significa que el juego de mensajes es diferente al que se maneja en *ANSI TCAP* versión 1. Por ejemplo en *AIN 0* hay un solo mensaje que se envía del *SSP* al *SCP* no importando cual *trigger* esta activo en cualquiera de los tres *TCPs*. En *AIN 0.1* mensajes separados son enviados para los cuatro *TDPs* de origen y uno para el *TDP* de terminación.

5.4.7 Liberación de *AIN 0.2*

AIN 0.2 esta construido sobre *AIN 0.1* con capacidades adicionales para soportar dos servicios que impulsaron la fase 2: Servicios de Comunicación Personal *PCS* (*Personal Communication Services*) y marcado activado por voz *VAD* (*Voice-Activated Dialing*). Mientras *AIN 0.2* se enfoca en las capacidades para soportar *PCS* y *VAD*, todos lo requerimientos para estas capacidades son definidos en una manera independiente del servicio. *AIN 0.2* incluye las siguientes capacidades:

- Interfaz entre *SSP* e *IP* basada en *ISDN*
- *Triggers* para estado ocupado y sin respuesta
- Procesamiento de listas del próximo evento
- Enrutamiento por default
- Funciones adicionales en todas las áreas de operación (pruebas en la red)

Las dos principales capacidades de *AIN 0.2* son la interfaz *ISDN* entre el sistema de *switched* y un dispositivo capaz de usar *ISDN* (como lo es el *IP*) y la adición de *triggers* para los estados de ocupado y sin respuesta.

El procesamiento de listas del siguiente evento es otra capacidad importante. En adición a los *TDPs*, *AIN 0.2* incluye puntos de detección de eventos *EDPs* (*Event Detection Points*). Con los *EDPs*, el *SCP* tendrá la habilidad para enviar la lista de los próximos eventos al *SSP*. Esta lista de siguientes eventos es usada por el *SSP* para notificar al *SCP* de eventos incluidos en la siguiente lista de eventos. Estos eventos pueden ser ocupados, sin respuesta, recurso disponible, etc.

El enrutamiento por default significa que cuando las llamadas encuentran condiciones de error, pueden ser enviadas a un número de directorio, o un anuncio grabado, etc.

En *AIN 0* y *0.1* se asumía que los anuncios estaban en los *switches*. Pero con la introducción de *AIN 0.2*, los anuncios pueden residir en una base de datos externa (como un *IP*). Si el *SCP* envía un mensaje *send-to-resource* al sistema de *switcheo* para que el *IP* haga un anuncio o colecciona números, entonces el sistema de *switcheo* conecta al cliente al *IP* a través de la interfaz *ISDN* del *SSP* con el *IP*. De esta forma el usuario final intercambia información con el *IP*. El *IP* colecciona la información y la envía al sistema de *switcheo*, y este a su vez, envía la información al *SCP*. Una de las capacidades fundamentales del sistema de *switcheo* es la interacción de los mensajes de *SS7* con los mensajes *ISDN* en la interfaz *SSP-IP*.

Además el *SSP* puede controlar recursos *IP* sin involucrar al *SCP*. Por ejemplo, un suscriptor con el servicio *VAD* activado puede ser conectado a las capacidades de reconocimiento de voz en el momento en el que éste descuelga. El suscriptor *VAD* dice "llamar a mamá" y el *IP* regresa el número telefónico de "mamá" al sistema de *switcheo*. El sistema de *switcheo* reconoce el número de "mamá" como si éste hubiese sido marcado manualmente.

5.4.8 Propuesta de bloques constructivos

Los bloques constructivos son la herramienta por medio de la cual se pueden construir los servicios en *AIN*. En la figura 5.8 se provee un ejemplo de la propuesta de bloques constructivos para crear servicios en *AIN*. Aquí se muestran los bloques constructivos para mostrar anuncios, colección de números, enrutamiento de llamadas, y traducción de números.

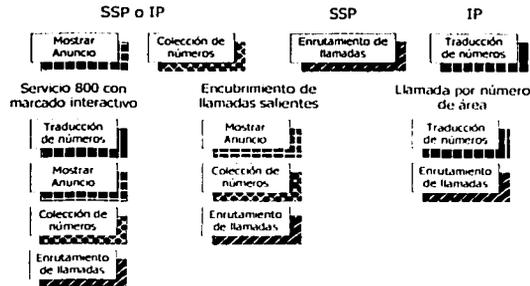


Figura 5.8 Ejemplos de construcción de servicios con bloques constructivos.

El *SSP* tiene la habilidad de mostrar anuncios y coleccionar números al igual que el *IP*. El enrutamiento de llamadas es una función del *SSP*, y la traducción de números es una capacidad del *SCP*. Ordenando estas cuatro capacidades o bloques constructivos en varias combinaciones, se pueden crear los servicios tales como números 800 con marcado interactivo, encubrimiento de llamadas salientes, llamada por número de área entre otros.

5.4.9 Servicio de marcado de extensión de números

El servicio de extensión de cuatro números se muestra en la figura 5.9. Éste permite marcado abreviado más allá de las fronteras de la central telefónica.

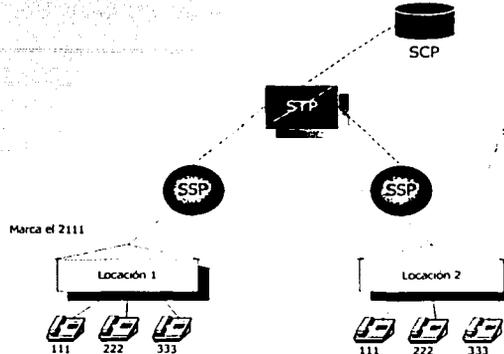


Figura 5.9 Ejemplo de servicio *AIN*: servicio de marcado de extensión de números.

Si un empleado en la locación 1 quiere llamar a un empleado en la locación 2 marcando la extensión 111, entonces se deberá marcar la extensión 2111. Aunque 2111 no es un número que el sistema de *switcheo* pueda usar para enrutar la llamada, se encuentra un *trigger* en el plan de marcado del cliente después de que éste marcó la extensión 2111 y entonces se envía una petición al *SCP*. La lógica del servicio del *SCP* usa la extensión 2111 para determinar el número telefónico real de la parte llamada.

5.4.10 Servicio de recuperación de desastres

Este servicio permite a los hombres de negocios tener llamadas enrutadas hacia una o más locaciones alternas basándose en la lógica del servicio del cliente en el *SCP*. Las llamadas entran en el sistema de *switcheo* que sirve a la locación usual. Después de disparar la petición, ocurre la comunicación con el *SCP*. Y basándose en la lógica del servicio, la llamada puede ser enrutada a la locación usual o a una o más locaciones alternas.

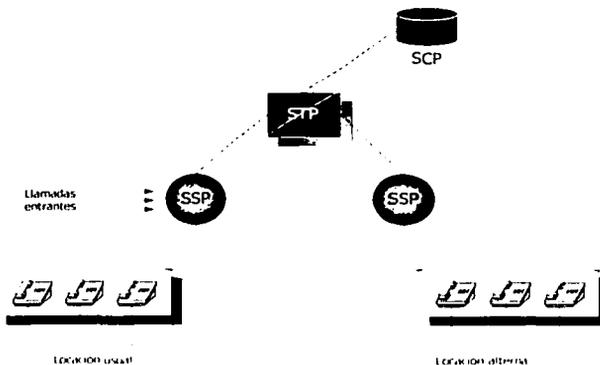


Figura 4.59 Ejemplo de servicio *AIN*: Servicio de recuperación de desastres.

5.5 Arquitectura de red inteligente

Con las tradicionales redes de conmutación de telefonía pública, la jerarquía de los equipos de *switches* y el *software* deben ser actualizadas cada vez que nuevos servicios se integran a la red. Éste es un proceso caro y complicado. En poco tiempo, los *switches* de la red no podrán proveer nuevas capacidades de traducción de números, enrutamiento y tarificación. Conforme los servicios de telecomunicaciones han evolucionado, la necesidad de reducir el encabezado para uso del servicio ha incrementado y también la necesidad de simplificar el mantenimiento y los servicios de actualización o integración de nuevos servicios.

IN esencialmente separa estos servicios del equipo de *switches* y organiza un sistema centralizado, de esta forma los proveedores de servicio no tienen que realizar grandes modificaciones a varios *switches* cuando se introduce un nuevo servicio. El primer paso en el desarrollo de *IN* fue crear datos de servicio separados, en una base de datos centralizada (fuera de los nodos *switches*). El segundo paso fue separar los programas del servicio o lógica del servicio y definir un protocolo que podría permitir la interacción entre los sistemas de *switches* (*SSP*) y nodos inteligentes (*SCP*) los cuales contendrían los datos y la lógica del servicio.

Para que los sistemas de *switches* y los nodos inteligentes trabajaran, se requirió cambiar de la señalización dentro de banda a la señalización fuera de banda, usando la red *SS7*. El protocolo *SS7* provee el mecanismo para colocar la lógica del servicio y los datos en elementos de red dedicados, y éstos a su vez pueden manejar remotamente el control y la conexión de una llamada. *SS7* también habilita aplicaciones inteligentes para comunicarse con otras aplicaciones y acceder a bases de datos localizadas en varias partes de al red.

Como se puede apreciar en la figura 5.10, la arquitectura de *IN* esta basada en la arquitectura del protocolo *SS7*. La capacidad de transporte usada es *MTP*, la cual maneja lo correspondiente a la interconexión física de sistemas, enlaces de datos y la capa de red. El siguiente nivel es *SCCP* el cual aumenta las funciones de *MTP*, brindando transporte de mensajes orientados y no orientados a conexión, así como habilitando capacidades de direccionamiento para enrutamiento de mensajes. La capa de *TCAP* provee procedimientos para el control de transacciones en tiempo real. La capa final es el protocolo de aplicación de red inteligente *INAP* (*IN Application Protocol*), ésta define las operaciones requeridas entre elementos de la red *IN*, como lo son los *SSPs* y *SCPs*.

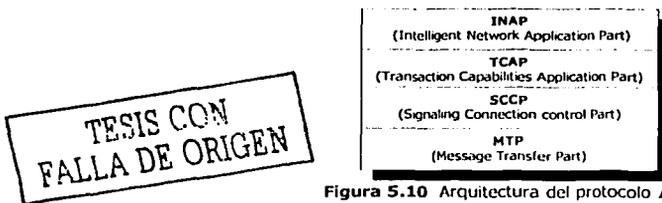


Figura 5.10 Arquitectura del protocolo *IN*.

Todos estos elementos básicos forman la infraestructura de *IN* la cual soporta la idea de la separación de las funciones de control de servicio de las funciones de *switches* de servicios para poder desarrollar e implementar rápidamente nuevos servicios. Otra característica importante de *IN* es la noción de independencia del servicio. En esta parte el objetivo es identificar y crear conjuntos genéricos de componentes de servicio reusables que pueden ser usados para construir nuevos servicios y cargarlos en el *SCP* para generar nuevos servicios rápidamente. Estos componentes del servicio son conocidos también como bloques constructivos independientes *SIBs* (*Service Independent Building Blocks*).

5.5.1 Modelo conceptual de red inteligente

Para proveer un marco de trabajo que dirija hacia la normalización de *IN*, se desarrolló el modelo conceptual de red inteligente *INCM* (*IN Conceptual Model*). El *INCM*, que es sólo una herramienta para describir las capacidades y características de *IN*, está compuesto de cuatro planos, que representan diferentes aspectos de implementación de servicios *IN*. Este modelo describe las relaciones entre servicios y características de los servicios, lógica de servicio global (*SIBs*), lógica de servicio distribuida y las entidades físicas de red como *SSP* y *SCP*.

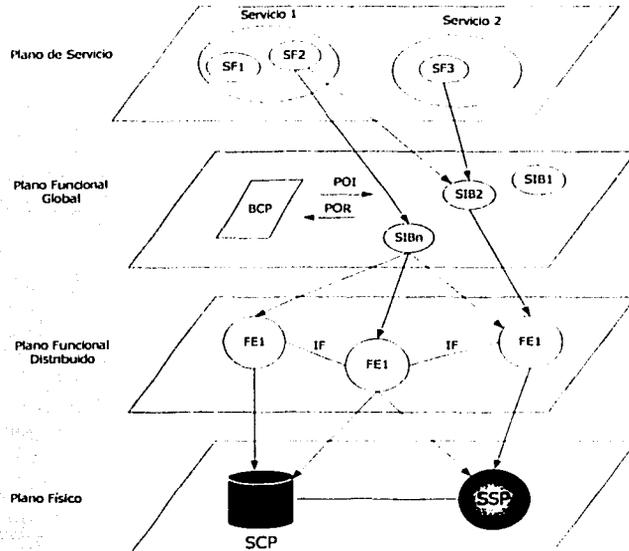


Figura 5.11 Modelo Conceptual de *IN*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Como se puede apreciar en la figura 5.11, los planos que conforman *INCM* son: los planos de servicio, funcional global, funcional distribuido y físico.

5.5.1.1 El plano de servicio

El plano de servicio ilustra que los servicios de red inteligente soportados deben ser descritos al usuario final o suscriptor por medio de un conjunto de bloques genéricos llamados "Características de servicio".

El plano de servicio representa una vista orientada al servicio, esta perspectiva no contiene información acerca de la implementación de los servicios en la red, todo lo que es percibido es el comportamiento del servicio ante la red como es visto por el usuario.

Las interacciones de servicio aplican a todas las interacciones del servicio que ya han sido definidas. Las interacciones del servicio pueden ocurrir entre diferentes características asociadas al mismo servicio; entre características asociadas con un servicio para un usuario dado y características asociadas con otro servicio que el mismo usuario ha solicitado o le han sido asignados; entre características asociadas con un servicio para un usuario dado y características

asociadas con posibles servicios relacionados a la línea que el usuario está usando. En esta parte es necesario hacer una diferencia entre servicios y características de los servicios:

- Servicio. Es una oferta comercial que consiste de una o más características de servicio. Las características del servicio son las componentes de un servicio completo, proveen capacidades independientes para formar el núcleo de un servicio y capacidades de soporte opcionales.
- Característica del servicio. Es la parte básica de un servicio, que puede ser usado de manera independiente o en conjunto con otros servicios y características de servicio para formar el núcleo de una oferta de servicio comercial.

5.5.1.2 El plano funcional global

El plano funcional global *GFP* (*Global Functional Plane*) modela la funcionalidad de la red desde un punto de vista global o de la red en general. La red estructurada *IN* es vista como una sola entidad en el *GFP*. En este plano los servicios y las características de los servicios son redefinidos en términos de funciones de red requeridas para soportarlos. Estas funciones no son servicios ni características de servicios, son referidas como bloques constructivos independientes del servicio *SIBs* (*Service Independent Building Blocks*).

Los elementos que constituyen el *GFP* son:

El *SIB* de procesamiento básico de llamada *BCP* (*Basic Call Process*) el cual identifica el procesamiento básico de llamada a partir del cual los servicios *IN* son invocados, incluye puntos de inicio *POIs* (*Points of Initiation*) y puntos de regreso *PORs* (*Points of Return*) los cuales proveen una interfaz del *BCP* con la lógica de servicio global *GSL* (*Global Service Logic*).

GSL describe como los *SIBs* son "encadenados" o ligados para describir las características del servicio. *GSL* también describe la interacción entre el *BCP* y las cadenas de *SIBs*. Por definición, todos los *SIBs* incluyendo a *BCP* son independientes del servicio y no pueden tener conocimiento de los *SIBs* subsecuentes. Por lo tanto el *GSL* es el único elemento en el *GFP* que es dependiente del servicio.

En el *GFP*, los servicios normales o *IN* no soportados son procesados por el *BCP*. Cuando un servicio *IN* soportado es invocado, su *GSL* es lanzado a un *POI* por un mecanismo de disparo desde el *BCP*.

El encadenamiento de los *SIBs*, el conocimiento del patrón de conexión, las opciones de decisión y los datos requeridos por los *SIBs* deben de estar disponibles. El *GSL* describe el encadenamiento de *SIBs* subsecuentes, ramificaciones, y el punto donde se unen tales ramificaciones. Al final de la cadena de *SIBs*, *GSL* también describe el punto de regreso al *BCP* a través de la indicación del *POR*. Para un servicio dado se requiere por lo menos un *POI*. Sin embargo, dependiendo de la lógica requerida para el soporte del servicio, se pueden definir múltiples *POR*.

5.5.1.3 El plano funcional distribuido

Esta diseñado desde la perspectiva del diseñador de la red y usa el concepto de entidades funcionales *FEs* (*Functional Entities*) y flujos de información *IFs* (*Information Flows*).

Una entidad funcional es un grupo único de funciones en una sola locación y un subgrupo del conjunto total de funciones requeridas para proveer un servicio. Una o más entidades funcionales pueden estar localizadas en la misma entidad física. Diferentes entidades funcionales contienen diferentes funciones, y pueden también contener una o más funciones similares. Pero una entidad

la lógica y la capacidad de procesamiento requerida para manejar intentos de servicios provistos por *IN*. Puede tener interfases e interactuar con otros *SCFs* en caso de ser necesario.

- *SDF (Service Data Function)*. Contiene datos del cliente y de la red para ser accedados en tiempo real por el *SCF* durante la ejecución de un servicio *IN*. Puede tener interfases e interactuar con otros *SDFs* en caso de ser necesario.
- *SRF (Specialized Resource Function)*. Provee los recursos especializados durante la ejecución de un servicio *IN* (recepción de números, anuncios, puentes de conferencia, etc.). Puede contener capacidades de procesamiento y de lógica para recibir/Enviar y convertir información recibida a los usuarios. También puede contener funcionalidad similar a la del *CCF* para administrar las conexiones a recursos especializados.
- *SMAF (Service Management Agent Functions)*. Provee una interfaz entre los administradores del servicio y el *SMF*. Ésto permite a los administradores del servicio administrar sus servicios (a través de un acceso al *SMF*).
- *SMF (Service Management Function)*. Permite usar y proveer servicios *IN*. Particularmente, para un servicio dado, permite coordinar diferentes *SCFs* y *SDFs* por ejemplo se recibe información estática y de tarificación de parte de los *SCFs* y hace posible autorizar administradores de servicio a través del *SMAF*; mediciones en los datos del servicio están distribuidos en *SDFs* y este mantiene una ruta de referencia de los valores de los datos del servicio. El *SMF* administra, actualiza y/o administra servicios relacionados a la información en *SRF, SSF y CCF*.

El ambiente de creación de servicios *SCE (Service Creation Environment)* permite definir, desarrollar y probar los servicios provistos por *IN*. La salida de esta función podrá incluir la lógica del servicio, la lógica de administración del servicio, la plantilla de servicios de datos e información de los disparos de servicio.

El *INCM* es usado primeramente para describir un servicio sin hacer referencia a la distribución de la funcionalidad de la red. El servicio entonces es descompuesto en características del servicio y todas las características del servicio deben ser mapeadas a sus correspondientes *SIBs*. Cada conjunto de capacidades define el catálogo de servicios, características del servicio y *SIBs*. Los diseñadores de servicios pueden crear nuevos servicios construyendo cadenas de *SIBs*.

5.5.1.3.2 CS-2

El trabajo para desarrollar *CS-2* por parte de la UIT-T empezó en 1994 y se terminó en 1997. Debido al gran tamaño de las recomendaciones, estas fueron publicadas hasta 1998. *CS-2* incluye muchas nuevas capacidades sobre *CS-1*. Hay más interfases entre las entidades funcionales junto con algunas funcionales adicionales. En la figura 5.13 se muestran las relaciones funcionales en *CS-2*.

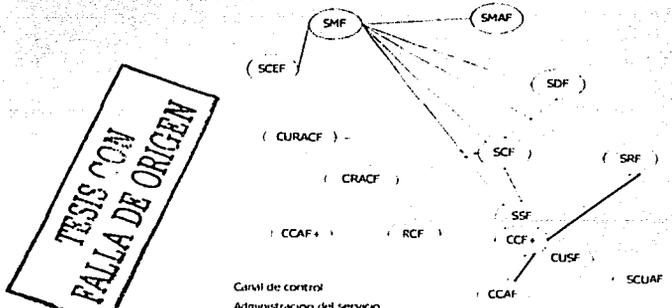


Figura 5.13 Entidades funcionales en *CS-2*.

Como se puede apreciar en la figura 5.13, las entidades funcionales en *CS-2* son:

- *IAF (Intelligent Acces Function)*. Provee esencialmente una función de conversión de protocolo, proporcionando acceso redes *IN* estructuradas a redes *IN* no estructuradas.
- *CUSF (Call-Unrelated Service Function)*. Trabaja con *SSF* y *CCF* para soportar interacciones no relacionadas con la llamada entre usuarios y procesamiento del servicio.
- *SCUAF (Service Control User Agent Function)*. Provee acceso al usuario al *CUSF*.
- *CRACF (Call-Related Radio Access Control Function)*. Soporta características relacionadas con la llamada y señalización que requiere manejo de enlaces de radio, reconocimiento de eventos *trigger*, y pasando esta información al *SCF*.
- *CURACF (Call-Unrelated Radio Access Control Function)*. Soporta características no relacionadas con la llamada y señalización que requiere manejo de enlaces de radio, reconocimiento de eventos *trigger*, y pasando esta información al *SCF*.
- *RCF (Radio Control Function)*. Administra las conexiones de radio hacia la red, en algunos casos, pasando la información de conexión hacia el *CRACF* o *CURACF*.
- *CCAF+ (Call Control Agent Function Plus)*. Representa una expansión de las capacidades *CCAF* para incluir acceso relacionado y no relacionado a las llamadas para las terminales inalámbricas. *CCAF+* accede al *RCF*, *CRACF*, *CURACF* y al *CCF+* (*Call Control Function Plus*) para administración de llamadas y servicios.

CS-2 permite desarrollar servicios avanzados y más complejos que los ofrecidos en *CS-1*. *CS-2* permite gran integración y acceso a la información en la red del operador y a través de la red del operador. Esto es particularmente evidente en las relaciones entre *SCFs* y *SDFs*. Debido a que los múltiples *SCFs* y *SDFs* pueden residir dentro de la red del operador, o pueden estar en otra red diferente.

Una de las mejoras de *CS-2* sobre *CS-1* es la habilidad para que las conexiones *SRF* se hagan en cualquier momento, incluso durante el procesamiento de una llamada. *CS-1* sólo permitía interacciones *SRF* cuando el procesamiento de la llamada estaba detenido.

En *CS-2* se han identificado tres categorías de servicio:

- Servicios de telecomunicaciones. Los cuales estaban disponibles en la administración del servicio en *CS-1*. Son los servicios estándar de *IN* que son ofrecidos a los suscriptores por los operadores.
- Servicios de administración de servicios (nuevo en *CS-2*). Están definidos para los siguientes grupos: adaptación de servicios al cliente, control de servicio, monitoreo de servicio y otros servicios de administración.
- Creación de servicios. También es nuevo en *CS-2*. Están agrupados en: especificación del servicio, desarrollo del servicio, verificación del servicio, uso del servicio y administración de la creación del servicio.

ETSI por su parte desarrolló las correspondientes especificaciones para los operadores y vendedores europeos. Las especificaciones de *ETSI* son muy parecidas a las recomendaciones de la UIT-T, excepto por la interfaz entre el *CUSF* y el *SCF*.

5.5.1.4 El plano físico

Este representa el equipo real de la red o entidades físicas *PEs (Physical Entities)*, en las cuales residen las *FEs*. Las *PEs* consisten de componentes *FEs* requeridas y opcionales.

En la tabla 5.1 se describen las componentes de las entidades funcionales *FEs* y su relación con las entidades físicas *PEs* en *IN*.

Tabla 5.1 Relación entre FE y PE.

PE	FE	Descripción
SSP	Call Control Function CCF	Controla el procesamiento de la llamada y servicios de conexión a la red.
	Service Swithcing Service SSF	Soporta disparo de peticiones en <i>IN</i> durante el procesamiento de una llamada y accede a funcionalidades en <i>IN</i> .
	Specialized Resource Function SRF	Soporta la interacción entre el <i>software</i> de procesamiento de llamada en el <i>switch</i> y la función del control del servicio.
SCP	Call Control Agent Function CCAF	Soporta recursos de red especializados generalmente asociados con interacción con el usuario; provee al usuario acceso a la red.
	Service Control Function SCF	Ejecuta la lógica del servicio en <i>IN</i> e influye en el procesamiento de la llamada en el <i>switch</i> a través de su interfaz con el <i>SSF</i> .
IP	Service Data Function SDF	Administra los datos del cliente y de la red para ser accesado en tiempo real por el <i>SCF</i> en la ejecución de un servicio <i>IN</i> .
	Especialized Resource Function SRF	Soporta recursos especializados de red, los cuales generalmente están asociados con la interacción del usuario.
SMP	Service Management Function SMF	Permite el uso y provisión de servicios <i>IN</i> y permite el soporte de operaciones en curso.
	Service Management Function SMAF	Provee una interfaz entre los administradores del servicio y el <i>SMF</i> (puede ser implementado en un elemento físico separado)
SCE	Service Creation Environment Function SCEF	Permite a los servicios proveídos en <i>IN</i> ser definidos, desarrollados, probados y entrados al <i>SMF</i> .
SDP	Service Data Function SDF	Administra los datos del cliente y de la red para ser accesado en tiempo real por el <i>SCF</i> en la ejecución de un servicio <i>IN</i> .
NAP	Call Control Function CCF	Controla el procesamiento de la llamada y servicios de conexión a la red.
	Call Control Agent Function CCAF	Soporta recursos de red especializados generalmente asociados con interacción con el usuario; provee al usuario acceso a la red.
SN	CCF, SDF, SCF, SSF y SRIF	Explicadas anteriormente. El <i>SN</i> es frecuentemente llamado <i>switch</i> programable debido a que contiene las <i>FE</i> de un <i>SCP</i> y un <i>IP</i> . El <i>SN</i> esta directamente conectado a través de un enlace de voz y enlaces de señalización a uno o más <i>SSPs</i> .

Nota: *Service Management Point SMP*, *Service Creation Environment SCE*, *Service Creation Environment SCE*, *Network Acces Point NAP*.

En la figura 5.14 se puede apreciar como estas entidades funcionales se localizan en las entidades físicas de manera opcional y requerida.

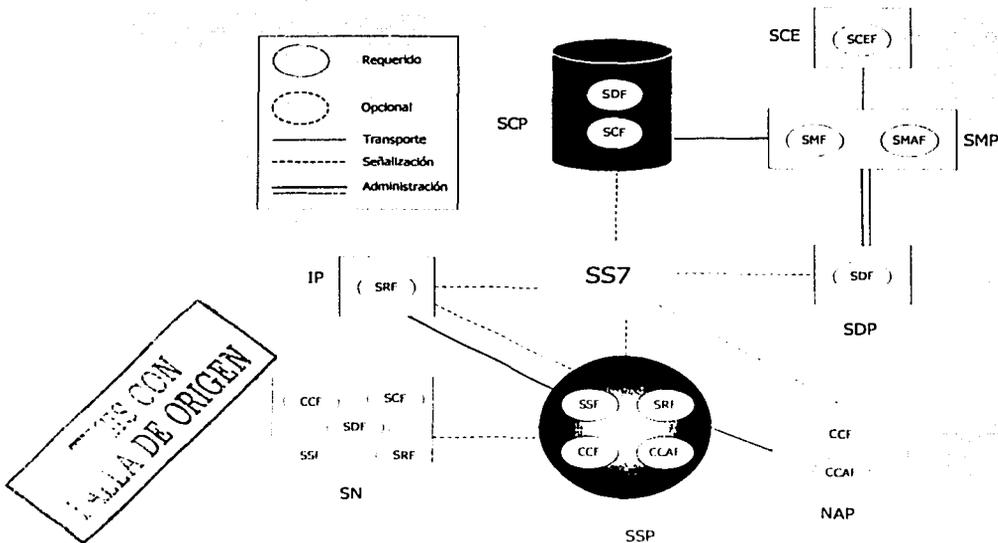


Figura 5.14 Relación entre PE y FE.

6 Red inteligente inalámbrica

La tecnología de red inteligente no estuvo inmediatamente disponible para los operadores de redes inalámbricas. En los primeros días de las comunicaciones móviles comerciales, los proveedores de servicio se ocuparon de desarrollar la adecuada cobertura de radiofrecuencia *RF* para sus suscriptores para que fueran capaces de usar sus teléfonos móviles en su territorio. Después, las preocupaciones giraron en torno a características económicas y tecnológicas asociadas con el *roaming* y el uso general de la red móvil. Los proveedores de servicio tuvieron acuerdos de *roaming* e individualmente usaron señalización *X.25* para facilitar un *roaming* transparente. La red *SS7* fue subsecuentemente implementada para tener capacidades de red más robustas, tales como la habilidad de ofrecer a los suscriptores la entrega automática de llamadas (la habilidad para los usuarios inalámbricos para recibir llamadas automáticamente), mientras se encuentran fuera del territorio de su proveedor de servicios.

Los proveedores de servicio también usan *ANSI-41*, junto con *SS7* como protocolo de señalización, para proveer validación previa a la llamada, proceso de envío de mensajes entre el sistema local y el sistema visitado para verificar el estado del usuario y por lo tanto mitigar el uso fraudulento de las comunicaciones inalámbricas.

6.1 Normas para red inteligente inalámbrica

Los dos principales medios de comunicación entre sistemas de redes inalámbricas son *ANSI-41* y *GSM MAP*. Estas normas sirven bien a la industria en términos de operaciones móviles básicas como soporte de *roaming* y soporte sin ataduras de los servicios más básicos. Sin embargo, estas normas por sí solas no proveen las capacidades necesarias para muchas características avanzadas que hay en las redes de telefonía fija, como desplegado del nombre y *freephone* (servicio de llamadas gratuitas). Por lo tanto, se necesitaron capacidades avanzadas para las redes móviles. Pero los operadores de red no querían perder el *roaming*. De alguna manera el *roaming* tendría que ser preservado mientras se integraban nuevas capacidades y servicios. Por lo tanto, no era suficiente modificar las normas existentes para telefonía fija. En lugar de intentar modificar *AIN* e *INAP*, se decidió crear nuevas normas para movilidad que podrían interoperar fácilmente con *ANSI-41* y *GSM MAP*. Por lo tanto la respuesta fueron las normas para red inteligente inalámbrica *WIN* (*Wireless Intelligent Network*) y aplicaciones personalizadas para la lógica mejorada móvil *CAMEL* (*Customized Application for Mobile Enhanced Logic*).

Quizás el aspecto más importante de *WIN* y *CAMEL* es que están optimizados para movilidad. La característica particular de las comunicaciones móviles es que el usuario móvil puede estar en cualquier lugar a cualquier hora. Para proveer servicios y características en cualquier parte, sin ataduras y consistentes a los usuarios móviles, hay una necesidad de capacidades para soportar métodos normalizados para identificación, invocación, procesamiento y entrega de servicios. Estos son los requerimientos para la inteligencia normalizada para las redes móviles y es el fundamento de *WIN* y *CAMEL*.

WIN y *CAMEL* están basados en *INCM*, ya que éste representa un marco de trabajo y ciertas capacidades, no servicios. De forma similar los modelos de llamada de *WIN* y *CAMEL* representan modelos de alto nivel de funcionalidad de control de llamadas que define capacidades, no servicios. El modelo de llamada crea información concerniente al estado de la llamada y datos asociados visibles a elementos de red inteligente externos, como el *SCP* y el *HLR*, así ellos pueden usar su lógica para procesar la llamada. Debido a que la lógica del servicio y la funcionalidad de *switches* están separadas, elementos de red inteligente externos, pueden controlar los servicios.

WIN y *CAMEL* son desarrollados en fases, cada fase esta construida sobre las capacidades desarrolladas en la fase previa. Conforme *WIN* es concebida, se le asigna un número de proyecto (por ejemplo: *PN-4287* para el servicio de prepago). Una vez que la norma *WIN* es adoptada por la *TIA*, esta llega a ser una norma provisional (como lo es *IS-771* para *WIN* fase 1). Cuando la industria adopta las capacidades como una norma, la norma provisional se convierte en parte de *ANSI-41*. Por ejemplo, *IS-771* será parte de *ANSI-41* versión E. Sin embargo, *CAMEL* se relaciona diferente con *GSM MAP*. Como *CAMEL* es una norma independiente, nunca se unirá con *GSM MAP* de la misma manera en la que lo hace *WIN* con *ANSI-41*.

6.2 Wireless Intelligent Network (WIN)

El propósito de *WIN* es proveer servicios terminales sin ataduras, servicios de movilidad personal, y servicios de red avanzada en el ambiente móvil *ANSI-41*.

- Servicios Terminales. Son aquellos servicios que están asociados y que dependen de las capacidades de la terminal y selecciones de suscripción independientemente del usuario terminal.
- Servicios de movilidad personal. Son aquellos servicios que satisfacen las necesidades del cliente independientemente de la terminal o red.
- Servicios de red avanzada. Su meta es identificar las capacidades de la red de servicio, proveer servicios basados en las habilidades de la red y de la terminal y proveer servicios transparentes entre las redes de telefonía fija y las de telefonía inalámbrica.

El modelo de referencia de *WIN* está construido sobre el modelo de referencia de *ANSI-41*.

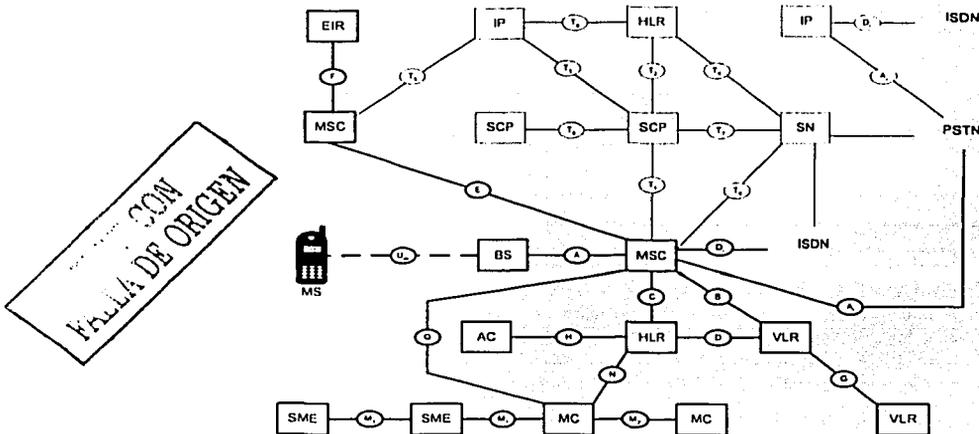


Figura 6.1 Modelo de referencia de *WIN*. Las interfaces y los elementos de red en negritas son aquellos que están normalizados en *ANSI-41*.

Como se puede notar en la figura 6.1 la arquitectura *WIN* introduce nuevos elementos de red que no estaban definidos en *ANSI-41*. Quizás lo más notable la introducción de los nodos de red inteligente como lo son el *SCP*, el *Nodo de Servicio SN (Service Node)* y el periférico inteligente entre los nodos.

6.2.1 WIN previo

El primer aspecto más notable para *WIN* fue el mensaje *ORREQ* (*Origination Request*). *ORREQ* es muy importante para *WIN*, que incluso se considera un mensaje *WIN* a pesar de que realmente *ORREQ* precede a *WIN* y es parte de *ANSI-41D*. El mensaje de *ORREQ* establece el uso de un perfil de *trigger* para su uso en la determinación de las características del usuario móvil y capacidades mientras está en *roaming*. Los avances en curso de las capacidades de *WIN* hacen uso del mensaje *ORREQ* para muchos servicios tales como el servicio de prepago.

6.2.2 WIN fase 1

Como una nueva norma, *WIN* introduce nuevas capacidades. Además, la estructura introducida por *WIN* fase 1 será conservada en las futuras fases de *WIN*, por lo tanto nuevas capacidades serán integradas a esta estructura básica con cada nueva fase.

WIN tiene dos modelos de estado de llamada básica *BCSM* (*Basic Call State Model*), el de origen y el de terminación. Estos modelos de llamada de *WIN* están basados en *UIT-T* porque la industria no quiere que *WIN* sólo sea parte de las normas de Norteamérica sino también influenciar y ser alineado con las normas internacionales tales como el estándar *IMT-2000* para redes de tercera generación. Mientras los modelos de llamada de *WIN* siguen siendo refinados por el comité de normas *WIN* de *TIA* y por lo tanto son objeto de modificación, es importante hacer notar que la intención es que el *BCSM* no cambie de una fase a otra. En lugar de eso, cada fase de *WIN* simplemente adhiere nuevas capacidades y mensajes, parámetros y procedimientos asociados.

6.2.2.1 Puntos de detección en el modelo de llamada de origen (Originating BCSM)

La fase 1 de *WIN* pone tres puntos de detección (*DP*) que pueden ser usados para proveer servicios a la parte que esta llamando.

- *Origination_Attempt Authorized DP*. Representa el punto en la llamada (cuando un usuario autorizado comienza la llamada) cuando un elemento externo es requerido previo a la marcación del número por parte del usuario. Este puede ser usado para ofrecer servicios como marcado por voz, lo cual evita la necesidad de marcar los números. Cuando el cliente descuelga el teléfono, el *MSC* pregunta al *SCP* o *SN*, el cual puede dirigirlo para realizar una conexión a un periférico inteligente que contenga los patrones de reconocimiento de voz del usuario.
- *Analyzed_Information DP*. Que puede ser usado para proveer encubrimiento de la llamada entrante en la casa del cliente.
- *Collected_Information DP*. Este puede ser usado para proveer servicios a la parte que llama, permitiendo al cliente activar y desactivar características especiales a través de comandos de voz.

6.2.2.2 Puntos de detección en el modelo de llamada de terminación (Terminating BCSM)

El modelo de llamada de terminación maneja servicios para la parte llamada como la presentación del nombre de la persona que llama (*Calling Name Presentation*). En la fase 1 de *WIN* están disponibles tres puntos de detección para un procesamiento inteligente en el *BCSM* de terminación:

- *Facility_Selected_and_Available DP*. Puede ser usada para proveer el servicio de presentación de nombre al cliente.
- *T_Busy DP* y *T_No_Answer DP*. Pueden ser utilizados para enrutar las llamadas hacia un sistema de mensajes de voz o de anuncios o tonos especiales cuando la el usuario está ocupado o no contesta la llamada.

6.2.2.3 Reglas para el uso de triggers

WIN especifica ciertas reglas para el uso de *triggers*, los cuales incluyen:

- Los *triggers* son independientes del servicio. Los *triggers* pueden ser usados para una variedad de servicios. Un elemento de red no conoce que servicio será invocado en el programa de la lógica del servicio *SLP (Service Logic Program)* cuando se encuentra un *trigger*, y el criterio se satisface, el mensaje es enviado a la función de control del servicio *SCF (Service Control Function)*.
- Los *triggers* incluyen información de la dirección de la lógica del servicio. *ANSI-41* permitió apuntar *triggers* sólo al *HLR*. Pero *WIN* permite direccionamiento de *triggers* a un *SLP* a cualquier nodo que soporte *SCF*. Los nodos direccionables incluyen *HLR, SCP* y *SN*.
- El *SLP* responderá con una instrucción ejecutable. El *MSC* actuará sobre la información recibida del *SLP* en lo que respecta a las instrucciones de procesamiento de llamada.
- Los servicios basados en *trigger* tienen precedencia sobre los servicios conocidos. Los *triggers* en *WIN* tendrán precedencia sobre los servicios basados en *switch* en un *DP*.
- Los *triggers* surten efecto sólo cuando se encuentran en el *BCSM*.
- Los *triggers* tienen orden de precedencia: suscriptor, grupo, oficina. Esto permite hacer una diferencia entre los niveles individual y grupal. Los *triggers* basados en oficina, que están disponibles para todos aquellos en la misma área de servicio tienen la menor prioridad. Mientras que los *triggers* basados en suscriptor tienen la mayor precedencia, permitiendo con esto, satisfacer las necesidades de los suscriptores individuales.
- Cada *trigger* es completamente considerado antes del próximo *trigger*. La aplicabilidad de suscriptor, grupo y oficina de cada *trigger* es considerada antes de pasar al siguiente *trigger*.
- Los *triggers* más específicos son los de mayor precedencia sobre los menos específicos. Con esto se asegura que el criterio detallado no se pierde. Por ejemplo el criterio del *trigger* de *NPA-XXX* es considerado antes del *trigger* basado en *NPA*.
- Una instrucción *SLP* diferente de "*continue*" o "*user interaction*" causará un filtrado de los *triggers*.

6.2.2.4 Servicios que impulsaron la fase 1 de WIN

Es interesante notar que, mientras las normas de red inteligente inalámbrica fueron diseñadas con la noción de capacidades normalizadas (no servicios), realmente los servicios fueron los que dirigieron a la creación de las normas. El desarrollo de *WIN* fase 1 fue primordialmente impulsada por tres servicios: presentación del nombre *CNAP (Calling Name Presentation)*, servicios controlados por voz *VCS (Voice Controlled Services)* y encubrimiento de llamadas entrantes *ICS (Incoming Call Screening)*. Es importante recordar que, sin embargo, que *WIN* provee capacidades normalizadas que pueden ser usadas para muchos servicios. Los tres servicios mencionados antes solo actuaron como un catalizador para la creación de capacidades normalizadas.

6.2.3 WIN fase 2

Mientras *WIN* fase 1 fue un gran paso, ésto no significa que haya sido la respuesta para todas las necesidades de las redes de comunicación móvil basadas en *ANSI-41*. La fase 2 de *WIN* fue

concebida para solucionar las necesidades adicionales para funcionalidad de red, provee capacidades para nuevos servicios y empieza el camino para los servicios verdaderamente únicos que involucran localización móvil.

6.2.3.1 Servicios que impulsaron la fase 2 de WIN

Con el rápido crecimiento de llamadas de prepago basadas en red no inteligente, la prioridad percibida para el desarrollo de *WIN* fase 2 fue determinada para crear capacidades *WIN* para los servicios de prepago. Se asignó el proyecto número 4287 (*IS-826*) para las capacidades de *WIN* fase 2.

Otros servicios que impulsaron el desarrollo de *WIN* fase 2 incluye el soporte de lenguaje preferido mientras el usuario está en *roaming*, llamadas gratuitas (*freephone*), capacidades para el servicio de tarificación adicional, y preparación para el futuro de los servicios basados en localización. El número de este proyecto establecido para satisfacer estas metas es 4289 (*PN-4289*) e intento ser aceptado en el año 2000 como *IS-848*.

6.2.3.2 Prepaid Charging PPC

Con la creación de las capacidades de prepago *PPC*, cualquier servicio entregado al usuario será entregado sobre la base de prepago. Por lo tanto es importante desarrollar ciertas asunciones relativas a la prioridad del manejo de llamadas. Algunas de estas asunciones incluyen reglas de precedencia y prioridad. Por ejemplo, el proceso *PPC* debe ser invocado antes de cualquier otro servicio para verificar el balance de cuentas o el saldo disponible.

IS-186 provee las capacidades para el control y procesamiento de llamadas de *SN* y *SCP* basados en *PPC*. En ambos casos el mensaje *ORREQ* se usa para una invocación de servicio inicial. Después de la invocación inicial, el *SN* o un *IP* en caso de *PPC* basado en *SCP* puede enviar in mensaje *CONNRES* (*Connect Resource*) al *MSC*. El mensaje *CONNRES* provee instrucciones para establecer una conexión de voz entre el *SN* o *IP* para mostrar anuncios como por ejemplo "saldo agotado".

6.2.3.3 Otras capacidades de tarificación

El proyecto *PN-4289* indica capacidades adicionales para tarificación a suscriptores móviles. Estas capacidades incluyen el aviso de cobro o tarificación *AoC* (*Advice of Charging*) y tasas *Premium* de tarificación *PRC* (*Premium Rate Charging*). *AoC* es la habilidad para avisar al usuario acerca de los costos de una llamada inminente. *PRC* es la habilidad de determinar que llamadas a ciertos números recibirán una tarificación *premium*. *WIN* fase 2 propone *triggers* normalizados y mensajes para habilitar estas dos capacidades.

Es también importante mencionar que el *PN-4289* sugiere un nuevo mensaje conocido como el mensaje *PosReq* (*Position request*) el cual habilitará a la red (a través de la lógica del programa del *SCP*) para preguntar a la red móvil por información relativa a la localización del usuario móvil, lo cual permitirá habilitar múltiples servicios basados en localización.

6.2.3.4 BCSM Originante

En la fase dos de *WIN* se definió el modelo de llamada básico y se dividió en el modelo de llamada originante *OBCSM* (*Originating Basic Call State Model*) y el modelo de llamada terminante *TBCSM* (*Terminating Basic Call State Model*). Dicho modelo representa una vista abstracta del

procesamiento de llamada, visto desde la perspectiva de control de características de servicio ejecutadas por el *SCF* (*Service Control Function*).

Este modelo de llamada consiste de 18 puntos en la llamada *PICs* (*Points in Call*) que es en donde se realiza el procesamiento lógico de la llamada y cuenta con 35 puntos de detección *DPs* (*Detection Points*) que soportan la transición entre los *PICs* y representan etapas durante el procesamiento de la llamada en las cuales los servicios *IN* pueden ser accedidos. El acceso a los servicios *IN* se logra a través de la ejecución de disparos (*triggers*), que ocurren cuando se satisfacen ciertas condiciones. Cuando ocurre un disparo, la entidad de *switchero* (la cual es típicamente un *SSP*) codifica un mensaje *IN* apropiado y lo transmite al *SN* o al *SCP* a través del *IP* para su futuro procesamiento. Estos disparos pueden ser ubicados dentro del modelo de llamada *BCSM* en elementos denominados como *DPs*.

La primera mitad del modelo de estado básico de llamada originante *OBSCM* (*Originating Basic Call State Model*) corresponde a la parte del *BCSM* asociada a la parte que origina la llamada, como se puede observar en la figura 6.2. La descripción de cada punto de la llamada *PICs* (*Points in Call*) se describe a continuación.

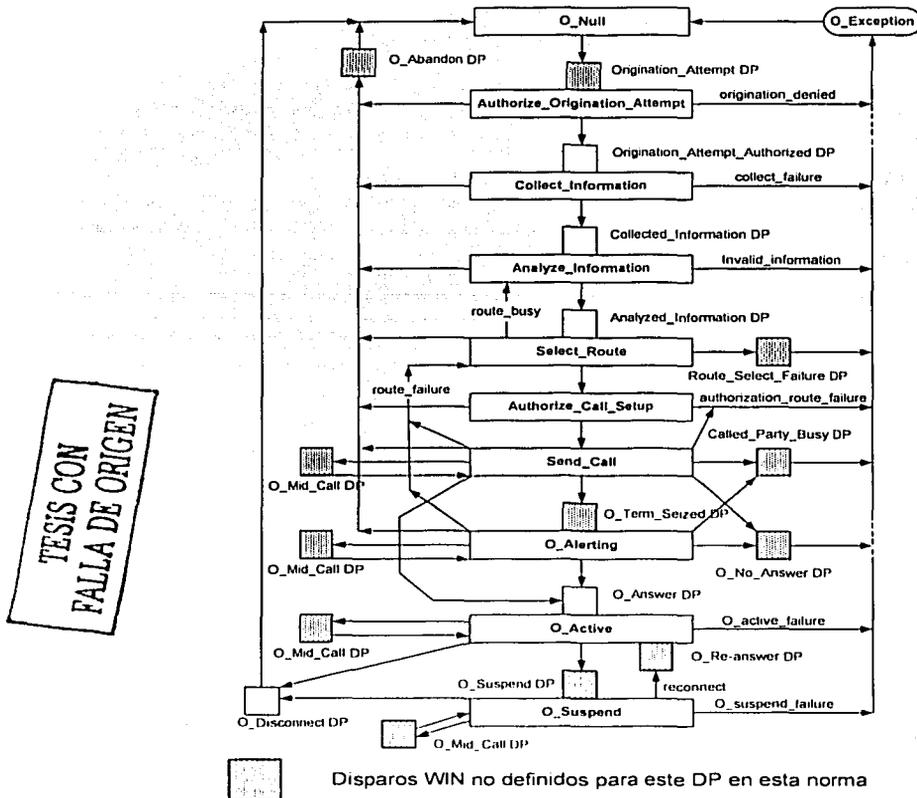


Figura 6.2 Modelo de llamada originante *OBSCM*.

6.2.3.4.1 O_NULL

Eventos de entrada:

- Desconexión y liberación de una llamada previa. (*DPs: O_Disconnect* y *O_Abandon*).
- Manejo por default de excepciones completadas por *SSF/CCF* (Transición del *PIC O_Exception*).

Funciones:

- Liberar cualquier recurso asignado a la parte originante (no existen llamadas, no existen referencia de llamada, no se ha asignado ningún canal de de radio, etc.).

Eventos de salida:

- Indicación del deseo de colocar una llamada saliente (por ejemplo: una indicación es recibida del *RCAF* de un intento de originación por un usuario *MS*). (*DP: Origination_Attempt*).
- Otra indicación de la parte originadora que desea realizar una llamada (por ejemplo: un mensaje *IAM* de *ISUP*). (*DP: Origination_Attempt*).
- El siguiente evento de salida de excepción es aplicable al *PIC O_Null*. Para este *PIC*, si la llamada encuentra esta excepción durante el procesamiento del *PIC O_Null*, el evento de excepción no es visible porque no hay un *DP* correspondiente.
 - i) El *O_Abandon* ocurre cuando la parte que llama cuelga.

6.2.3.4.2 Authorize_Origination attempt

Eventos de entrada:

- Una indicación de que el *MS* originante necesita ser autorizado esta disponible. (*DP: Origination_Attempt*).

Funciones:

- Recolectar la información requerida para autorizar la llamada del *MS* originante.
- Los derechos del *MS* originador son verificados usando la identidad del *MS* y perfil de servicio. Los derechos del *MS* de realizar una llamada con ciertas propiedades (capacidad del canal, restricciones del perfil del suscriptor) son verificados.
- Para originación del *MS*, envía una indicación al *RACF* para seleccionar un canal de radio para la originación del *MS* y ordenar al *MS* usar este canal. Si no hay un canal inmediatamente disponible, el *RACF* puede invocar *PACA* (*Priority Access and Channel Assignment*) para esperar a que un canal este disponible.

Eventos de salida:

- Autoridad/habilidad de colocar una llamada de salida verificada. Un canal de radio esta disponible y es asignado al *MS*. (*DP: Origination_Attempt_Authorized*).
- Autoridad/habilidad para negar llamadas. Este evento causa una transición al *PIC O_Exception*.
- Falla al seleccionar un canal de radio para el *MS*. Este evento causa una transición al *PIC O_Exception*.
- Una indicación de desconexión es recibida de la parte originante. (*DP: C_Abandon*).

6.2.3.4.3 Collect_Information

Eventos de entrada:

- Autoridad/habilidad de colocar una llamada de salida verificada. Un canal de radio esta disponible y es asignado al *MS*. (*DP: Origination_Attempt_Authorized*).

Funciones:

- Información inicial de la parte originadora es recolectada (por ejemplo: códigos de servicio, prefijos, números de dirección marcados). La información es examinada de acuerdo al plan de marcación para delimitar la cadena de números (*end of collection*). No se requerirá otra acción si un bloque de un método de señalización esta en uso (por ejemplo: una troncal SS7 entrante).
- Recolección subsecuente de números de acuerdo al perfil del suscriptor (por ejemplo: recolección del *PIN*). Una vez que la recolección de números esta completa, el *SSF/CCF* debe ser capaz de verificar que el *MS* esta autorizado para realizar la llamada.

Eventos de salida:

- Capacidad de completar la cadena de información inicial empaquetamiento/marcado de la parte originadora. (Este evento puede haber ocurrido antes en caso de un bloque de señalización en el cual la duración de este *PIC* es cero). (*DP: Collected_Information*).
- La parte originadora abandona la llamada. (*DP: O_Abandon*).
- Después de que la recolección de números esta completa, la autoridad para originar una llamada es negada. Este evento causa una transición al *PIC O_Exception*.

Comentario: Algunos análisis de números son requeridos para determinar el final de marcado. Sin embargo, se asume que este análisis puede ser modelado separado del resto del análisis de los números, lo cual ocurre en el *PIC Analyze_Information*.

6.2.3.4.4 Analyze_Information

Eventos de entrada:

- Capacidad de completar la cadena de información inicial empaquetamiento/marcado de la parte originadora.

Funciones:

- La información es analizada y/o traducida de acuerdo al plan de numeración para determinar la dirección de enrutamiento y el tipo de llamada (por ejemplo: terminación al *MS*, llamada local, nacional o internacional).

Eventos de salida:

- Disponibilidad de direcciones de enrutamiento y tipo de llamadas. (*DP: Analyzed_Information*).
- Evento de información inválida (por ejemplo: números marcados inválidos). Este evento causa una transición al *PIC O_Exception*.
- La parte originadora abandona la llamada. (*DP: O_Abandon*).

Comentario: Hay que notar que la dirección de enrutamiento no necesariamente significa que la ruta física final ha sido determinada. (Por ejemplo: listas de rutas no han sido buscadas, el número

de directorio no ha sido traducido a una dirección física de un puerto), aunque este puede ser el caso (por ejemplo: cuando se esta enrutando a un nodo especial privado).

6.2.3.4.5 Select_Route

Eventos de entrada:

- Disponibilidad de direcciones de enrutamiento y tipo de llamadas. (*DP: Analyzed_Information*).
- Falla de ruta reportada por el *PIC Send_Call* o el *PIC O_Alerting*.

Funciones:

- Interpreta direcciones de enrutamiento y tipos de llamada. La próxima ruta es seleccionada. Esto puede involucrar una búsqueda secuencial en una lista de rutas, traducción de un número de directorio a una dirección de puerto físico, etc. El destino individual de recurso fuera de un grupo de recursos (por ejemplo: un grupo multi-línea, un grupo de troncales) no es seleccionado.

Eventos de salida:

- Incapaz de seleccionar una ruta (por ejemplo: incapaz de determinar una ruta correcta, no hay más rutas dentro de la lista de enrutamiento). (*DP: Route_Select_Failure*).
- El evento *route_busy* lo dirige al *PIC Analyze_Information*. *Route_busy* no es una transición WIN la cual es parte de una llamada básica. Si el grupo de troncales seleccionadas para la llamada esta ocupado en ese *switch*, el *SSF CCF* intenta enrutar la llamada en el siguiente grupo de troncales que ha sido especificado para la llamada. El procesamiento de la llamada se mueve al *PIC Analyze_Information* cuando el enrutamiento a un *carrier intra-network* o *inter-network* particular ha sido intentado y un *carrier* alternativo es asignado.
- El ultimo recurso o grupo al cual la llamada debe ser enrutada ha sido identificado. Este evento causa que el procesamiento de llamada se mueva al *PIC Authorize_Call_Setup*.
- La parte originadora abandona la llamada. (*DP: O_Abandon*).

6.2.3.4.6 Authorize_Call_Setup

Eventos de entrada:

- La autoridad de la parte originadora de realizar esta llamada es verificada.

Funciones:

- La mitad del modelo de llamada originante *OBCSM* envía una indicación a la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* indicando el deseo de establecer una llamada con la parte llamada. Continúa el proceso de establecimiento de llamada (por ejemplo: timbrado, indicación de timbre). La mitad del modelo de llamada originante *OBCSM* espera una indicación de que la llamada ha sido contestada por la otra parte.

Eventos de salida:

- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la parte llamada esta ocupada. (*DP: O_Called_Party_Busy*).
- Además del evento de la parte llamada ocupada, las siguientes condiciones de rechazo de llamada (*call_rejected*) son tratadas como eventos *O_Called_Party_Busy*.

- i) Una indicación *termination_denied* es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (PIC: *Authorize_Termination_Attempt*), o,
 - ii) Una indicación *call_rejected* es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (PIC: *T_Alerting*) que no especifica ocupado.
- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la parte llamada no contesta. (DP: *O_No_Answer*).
 - Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la parte llamada esta siendo alertada. (DP: *O_Term_Seized*).
 - Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la llamada es aceptada y contestada por la otra parte (DP: *O_Answer*).
 - Un evento *route_failure* es detectado cuando:
 - i) Una indicación de un evento *T_Busy* especificando ruta ocupada es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM*, o
 - ii) Una indicación de un evento *call_rejected* especificando ruta ocupada (recibido cuando la ruta se encuentra ocupada en un *switch* diferente al *switch* local) es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (PIC: *T_Alerting*).
 - iii) Una indicación de un evento *presentation_failure* especificando ruta ocupada es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (PIC: *Present_Call*).

En todos estos casos, la mitad del modelo de llamada originante *OBCSM*, regresa al *PIC Select_Route*. Este evento no es detectado en un *DP*. El evento *route_failure* tiene precedencia sobre los eventos *O_Called_Party_Busy* y *O_No_Answer*.

- Una indicación es recibida del *RCF* de una petición de característica de servicio por el *MS* originador. (DP: *O_Mid_Call*).
- Para la interfaz de troncales soportadas por *SS7*, el evento *authorization_route_failure* ocurre cuando el proceso de verificación de continuidad resulta en una falla. Este evento causa la transición al *PIC O_Exception*.
- La parte originadora abandona la llamada. (DP: *O_Abandon*).

6.2.3.4.7 O_Alerting

Eventos de entrada:

- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la parte llamada esta siendo alertada. (DP: *O_Term_Seized*).

Funciones:

- Continúa el proceso de establecimiento de llamada.
- Espera indicación de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la llamada ha sido contestada por la otra parte.

Eventos de salida:

- Un evento de falla de ruta se detecta cuando las siguientes condiciones son satisfechas:
 - i) El evento *O_Called_Party_Busy* o el evento *O_No_Answer* ocurren como se especifican abajo.
 - ii) Aplica envío de llamadas.
 - iii) Hay más numeros de la parte llamada por tratar.

El evento *route_failure* tiene precedencia sobre los eventos *O_Called_Party_Busy* y *O_No_Answer*.

En este caso la porción que origina la llamada regresa al *PIC Select_Route*. Este evento no es detectado como un *DP* en *WIN*.

- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la parte llamada no contesta dentro de un periodo específico de tiempo. (*DP: O_No_Answer*).
- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la llamada es aceptada y contestada por la otra parte. (*DP: O_Answer*).
- Desde este *PIC*, el evento *O_Called_Party_Busy* ocurre en los dos casos:
 - i) Una indicación de un evento *call_rejected* especificando usuario ocupado es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (*PIC: T_Alerting*) o,
 - ii) Una indicación de un evento *call_rejected* no especificando usuario ocupado es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (*PIC: T_Alerting*). Por ejemplo, la parte llamada pudo haber rechazado la llamada.

La mitad del modelo de llamada originante *OBCSM* se mueve al *DP O_Called_Party_Busy*.

- Una indicación es recibida del *RCF* de una petición de característica de servicio por el *MS* originador. (*DP: O_Mid_Call*).
- La parte originadora abandona la llamada. (*DP: O_Abandon*).

6.2.3.4.8 O_Active

Eventos de entrada:

- Una indicación es recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* que la llamada es aceptada y contestada por la otra parte (*DP: O_Answer*).

Funciones:

- Conexión establecida entre la parte originadora y la parte llamada. Pueden ser recolectados datos de conteo/tarifación. Se provee supervisión de llamada.

Eventos de salida:

- Una indicación es recibida del *RCF* de una petición de característica de servicio por el *MS* originador. (*DP: O_Mid_Call*).
- Una indicación de desconexión es recibida por la parte originadora. (*DP: O_Disconnect*).
- Una indicación de desconexión es recibida de la parte llamada a través de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (*DP: O_Disconnect*).
- Una indicación de suspensión es recibida de la parte llamada a través de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (*DP: O_Suspend*).
- Ocurre una falla en la conexión. Este evento causa la transición al *PIC O_Exception*.

6.2.3.4.9 O_Suspended

Eventos de entrada:

- Una indicación de suspensión es recibida de la parte llamada a través de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* (*DP: O_Suspend*).

Funciones (la función de este *PIC* no es soportada actualmente para llamadas originadas en el *MS*):

- La conexión con la parte originadora es mantenida y dependiendo de la conexión de acceso de entrada, se aplica una apropiada señalización.
 - i) En caso de que una indicación de desconexión sea recibida de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM*, este *PIC* inmediatamente sale al *DP O_Disconnect* sin realizar otra acción. Como una opción para las llamadas originadas en el *MS*, la llamada puede continuar por un periodo apropiado para ofrecer *follow-on* iniciado por *O_Mid_Call*.
 - ii) Si la indicación de re-answer de la mitad del modelo de llamada terminante *TBCSM* es recibida, ambas partes son reconectadas.
 - iii) Otras características pueden ser requeridas durante este *PIC* (para uso futuro).

Eventos de salida:

- La conexión con la parte llamada es reanudada. La mitad del modelo de llamada originante *OBSCSM* regresa al *PIC O_Active*. (*DP: O_Re-answer*). Esta transición al *PIC O_Active* no es aplicable a llamadas de celular.
- Una indicación es recibida del *RCF* de una petición de característica de servicio por el *MS* originador. (*DP: O_Mid_Call*).
- Una indicación de desconexión es recibida por la parte originadora. (*DP: O_Disconnect*).
- Una indicación de desconexión es recibida por la parte llamada. (*DP: O_Disconnect*).
- Un evento de excepción es encontrado. Este evento causa una transición al *PIC O_Exception*.
- Un disparo en *O_Mid_Call* no es iniciado durante un periodo apropiado. (*DP: O_Disconnect*).

6.2.3.4.10 *O_Exception*

Eventos de entrada:

- Un evento de excepción es encontrado como los descritos arriba para cada *PIC*.

Funciones:

- Se provee manejo por *default* de las condiciones de excepción. Esto incluye acciones generales necesarias para asegurar que no quedan recursos asignados innecesariamente tales como:
 - i) Si existe alguna relación entre *SSF* y *SCFs*, envía un error de flujo de información al *SCF* cerrando las relaciones e indicando que cualquier instrucción de llamada pendiente no se completará.
 - ii) El *SSF/CCF* debe hacer uso de procedimientos específicos del vendedor para asegurar la entrega de recursos, de esta forma troncales, canales de radio y otros recursos están disponibles para nuevas llamadas.

Eventos de salida:

- Finalización del manejo por default de la condición de excepción por el *SSF/CCF*. (Transición al *PIC O_Null*).

6.2.3.5 Terminating BCSM

La mitad terminante del *BCSM* corresponde a aquella porción del *BCSM* asociado con la parte terminante como se puede apreciar en la figura 6.3. La descripción para cada uno de los *PICs* en la mitad terminante del *BCSM* se muestra a continuación:

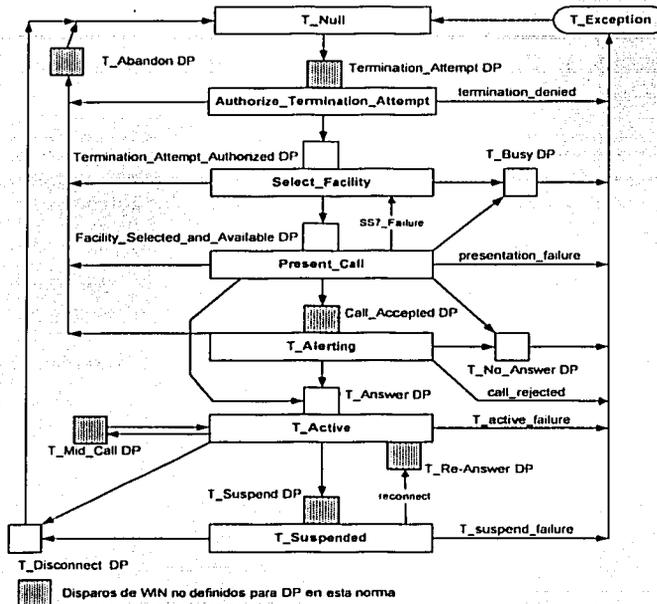


Figura 6.3 Modelo de llamada de terminación TBCSM.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6.2.3.5.1 T_NULL

Evento de entrada:

- Desconexión y liberación de la llamada previa. (DP: *T_Disconnect* o *T_Abandon*)
- Manejo de la condición de excepción por SSF/CCF. (Transición de *T_Exception* PIC)

Funciones:

- Libera los recursos asignados a la *MS* terminante.

Evento de salida:

- Una indicación de una llamada entrante es recibida de la mitad originante *BCSM*. (DP: *Termination_Attempt*)
- La siguiente excepción de salida del evento es aplicable a este PIC: *T_Abandon*.
 - El disparo *T_Abandon* ocurre cuando una indicación de desconexión de llamada es recibida por la parte originante *BSCM*. Si la llamada encuentra *T_Abandon* durante

el procesamiento *PIC*, el evento excepción no es visible debido a que no existe un *DP* correspondiente.

6.2.3.5.2 Authorize_Termination_Attempt

Evento de entrada:

- Una indicación de una llamada entrante recibida de la mitad originante *BSCM*. (*DP: Termination_Attempt*)

Funciones

- La capacidad de enrutar la llamada a la parte terminante (*MS* o grupo de troncales) es verificada por ejemplo, restricciones de grupo, restricciones entrantes, etc.

Evento de salida:

- Evento *Termination_Attempt_Authorized*. Este evento ocurre cuando el *MSC* ha verificado la capacidad de terminar la llamada a la parte terminante. (*DP: Termination_Attempt_Authorized*).
- El evento *Termination_Denied* ocurre cuando se ha negado el enrutamiento de la llamada al usuario terminal. (Esto causa una transición al *PIC T_Exception*)
- El evento *T_Abandon* ocurre cuando una indicación de liberación es recibida de la mitad originante *BSCM*. (*DP: T_Abandon*).

6.2.3.5.3 Select_Facility

Evento de entrada:

- Evento *Termination_Attempt_Authorized*. Este evento ocurre cuando el *MSC* ha verificado el permiso de para terminar la llamada a la parte llamada. (*DP: Termination_Attempt_Authorized*).
- Una falla en *SS7* ocurre causando un reintento. La falla *SS7* en el *PIC Present_Call* puede ser causada por la expiración de un temporizador después de enviar el mensaje *Circuit Reservation Message (CRM)*.

Funciones:

- Un recurso de red en particular se ha seleccionado. Es posible que todos los recursos en el grupo puedan estar ocupados o no se encuentren disponibles. Un simple recurso es considerado un grupo de uno.
- Para la terminación en *MS*, la mitad terminante *BSCM* envía una indicación al *RAFC* para seleccionar las facilidades (por ejemplo: notificación al *MS*, respuesta de *MS* a notificación, canal de radio dentro de célula) para la llamada. La *MS* es asignada al canal de radiofrecuencia.
- El estado *busy/idle* del acceso terminante es determinado.
 - i) Para la terminación a una *MS*, la *MS* es tratada como usuario ocupado si éste ya se encuentra involucrado en una llamada existente y no puede recibir otra llamada (ejemplo, llamada en espera no esta activa).
 - ii) Para terminación a una *MS*, la *MS* es tratada como red ocupada si no existen canales de radiofrecuencia disponibles o una falla de enrutamiento ocurre mientras se intenta completar la llamada.

- iii) Para la terminación a una *MS*, la *MS* es tratada con no disponible si el usuario no se encuentra disponible para la terminación de llamada, una indicación que la *MS* no responde a una notificación es recibida del *RACF*, o una indicación de una falla al asignar un canal de radiofrecuencia a una *MS* es recibida del *RACF*.

Para el enrutamiento de llamada con *TLDN*, si el estado de la *MS* es ocupado o no disponible y el perfil del suscriptor indica reenvío de llamada en *Busy*, *No Page Response*, *No Answer* o *Routing Failure*, un mensaje *Redirection Request INVOKE* es enviado al originante *MSC* con el parámetro *RedirectionReason* indicando la razón de redirección. La respuesta determina el evento de salida.

Evento de salida:

- Acceso terminante no esta ocupado, recursos terminantes disponibles y las facilidades de las llamadas han sido seleccionadas (*DP: Facility_Selected_and_Available*).
- Para enrutamiento de llamada con *TLDN*, el estado de la *MS* es ocupado o no disponible, y la respuesta al mensaje *RedirectionRequest INVOKE* indica un evento exitoso. (*DP: T_Abandon*).
- Un evento *T_Busy* ocurre cuando el acceso terminante esta ocupado o no disponible y no existe reenvío de llamada. (*DP: T_Busy*)
- Después de detectar *T_Busy*, si la lógica de servicio *WIN* no es necesitada en la llamada y no se aplican características basadas en funcionalidades del *switch*, una indicación del evento *T_Busy* describe el tipo de estado es enviado a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*). Si una característica terminante actúa en el evento *T_Busy* y cambia el evento, el evento no es enviado a la mitad originante *BCSM*.
- El evento *T_Abandon* ocurre cuando una indicación de liberación es recibida de la mitad originante *BCSM*. (*DP: T_Abandon*).

6.2.3.5.4 Present_Call

Evento de entrada:

- Identificación de los recursos disponibles de terminación y las facilidades seleccionadas. (*DP: Facility_Selected_and_Available*).

Funciones:

- Informar al recurso terminante de la llamada entrante (ejemplo, indicación enviada al *RCF* acerca de la llamada).

Evento de salida:

- La parte llamada es alertada (*DP: Call_Accepted*).
- La llamada es aceptada y respondida por la parte llamada. (*DP: T_Answer*)
- Para la llamada enrutada fuera de sus *SSF/CCF* a una *MS*, el mensaje *RedirectionRequest INVOKE* recibido con el parámetro *RedirectionReason* indicando *Busy*, *No Page Response*, *Unavailable or Routable*. (*DP: T_Busy*).
- Después de detectar *T_Busy*, si la lógica de servicio *WIN* no es necesitada en la llamada, una indicación del evento *T_Busy* es enviada a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*). Si una característica terminante actúa en el evento *T_Busy* y cambia el evento (por ejemplo, la característica *Call Forwarding*), el evento no es enviado a la mitad originante *BCSM*.
- Para la llamada enrutada fuera de sus *SSF/CCF* a una *MS*, el mensaje *RedirectionRequest INVOKE* recibido con el parámetro *RedirectionReason* indicando *No Answer or Call Refused*. (*DP: T_No_Answer*).

- Después de detectar *T_No_Answer*, si la lógica de servicio *WIN* no es necesitada en la llamada, una indicación del evento *T_Answer* es enviada a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*). Si una característica terminante actúa sobre el evento *T_Answer* y el evento cambia (por ejemplo, la característica *Call Forwarding*), el evento no es enviado a la mitad originante *BCSM*.
- *Presentation Failure*: Para llamadas enrutadas fuera de su *SSF/CCF*, la llamada no puede ser presentada. Este evento causa que la mitad terminante *BCSM* se mueva al *PIC T_Exception* y una indicación se envíe a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*).
- Una indicación de abandono de llamada por la parte originante es recibida de la mitad originante *BCSM*. (*DP: T_Abandon*).

6.2.3.5.5 T_Alerting

Evento de entrada:

- El participante llamado esta siendo alertado de la llamada entrante (*DP: Call_Accepted*).

Funciones:

- Se envía una indicación a la mitad originante *BCSM* que el participante llamado esta siendo alertado. Esta tomando lugar el proceso de establecimiento de llamada (por ejemplo, indicación de un timbrado). Esperando a que la llamada sea contestada sea contestada por el participante llamante.
- Para el enrutamiento de la llamada con el *TLDN*, si la *MS* no responde a la alerta y el perfil del suscriptor indica la reenvío de la llamada e una condición de "no responde", se envía al *MSC* originante un *RedirectionRequest INVOKE* con el parámetro *RedirectionReason* indicando *No Answer* o *Call Refused*. La respuesta determina el evento de salida.

Evento de salida:

- La llamada es aceptada y contestada por el participante llamado (por ejemplo, una indicación del *RCF* de la respuesta de llamada por la *MS*, el participante llamado descuelga, se recibe el mensaje de respuesta *ISUP*). (*DP: T_Answer*).
- Para el enrutamiento de la llamada con el *TLDN*, la llamada no contesta a la alerta y la respuesta al *RedirectionRequest INVOKE* indica éxito. (*DP: T_Exception*).
- El participante llamado no contesta antes de que el temporizador de llamado basado en las funcionalidades del *MSC* expire. Para el enrutamiento de la llamada con el *TLDN*, la *MS* no contesta a la alerta y la respuesta al *RedirectionRequest INVOKE* indica falla. En la terminación en la *MS* se pierde el contacto de radio. Para la llamada enrutada fuera de esta *SSF/CCF* a una *MS*, se recibe el mensaje *RedirectionRequest INVOKE* con el parámetro *RedirectionReason* indicando *No Answer* o *Call Refused*. (*DP: T_No_Answer*). Después de detectar el disparo *T_No_Answer*, si no se necesita la lógica de servicio *WIN* en la llamada, se envía a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*) una indicación del evento *T_No_Answer*. Si una característica terminante actúa en el evento *T_No_Answer* y cambia el evento (por ejemplo, como en la característica de reenvío de llamada), el evento no se envía a la mitad originante *BCSM*.
- El evento de excepción *Call_rejected* puede ocurrir cuando un suscriptor rechace una llamada mientras esta siendo alertado. Este evento causa la mitad terminante *BCSM* para moverse al *T_Exception PIC* y se envía una indicación a la mitad originante *BCSM* (*Send_Call PIC*).
- Se recibe una indicación del abandono del participante originante de la mitad originante *BCSM*. (*DP: T_Abandon*).

6.2.3.5.6 T_Active

Evento de entrada:

- La llamada es aceptada y contestada por el participante llamado. (*DP. T_Answer*).

Funciones:

- Se envía una indicación a la mitad originante *BCSM* de que el participante llamado ha aceptado y contestado la llamada. Se establece la conexión entre los participantes llamante y llamado. Se esta proporcionando la supervisión de la llamada.

Evento de salida:

- Se recibe una indicación del *RCF* de una petición de característica de servicio por la *MS* terminante. (*DP. T_Mid_Call*).
- Se recibe una indicación del participante llamado. (*DP. T_Suspend*).
- Se recibe una indicación de desconexión del participante llamado. (*DP. T_Suspend*).
- Se recibe una indicación de desconexión del participante llamante a través de la mitad originante *BCSM*. (*DP. T_Disconnect*).
- Ocurre una falla de conexión o se pierde el contacto de radio con la *MS*. El evento causa la mitad terminante *BCSM* para moverse al *T_Exception PIC* y se envía una indicación a la mitad originante *BCSM*.

6.2.3.5.7 T_Suspended

Evento de entrada:

- Se recibe una indicación del participante llamado. (*DP. T_Suspend*).

Funciones:

- Se mantienen conectados los recursos físicos asociados con la llamada.
- Se envía una indicación de suspensión a la mitad originante *BCSM*.
- Se recibe una indicación de desconexión (por ejemplo, mensaje de desconexión *Q.931*, mensaje de liberación *SS7*) del participante llamado, este *PIC* es inmediatamente sacado al *T_Disconnect DP* sin ninguna acción.
- Para una troncal soportada por *SS7*, cuando la red recibiente indica un mensaje suspendido, se inicializa un temporizador y el procesamiento de la llamada espera una petición de una nueva respuesta del participante llamado. Si se recibe una petición de una nueva respuesta (por ejemplo, descolgar, mensaje de reanudación *SS7*) del participante llamado antes de que expire el temporizador, los participantes llamante y llamado son conectados.

Evento de salida:

- Se reciben las nuevas respuestas del participante llamado o un mensaje de reanudación antes de que el temporizador expire. El *T_BCSM* regresa al *T_Active PIC*. (*DP. T_Reanswer*).
- La expiración del temporizador esperando una nueva respuesta del participante llamado. (*DP. T_Disconnect*).
- Se recibe una indicación de desconexión del participante llamante a través de la mitad originante *BCSM*. (*DP. T_Disconnect*).

- Se encuentra un evento de excepción. Este evento causa una transición al *T_Exception PIC*.

6.2.3.5.8 T_Exception

Evento de entrada:

- Se encuentra un evento de excepción.

Funciones:

- Se envía a la mitad originante *BCSM* una indicación de la condición de excepción. Se proporciona un manejo por default a la condición de excepción. Esto incluye acciones generales necesarias para asegurar que no se mantengan recursos incorrectamente, tal como:
 - Si existe alguna relación entre la *SSF* y la(s) *SCF*(s), se envía información de error a la(s) *SCF*(s) cerrando las relaciones e indicando que algunas instrucciones del manejo de la llamada incompletas no correrán.
 - La *SSCF/CCF* haría uso de los procedimientos del vendedor específico para asegurar la liberación de los recursos, por lo que los de radio, troncales y otros quedan disponibles para nuevas llamadas.

Evento de salida:

- Se completa el manejo por default de la condición de excepción por la *SSCF/CCF*. (Transición a *O_Null PIC*).

6.2.4 WIN fase 3

En cuanto este disponible, *WIN* fase 2 representará mejoras significantes sobre su antecesor *WIN* fase 1. El intento de *WIN* fase 3, sin embargo, es introducir capacidades para soportar los servicios únicos de las comunicaciones móviles. Estas capacidades se enfocarán en la locación del usuario móvil.

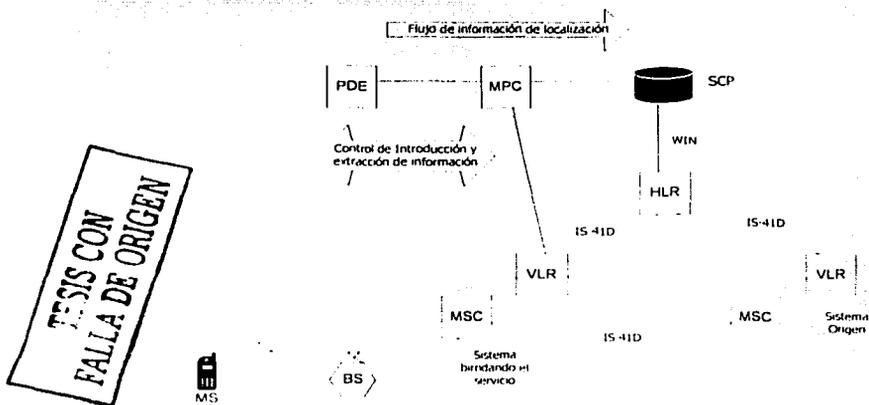


Figura 6.4 Arquitectura de referencia para *WIN* fase 3 por CTIA en SRD.

En la figura 6.4 se ilustra la arquitectura de referencia para la tecnología de localización basada en red, definida en el Documento de Requerimientos de la norma WIN fase 3 *SRD (Standars Requirement Document)* preparado por *CTIA* grupo de *WIN*. *CTIA* define el futuro de la infraestructura de localización basada en *WIN* para soportar:

- Eventos asíncronos de introducción de información de locación.
- Eventos asíncronos de extracción de información de locación.
- Eventos síncronos de obtención de información de locación.
- Eventos síncronos de introducción de información de locación.

Hacia este objetivo de una autónoma extracción de información de información de locación basada en red, el mensaje *PosReq* de *WIN* fase 2 tendrá un gran valor para el uso en conjunto con los servicios de localización basados en red habilitados por *WIN* fase 3.

6.2.4.1 Servicios que impulsaron la fase 3 de WIN

El *CTIA SRD* para *WIN* fase 3 recomienda el desarrollo de nuevas capacidades *WIN* para soportar los servicios basados en localización incluyendo tarificación basada en localización, mejores servicios de administración, servicios de enrutamiento de llamadas mejorados y servicios de información basados en localización. EL *SRD* además establece que la arquitectura de localización de *WIN* se integrará con otros elementos de red, de manera que sea:

- Capacidades transparentes e independientes de *E-911*
- Transparencia e independencia de las interfases de aire
- Transparencia e independencia de los equipos o tipos de tecnología usados para determinar la posición.
- Capaz de soportar zonas de nivel suscriptor, oficina y grupo de cobertura

En un separado pero esfuerzo relacionado, el proyecto *TIA* número 3890 (*PN-3890*) se estableció para normalizar capacidades para soportar el mandato *FCC* para el número 911 en redes inalámbricas y también jugará un papel importante en los servicios basados en localización. Este proyecto especifica un centro de posicionamiento móvil *MPC (Mobile Positioning Center)* como un elemento de red normalizado para la administración de la información de localización y como interfaz para varias aplicaciones móviles basadas en localización.

6.2.4.2 Soporte de servicios y características entre redes incompatibles

WIN provee un mecanismo para permitir el *roaming* entre redes basadas en *WIN* y redes *no-WIN*. El mensaje *ORREQ* es nuevamente una pieza clave como se puede apreciar en la figura 6.5.

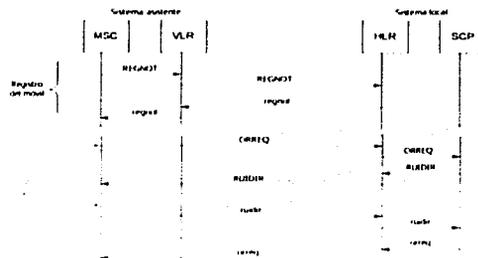
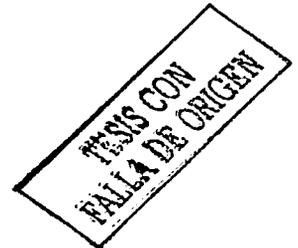


Figura 6.5 Soporte entre sistemas incompatibles.



El sistema asistente lanza un mensaje *ORREQ* al sistema local (*HLR*). El *HLR* por su parte lanza un mensaje *RUIDIR* (*Remote User Interaction Directive*) al *SCP*. El mensaje *RUIDIR* es usado para controlar remotamente los elementos de la red (en este caso el *MISC* asistente) para facilitar el control de características y servicios.

Este mecanismo requiere que el sistema *no-WIN* asistente al menos soporte el mensaje *ORREQ* y reconozca la petición de servicio en cuestión así como eventos de disparo para invocaciones. Este método de soporte de características y de servicios es limitado, permitiendo acceso sólo a ciertos servicios basados en *WIN* en ciertas situaciones.

Sección 5

Tarjeta Brooktrout NS700 PCI

245

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

246

7 Documentación de la tarjeta NS700 PCI

Para la realización de la aplicación se utilizó la tarjeta *Netaccess Series NS700* de *Brooktrout Technology*, en la cual se pueden programar cada una de las capas del protocolo *SS7*, de esta manera se pueden ejecutar los procesos que tienen lugar en la red de señalización y se puede tener un control de los mismos. Además se tiene conocimiento y control de los mensajes y procesos involucrados en la aplicación desarrollada. En la figura 7.1 se puede observar una fotografía de la tarjeta utilizada y a continuación se hará una breve descripción de sus características así como de su modelo de programación.

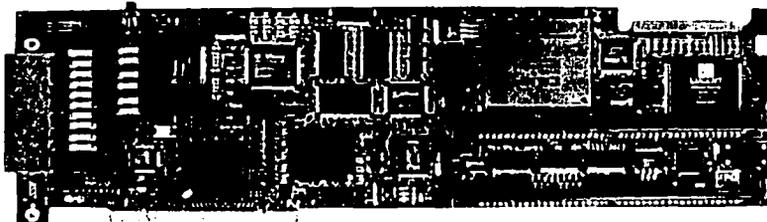


Figura 7.1 Tarjeta Netaccess Series NS700 de Brooktrout Technology.

7.1 Descripción física de la tarjeta

Las características físicas de la tarjeta son las siguientes:

Es una tarjeta para computadora con ranura *PCI* que cuenta con 4 puertos configurables para operar como *E1*, *T1* o *JT G.703/4*. En el diagrama 7.2 se muestra la vista lateral de la tarjeta *NS-700 PCI*, en este se describen detalles acerca de la localización de cada puerto y sus *LEDs* de estado.

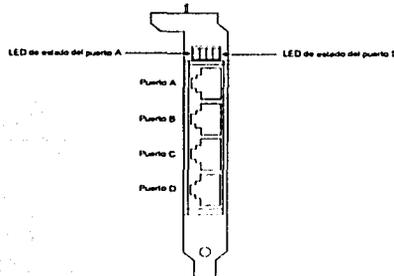


Figura 7.2 Figura de vista lateral.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura 7.3 se ilustra la asignación de los pines del conector de interfaz de red.

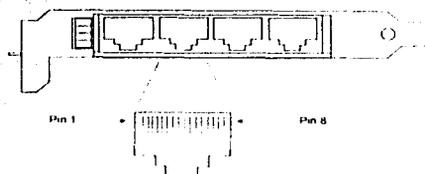


Figura 7.3 Asignación de pines del conector.

La asignación de los pines del conector es la siguiente:

Tabla 7.1 Asignación de pines.

Pin	Designación	Significado
1	Rx-	Recibe señal la tarjeta.
2	Rx+	Recibe señal la tarjeta.
3	NC	No conectado
4	Tx-	Transmite señal la tarjeta.
5	Tx+	Transmite señal la tarjeta.
6	NC	No conectado
7	NC	No conectado
8	NC	No conectado

Los *LEDs* de estado permiten al usuario determinar de manera rápida el estado actual de cada puerto en la tarjeta, algunas secuencias de colores ocurren en todos los *LEDs* antes de que los puertos sean inicializados. En la siguiente tabla se enlistan las distintas combinaciones y su significado de cada una.

Tabla 7.2 Estados de los puertos a través de los *LEDs*.

Combinación de colores	Significado
Todos los <i>LEDs</i> apagados	No se ha descargado ningún <i>software</i> de protocolo en la tarjeta.
Secuencia de barrido rápido	Se ha cargado el <i>software</i> del protocolo en la tarjeta y ha sido reinicializada.

Una vez que las partes han sido inicializadas los *LEDs* tricolores permiten desplegar los distintos estados que se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 7.3 Determinación de los estados de la tarjeta después de la inicialización de los recursos.

Color dominante	Color parpadeante	Estado del puerto
Rojo	Ninguno	El puerto ha sido inicializado pero no se ha recibido alguna señal.
Negro	Rojo	Se recibió un mensaje de alguna terminal.
Rojo	Verde	Pérdida de sincronización
Amarillo	Ninguno	Se recibió una señal de alarma remota.
Amarillo	Negro	Se recibió una señal de alarma remota y ocurrió una falla <i>CRC</i> .
Verde	Rojo	La sincronización se ha logrado pero con errores de <i>frame</i> .
Verde	Ninguno	Alineación y funcionamiento normal.
Verde	Amarillo	El puerto esta perdiendo periódicamente alineación con la terminal remota. Esto generalmente indica problemas de tiempo en el sistema.

Soporta conectividad de voz y datos sobre tasas primarias *PRI (Primary Rate Public)* de redes *ISDN* y ha sido diseñada específicamente para soportar diferentes protocolos de señalización corriendo en diferentes puertos de la misma tarjeta.

La tarjeta incluye un procesador de alta velocidad responsable de manejar la funcionalidad de las capas 1 y 2 del protocolo.

La tarjeta *NS700 PCI* puede usarse en conjunto con varias tarjetas o protocolos residentes para proveer señalización a interfaces *GSM* o variantes de *SS7*. La maquinaria de la tarjeta puede soportar hasta 32 enlaces de señalización.

Hay disponibles muchos códigos de línea que pueden ser usados para la interfaz de la capa 1. Estos son:

Tabla 7.4 Códigos de Línea

Configuración del puerto	Código de línea disponible
E1	AMI, HDB3
T1	AMI, B8ZS
JT G.703/4	AMI, B8ZS

Puede correr en diversos sistemas operativos, existen controladores para *Windows NT™*, *Windows 2000™*, *Linux™* y *Solaris™*.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones de capa 1 que cumple la tarjeta *NS700 PCI*:

Tabla 7.5 Especificaciones de *NS700 PCI* de capa 1.

Especificación	Descripción
ITU-T G.703	Interfaz física/eléctrica de <i>E1/T1</i>
ITU-T G.704	Estructuras del <i>frame</i> de <i>E1/T1</i>
ITU-T G.705	Características de las terminales digitales <i>E1/T1</i>
ITU-T G.706	Procedimientos <i>CRC</i> para <i>E1/T1</i>
ITU-T G.821	Errores en enlaces digitales
ITU-T G.822	Objetivos erróneos controlados
ITU-T G.823/824	Control del <i>Jitter</i> y <i>Wander</i>
JT G.703	Interfaz física/eléctrica de <i>J1</i>
JT G.704	Estructura del <i>frame</i> de <i>J1</i>

7.2 Procesos de configuración, inicialización y detención

El acceso a los servicios ofrecidos mediante la programación de la tarjeta se realiza mediante una librería denominada *TDAPI@ library*, la cual es una *API* en lenguaje C que permite acceso de bajo nivel a la configuración del hardware, servicios de *switcheo* y control de llamadas ofrecidos por *Brooktrout Technology Netaces Series NS700 PCI*.

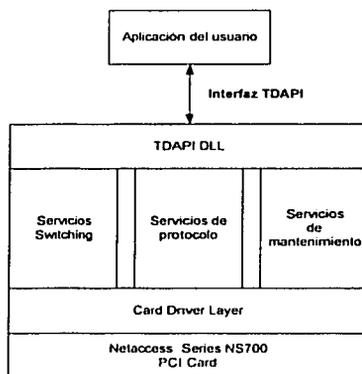


Figura 7.4 Funciones de la librería *TDAPI*.

TDAPI soporta múltiples tarjetas *PCI* o compact *PCI* y varios protocolos, incluyendo la habilidad para correr diferentes protocolos en la misma tarjeta. Las funciones en C están disponibles en una librería dinámica/compartida (*tdapi.dll* para *Win32*). El modelo de programación es asíncrono así la aplicación del usuario puede realizar llamadas a la librería *TDAPI* y es notificado asincrónicamente de los resultados mediante las *callback*.

Los servicios que *TDAPI* usa son implementados como un número de procesos que tienen que ser iniciados antes de que un programa *TDAPI* corra exitosamente. Estos procesos implementan un proceso de servidor de tarjeta llamado "*MPAC Server*" y los protocolos de capas superiores de *SS7*. Estos procesos son típicamente iniciados y detenidos por archivos por lotes.

El *MPAC Server* siempre debe estar corriendo. De hecho el *MPAC Server* debe ser detenido y reiniciado para poder reconfigurar cualquier parámetro de capa 1 o 2 en la tarjeta.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

MTP nivel 3 y las capas superiores son implementados como procesos residentes y por lo tanto deben ser iniciados usando el mecanismo descrito.

Todos los procesos residentes y la librería *TDAPI* se comunican a través de los *sockets TCP*. El proceso de configuración se logra estableciendo las direcciones del puerto y del servidor para estos *sockets*. De esta manera los componentes pueden comunicarse correctamente. En el diagrama 7.5 se muestra la manera en la que las capas se comunican.

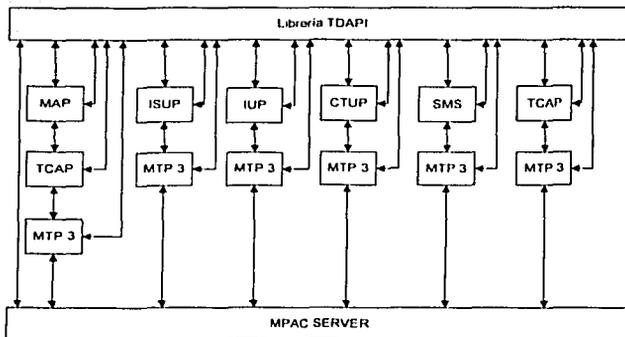


Figura 7.5 Comunicación entre capas y componentes.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 7.6 Procesos de la tarjeta NS700 PCI.

Proceso	Número de puerto	de Uso
Librería <i>TDAPI</i> / usuario	4000	Configuración y mantenimiento para las capas del protocolo.
<i>MPAC Server</i>	8999	Mantenimiento y configuración
<i>MPAC Server</i>	3010	Servidor para aplicaciones de protocolos residentes.
<i>MPAC Server</i>	9009	Servicios de switcheo
<i>MPAC Server</i>	19003	Servicios de envío y recepción d tonos.
<i>MPAC Server</i>	9008	Puerto de debug (reservado).
<i>MTPL2_u(u = 0...7)</i>	3010	Interfaz <i>MTPL2</i> .
<i>MTP_0</i>	3020	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_1</i>	3021	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_2</i>	3022	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_3</i>	3023	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_4</i>	3024	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_5</i>	3025	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_6</i>	3026	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>MTP_7</i>	3027	Servicio <i>MTPL3</i> .
<i>ISUP_0</i>	3030	Servicio de control de llamadas <i>ISUP</i> .
<i>ISUP_1</i>	3031	Servicio de control de llamadas <i>ISUP</i> .
<i>ISUP_2</i>	3032	Servicio de control de llamadas <i>ISUP</i> .
<i>ISUP_3</i>	3033	Servicio de control de llamadas <i>ISUP</i> .
<i>IUP_0</i>	3040	Servicio de control de llamada <i>IUP</i> .
<i>IUP_1</i>	3041	Servicio de control de llamada <i>IUP</i> .
<i>IUP_2</i>	3042	Servicio de control de llamada <i>IUP</i> .
<i>IUP_3</i>	3043	Servicio de control de llamada <i>IUP</i> .
<i>CTUP_0</i>	3050	Servicio chino de control de llamada <i>TUP</i> .
<i>CTUP_1</i>	3051	Servicio chino de control de llamada <i>TUP</i> .
<i>CTUP_2</i>	3052	Servicio chino de control de llamada <i>TUP</i> .
<i>CTUP_3</i>	3053	Servicio chino de control de llamada <i>TUP</i> .
<i>SMS_0</i>	3070	Servicio de mensaje Corto.
<i>TCAP_0</i>	3090	Servicio <i>TCAP</i> .
<i>TCAP_1</i>	3091	Servicio <i>TCAP</i> .
<i>MAP_0</i>	5600	Servicio <i>MAP</i> .
<i>MAP_1</i>	5601	Servicio <i>MAP</i> .

7.3 Modelo de programación

La librería *TDAPI* permite a los programadores acceder a los servicios provistos por la tarjeta *NS 700* y capas del protocolo a través de una interfaz basada en funciones de "C".

Cada grupo de servicio lógicamente relacionado es brindado por un "Proveedor de Servicios" el cuál físicamente se compara a uno o más canales de comunicación inter-proceso (en este caso sockets TCP). El mecanismo de inter-proceso de comunicación usado es transparente al programador, así como la administración de todos los sockets es realizada por la librería *TDAPI*.

La comunicación con el Proveedor de Servicios es iniciada llamando a la función *TDapi_GetServiceProvider()*. Esta función es usada para obtener un "handle", la cual es usada en subsecuentes llamadas al servicio.

Cuando la librería *TDAPI* es iniciada llamando a la función *TDapi_Init()*. Un enlace es iniciado, el cuál será responsable de la administración de los *sockets*. Los eventos recibidos de cualquiera de los proveedores de servicio activos son reportados a la aplicación del usuario desde este enlace, a través de un mecanismo denominado "call-backs". Las *call-backs* relacionadas a la misma característica son agrupadas en estructuras de apuntadores a funciones llamadas "Listeners". Las estructuras *Listeners* deben ser registradas con un proveedor de servicio antes de que el programa del usuario pueda recibir eventos de dicho proveedor.

Algunos proveedores de servicio soportan más de una estructura *Listener*. Todos los proveedores soportan la estructura "Provider Listener", la cual reporta la disponibilidad de un servicio al proveedor.

El programa del usuario puede llamar a las funciones *TDAPI@* desde el enlace principal, el *handler* del enlace *TCP* o cualquier otro enlace. El usuario es responsable de la protección de sus propias estructuras de datos, las cuales pueden ser accesadas desde múltiples enlaces.

El *handler* del enlace *TCP* entregará sólo un evento a la vez. Esto es, no notificará al programa del usuario de un nuevo evento hasta que el usuario regrese el control del evento en curso. Sin embargo esto significa que el usuario debe evitar el uso de operaciones de bloqueo o muy largas dentro de las funciones *call-back*.

7.3.1 Proveedores de Servicio

La aplicación del usuario obtiene acceso a las funciones obteniendo un *handle* del proveedor de servicio.

Los eventos originados de las capas del protocolo son notificados asincrónicamente utilizando el modelo *Listener*. Para manejar esos eventos una aplicación del usuario implementa las funciones requeridas por la estructura *Listener* y registra éste con el proveedor de servicios relevante. Las funciones definidas por el usuario son invocadas cuando el correspondiente evento es recibido.

La función *TDapi_GetServiceProvider()* es usada para obtener el *handle* para obtener algún servicio. Los servicios disponibles son:

Tabla 7.7 Proveedores de Servicio

Nombre del servicio	Descripción
"main"	El servicio de control de la tarjeta que cubre la configuración de tiempo, capa 1 y capa 2.
"switch"	El servicio que controla el <i>switch</i> de canales de transporte.
"mtpl2_x" (x=0...7)	El servicio de <i>MTPL2</i> , uno por tarjeta. Varios protocolos pueden ser seleccionados usando la función <i>TDapi_ConfigureSignalling()</i> .
"etsr_mtpl3_x" (x=0...7)	El servicio que provee las capacidades de la capa 3 del protocolo <i>SS7</i> . Soporta las versiones <i>ITU/ETSI</i> , <i>ANSI</i> , china y japonesa por el mismo proveedor de servicios.

Nombre del servicio	Descripción
" <i>isup_x</i> " (x=0...3)	La parte del usuario de <i>ISDN</i> que provee capacidades de control de llamadas.
" <i>iup_x</i> " (x=0...3)	El servicio <i>BTNUP</i> que provee capacidades de control de llamadas.
" <i>ctup_x</i> " (x=0...3)	El servicio chino <i>TUP</i> que provee capacidades de control de llamadas.
" <i>smis_0</i> "	Short Message Service
" <i>icap_x</i> " (x=0 y 1)	Proveedor de servicios <i>TCAP ITUT/ANSI</i> .
" <i>map_x</i> " (x=0...5)	Proveedor de servicios <i>GSM MAP</i> .

7.3.2 Provider Listener

Esta estructura es común a todos los tipos de proveedores y soporta dos funciones las cuales habilitan a la aplicación del usuario a monitorear si el servicio esta o no disponible. Después de inicializar el ambiente con *TDapi_Init()* y obtiene los *handles* para todos los servicios que se desean usar. Es recomendable registrar un *Provider Listener* para cada uno de los servicios y esperar una notificación *InService* antes de intentar llamar alguna función que use el servicio.

La sintaxis de la estructura del *Provider Listener* es la siguiente:

```
typedef struct {
    void (*ProviderInService)(SPHandle);
    void (*ProviderOutOfService)(SPHandle);
    void (*UserMessageInd)(SPHandle h,Byte faddr,Byte* data,int length);
    void (*CongestionCleared)(SPHandle h);
} ProviderListener;
```

7.3.3 Estructuras Listener

Cada servicio cuenta con una estructura *Listener*, por medio de los cuales obtiene respuesta o conocimiento de los eventos que suceden en la tarjeta debido a que su modelo de programación es asíncrono, lo que nos permite realizar distintas invocaciones a la misma o diferentes operaciones activas simultáneamente. A continuación se muestra la estructura *Listener* de cada servicio para el protocolo *SS7*.

7.3.3.1 Servicios de Mantenimiento

La estructura *MaintListener* es usada para recibir notificaciones acerca de los eventos de configuración y cambios de estado de los recursos. El servicio "*main*" y todos los servicios del protocolo soportan esta interfaz, a pesar de que no todas las notificaciones de este tipo son usadas por cada servicio.

```
typedef struct {
    void (*QueryCardsResponse)(int numCards, CardDetails* cards);
    void (*DownloadCardResponse)(int cardID, int result);
    void (*ResetCardResponse)(int cardID, int result);
    void (*ConfigureTrunkResponse)(int cardID, int trunkID, int result);
    void (*ConfigureSignallingResponse)(int cardID, int channelID, int result);
    void (*ConfigureTimingResponse)(int cardID, int result);
    void (*ConfigurationCompleteResponse)(int result);
    void (*StartCardResponse)(int cardID, int result);
    void (*StartChannelResponse)(int cardID, int channelID, int result);
    void (*Layer1StatusInd)(int cardID, int trunkID, int opStatus, int alarmStatus);
    void (*TimingChangeInd)(int cardID, int failedSource, int newSource);
    void (*DatalinkStatusInd)(SPHandle h, int linkId, int status);
    void (*RouteStatusInd)(SPHandle h, int routeId, int status);
    void (*DestinationStatusInd)(SPHandle h, int destinationId, int status);
    void (*CircuitStatusInd)(SPHandle h, int circuitID, int status);
    void (*DownloadPPGAResponse)(int cardID, int result);
```

```

void (*CardFailure)(int cardID);
void (*SecurityLevelResponse)(int cardID, int noOfSS7,int accessLevel);
void (*BlockingStatusInd)(SPHandle h, int circuitID, int status);
void (*Layer2StatusInd)(int cardID, int channelID, int status);
void (*RegisterCardInd)(CardDetails* cards);
void (*DeregisterCardInd)(int cardId);
} MaintListener;

```

7.3.3.2 Servicios de MTP 2

Esta estructura es usada para recibir notificaciones acerca de eventos específicos a *MTP* capa 2, la aplicación del usuario debe registrar las funciones de *call-back*. Esto es realizado mediante la estructura *MtpL2Listener* la cual el usuario llena de apuntadores a sus funciones *call-back*.

La estructura *MtpL2Listener* es definida de la siguiente manera:

```

typedef struct {
void (*MtpL2LinkInService)(SPHandle sp, int channel);
void (*MtpL2LinkOutOfService)(SPHandle sp, int channel);
void (*RemoteProcessorOutage)(SPHandle sp, int channel);
void (*RemoteProcessorRecovered)(SPHandle sp, int channel);
void (*BSNTResponse)(SPHandle sp, int channel, int bsn);
void (*RetrievalMessage)(SPHandle sp, int channel,Byte* msu, int length);
void (*RetrievalComplete)(SPHandle sp, int channel );
void (*ReceivedMessage)(SPHandle sp, int channel,Byte* msu, int length);
} MtpL2Listener;

```

7.3.3.3 Servicios de MTP 3

La estructura *MtpL3Listener* es usada para recibir todas las notificaciones relacionadas a *MTP* de *TDAPI MTP* Capa 3. La estructura *MtpL3Listener* se define como:

```

typedef struct {
void (*MtpL2LinkInService)(SPHandle sp, int channel);
void (*MtpL2LinkOutOfService)(SPHandle sp, int channel);
void (*RemoteProcessorOutage)(SPHandle sp, int channel);
void (*RemoteProcessorRecovered)(SPHandle sp, int channel);
void (*BSNTResponse)(SPHandle sp, int channel, int bsn);
void (*RetrievalMessage)(SPHandle sp, int channel,Byte* msu, int length);
void (*RetrievalComplete)(SPHandle sp, int channel );
void (*ReceivedMessage)(SPHandle sp, int channel,Byte* msu, int length);
} MtpL2Listener;

```

7.3.3.4 Servicios de TCAP

El papel de la capa *TCAP* en el protocolo *SS7* es proveer un medio para la transferencia de información entre nodos que proveen servicios genéricos a diversas aplicaciones de usuario de capa, mientras son independientes de cualquier usuario *TCAP*.

La *TDAPI TCAP Access API* provee acceso a un conjunto de capacidades de comunicación que provee una interfaz entre las aplicaciones de usuario y los servicios de capa de red. Esta *API* usa los servicios que provee *SCCP* en el protocolo *SS7* para proveer opciones de direccionamiento de capa de red.

TCAP provee un medio a las aplicaciones *TCAP* del usuario para realizar operaciones y recibir respuestas a éstas entre nodos. Una operación es una acción que es realizada por un nodo remoto. Una aplicación puede tener distintas invocaciones de la misma o diferentes operaciones

activas simultáneamente. *TCAP* usa componentes para entregar operaciones entre aplicaciones *TCAP* de usuario.

El intercambio de componentes sucesivos entre aplicaciones para realizar una aplicación constituye un diálogo. *TCAP* provee facilidades que permiten que distintos diálogos entre dos aplicaciones consecutivamente. Un diálogo entre aplicaciones puede ser de alguno de los siguientes tipos:

- *Unstructured Dialogue.*
Las aplicaciones *TCAP* pueden enviar componentes que no necesiten respuesta.
- *Structured Dialogue.*
Las aplicaciones *TCAP* indican el inicio y el final de un diálogo.

Usando un diálogo estructurado permite a dos aplicaciones *TCAP* realizar distintos diálogos concurrentes cada uno de los cuales se identifica con un *dialogue ID*. La estructura *TCAPListener* se define como:

```
typedef struct {
    void (*TcapBindConfirm)(SPHandle h, int tcUserId);
    void (*TcapBindFailure)(SPHandle h, Byte reason);
    void (*TcapUnbindConfirm)(SPHandle h, int tcUserId);
    void (*TcapError)(SPHandle h, int tcUserId, Byte error);
    void (*TcapItutUnidirectionalInd)(SPHandle h, int tcUserId,TCAPAddress * sourceAddress, Byte
    componentsPresent,TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TCAPQualityOfService*
    qualityOfService);
    void (*TcapItutBeginInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TCAPAddress* sourceAddress, Byte
    componentsPresent, TDArray* applicationContext,TDArray* userInformation,TCAPQualityOfService*
    qualityOfService);
    void (*TcapItutContinueInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte componentsPresent, TCAPAddress*
    respondingAddress, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TCAPQualityOfService*
    qualityOfService);
    void (*TcapItutEndInd)( SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte componentsPresent, TDArray*
    applicationContext, TDArray* userInformation, TCAPQualityOfService* qualityOfService);
    void (*TcapItutAbortInd)( SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, TDArray* abortReason,
    TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TCAPQualityOfService* qualityOfService);
    void (*TcapItutNoticeInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte reportCause);
    void (*TcapItutInvokeInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, TCAPOperation* operation,
    Byte lastComponent, TDArray* parameterData, TCAPLinkedId* linkedId);
    void (*TcapItutReturnResultInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, Byte lastComponent,
    Byte lastIndicator, TCAPOperation* operation, TDArray* parameterData );
    void (*TcapItutReturnErrorInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, Byte lastComponent,
    TCAPErrorCode* errorCode, TDArray* parameterData);
    void (*TcapItutRejectInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, Byte lastComponent, Byte
    rejectType, TCAPProblem* problem);
    void (*TcapItutCancelInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId);
    void (*TcapAnsiUnidirectionalInd)(SPHandle h, int tcUserId, TCAPAddress* sourceAddress, Byte
    componentsPresent, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray* confidentiality, TDArray*
    protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiQueryWithPermissionInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TCAPAddress* sourceAddress,
    Byte componentsPresent, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray* confidentiality,
    TDArray* protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiQueryWithoutPermissionInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TCAPAddress*
    sourceAddress, Byte componentsPresent, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray*
    confidentiality, TDArray* protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiConversationWithPermissionInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte
    componentsPresent, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray* confidentiality, TDArray*
    protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiConversationWithoutPermissionInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte
    componentsPresent, TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray* confidentiality, TDArray*
    protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiResponseInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TDArray* applicationContext, TDArray*
    userInformation, TDArray* confidentiality, TDArray* protocolVersion, TDArray* securityContext);
    void (*TcapAnsiAbortInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, TDArray* abortReason,
    TDArray* applicationContext, TDArray* userInformation, TDArray* confidentiality, TDArray* protocolVersion,
    TDArray* securityContext);
```

```

void (*TcapAnsiInvokeInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, Byte invokeId,
TCAPOperation* operation, Byte lastIndicator, TDArray* parameterData, TCAPLinkedId* linkedId);
void (*TcapAnsiReturnResultInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, Byte invokeId, Byte
lastIndicator, TDArray* parameterData);
void (*TcapAnsiReturnErrorInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, Byte invokeId,
TCAPErrorCode* errorCode, TDArray* parameterData);
void (*TcapAnsiRejectInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte abortType, Byte invokeId, TCAPProblem*
problem, TDArray* parameterData);
void (*TcapAnsiCancelInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId);
} TCAPListener;

```

7.3.3.5 Servicios de MAP

TDAPI MAP API provee acceso a un restringido conjunto de operaciones *MAP* a través de un *API* simple basado en mensajes, la mayoría de las operaciones soportadas incluyen parámetros específicos los cuales los establece el usuario.

Cualquier respuesta recibida de la capa *TCAP* relacionada a una operación *MAP* se pasan al usuario en un mensaje *API* apropiado, los parámetros incluidos en este mensaje se transfieren transparentemente al usuario para decodificarlos. Cualquier solicitud de la red de operaciones no soportadas será ignorada.

Las funciones y las *call-backs* empleadas por *TDAPI MAP API* caen entre las siguientes dos categorías: un conjunto para diálogos de control entre la aplicación *TDAPI* y la entidad de red remota y otro conjunto para solicitudes o respuestas a un servicio *MAP*. Las funciones de control de diálogo manejan efectivamente los principales mecanismos de diálogo *TCAP* que habilitan la comunicación entre dos entidades de red, además del establecimiento, continuación y terminación del diálogo.

Diversas solicitudes de servicio *MAP* pueden ser tratadas simultáneamente en un simple diálogo asignándole a cada una identidad de invocación. La estructura *MAPListener* se define de la siguiente manera:

```

typedef struct {
void (*MapBindResponseInd)(SPHandle h, int tcUserId, Byte response);
void (*MapUnbindResponseInd)(SPHandle h, int tcUserId, Byte response);
void (*MapOpenInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TCAPAddress* address, TDArray*
applicationContext, TDArray* userInformation);
void (*MapCloseInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId);
void (*MapDelimiterInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId);
void (*MapUAbortInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TDArray* applicationContext, TDArray *
userInformation, Byte abortReason);
void (*MapPAbortInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, TDArray* applicationContext, TDArray*
userInformation, Byte abortReason, Byte apiError);
void (*MapServiceRequestInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogId, Byte invokeId, Byte operationCode,
TDArray* parameterData, TCAPLinkedId* linkedId);
void (*MapReturnResultInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogId, Byte invokeId, int lastIndicator, Byte
operationCode, TDArray* parameterData);
void (*MapReturnErrorInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, Byte errorCode, TDArray*
parameterData);
void (*MapRejectInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId, Byte rejectType, TCAPProblem*
problem);
void (*MapCancelInd)(SPHandle h, int tcUserId, int dialogueId, Byte invokeId);
} MAPListener;

```

7.3.4 Servicios de mensajes cortos (SMS)

El *Short Message Service* provee un medio para entregar un mensaje corto hacia y desde un centro de servicio y un suscriptor móvil. Un *SMS* desde un centro de servicio (*SC*) a un suscriptor

móvil (*MS*) es conocido como *MT (Mobile Terminating)* y un *SMS* desde un suscriptor móvil (*MS*) hacia un centro de servicio (*SC*) es conocido como *MO (Mobile Originating)*. El servicio también provee el medio para alertar al centro de servicio si un error previamente reportado ha sido recuperado.

El *TDAPI SMS DLL* provee los componentes al desarrollador para crear una aplicación de centro de servicio, con los servicios *SS7* provistos por el DLL para *gateway MSC (GMSC)* o centro de servicios y *GMSC* combinados.

EL *API* soporta las siguientes operaciones *ETSI MAP* fase 1 y 2.

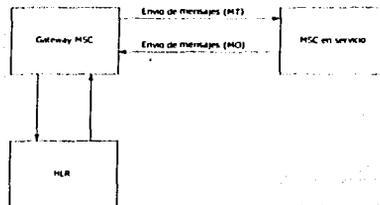


Figura 7.6 Operaciones *ETSI MAP* soportadas por el *API*.

La estructura *SMSListener* es definida en *tdapi.h* como se muestra:

```

typedef struct {
    void (*SmsBindConfirm)(SPHandle h);
    void (*SmsBindFailure)(SPHandle h, Byte reason);
    void (*SendRoutingInfoError)(SPHandle h, Word dialogId, Byte error);
    void (*SendRoutingInfoResponse)(SPHandle h, Word dialogId, TDArra* imsi, TDArra* mscAddr, Byte msgWaiting);
    void (*ForwardShortMessageAck)(SPHandle h, Word reference);
    void (*ForwardShortMessageError)(SPHandle h, Word reference, Byte error);
    void (*AlertServiceCentre)(SPHandle h, TDArra* msisdn, TDArra* svcAddr);
    void (*SetMessageWaitingDataAck)(SPHandle h, Word dialogId);
    void (*SetMessageWaitingDataError)(SPHandle h, Word dialogId, Byte error);
    void (*ForwardShortMessage)(SPHandle h, Word reference, TDArra* orig, TDArra* dest, TDArra* userData);
    void (*SendRoutingInfoErrorWithCause)(SPHandle h, Word dialogId, Byte error, Byte suberror);
    void (*ForwardShortMessageErrorWithCause)(SPHandle h, Word reference, Byte error, Byte suberror);
    void (*SendRoutingInfoError2)(SPHandle h, Word dialogId, Byte error, Byte cause, TDArra* storedMSISDN, Word mwStatus);
    void (*SendRoutingInfoResponse2)(SPHandle h, Word dialogId, TDArra* imsi, TDArra* mscAddr, TDArra* storedMSISDN, Word mwStatus);
    void (*ForwardShortMessageWithIMSI)(SPHandle h, Word dialogId, TDArra* orig, TDArra* dest, TDArra* userData, TDArra* imsi);
    void (*ForwardShortMessageMSC)(SPHandle h, Word dialogId, TDArra* mscAddr, TDArra* orig, TDArra* dest, TDArra* userData, TDArra* imsi);
    void (*SendRoutingInfoResponse3)(SPHandle h, Word dialogId, TDArra* imsi, TDArra* mscAddr, TDArra* sgsnAddr, TDArra* storeMSISDN, Word mwStatus );
} SMSListener;
  
```

7.3.5 Control de llamadas

TDAPI es construida sobre un modelo abstracto de control de llamada, el cual es común a todas las capas del protocolo en la tecnología *Brooktrout*. Las operaciones básicas son:

- Establecer el inicio de una llamada
- Aceptación de llamada para confirmación de una llamada entrante y cambio a estado de alerta

- Conexión de llamada para responder una llamada entrante
- Liberación de llamada
- Liberación del canal para indicar que un canal de control de llamada esta disponible ante la red

Funciones adicionales están disponibles de acuerdo al tipo de capa ha ser empleada.

Una aplicación del usuario tiene acceso a una capa del protocolo a través de un *handle* del proveedor de servicios. Los eventos que se originan desde las capas del protocolo son notificadas asincrónicamente usando el modelo del *listener*. Para manejar tales eventos, la aplicación del usuario implementa las funciones requeridas por la interfaz de *CallControlListener* y registra estos *listener* con el proveedor de servicio relevante. Las funciones definidas por el usuario son invocadas cuando se recibe el evento desde la capa del protocolo.

7.3.6 Registro de call-backs

Para recibir notificaciones relacionadas a los eventos, la aplicación del usuario debe registrar las funciones *call-backs*. Esto se realiza por medio de una o más estructuras *Listener* las cuales el usuario las cuales son pobladas por apuntadores a sus funciones *call-back*. Una aplicación del usuario no tiene que registrar *call-backs* para eventos en los que no esta interesado, pero el correspondiente campo en la estructura debe ser un apuntador nulo. Por ejemplo, una aplicación del usuario para *TCAP* basado en la norma *ANSI* no necesita registrar las *call-backs* para algún evento especificado en la norma de la *UIT-7*.

7.4 Estructura del programa de la aplicación

El programa del usuario debe estar ordenado de la siguiente manera:

- Inicializar la librería llamando a la función *TDapi_Init()*.
- Obtener un *handler* de cada servicio que se usará, llamando a la función *TDapiGetServiceProvider()*.
- Declarar las estructuras del *Listener* para cada una de las interfases *Listener* requeridas y poblar estas con apuntadores a las funciones *call-back* relevantes.
- Registrar las estructuras *Listener* con los proveedores de servicio.
- Configuración de la tarjeta: Descargar los controladores de la tarjeta.
- Configuración de los recursos.
- Inicialización de los recursos.
- Aplicación.

Después de realizar estos pasos el enlace principal del usuario esperará por alguna entrada del usuario.

Acciones simples en respuesta a los eventos recibidos de los proveedores de servicio pueden ser manejados con el contexto de enlace *TCP*. Si se requiere un procesamiento más largo, este debe ser manejado por otro enlace separado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

250

Sección 6

Solución del problema

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8 Servicios de Red Inteligente

El término de Red Inteligente *IN* (*Intelligent Network*) se refiere a la capacidad de proveer inteligencia fuera de los dispositivos de conmutación e introducirse en los elementos de red, los cuales pueden accederse a través de la señalización. El término inteligencia se refiere a la información o lógica de servicio que los nodos de telecomunicaciones pueden acceder para mejorar la comunicación a través de operaciones mejoradas o servicios mejorados.

El primer paso en la implementación de *WIN* es migrar la inteligencia fuera del *MSC*, *VLR* y *HLR* e introducir funcionalidad similar a la usada en las redes de telefonía fija para señalización a *SCPs* y *SMs*. Este movimiento implica uso de software en el *MSC* que este basado en los modelos de control de llamada normalizados. Esta lógica de control permite al *MSC* detener una llamada en curso (en ciertos estados bien definidos *TDP*) y preguntar a un elemento de red inteligente (un *SCP* o *SN*) cómo será procesada. Por lo tanto cuando un *MSC* envía una pregunta a uno de estos elementos inteligentes, el elemento conoce exactamente el estado de la llamada y sus datos asociados. *WIN* dicta los requerimientos para que el *MSC* asistente sea capaz de descargar *triggers* y direcciones *SCP* para brindar servicios a un cliente. Esto habilita al *MSC* para enviar la misma pregunta a la misma lógica del servicio, no importando donde se encuentre el cliente, por lo tanto se provee el mismo servicio al cliente.

El siguiente paso involucra el uso de aplicaciones en *SCPs* y *SMs* junto con una avanzada lógica de control de llamadas. Es importante enfatizar que el camino de los servicios de *WIN* esta pavimentado de mucho trabajo, incluyendo definición de normas y su aprobación, diseño y desarrollo de lógica del programa, construcción de aplicaciones e interfases, pruebas de verificación del vendedor, evaluación del mercado y del proveedor de servicios y finalmente su uso comercial. Adicionalmente, cada operador móvil tiene sus puntos de vista acerca del tiempo de evaluación, prueba y uso de nuevas capacidades. Por lo tanto, es importante reconocer el reto de cumplir el objetivo de disponibilidad universal de servicios. Mientras algunas compañías se enfocan en un área específica, otros esperarán por varias razones, quizás para ver como otros proveedores de servicios lidian con nuevas capacidades o tal vez esperan el tiempo correcto para el mercado o disponibilidad de recursos. El hecho es que los servicios básicos basados en *WIN* no estarán universalmente disponibles en todas las redes de los operadores móviles por un periodo de años hasta que la demanda del mercado sea tal que estas capacidades no sean sólo un diferenciador sino un requerimiento para hacer negocios.

Un servicio es una aplicación en la plataforma de Red Inteligente que provee un conjunto definido de funciones que interactúan con la red y los usuarios, y un conjunto de servicios de datos.

La creación de servicios consiste de un número de actividades. La primera es la creación de la lógica de servicio para la realización de las funciones requeridas. De igual manera, la definición de la funcionalidad del servicio, el modelo de datos - el cual define el tipo y el alcance de los datos usados por un servicio - tiene que ser especificada. Estas dos actividades deben ser realizadas por el desarrollador del servicio.

Un punto importante y clave en la introducción de nuevos servicios inteligentes es el control de llamada. Las capacidades *IN* se habilitan a través de capacidades mejoradas de control de llamada, por medio de las cuales el usuario puede obtener acceso a las capacidades ofrecidas por una red de acuerdo a los eventos que den cuenta de los estados del mismo.

8.1 Modelo de procesamiento de servicio IN

Desde la perspectiva del desarrollador de servicios, el modelo de procesamiento de servicios de red inteligente se encuentra constituido de tres elementos principales: el proceso básico de llamada *BCP*, los enlaces que permiten al *BCP* interactuar con la lógica de servicio, y la lógica de servicio *IN* que puede ser programada para implementar nuevos servicios adicionales.

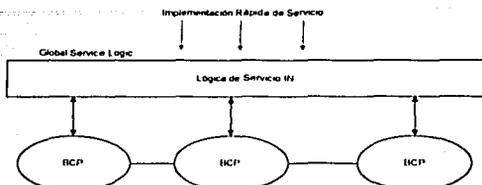


Figura 8.1 Modelo de procesamiento de servicio *IN*.

El proceso básico de llamada *BCP* debe estar disponible sobre toda la red y está diseñado para funcionar de manera óptima servicios no inteligentes o que no requieren características especiales. El *BCP* habilitará por default su propia lógica de llamada para procesar la llamada. Sin embargo, si durante el curso de la llamada el *BCP* es incapaz de proveer un servicio por sí mismo, este iniciará la lógica de servicio global *GSL* para iniciar otro proceso a través de un mecanismo de disparo del *BCP*. Para alcanzar una flexibilidad en el procesamiento de servicios, el proceso básico de llamada necesita ser modularizado en subprocesos de servicios independientes que puedan ser ejecutados autónomamente - sin interferencia externa. A estos subprocesos se les conoce como *SIB* (*Service-Independent Building Blocks*) que como se trató anteriormente son capacidades de red modularizadas, reutilizables y normalizadas que son usadas para crear características de servicio.

Los enlaces tienen que ser adicionados al proceso formando enlaces entre los subprocesos básicos de llamada y la lógica de servicio. Para esto se debe continuamente verificar las condiciones básicas del proceso de trabajo para la ocurrencia de las condiciones en las cuales una sesión de interacción con la lógica de servicio *IN* debe ser iniciada. Durante una sesión de interacción el proceso de llamada puede ser suspendido temporalmente. Los enlaces mencionados se refieren a los puntos de inicio *POIs* y los puntos de retorno *PORs* definidos en el proceso básico de llamada.

La lógica de servicio *IN* usa un ambiente de programación que necesita ser desarrollada para permitir la fácil implementación de nuevos servicios adicionales. A esta lógica de servicio se le llama también lógica de servicio global *GSL*. Los servicios nuevos pueden ser creados por medio de "programas" *IN* que contienen la lógica de servicio. La lógica de servicio *IN* se encuentra disponible a través de la funcionalidad de los puntos *POI* y *POR*, para interactuar con el proceso básico de llamada y la secuenciación de los subprocesos *SIB*. Los *SIBs* como unidad realizan una actividad completa y proveen una cadena de funciones que representan una característica de servicio que interactúa con el proceso básico de llamada. Este hecho se muestra en la figura 8.2.

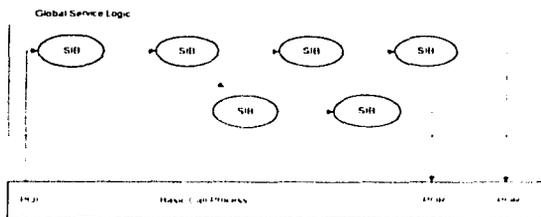


Figura 8.2 Interacción del *BCP* con el *GSL*.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cada *SIB* tiene un punto lógico de inicio y diversos puntos posibles de terminación. Por consiguiente, para un servicio dado se requiere al menos un *POI*. Sin embargo, dependiendo de la lógica requerida para soportar el servicio, múltiples *PORs* pueden ser definidos.

De acuerdo a la arquitectura de red inteligente la lógica de servicio se encuentra localizada en el nodo de red *SCP*, entonces al cambiar la lógica en este elemento y modificando los datos de red, un nuevo servicio que usa las capacidades de red existentes puede ser implementado fácil y rápidamente.

Además, la lógica de servicio *IN* puede decidir terminar una sesión de interacción con el proceso básico de llamada. El proceso básico de llamada entonces continuará con su ejecución como le especifica la lógica de servicio *IN*. Para permitir la implementación rápida de los servicios, la lógica de servicio debe tener una vista lógica de los recursos de red que constituyen el proceso básico de llamada y funciones adicionales de red especializadas.

La descripción detallada del *BCP* y la interacción con la *GSL* o lógica de servicio *IN*, se da a través de su perspectiva en el Plano Funcional Distribuido del modelo *INCM*²², el Modelo Básico de Estado de Llamada *BCSM*. En el *BCSM* se muestra como se activa y solicita la intervención de un servicio inteligente para el procesamiento de llamada.

La arquitectura del *BCSM* mediante la definición de los *PICs* habilita puntos en los cuales acciones pueden ser tomadas, identificando las actividades de control de llamada *CCF* para completar una o más actividades de conexión y llamada de interés a las instancias de lógica de servicio *IN*. Los *PICs* representan las actividades o los estados normales del sistema de conmutación por los que una llamada pasa desde su originación hasta la terminación.

Además, el *BCSM* permite la definición de puntos transitorios, a través de los *DP*, en los cuales pueden realizarse acciones de acuerdo a las condiciones encontradas mediante la transferencia de control o suspensión del procesamiento de llamada. Los diferentes puntos de detección no son otra cosa más que *software* lógico que es cargado en un elemento de red para llevar a cabo instrucciones para iniciar un proceso de red inteligente basado en el análisis de condiciones en un punto de detección. Un punto de detección es activado si la lógica de control es establecida para iniciar control de servicio basado en un disparo o evento.

Así, la adición de puntos de detección en el *BCSM* permite tener control sobre eventos o disparos que se originen en el usuario durante el procesamiento de una llamada, y de esta manera poder establecer una lógica que permita interactuar con otros elementos de la red para obtener información adicional sobre el procesamiento de llamada a aplicar. Los *DPs* permiten a su vez tener mayor control sobre la llamada y los procedimientos subsecuentes que se le van a practicar.

El procesamiento de los puntos *DP* involucra acciones de administración de tráfico, determinar si los criterios *DP* son encontrados, interactuar con las instancias de lógica de servicio y la formulación de flujos de información a enviar a los *SCFs*.

8.2 Proceso de llamada IN

Cuando un usuario solicita servicio a la red para realizar una llamada o cualquier otro servicio ofrecido, éste envía una petición con un mensaje a la red a través de la interfaz aire. En el *SSP* (*MSC*) la llamada es procesada a través del modelo de estado básico de llamada. Un *PIC* de procesamiento donde la lógica de servicio puede ser invocada es alcanzado (ejemplo, *TDP-R*). Los criterios de disparo son verificados. Los específicos criterios de disparo encontrados se relacionan a

²² Cabe aclarar que *INCM* no es una arquitectura de red en si misma, es un marco de trabajo para el diseño y descripción de la arquitectura *IN*.

un específico objeto de disparo. Una vez realizado esto, el procesamiento de llamada es suspendido y el *SSP* retiene responsabilidad de la integridad y los recursos de la llamada desde el principio a fin.

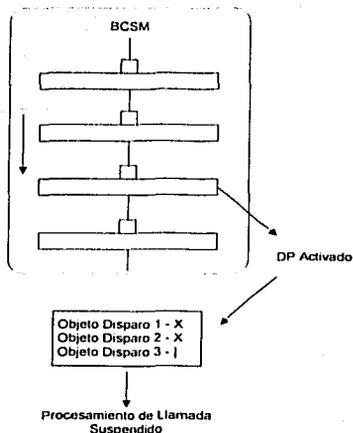


Figura 8.3 Procesamiento de *DPs*.

Basado en las condiciones encontradas, se selecciona una operación *MAP* de acuerdo al protocolo seleccionado, en este caso *ANSI-41 MAP*, y su argumento es poblado con parámetros fijados de acuerdo a la lógica de servicio que se desea activar. La operación y su argumento son codificados basándose en las reglas del protocolo para realizar una transacción *TCAP*. Un mensaje es enviado al *SCP* a través de la red *SS7*, esta operación abre una relación de control con este nodo.

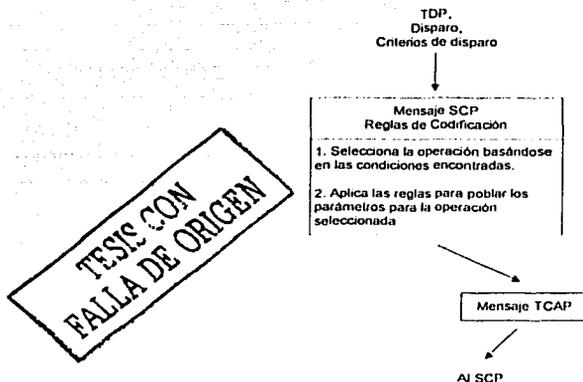


Figura 8.4 Selección de operación a realizar.

En el *SCP*, el mensaje recibido es decodificado considerando las reglas establecidas en el protocolo. Basado en la información recibida, el *SCP* identifica el programa de la lógica de servicio que es invocada para obtener información adicional sobre el procesamiento de llamada y crea una instancia de éste para la transacción.

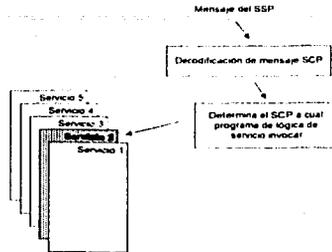
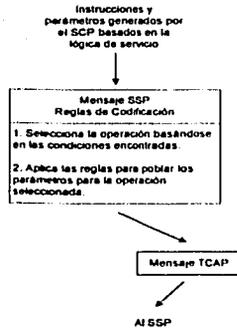


Figura 8.5 Selección de la lógica de servicio de acuerdo al mensaje recibido.

La lógica de servicio en el *SCP* puede generar nueva información para el manejo de la llamada y de acuerdo a ésta, se selecciona un apropiado mensaje de instrucción para el *SSP* y su argumento es poblado con los parámetros adecuados. El mensaje es codificado de acuerdo a las reglas del protocolo y las instrucciones son enviadas al *SSP*.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 8.6 Generación de información de acuerdo a la lógica de servicio.

El *SSP* decodifica la respuesta enviada por el *SCP*, de acuerdo al contenido del mensaje el *SCP* determina que información se debe actualizar y lo que se realizará a continuación, o si se requiere *EDP* son activados dinámicamente para fijar otra lógica de servicio bajo estas condiciones. El procesamiento continúa en el *PIC* indicado por la lógica *SCP*.

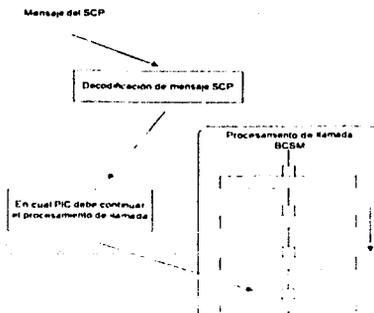


Figura 8.7 Reanudación del procesamiento de llamada

Dependiendo de la respuesta, la relación *SSP-SCP* puede permanecer en modo de control, cambiar a modo monitoreo, o terminar. El *SSP* retiene la responsabilidad del manejo de la integridad y recursos de la llamada de inicio a fin.

Una vez detallado el servicio y los elementos de red necesarios para su implementación, se puede hacer una descripción de los escenarios que pueden presentarse en el servicio PPC, en estos se describen los mensajes intercambiados entre las entidades de red para el procesamiento del servicio:

8.3 Tarificación de Prepago PPC (*Pre-Paid Charging*)

PPC permite al suscriptor pagar por los servicios de voz antes de ser usados. Un suscriptor PPC establece una cuenta con el proveedor de servicios para acceder a los servicios de telecomunicaciones de voz en casa y otras redes visitantes. Los cargos por los servicios de voz son aplicados a la cuenta PPC mediante el decremento de la misma en tiempo real. El suscriptor PPC puede ser notificado acerca de la información de su cuenta al inicio, durante, o al final de los servicios de telecomunicaciones de voz. Cuando el saldo se encuentra por debajo de un nivel o umbral predeterminado por el proveedor de servicios, el uso de los servicios de voz puede ser negado. Como se describió anteriormente, en el capítulo de red inteligente inalámbrica, en la fase 2 de la norma *WIN* para redes inteligentes inalámbricas se definieron las capacidades para el soporte de los servicios de prepago a través de *IS-B26*.

PPC puede ser activado para todas las llamadas o personalizarse para algunas de ellas. En la activación para todas las llamadas "*All-Calls*", los cargos para todos los servicios de voz invocados son aplicados a la cuenta PPC. Para activación personalizada "*Single-Call*", los cargos de servicios de voz invocados en asociación con la originación de llamada son aplicados a la cuenta PPC, es decir, el suscriptor puede tener la habilidad de activar y desactivar los servicios PPC.

Un evento tarificable es cualquier evento iniciado por el suscriptor o por la red que puede resultar en un decremento del estado de cuenta de PPC del suscriptor. Tal evento puede ocurrir durante un servicio de telecomunicaciones de voz. Cada evento que es motivo de tarificación tiene un punto de inicio y uno final, dichos puntos son usados para iniciar y terminar la correspondiente invocación PPC.

8.4 Suposiciones o Consideraciones

Para la realización de este trabajo se realizaron las siguientes consideraciones:

- PPC se invoca antes de que algún otro servicio sea invocado para verificar un saldo del cliente a su favor. Si el saldo del cliente está en el umbral establecido por el proveedor o por debajo de éste, todos los servicios serán bloqueados.
- Un anuncio puede ser desplegado cuando una *MS* origina una llamada para informar al suscriptor de su saldo. El saldo puede ser presentado al suscriptor como la cantidad de tiempo sobrante en la cuenta. La información de enrutamiento de llamada necesitada para tarificar la llamada debe estar disponible a la lógica del servicio PPC antes de que el anuncio sea desplegado.
- Un suscriptor es notificado de un saldo bajo mediante un tono u opcionalmente un anuncio del *switch* que será desplegado durante la llamada. Se espera que el suscriptor termine la llamada en curso a tiempo y recargue su cuenta PPC.
- Anuncios de terminación de llamada no son provistos al suscriptor PPC al final de una llamada entrante.

- La lógica de servicio del *PPC* puede terminar la o las llamadas actuales del suscriptor. Un tono de alerta de desconexión es mostrado al suscriptor antes de ser desconectada su llamada.
- Los cargos por una llamada pueden iniciar cuando la llamada sea respondida o como lo determine el proveedor de servicio.
- Los cargos por una llamada pueden detener cuando la llamada es desconectada.
- La lógica de servicio *PPC* tiene acceso a toda la información del perfil de usuario necesaria para proveer el servicio.
- La cuenta del suscriptor es identificada por el *MSID* o el *MDN* del suscriptor, o ambos.
- La tarificación de la llamada para la entrega de llamada involucra el horario en ambos sistemas: el originador y el asistente. Los cargos de larga distancia se basan en el horario del sistema e *casa*. Los cargos locales y de tiempo aire se basan en el horario del sistema asistente. El horario del *MSC* originador es incluido en el mensaje de solicitud enviado a la instancia de programa de lógica de servicio *SLPI PPC (Service Logic Program Instance)* cuando una dirección de enrutamiento este disponible. (en *Analyzed_Information DP*). Esta información es usada por el *SLPI* para calcular una tasa aproximada para la llamada usando cargos locales nominales en *MSC* asistente. Cuando la llamada es respondida por el suscriptor móvil, la solicitud del mensaje al *PPC SLPI* incluye el horario del *MSC* asistente habilitando a la *PPC SLPI* tener la información de cargo aproximado local necesaria para la tarificación.

La tarificación para las llamadas originadas por el móvil involucra el horario en el sistema asistente.

- Algunas llamadas pueden ser libres (por ejemplo, las llamadas a servicio al cliente).
- Solamente servicios de voz son considerados.
- La información *PPC* puede ser enviada a una *MS* para ser desplegada. Esta información es entregada en el parámetro *DisplayText* usando el valor *Text Display Tag*.

8.5 Procedimientos normales con resultados exitosos

8.5.1 Autorización

PPC se provee después de un previo arreglo con el proveedor de servicio.

La autorización puede tener las siguientes opciones de suscripción:

Tabla 8.1 Opciones de Suscripción.

Opciones de suscripción	Valores
Activación <i>Single-Call</i>	En demanda. El suscriptor es autorizado para activar <i>PPC</i> para una originación de llamada simple. Permanente. <i>PPC</i> no puede ser activada para una originación de este tipo.
Activación <i>All-Calls</i>	En demanda. El suscriptor es autorizado para controlar la activación y desactivación de <i>PPC</i> para todas las llamadas. Permanente. <i>PPC</i> es activado para todas las llamadas.

8.5.2 Activación

La invocación de un servicio *PPC* se realiza cuando un evento tarificable comienza y *PPC* esta activo.

Si el suscriptor esta autorizado para activación permanente "*All-Calls*", *PPC* es activado en caso de autorización.

PPC puede estar activado por un suscriptor en demanda "All-Calls" especificando un código de característica *FC* (*Feature Code*), como:

* *FC* + **SEND**.

Si la activación es aceptada, el sistema indicará con una confirmación de característica. Si *PPC* es activado mientras la llamada esta en progreso, la activación no afectará la llamada en curso.

PPC puede ser activada por un suscriptor autorizado en demanda "Single-Call" especificando un código de característica y una dirección de terminación (número del usuario a llamar):

* *FC* + # + dirección de terminación + **SEND**, o

* *FC* + dirección de terminación + **SEND**.

Si la activación es aceptada, el sistema indicará este hecho con una confirmación. En este caso *PPC* aplica cargos solamente a los servicios de voz asociados con el intento de originación de llamada.

8.5.3 Desactivación

PPC será desactivado en caso de autorización.

PPC puede ser desactivado por un usuario autorizado en demanda "All-Calls" mediante la especificación del código de característica, como:

* *FC0* + **SEND**.

Si la desactivación es aceptada, el sistema lo indicará mediante una confirmación. Si *PPC* es desactivado mientras la llamada esta en proceso, la desactivación no tendrá efecto en la llamada en curso.

Para una activación "Single-Call", *PPC* es automáticamente desactivado después de que un intento de llamada simple es eliminado.

Suscriptores *PPC* pueden tener una cuenta normal de postpago *PUB* (*Post Usage Billing*). Para estos suscriptores, los perfiles de servicio *PPC* y *PUB* no tienen que ser idénticos. Para un suscriptor que tiene ambos perfiles, el perfil "Single-Call" tiene precedencia sobre el perfil "All-Calls".

Un suscriptor puede solicitar la notificación de la información actual *PPC* del sistema de prepago en cualquier instante, mientras no se encuentra activa una llamada.

8.6 Operación normal con un saldo arriba del nivel establecido por el proveedor de servicios.

Los suscriptores *PPC* pueden usar todos los servicios suscritos de voz de una manera normal cuando su balance crédito o saldo se encuentra arriba del nivel predefinido. Cuando *PPC* se invoca, la cuenta *PPC* es decrementada en tiempo real. Los servicios de voz pueden ser cargados a la cuenta *PPC* a una tasa general, en invocación, o de acuerdo a la duración.

El *PPC* puede ser notificado acerca de la información de su cuenta y cargos asociados con los servicios de voz al inicio, durante y/o al final de los servicios de voz.

Si *PPC* esta activo, la cuenta *PPC* se encuentra arriba del nivel establecido y una entrega de llamada se provee, la entrega de llamada es soportada.

8.7 Operación normal cuando una condición umbral es alcanzada durante una llamada de voz

Si la cuenta *PPC* alcanza un nivel predefinido mientras una o más llamadas de voz se encuentran en curso, uno de los siguientes procedimientos pueden ser usados:

- Las llamadas continúan sin interrupción
- Si el suscriptor *PPC* esta realizando una llamada, el suscriptor es notificado. Las llamadas continúan sin interrupción.
- Si el suscriptor *PPC* esta realizando una llamada, el suscriptor es notificado. Las llamadas que no sean finalizadas a tiempo se interrumpirán.

Si el suscriptor *PPC* no se desconecta al final de la llamada, el suscriptor puede conectarse a servicio al cliente o a un sistema automático que posibilita al suscriptor a recargar su cuenta.

Si la cuenta *PPC* alcanza el nivel predefinido, la invocación de algún otro servicio tarifable puede ser negada.

8.8 Operación normal con insuficiente saldo

Si la cuenta *PPC* del usuario esta debajo de un nivel preestablecido, una notificación será provista al suscriptor. Si el suscriptor origina una llamada, la red puede enrutar la llamada a servicio al cliente o a un sistema automático que posibilita al suscriptor a recargar su cuenta. Las llamadas entrantes pueden ser negadas.

Algunos casos pueden permitirse para proceder normalmente, como:

- Llamadas a servicios de emergencias.
- Llamadas a y de servicio al cliente.

Eventos Tarifables

Los eventos tarifables para los suscriptores "*All-Calls*" son:

1. Terminación de llamada a un suscriptor *PPC*
2. Originación de llamada por un suscriptor *PPC*

El evento tarifable para suscriptores "*Single-Call*" es Originación de llamada.

8.9 Escenarios WIN PPC

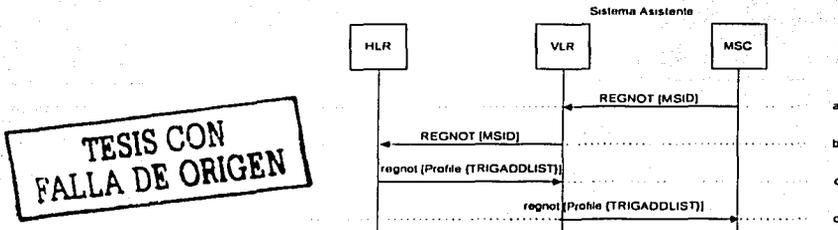
Esta sección describe la interacción entre las entidades en varias situaciones relacionadas *roaming* automático y *PPC* para aplicaciones *WIN*. Estos escenarios tienen un propósito ilustrativo.

Los escenarios en esta sección no incluyen una lista completa de parámetros de operación en las figuras o en las descripciones del texto. Los parámetros son incluidos en donde son necesarios para el entendimiento del escenario. Para una descripción completa asociados con cada operación

ver la norma *TIA/EIA-41-D Prepaid Charging (IS-826)*, la cual se adicionará a la Revisión E de *ANSI-41*.

8.9.1 Registro de una Estación Móvil MS

Este escenario describe el registro de una estación móvil en un nuevo sistema asistente por un suscriptor con el servicio de prepago activo y crédito a su favor.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

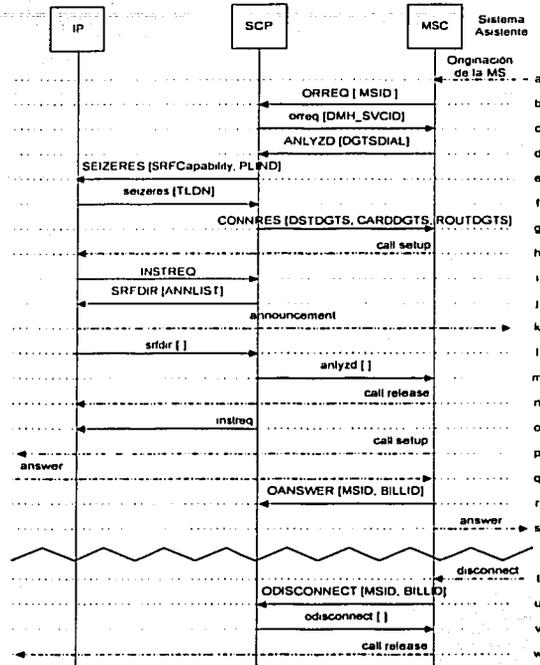
- a. El *MSC* asistente determina que una *MS* visitante esta dentro de su área de servicio. El *MSC* asistente envía un mensaje *REGNOT* a su *VLR* para solicitarle el perfil de suscriptor y la información de autorización. A su vez se le adiciona el parámetro *TRANSCAP* para indicarle que el *MSC* puede procesar el parámetro *TRIGADDLIST* El parámetro *WINCAP* es usado para indicar las capacidades *WIN* de *MSC*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>ESN</i>	<i>ESN</i> de la estación móvil.
<i>TRANSCAP</i>	Capacidades de transacción del <i>MSC</i> asistente.
<i>WINCAP</i>	Capacidades <i>WIN</i> del <i>MSC</i> asistente.

- b. El *VLR* asistente determina si la *MS* es conocida. El *VLR* asistente reenvía el mensaje *REGNOT* al *HLR* asociado con la *MS*.
- c. El *HLR* determina que la autorización pueda ser concedida a la *MS*. Este regresa la información solicitada al *VLR* asistente en el mensaje *REGNOT*. El parámetro *TRIGADDLIST* es usado para indicar que los disparos *Origination_Attempt_Authorized*, *Calling_Routing_Address_Available*, *O_Answer*, *O_Disconnect*, *T_Answer*, y *T_Disconnect* estan activos y especificar la ruta a la entidad de red (*SCP* y *SN*) que contiene la lógica de servicio de programación del *PPC*. El parámetro *TRIGADDLIST* puede proveer disparos para otros servicios *WIN*.
- d. El *VLR* reenvía el mensaje *REGNOT* al *MSC* asistente.

8.9.2 Origenación de llamada de una MS: la parte llamante desconecta

Este escenario describe la invocación al servicio *PPC* en una origenación de llamada por un suscriptor de prepago con el este servicio activo y crédito a su favor. La parte llamante desconecta primero, entonces no se provee anuncio de fin de llamada.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- a. Una orignación de llamada de una *MS* con los dígitos marcados es recibida por el *MSC* asistente.
- b. El *MSC* asistente detecta el disparo *Origination_Attempt_Authorized* y envía un mensaje *ORREQ* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSIDIAL</i>	Dígitos introducidos por la estación móvil.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

- c. El *SCP* determina si el suscriptor tiene el servicio *PPC* activo y la cuenta del suscriptor se encuentre arriba del nivel para realizar una llamada. El *MSC* envía un mensaje *ORREQ* al *MSC* asistente para indicar que el procesamiento de la llamada debe continuar. El parámetro *DMH_SVCID* es usado para indicar que el servicio *PPC* fue invocado.
- d. El *MSC* asistente analiza los dígitos marcados y prepara la ruta de la llamada. El *MSC* detecta el disparo *Calling_Route_Address_Available* y envía un mensaje *ANLYZD* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>TRANSCAP</i>	Capacidades de transacción del <i>MSC</i> asistente.
<i>WINCAP</i>	Capacidades <i>WIN</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.

Parámetros	Uso
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSDIAL</i>	Dígitos introducidos por la estación móvil.
<i>Routing Infr.</i>	Información de enrutamiento de llamada:
[<i>DSTGTS</i>]	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de la red del destino.
[<i>CARDGTS</i>]	<i>CarrierDigits</i> . Proveedor <i>Interexchange</i> para el establecimiento de llamada. Incluido si aplica.
[<i>ROUTDGTS</i>]	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones especiales de enrutamiento. Incluido si aplica.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El horario actual (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.

- e. El *SCP* determina que un periférico inteligente *IP* es requerido para mostrar un anuncio a la *MS* con el estado de cuenta actual del suscriptor. El *SCP* envía un mensaje *SEIZERES* a un *IP* para solicitarle el recurso.

Parámetro	Uso
<i>SRFCapability</i> .	Especifica las capacidades especializadas del recurso solicitado:
[<i>SpecializedResource</i>]	Indica el tipo de recurso estándar especializado solicitado.
[<i>PrivateSpecializedResource</i>]	Indica el tipo de recurso privado especializado solicitado.
<i>PLIND</i>	<i>PreferredLanguageIndicator</i> . Indica el idioma preferido.

- f. Cuando un *IP* recibe el mensaje *SEIZERES*, este asigna un *TLDN* al apropiado recurso. El *TLDN* es regresado al *SCP* en el mensaje *seizeres*.
- g. El *SCP* envía un mensaje *CONNRES* al *MSC* asistente con las instrucciones para establecer una parte de la llamada al *IP*.

Parámetros	Uso
<i>DSTGTS</i>	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de la red del destino.
<i>CARDGTS</i>	<i>CarrierDigits</i> . Proveedor <i>Interexchange</i> para el establecimiento de llamada. Incluido si aplica.
<i>ROUTDGTS</i>	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones especiales de enrutamiento. Incluido si aplica.

- h. El *MSC* asistente establece la parte de la llamada al *IP*.
- i. Cuando la llamada es detectada en el *IP*, el *IP* envía un *INSTREQ* al *SCP* para solicitar las instrucciones de procesamiento de llamada.
- j. El *SCP* envía un mensaje *SRFDIR* al *IP* con el parámetro *ANNLIST* indicándole el anuncio de llamada a mostrar.
- k. El *IP* despliega el anuncio indicado por el parámetro *ANNLIST*.
- l. El *IP* envía un mensaje *srfdir* vacío al *SCP*.
- m. El *SCP* envía un mensaje *ANLYZD* al *MSC* asistente.
- n. El *MSC* asistente libera la parte de la llamada al *IP*.
- o. El *SCP* envía un *instreq* al *IP* para concluir la conversación *SCP-IP*. Este mensaje puede ser enviado al *IP* en cualquier momento después del paso l.
- p. El *MSC* asistente extiende la llamada originada por la *MS* a la parte llamada.
- q. La llamada es respondida por la parte llamada.
- r. El *MSC* detecta el disparo *O_Answer* y envía un mensaje *OANSWER* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El horario actual (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.

- Una vez recibido el mensaje *OANSWER*, el *SCP* comienza el decremento del crédito del usuario.
- s. La llamada es tratada y conectada.
- t. La *MS* llamante termina la llamada.

- u. El *MSC* asistente detecta el disparo *O_Disconnect* y envía un mensaje *ODISCONNECT* al *SCP* asociado con este disparo.

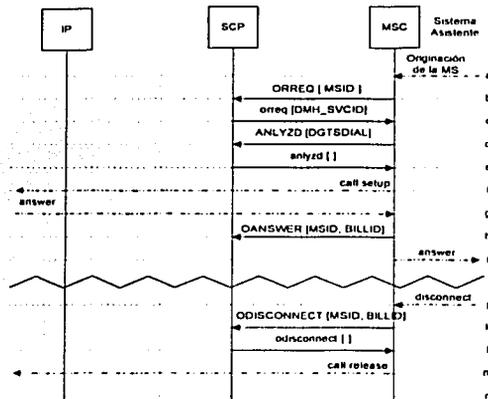
Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>RELCAUSE</i>	Causa de liberación de llamada.
<i>TOD</i>	<i>TimeofDay</i> . El horario actual (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.

Una vez recibido el mensaje *ODISCONNECT*, el *SCP* detiene el proceso de decremento de saldo del usuario.

- v. El *SCP* envía un mensaje *odisconnect* al *MSC* asistente.
- w. El *MSC* asistente libera la llamada.

8.9.3 Originación de llamada de una MS: La parte llamante desconecta – No existe anuncio antes de la llamada

Este escenario difiere del escenario previo en que ningún anuncio es mostrado cuando el *MS* origina la llamada para informar al suscriptor de su crédito disponible. La parte llamante desconecta primero y no existe un anuncio de fin de llamada.



ORIGEN

- a. Una originación de llamada de la *MS* es recibida con los dígitos marcados por el *MSC* asistente.
- b. El *MSC* asistente detecta el disparo *Origination_Attempt_Authorized* y envía un mensaje *ORREQ* al *SCP* asociado con el disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSDIAL</i>	Dígitos introducidos por la estación móvil.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

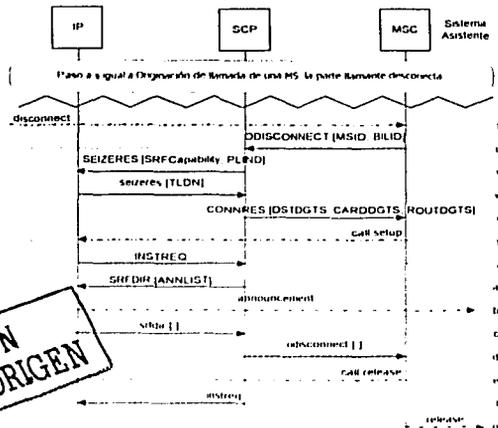
- c. El *SCP* determina si el suscriptor tiene activo el servicio de *PPC* y crédito disponible arriba de un nivel permitido de llamada. El *SCP* envía un mensaje *ORREQ* al *MSC* asistente para indicarle que el procesamiento continuará. El parámetro *DMH_SVCID* es usado para indicar que el servicio *PPC* fue invocado.
- d. El *MSC* asistente analiza los dígitos marcados y prepara la ruta de la llamada. El *MSC* detecta el disparo *Calling_Route_Address_Available* y envía un mensaje *ANLYZD* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>TRANSCAP</i>	Capacidades de transacción del <i>MSC</i> asistente.
<i>WINCAP</i>	Capacidades <i>WIN</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSDIAL</i>	Dígitos introducidos por la estación móvil.
<i>Routing Info.</i>	Información de enrutamiento de llamada:
[<i>DSTGTS</i>]	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de la red del destino.
[<i>CARDGTS</i>]	<i>CarrierDigits</i> . Proveedor <i>Interexchange</i> para el establecimiento de llamada. Includo si aplica.
[<i>ROUTDGT</i>]	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones especiales de enrutamiento. Includo si aplica.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El horario actual (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.

- e. El *SCP* determina que el procesamiento de la llamada debe continuar y que la *MS* no tiene que ser informada de su saldo disponible esta vez. El *SCP* envía un mensaje *ANLYZD* al *MSC* asistente.
- f. Se realizan los mismos pasos de p-w de Origenación de llamada de una *MS*: La parte llamante desconecta.

8.9.4 Origenación de llamada de una MS: la parte llamada desconecta

Este escenario describe la invocación al servicio *PPC* en una origenación de llamada por un suscriptor de prepago con el este servicio activo y crédito a su favor. La parte llamada desconecta primero y es disparo *O_Disconnect* es detectado. En este escenario, se provee anuncio de fin de llamada con el saldo del suscriptor.



- a. Los mismos paso de a-s en Originación de llamada de una MS. La parte llamante desconecta.
- t. El MSC recibe una indicación de desconexión de la parte llamada. El MSC libera la parte de la llamada hacia la parte llamada.
- u. El MSC asistente detecta el disparo *O_Disconnect* y envía un mensaje *ODISCONNECT* al SCP asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del MSC asistente.
<i>TRANSCAP</i>	Capacidades de transacción del MSC asistente.
<i>WINCAP</i>	Capacidades <i>WIN</i> del MSC asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio Móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>RELCAUSE</i>	Causa de liberación de llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeofDay</i> . El horario actual (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.

Una vez recibido el mensaje *ODISCONNECT*, el SCP detiene el proceso de decremento de saldo del usuario.

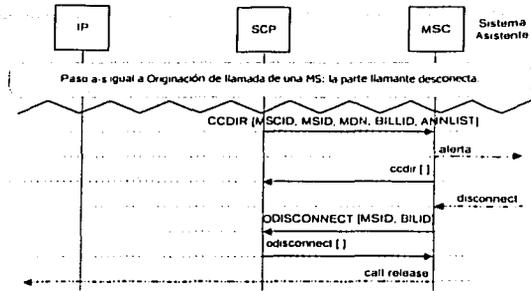
- v. El SCP determina que un IP es requerido para mostrar un anuncio a la MS con su nuevo saldo. El SCP envía un mensaje *SEIZERES* a un IP solicitando el recurso necesario.
- w. Cuando el IP recibe el mensaje *SEIZERES*, éste asigna un *TLDN* al apropiado recurso. El *TLDN* es regresado al SCP en el mensaje *seizeres*.
- x. El SCP envía un mensaje *CONNRES* al MSC asistente con las instrucciones para establecer la llamada en el lado del IP.

Parámetros	Uso
<i>DSTGTS</i>	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de la red del destino.
<i>CARDGTS</i>	<i>CarrierDigits</i> . Proveedor <i>Interexchange</i> para el establecimiento de llamada. Includido si aplica.
<i>ROUTDGTS</i>	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones especiales de enrutamiento. Includido si aplica.

- y. El MSC asistente establece la otra parte de la llamada al IP.
- z. Cuando la llamada es detectada en el IP, el IP envía un mensaje *INSTREQ* al SCP solicitando las instrucciones de procesamiento de llamada.
- aa. El SCP envía un mensaje *SRFDIR* al IP con el parámetro *EXESCR* indicando el anuncio a desplegar. El SCP puede incluir el parámetro *ANNLIS* en vez del parámetro *EXESCR* para indicar el anuncio a mostrar.
- bb. El IP muestra el anuncio indicado por el parámetro *EXESCR* a la MS. El anuncio indica el crédito o saldo actual.
- cc. El IP envía un mensaje *srfdir* al SCP. El parámetro *SCRRESULT* indica que el anuncio fue desplegado.
- dd. El SCP envía un mensaje *ODISCONNECT* al MSC asistente.
- ee. El MSC libera la llamada al IP.
- ff. El SCP envía un mensaje *instreq* al IP para concluir la transacción *SCP-IP*.
- gg. El MSC libera a la MS.

8.9.5 Originación de llamada de una MS con indicación de saldo bajo durante la llamada

Este escenario describe la invocación al servicio *PPC* con la indicación de saldo bajo durante la llamada.



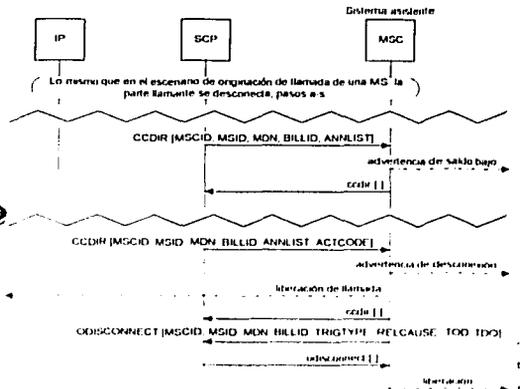
- a. Los mismos pasos a-s del escenario Origenación de llamada de una *MS*: La parte llamante desconecta.
- t. El saldo del suscriptor alcanza el nivel bajo y el *SCP* envía un mensaje *CCDIR* al *MSC* asistente con el parámetro *ANNLIST* indicando que una alerta de saldo bajo (ejemplo, tono o anuncio) sea desplegado.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la estación móvil.
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Es incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>ANNLIST</i>	Lista de tonos o anuncios a desplegar.

- u. El *MSC* asistente envía la alerta de crédito bajo a la *MS*. La alerta de crédito bajo es únicamente aplicada a la *MS* llamante.
- v. El *MSC* asistente envía un mensaje *ccdir* al *SCP* indicando que la solicitada fue completada.
- w. La *MS* termina la llamada.

8.9.6 Origenación de llamada de una *MS* con lógica de servicio para la liberación de llamada

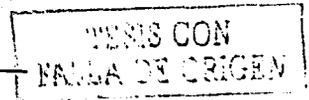
Este escenario describe la invocación de *PPC* en la origenación de llamada con lógica de servicio para la liberación de llamada.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

- a. Lo mismo que en el escenario de originación de llamada de una *MS*: la parte llamante se desconecta, pasos a-s.
- t. Lo mismo que en el escenario de originación de llamada de una *MS* con indicación de saldo bajo durante la llamada, pasos t-v.
- w. El *SCP* determina que la llamada será desconectada (por ejemplo, un temporizador del programa de lógica de servicio *PPC* expira). El *SCP* envía al *MSC* asistente un *CCDIR*. El parámetro *ANNLIST* indica que la alerta de advertencia de desconexión (un tono o un anuncio) se pondrá a la *MS*. El parámetro *ACTCODE* indica que la llamada se desconectará.
- x. El *MSC* asistente pone la advertencia de desconexión. La alarma de desconexión se aplica solamente a la *MS* llamante (el participante llamada no escucha la advertencia).
- y. El *MSC* asistente libera la parte de la llamada con el participante llamado.
- z. El *MSC* asistente envía al *SCP* un *ccdir*, reportando que la acción fue completada.
- aa. El *MSC* asistente detecta el disparo *O_Disconnect* y envía al *SCP* asociado con este disparo un *ODISCONNECT*.

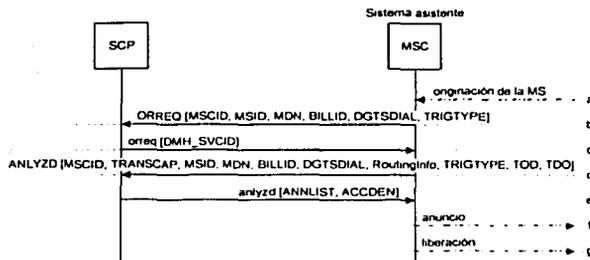
Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la <i>MS</i> servida
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>RELCAUSE</i>	Causa de la liberación de llamada.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . Horario actual (<i>UTC</i>)
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario civil local.



- bb. El *MSC* envía al *MSC* asistente un *odisconnect* vacío.
- cc. El *MSC* asistente libera a la *MS*.

8.9.7 Originación de llamada de una *MS* sin saldo suficiente para la llamada solicitada

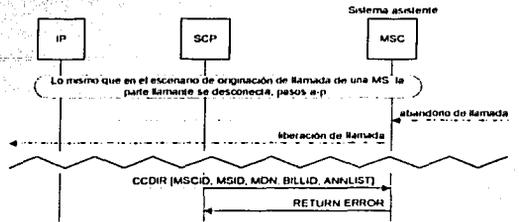
Este escenario describe la invocación de *PPC* en la originación de llamada sin saldo suficiente para la llamada solicitada.



- a. Lo mismo que en el escenario de originación de llamada de una *MS*: la parte llamante se desconecta, pasos a-d.
- e. El saldo del suscriptor no es suficiente para la originación de llamada solicitada. El *SCP* envía al *MSC* un *anlyzd*. El parámetro *ANNLIST* indica el anuncio que se va a poner. El parámetro *ACCDEN* indica que el servicio fue negado.
- f. El *MSC* pone el anuncio indicado a la *MS*.
- g. El *MSC* asistente libera a la *MS*.

8.9.8 Origenación de llamada con abandono de llamada

Este escenario describe la invocación de *PPC* en la origenación de llamada. La *MS* abandona la llamada antes de que sea contestada.

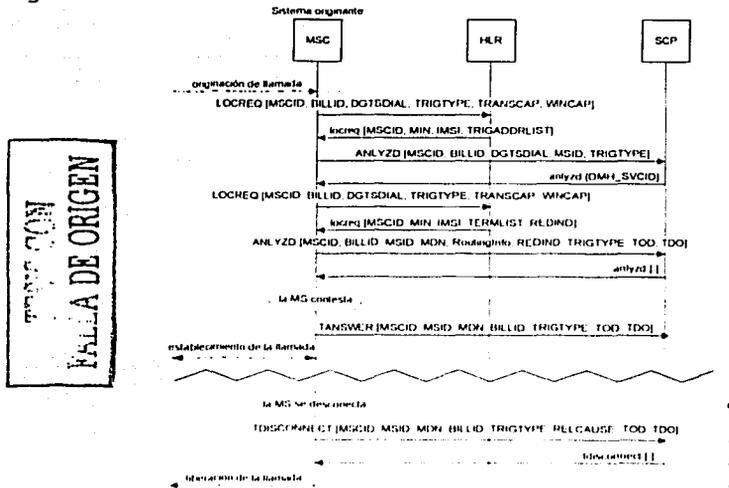


- a. Lo mismo que en el escenario de origenación de llamada de una *MS*: la parte llamante se desconecta, pasos a-p.
- q. La *MS* abandona la llamada.
- r. El *MSC* asistente libera la llamada.
- s. El *SCP* determina revisar el estado de la llamada (por ejemplo, un temporizador del programa de lógica de servicio *PPC* expira). El *SCP* envía al *MSC* un *CCDIR*. El parámetro *BILLID* identifica la llamada.
- t. El *MSC* no tiene una llamada que este asociada con el *BILLID* recibido. El *MSC* asistente envía al *SCP* un *RETURN ERROR*.

El *SCP* libera todos los recursos asociados con la llamada, y puede ajustar el saldo del suscriptor.

8.9.9 Entrega de llamada: terminación local en el *MSC* originante

Este escenario describe la invocación de *PPC* en la entrega de llamada. La llamada se termina en el *MSC* originante.



TRANS CON
 FALLA DE ORIGEN

- a. Una originación de llamada y los dígitos marcados (por ejemplo, número de directorio) son recibidos en el *MSC* originante.
- b. El *MSC* originante detecta el disparo *Mobile_Termination* y envía al *HLR* un *LOCREQ* asociado con la *MS*; esta asociación se hace a través de los dígitos marcados (los cuales no pueden ser el *MSID*). El parámetro *TRNSCAP* es puesto para indicar que el *MSC* puede procesar el parámetro *TRIGADDRLIST*. El parámetro *WINCAP* indica los disparos soportados por el *MSC*. El parámetro *TRIGTYPE* se pone para indicar que fue encontrado el disparo *Mobile_Termination*.
- c. El *HLR* envía al *MSC* originante el *locreq* con el parámetro *TRIGADDRLIST* para indicar que se proporcionarán los disparos *Initial_Termination*, *Location*, *Called_Routing_Address_Available*, *T_Answer* y *T_Disconnect*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> de la <i>MS</i> llamada. Incluido si esta disponible.
<i>TRIGADDRLIST</i>	Disparos <i>WIN</i> proporcionados para esta sección de la llamada.

- d. El *MSC* originante detecta el parámetro *Initial_Termination* y envía un *ANLYZD* al *SCP* indicado en el parámetro *TRIGADDRLIST*. El parámetro *TRIGTYPE* es puesto para indicar que fue detectado el disparo *Initial_Termination*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> originante.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSDIAL</i>	El número de directorio llamado.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- e. El *SCP* determina que el suscriptor llamado tiene *PPC* activado y que su saldo esta arriba del umbral. El *SCP* envía al *MSC* originante un *anlyzd*. El parámetro *DMH_SVCID* es puesto para indicar que el *PPC* fue invocado.
- f. El *MSC* originante detecta el disparo *Location* y envía al *HLR* un *LOCREQ*. El parámetro *TRIGTYPE* es puesto para indicar que el disparo *Location* fue encontrado.
- g. El *HLR* determina que la *MS* esta siendo servida por el *MSC* originante y regresa un *locreq* para indicar una terminación local.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> de la <i>MS</i> llamada. Incluido si esta disponible.
<i>TERMLIST</i>	Información de terminación de llamada.
<i>REDIND</i>	<i>DMH_RedirectionIndicator</i> . Razón para extender la llamada entrante.

- h. EL *MSC* originante se prepara para determinar la llamada. El *MSC* detecta el disparo *Called_Routing_Address_Available* y envía al *SCP* un *ANLYZD* asociado con este disparo. El parámetro *REDIND* es puesto para indicar *CD* local.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> originante.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la <i>MS</i> servida.
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>RoutingInfo:</i>	Información de enrutamiento de llamada:
[<i>DSTDGTS</i>]	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de red del destino.
[<i>CARDGTS</i>]	<i>CarrierDigits</i> . Intercambio de proveedor para establecimiento de llamada. Incluido si es aplicable.
[<i>ROUTDGTS</i>]	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones de enrutamiento especial. Incluido si es aplicable.
<i>REDIND</i>	<i>DMH_RedirectionIndicator</i> . Razón para extender la llamada entrante.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

Parámetros	Uso
TOD	TimeOfDay. Horario actual (UTC)
TDO	TimeDateOffset. Retardo de tiempo del horario civil local.

- i. El SCP envía al MSC originante un *anlyzd*.
- j. El MSC originante busca y alerta a la MS. La MS contesta.
- k. El MSC detecta el disparo *T_Answer*. El MSC envía al SCP un *TANSWER* asociado con este disparo.
- l. El participante llamante es conectado a la MS.
- m. La MS finaliza la llamada.
- n. El MSC originante detecta el disparo *T_Disconnect* y envía al SCP un *TDISCONNECT* asociado con este disparo.

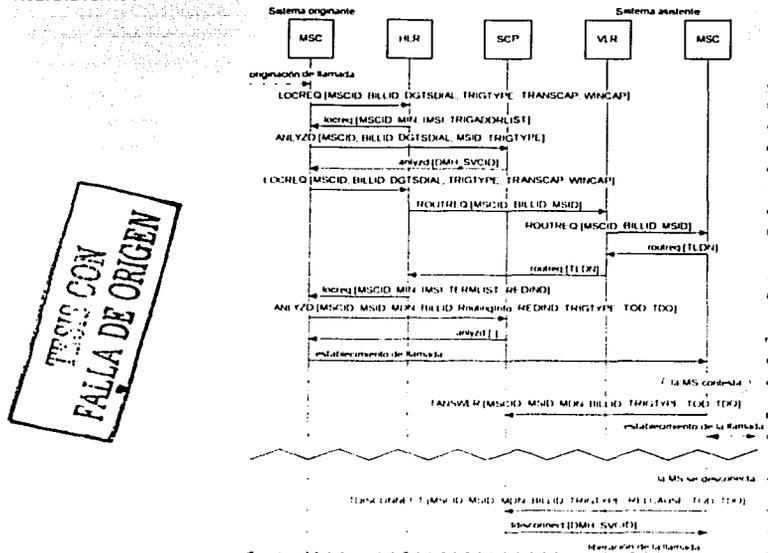
Parámetros	Uso
MSCID	MSCID del MSC asistente.
MSID	MSID de la MS servida.
MDN	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
BILLID	BillingID. Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
TRIGTYPE	Indica el disparo encontrado.
RELCAUSE	Causa de liberación de la llamada.
TOD	TimeOfDay. Horario actual (UTC)
TDO	TimeDateOffset. Retardo de tiempo del horario civil local.

En la recepción del *TDISCONNECT*, el SCP detiene el decremento del saldo del suscriptor.

- o. El SCP envía al MSC originante un *tdisconnect*.
- p. El MSC libera la llamada.

8.9.10 Entrega de llamada: Terminación Intersistema

Este escenario describe la invocación de *PPC* en la entrega de llamada con terminación intersistema.



- a. Una originación de llamada y los dígitos marcados (por ejemplo, el número de directorio) son recibidos por el *MSC* originante.
- b. El *MSC* originante detecta el disparo *Mobile_Termination* y envía al *HLR* un *LOCREQ* asociado con la *MS*; esta se hace a través de los dígitos marcados (los cuales no pueden ser el *MSID*). El parámetro *TRANSCAP* es puesto para indicar que el *MSC* puede procesar el parámetro *TRIGADDRLIST*. El parámetro *WINCAP* los disparos soportados por el *MSC*. El parámetro *TRIGTYPE* indica que el disparo *Mobile_Termination* fue encontrado.
- c. El *HLR* envía al *MSC* originante el *locreq* con el parámetro *TRIGADDRLIST* para indicar que se proporcionarían los disparos *Initial_Termination*, *Location* y *Called_Routing_Address_Available*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente.
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> de la <i>MS</i> llamada. Incluido si esta disponible.
<i>TRIGADDRLIST</i>	Disparos <i>WIN</i> proporcionados para esta sección de la llamada.

- d. El *MSC* originante detecta el disparo *Initial_Termination* y envía al *SCP* un *ANLYZD* indicado en el parámetro *TRIGADDRLIST*. El parámetro *TRIGTYPE* indica que el disparo *Initial_Termination* fue encontrado.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> originante.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>DGTSDIAL</i>	Número de directorio llamado.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- e. El *SCP* determina que el suscriptor llamado tiene activo el *PPC* y que el saldo esta arriba del nivel del umbral. El *SCP* envía al sistema originante un *analyzd*. El parámetro *DMH_SVCID* indica que *PPC* fue invocado.
- f. El *MSC* originante detecta el disparo *Location* y envía al *HLR* un *LOCREQ*. El parámetro *TRIGTYPE* indica que el disparo *Location* fue encontrado.
- g. El *HLR* determina que el procesamiento de la llamada continuara y envía al *VLR* un *ROUTREQ*.
- h. El *VLR* reenvía al *MSC* asistente el *ROUTREQ*.
- i. El *MSC* asistente asigna un *TLDN* y lo regresa al *VLR* en el *routreq*.
- j. El *VLR* reenvía al *HLR* el *routreq*.
- k. El *HLR* envía al *MSC* originante el *locreq* con instrucciones para establecer la llamada con el suscriptor.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> asistente
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> de la <i>MS</i> llamada.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> de la <i>MS</i> llamada. Incluido si esta disponible.
<i>REDIND</i>	<i>DMH_RedirectionIndicator</i> . Razón para extender la llamada entrante.
<i>TERMLIST</i>	Información de terminación de llamada.

- l. El *MSC* originante se prepara para establecer la llamada con el *MSC* asistente y detecta el disparo *Called_Routing_Address_Available*. El *MSC* originante envía al *SCP* un *ANLYZD* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	<i>MSCID</i> del <i>MSC</i> originante.
<i>MSID</i>	<i>MSID</i> de la <i>MS</i> servida.
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>BillingID</i> . Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
<i>RoutingInfo</i>	Información de enrutamiento de llamada:
[<i>DSTDGTS</i>]	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de red del destino.

Parámetros	Uso
[CARDGTS]	CarrierDigits. Intercambio de proveedor para establecimiento de llamada. Incluido si es aplicable.
[ROU DTGTS]	RoutingDigits. Instrucciones de enrutamiento especial. Incluido si es aplicable.
REDIND	DMH_RedirectionIndicator. Razón para extender la llamada entrante.
TRIGTYPE	Indica el disparo encontrado.
TOD	TimeOfDay. Horario actual (UTC)
TDO	TimeDateOffset. Retardo de tiempo del horario civil local.

- m. El SCP envía al MSC un *analyzd*.
- n. El MSC originante establece la llamada con el suscriptor.
- o. La MS contesta la llamada.
- p. El MSC asistente detecta el disparo *T_Answer* y envía al SCP un *TANSWER* asociado con este.

Parámetros	Uso
MSCID	MSCID del MSC asistente.
MSID	MSID de la MS servida.
MDN	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
BILLID	BillingID. Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
TRIGTYPE	Indica el disparo encontrado.
TOD	TimeOfDay. Horario actual (UTC)
TDO	TimeDateOffset. Retardo de tiempo del horario civil local.

- q. El participante llamante es conectado a la MS.
- r. La MS finaliza la llamada.
- s. El MSC asistente detecta el disparo *T_Disconnect* y envía al SCP un *TDISCONNECT* asociado con este.

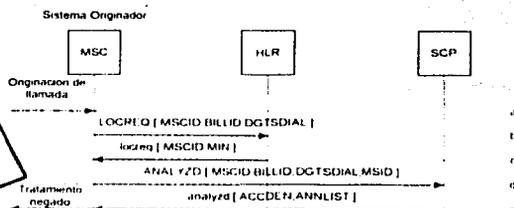
Parámetros	Uso
MSCID	MSCID del MSC asistente.
MSID	MSID de la MS servida.
MDN	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
BILLID	BillingID. Usado para relacionar peticiones para esta llamada.
TRIGTYPE	Indica el disparo encontrado.
RELCAUSE	Causa de liberación de la llamada.
TOD	TimeOfDay. Horario actual (UTC)
TDO	TimeDateOffset. Retardo de tiempo del horario civil local.

En la recepción del *TDISCONNECT*, el SCP detiene el decremento del saldo del suscriptor.

- t. El SCP envía al MSC asistente un *tdisconnect*. El parámetro *DMH_SVCID* es puesto para indicar que el PPC fue invocado.
- u. El MSC asistente libera la llamada.

8.9.11 Entrega de llamadas: Saldo Insuficiente

En este escenario se describe una invocación de servicios de PPC sobre la entrega de una llamada cuando el estado de cuenta del suscriptor esta por debajo del umbral establecido.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

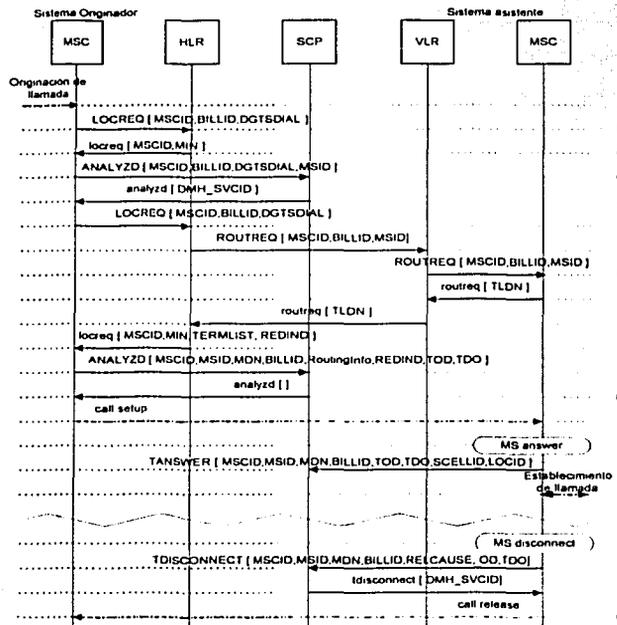
- a. Los mismos pasos a-d del escenario Entrega de llamada: terminación entre sistemas.
- e. El saldo del suscriptor esta por debajo del umbral establecido. El *SCP* envía un mensaje de *analyzd* hacia el *MSC* origen.

Parámetros	Uso
<i>ACCDEN</i>	Razón para negar acceso.
<i>ANMLIST</i>	Lista de tonos o anuncios por mostrar. Si no se incluyen, el anuncio se basa en el valor del <i>ACCDEN</i> .

- f. El *MSC* origen provee un tratamiento de negación.

8.9.12 Entrega de llamada: Tasa de tarificación dependiente de la ubicación del MS

En este escenario se describe una invocación de servicios de *PPC* sobre la entrega de una llamada con terminación entre sistemas. La tasa de tarificación es dependiente de la ubicación del móvil.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- a. Los mismos pasos a-o del escenario Entrega de llamada: terminación entre sistemas.
- p. El *MSC* asistente detecta el disparo *T_Answer* y envía un mensaje *TANSWER* al *SCP* asociado a este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOfset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.
<i>SCELLID</i>	<i>ID</i> de la célula asistente del <i>MS</i> .
<i>LOCID</i>	<i>ID</i> de la locación del área. Incluido si esta disponible.

Una vez recibido el mensaje *TANSWER*, el *SCP* empieza a decrementar el saldo del suscriptor. La tasa de tarificación es dependiente de la ubicación del móvil.

- q. La *parte* que llama es conectada al *MS*.
- r. El *MS* envía la llamada.
- s. El *MSC* asistente detecta el disparo *T_Disconnect* y envía el mensaje *TDISCONNECT* al *SCP* asociado a este disparo.

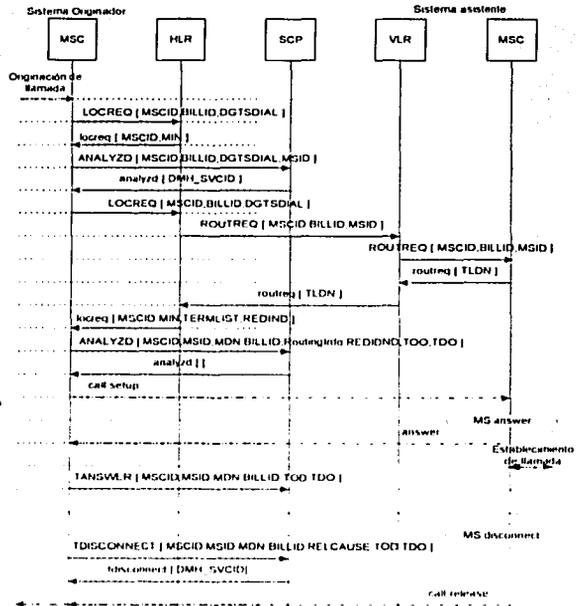
Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>RELCAUSE</i>	Causa liberación de la llamada.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.

Una vez recibido el *TDISCONNECT*, el *SCP* detiene el decremento en el saldo del suscriptor.

- t. El *SCP* envía un mensaje *tdisconnect* al *MSC* asistente. Se pone el parámetro *DMH_SVCID* para indicar que *PPC* fue invocado.
- u. El *MSC* asistente libera la llamada.

8.9.13 Entrega de llamada: El *MSC* asistente no soporta *WIN*

En este escenario se describe una invocación de servicios de *PPC* sobre la entrega de una llamada con terminación entre sistemas. El *MSC* asistente no soporta las capacidades *WIN*.



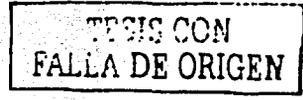
mensaje con FALLA DE ORIGEN

- a. Los mismos pasos a-b del escenario Entrega de llamada: terminación entre sistemas.
- c. El HLR envía un mensaje de locreq al *MSC* origen con el parámetro TRIGADDRLIST para indicar que los disparos Initial_Termination, Location, Called_Routing_Address_Available, T_Answer y T_disconnect serán provistos. Los disparos T_Answer y T_disconnect son proveídos para la entrega de llamada por que el *MSC* asistente no soporta WIN.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> del <i>MS</i> llamado.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> del <i>MS</i> llamado. Se incluye en caso de que este disponible.
<i>TRIGADDRLIST</i>	Disparos <i>WIN</i> provistos para esta parte de la llamada.

- d. Los mismos pasos de d-o del escenario Entrega de llamada: terminación entre sistemas.
- Figura 5.15
- p. El *MSC* asistente provee una indicación de respuesta.
 - q. La parte que llama es conectada al *MS*.
 - r. El *MSC* origen detecta el disparo de *T_Answer* y envía un mensaje *TANSWER* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.



Nota: Los valores del *TOD* y *TDO* son tiempos del *MSC* origen y la lógica de programa de *PPC* puede requerir ajustes de estos valores para reflejar el tiempo local del *MSC* asistente.

- s. El *MS* termina la llamada.
- t. El *MSC* origen detecta el disparo *T_Disconnect* y envía un mensaje *TDISCONNECT* al *SCP* asociado a este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>RELCAUSE</i>	Causa liberación de la llamada.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOffset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.

Nota: Los valores del *TOD* y *TDO* son tiempos del *MSC* origen y la lógica de programa de *PPC* puede *requerir* ajustes de estos valores para reflejar el tiempo local del *MSC* asistente.

- u. El *SCP* envía un mensaje *t_disconnect* al *MSC* origen. Se pone el parámetro *DMH_SVCID* para indicar que *PPC* fue invocado.
- v. El *MSC* asistente libera la llamada.

8.9.14 Recuperación de estado de cuenta de *PPC* después de un fallo en el *MSC*

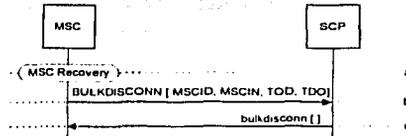
Este escenario describe la recuperación del estado de cuentas después de que ha ocurrido un fallo en el *MSC*. Durante el caso de falla del *MSC*, todas las llamadas son tiradas. Cuando el *MSC* se recupera de la falla, éste puede informar a todos los *SCPs* que estaban controlando llamadas *PPC* al instante en que ocurrió la falla. Esta información permite a los *SCPs* actualizar los estados de

cuenta de los suscriptores, basándose en la hora en la cual una llamada fue terminada debido a la falla del *MSC*.

Después de una falla, el *MSC* puede recuperar las direcciones de los *SCPs* que controlaban las llamadas *PPC* del *MSC*, específicamente *SCPs* asociados con los disparos *T_Disconnect* y *O_Disconnect*.

La cantidad de datos almacenables en el *MSC* pueden ser configurados (por ejemplo: 30 minutos de información).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



- El *MSC* se recupera de una falla en donde todas las llamadas fueron tiradas.
- El *MSC* envía el mensaje *BULKDISCONN* para el *SCP*, indicando que todas las llamadas han sido tiradas. Los parámetros *TOD* y *TDO* indican la hora de falla para informar a los *SCPs* asociados con los disparos *T_Disconnect* y *O_Disconnect*, que las llamadas en este *MSC* han sido desconectadas. La hora de la falla del *MSC* es incluida en este mensaje.
- El *SCP* regresa un mensaje vacío *bulkdisconn*. El *SCP* actualiza los estados de cuenta de los suscriptores de las llamadas que estaban activas en el momento que ocurrió la falla del *MSC*.

8.9.15 Recuperación después de un fallo en el SCP

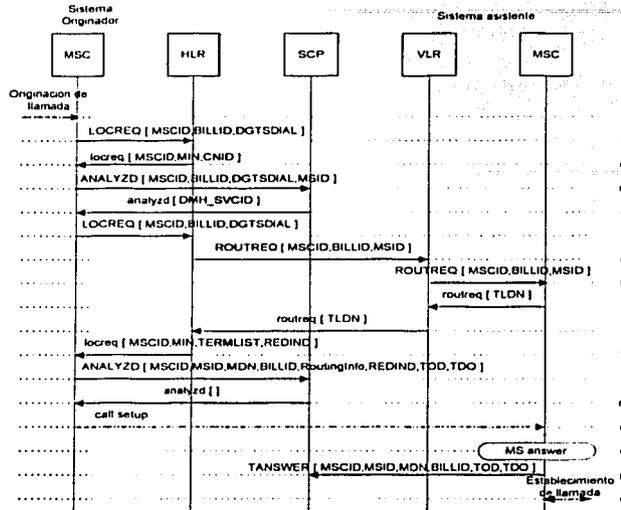
Este escenario describe las operaciones entre sistemas necesarias para recuperar datos de la llamada después de que la entidad de red *SCP* falló. Durante una de estas fallas, los datos de la llamada del suscriptor *PPC* no se reciben de parte del *MSC*. El *SCP* puede no recibir información acerca de las llamadas que terminaron durante el periodo de falla. Para que el *SCP* sea capaz de ajustar los estados de cuenta de los suscriptores, es necesario que obtenga información de las llamadas que terminaron durante la falla.

El *MSC* puede almacenar datos de llamadas para las cuales no recibió respuesta a una petición de desconexión de la parte que llama o la parte llamada.

Cuando el *SCP* se recupera de una falla, éste puede requerir datos del *MSC* acerca del estado de las llamadas que estaban en curso en el *MSC*. El *MSC* regresa una lista de los datos de las llamadas que terminaron durante la falla del *SCP*.

Después de la falla, el *SCP* puede recuperar datos (almacenados en la entidad de red *SCP*) acerca de las llamadas que estaban en curso al momento de la falla. Estos datos incluyen:

- El *MSC* en donde la llamada estaba activa.
- Referencia de llamadas (*Billing ID* o información del suscriptor que identifique la llamada).
- Tiempo de inicio de la llamada.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- a. Origenación de una llamada y los dígitos de dirección del *MS* marcados (por ejemplo: número de directorio) son recibidos por el *MSC* origen.
- b. El *MSC* origen detecta el disparo *Mobile Termination* y envía el mensaje *LOCREQ* al *HLR* asociado con el *MS*; esta asociación es hecha a través de los dígitos de dirección del *MS* marcados (el cual puede no ser el *MSID*). Se pone el parámetro *TRANSCAP* para indicar que el *MSC* puede procesar el parámetro *TRIGADDRLIST*. El parámetro *WINCAP* indica los disparos soportados por el *MSC*. Se pone el parámetro *TRIGTYPE* para indicar que se encontró el disparo *Mobile Termination*.
- c. El *HLR* envía el mensaje *locreq* al *MSC* origen con el parámetro *TRIGADDRLIST* para indicar que los disparos *Initial Termination* y *Location* y *Calles_Routing_Address Available* podrán ser proveídos. El parámetro *CNID* se pone para el identificador asociado con la operación de recuperación del *SCP* en caso de que ocurra una falla.
- d. El *MSC* origen detecta el disparo *Initial Termination* y envía un mensaje *ANAYZD* al *SCP* indicado en el parámetro *TRIGADDRLIST*. Se pone el parámetro *TRIGTYPE* para indicar que se detecto el disparo *Initial Termination*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>DGTSIDIAL</i>	El número de directorio llamado.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.

- e. El *SCP* determina que el suscriptor llamado tiene *PPC* activo y que el estado de cuenta esta por encima del umbral predefinido. El *SCP* envía un mensaje *analyzd* al *MSC* origen. Se pone el parámetro *DMH_SVCID* para indicar que *PPC* fue invocado.
- f. El *MSC* origen detecta el disparo *Location* y envía un mensaje *LOCREQ* al *HLR*. Se pone el parámetro *TRIGTYPE* para indicar que se encontró el disparo *Location*.
- g. El *HLR* determina que el procesamiento de la llamada continuará y envía un mensaje *ROUTEREQ* al *VLR*.
- h. El *VLR* envía el mensaje *ROUTREQ* al *MSC* asistente.
- i. EL *MSC* asistente asigna un *TLDN* y lo regresa al *VLR* en el mensaje *routreq*.

- j. El *VLR* envía el mensaje *routeq* al *HLR*.
- k. El *HLR* envía el mensaje *locreq* al *MSC* origen con instrucciones para configurar la llamada al suscriptor.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MIN</i>	<i>MIN</i> del <i>MS</i> llamado.
<i>IMSI</i>	<i>IMSI</i> del <i>MS</i> llamado. Se incluye en caso de que este disponible.
<i>REDIND</i>	<i>DMH_RedirectionIndicator</i> . Razón para extender la llamada entrante.
<i>TENLIST</i>	Información de terminación de la llamada.

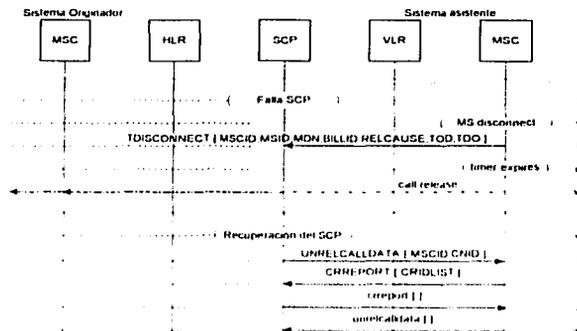
- l. EL *MSC* origen se prepara para enrutar la llamada al *MSC* asistente y detecta el disparo *Called_Routing_Address_Available*. El *MSC* origen envía el mensaje *ANALYZD* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
Información de enrutamiento:	Información de enrutamiento de llamada:
[<i>DSTDGTS</i>]	<i>DestinationDigits</i> . La dirección de red del destino.
[<i>CARDGTS</i>]	<i>CarrierDigits</i> . Proveedor <i>interexchange</i> para el establecimiento de llamada.
[<i>ROUTDGTS</i>]	<i>RoutingDigits</i> . Instrucciones especiales de enrutamiento. Inclúyelas si es aplicable.
<i>REDIND</i>	<i>DMH_RedirectionIndicator</i> . Razón para extender la llamada entrante.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOfset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.

- m. El *SCP* envía un mensaje *analyzd* al *MSC*.
- n. EL *MSC* origen configura la llamada al suscriptor.
- o. El *MS* contesta la llamada.
- p. El *MSC* asistente detecta el disparo *T_Answer* y envía un mensaje *TANSWER* al *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOfset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.

- q. La parte que llama es conectada al *MS*.



PROCESO CON FALLA DE ORIGEN

- r. El *SCP* falla.
- s. El *MS* termina la llamada.
- t. El *MSC* asistente detecta el *T_Disconnect* y envía un mensaje *TDISCONNECT* para el *SCP* asociado con este disparo.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>MSID</i>	Identificador del <i>MS</i> (<i>MSID</i>).
<i>MDN</i>	Número de directorio móvil. Incluido si esta disponible.
<i>BILLID</i>	<i>Billing ID</i> . Usado para relacionar peticiones a esta llamada.
<i>TRIGTYPE</i>	Indica el disparo encontrado.
<i>RELCAUSE</i>	Causa liberación de la llamada.
<i>TOD</i>	<i>TimeOfDay</i> . El instante de contestación de llamada (<i>UTC</i>).
<i>TDO</i>	<i>TimeDateOfset</i> . Retardo de tiempo del horario local civil.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El *SCP* no detecta el mensaje.

- u. El *MSC* asistente no recibe un mensaje *tdisconnect* y un temporizador del *MSC* expira. El *MSC* asistente graba datos de la llamada con el valor *CNID* del *MS*.
- v. El *MSC* asistente libera la llamada.
- w. El *SCP* se recupera de la falla. El *SCP* recupera datos acerca del manejo del *MSC* de las llamadas *PPC* de los suscriptores atendidos por el *SCP*. El *SCP* también recupera datos relacionados a las llamadas *PPC* que iniciaron antes de que la falla ocurriera.
- x. El *SCP* envía un mensaje *UNRELCALLDATA* al *MSC* asistente. El valor del parámetro *CNID* del *SCP* es usado para correlacionar la petición de los datos pertenecientes a la llamada para la recuperación de la falla del *SCP*.

Parámetros	Uso
<i>MSCID</i>	Identificador del <i>MSC</i> asistente (<i>MSCID</i>).
<i>CNID</i>	<i>ControlNetworkID</i> para selección de datos de la llamada.

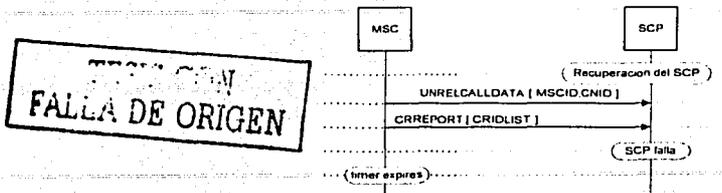
- y. El *MSC* compila una lista de datos de la llamada almacenados que iguales el valor del *CNID* recibido y para el cual no se recibió respuesta al mensaje *TDISCONNECT* u *ODISCONNECT*. El *MSC* incluye el tiempo en el cual cada llamada terminó. El *MSC* envía la información requerida al *SCP* en el mensaje *CPREPORT*.

Parámetros	Uso
<i>CRIDLIST</i>	<i>CallRecoveryIDList</i> . Lista de llamadas terminadas y no confirmadas en el <i>MSC</i> .

- z. El *SCP* responde con un mensaje *crreport*.
- aa. El *MSC* asistente puede borrar los datos de llamada recibidos por el *SCP*. Si el escáner es incompleto, el *MSC* envía más datos de llamada. Los pasos y – z se repiten hasta que todos los datos de llamada asociados con el *SCP* sean transmitidos.
- bb. El *MSC* asistente confirma que todos los datos de llamada asociados con el *MSC* han sido enviados. El *MSC* envía un mensaje vacío *unrelcalldata* al *SCP*.

8.9.16 Falla durante la recuperación de falla del *SCP*

Este escenario describe las operaciones entre sistemas necesarias para recuperar datos de llamada *PPC* después de una falla del *SCP*. Durante una falla, los datos de llamada de suscriptores *PPC* no se reciben de parte del *MSC*. El *SCP* puede no recibir información acerca de llamadas que terminaron durante el periodo de falla. Para que el *SCP* sea capaz de ajustar los estados de cuenta de los suscriptores, es necesario que obtenga información de las llamadas que terminaron durante la falla.



- a. El SCP se recupera de la falla. El SCP recupera datos acerca del manejo del MSC de las llamadas PPC de los suscriptores atendidos por el SCP. El SCP también recupera datos relacionados a las llamadas PPC que iniciaron antes de que la falla ocurriera.
- b. El SCP manda un mensaje UNRELCALLDATA al MSC asistente. El valor del parámetro CNID del MSC es usado para correlacionar la petición de datos pertenecientes a la llamada para la recuperación de la falla del SCP.

Parámetros	Uso
MSCID	Identificador del MSC asistente (MSCID).
CNID	ControlNetworkID para selección de datos de la llamada.

- c. El MSC compila una lista de datos de la llamada almacenados que iguales el valor del CNID recibido y para el cual no se recibió respuesta al mensaje TDISCONNECT u ODISCONNECT. El MSC incluye el tiempo en el cual cada llamada terminó. El MSC envía la información requerida al SCP en el mensaje CPREPORT.

Parámetros	Uso
CRIDLIST	CallRecoveryIDList. Lista de llamadas terminadas y no confirmadas en el MSC.

- d. Otra falla ocurre y el SCP no responde al MSC.
- e. El temporizador del MSC expira. Por lo tanto el MSC ejecuta procedimientos de recuperación local.

8.10 Implementación

De acuerdo a los escenarios WIN para el servicio de prepago, se pretende simular el comportamiento del MSC y SCP ante una llamada de un usuario que tiene activado este servicio. Para esta simulación se emplearon 2 tarjetas de señalización SS7 NS700 Brooktrout, en donde una realizaría algunas de las funciones representativas del MSC, mientras que la segunda contendría la lógica de servicio así como datos asociados al proceso de interacción SCP-IP, MSC-SCP y MSC-IP. El IP se definiría como un servicio contenido en el SCP para aventajarnos de las capacidades de direccionamiento especializado que se ofrecen en este nodo.

En el MSC se encontrará el procesamiento de llamada que permite la simulación de la parte del usuario, así como las funciones de conmutación y las funciones de invocación de servicios al periférico inteligente.

8.10.1 Programación de las capas del protocolo SS7

La programación de cada una de las capas requiere un proveedor de servicio para poder comunicarse a través de la API proporcionada por el fabricante, por medio de los cuales se pueden activar y configurar los servicios ofrecidos a través de los parámetros y funciones establecidas en cada proveedor.

Para poder obtener retroalimentación de notificaciones de los eventos ocurridos y realizar acciones de control cada proveedor de servicio tiene su estructura *listener* (*callback*) asociada por medio de la cual se pueden llevar a cabo estas acciones a través de apuntadores a funciones programadas por el usuario que dependen de los requerimientos de la implementación.

Para nuestra implementación se establecieron en la capa física 2 *linksets*: *linkset0* y *linkset1*, cada uno con dos canales de señalización. Estos *linkset* se encargan de transportar los datos para la comunicación entre el *SCP* y el *MSC*. Para cada nodo de la red se asigna una dirección para poder realizar operaciones de direccionamiento. El *SCP* se configuró para que cada mensaje que arribe a él se le aplique un servicio orientado transacción, es decir, lo enrute a través de *SCCP* y lo asigne como un servicio de tipo *MAP* (*ANSI-41*).

La programación de esta implementación quedó definida hasta la capa *TCAP*, ya que para la programación de la capa *MAP*, servicios, se requiere de un conocimiento detallado de las operaciones y sus parámetros involucrados y transacciones. Además, la programación depende de las necesidades de cada operador.

El objetivo de este trabajo no es presentar a detalle o desarrollar un software para la implementación de un servicio específico de red inteligente como es el caso de los servicios de prepago. Sin embargo, se realizó la programación representativa empleando *APIs* que permiten usar las capas de *SS7* para la creación de servicios. Con esto se comprobó que se pueden implementar de manera rápida y eficiente sin necesidad de recurrir a soluciones propietarias u orientadas a equipos específicos dependientes de su arquitectura. Esto conllevaría a la libre competencia, una rápida convergencia de servicios personalizados en cualquier mercado, asegurando la interoperabilidad.

Es importante notar que existen otros productos para el desarrollo de servicios inteligentes que cumplen con las normas y especificaciones internacionales de telecomunicaciones.

El código de programación se muestra a continuación:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>
#include <iostream.h>
#include <windows.h>
#include "tdapi.h"
#define MAX_CARDS 8
#define MPAC_DOWNLOAD "indepdl000007008r.dld"
#define IPAC_DOWNLOAD "vxwpcdl002245018.s"
#define FPGA_DOWNLOAD "indepdl001134101.mcs"
static SPHandle maint_sp;
static SPHandle mtp2_sp;
static SPHandle mtp3_sp;
static SPHandle tcap_sp;
static int done = 0;
static CardDetails cardData[MAX_CARDS];
static int numTrunks = 2; // Number of Trunks to configure
static int numSigs = 2; // Number of Signalling Channels per trunk
static int mtpMode = 0; // The MTP2 protocol
void userStart();
void userStop( void );
void userEmergency();
void userStartch(int channel);
void userEmergencych(int channel);
// MTP3
void configmtp3(void){
    TDapi_Node orig;
    TDapi_Node dest;
    orig.pointCode = 500;
    orig.networkIndicator=2;
```

```

dest.pointCode =600;
dest.networkIndicator=2;
int result;
int routes[2];
int combined[1];
printf("\nConfiguring MTPL3...\n");
result=TDapi_ConfigureMtpStack(mtpl3_sp,orig);
printf("\nNode parameters: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
combined[0]=1;
result = TDapi_ConfigureMtpLinkset(mtpl3_sp,0,dest,1,combined);
printf("\nLinkSet 0 status: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
combined[0]=0;
result =TDapi_ConfigureMtpLinkset(mtpl3_sp,1,dest,1,combined);
printf("\nLinkSet 1 status: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpLink(mtpl3_sp,0,0,0);
printf("\nLink 0 to LinkSet 0: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpLink(mtpl3_sp,1,1,0);
printf("\nLink 0 to LinkSet 0: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpLink(mtpl3_sp,2,2,1);
printf("\nLink 1 to LinkSet 1: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpLink(mtpl3_sp,3,3,1);
printf("\nLink 0 to LinkSet 0: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpRoute(mtpl3_sp,0,0,1);
printf("\nSignalling Route 0 to LinkSet 0: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_ConfigureMtpRoute(mtpl3_sp,1,1,0);
printf("\nSignalling Route 1 to LinkSet 1: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
routes[0]=0;
routes[1]=1;
result =TDapi_ConfigureMtpDestination(mtpl3_sp,0,dest,2,routes);
printf("\nDestination: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
result =TDapi_DefineMtpPort(mtpl3_sp,0,(char*)"MAP_0",3);
printf("\nPort 0: %s\n",result == TDAPI_SUCCESS ? "OK":"FAILED");
}
void DatalinkStatus(SPHandle sp,int id,int status){
    printf( "Sig link %d: %s\n",id,status == TDAPI_IN_SERVICE ? "OK" : "Failed" );
}
void RouteStatus(SPHandle sp,int id,int status){
    printf( "Route id %d: %s\n",id,status == TDAPI_IN_SERVICE ? "OK" : "Failed" );
}
void MPause(SPHandle sp,Uint32 pointcode,Byte ni){
    printf( "Pointcode(Pause) %u:",pointcode);
}
void MResume(SPHandle sp,Uint32 pointcode,Byte ni){
    printf( "Pointcode(Resume) %u:",pointcode);
}
char* getOpStatusText( int status ){
    switch( status )
    {
        case L1_OPERATIONAL:
            return (char *)"L1_OPERATIONAL";
        case L1_NON_OPERATIONAL:
            return (char *)"L1_NON_OPERATIONAL";
        case L1_INFO:
            return (char *)"L1_INFO";
    }
    return (char *)"UNKNOWN";
}
void applyConfig( void ){
    int i, j;
    for( i = 0; i < numTrunks; i++ )
    {
        TDapi_ConfigureTrunk( i, 0, E1_120_HDB3, CRC_OFF, 0, 0, 0, ETSI_MTPL3_0, i );
        for (j=0; j<numSigs; j++)
            TDapi_ConfigureSignalling( i*numSigs+j, 0, i, 1+j,L2_ANSI_MTP, 0, ETSI_MTPL3_0,
i*numSigs+j, NULL_END );
    }
}
TDapi_ConfigureTiming( 0, A_PRIMARY_MASTER, TIMING_INTERNAL, TIMING_NONE, TIMING_NONE );
TDapi_ConfigurationComplete();

```

```

}
/* ProviderListener callbacks */
void processProviderInService( SPHandle sp )
{
    if( sp == maint_sp )
    {
        printf( "Maint provider In service\n" );
        applyConfig();
    }
    else if( sp == mtpl2_sp )
        printf( "MTPL2 provider In service\n" );
    else if( sp == mtpl3_sp )
    {
        printf( "MTPL3 provider In service\n" );
        configmtpl3();
    }
    else
        printf( "TCAP provider In service\n" );
}

void processProviderOutOfService( SPHandle sp )
{
    if( sp == maint_sp )
        printf( "Maint provider Out of service\n" );
    else if( sp == mtpl2_sp )
        printf( "MTPL2 provider Out of service\n" );
    else if( sp == mtpl3_sp )
        printf( "MTPL3 provider Out of service\n" );
    else
        printf( "TCAP provider Out of service\n" );
}

/* MaintListener callbacks */
void configTrunk(int card, int trunk, int result){
    printf("Configure Trunk %d %s\n", trunk, result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
}
void configSig(int card, int channel, int result){
    printf("Configure Signalling %d %s\n", channel, result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
}
void configTiming(int card, int result){
    printf("Configure Timing %s\n", result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
}
void configComplete(int result){
    if (result == TDAPI_SUCCESS)
    {
        printf("Configuration Complete\n");
        TDapi_QueryCards();
    }
}

void startCardResp(int card, int result){
    int i, j;
    printf("Start Card %d %s\n", card, result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed" );
    for( i = 0; i < numTrunks; i++ )
    {
        TDapi_StartTrunk(0, i);
        for (j=0; j<numSigs; j++)
            TDapi_StartChannel(0, i*numSigs+j);
    }
    configmtpl3();
}

void queryResp(int numCards, CardDetails* data){
    int i, id;
    char *download = NULL;
    printf("Found %d card(s)\n", numCards);
    for (i=0; i<numCards; i++)
    {
        printf("Card %d, Type %d\n", data[i].cardID, data[i].cardType);
        id = data[i].cardID;
        memcpy(&cardData[id], &data[i], sizeof(CardDetails));
    }
    switch (cardData[0].cardType)
    {
        case MPAC1025:

```

```

    case MPAC1022:
        download = MPAC_DOWNLOAD;
        break;
    case MPAC1200:
    case MPAC2400:
        download = IPAC_DOWNLOAD;
        break;
    }
    printf("Downloading %s to Card 0\n", download);
    TDapi_DownloadCard(0, download);
}
void downloadResp(int card, int result){
    printf("Download Card %d %s\n", card, result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
    TDapi_ResetCard(0);
}

void resetCardResp(int card, int result){
    printf("Reset Card %s\n", result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
    if (result == TDAPI_SUCCESS)
    {
        switch (cardData[card].cardType)
        {
            case MPAC1025:
            case MPAC1022:
                TDapi_StartCard(card);
                break;
            case MPAC1200:
            case MPAC2400:
                printf("Downloading %s to Card %d\n", FPGA_DOWNLOAD, card);
                TDapi_DownloadFPGA(card, FPGA_DOWNLOAD);
                break;
        }
    }
    else
        done = 1;
}

void downloadFPGAResp(int card, int result){
    printf("FPGADownload %s\n", result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed");
    if (result == TDAPI_SUCCESS)
        TDapi_StartCard(card);
    else
        done = 1;
}

void channelResp( int card, int chan, int result ){
    printf( "Start Channel %d %s\n", chan, result==TDAPI_SUCCESS ? "OK" : "Failed" );
}

void processL1Status( int cardID, int trunkID, int opStatus, int alarmStatus ){
    printf( "Card %d Trunk %d Status %s\n", cardID, trunkID, getOpStatusText( opStatus ));
    if(getOpStatusText(opStatus) == "L1_OPERATIONAL"){
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,0);
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,1);
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,2);
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,3);
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,4);
        TDapi_MtpActivateLink(mtpl3_sp,5);
    }
}

void destStatusInd(SPHandle sp, int destId, int status){
    printf("Destination %d %s\n", destId, status==TDAPI_IN_SERVICE ? "Available" : "Unavailable");
}

void userTxMessage(){
    int i;
    int result;
    Byte msu[ 280 ];
    int channel=0;
    int length;
    char mensaje[ 280 ];
    printf("Length : ");
    scanf("%d", &length);
}

```

```

msu[0] = length < 63 ? length : 63;
msu[1] = 0xCB;
printf("Introduce un mensaje\n");
scanf("%s",&mensaje);
for( i = 2; i < length; i++)
{
    msu[i] = mensaje[ i-2];
}
if (channel == -1)
{
    for (channel=0; channel<numTrunks*numSigs; channel++)
    {
        result = TDapi_MessageForTransmission( mtpl2_sp, channel, msu, length );
        if( result != TDAPI_SUCCESS )
            printf( "MTPL2 msu not sent channel %d - %s\n", channel, TDapi_GetStatusText( result ) );
    }
}
else
{
    result = TDapi_MessageForTransmission(mtpl2_sp, channel, msu, length);
    if( result != TDAPI_SUCCESS)
        printf( "MTPL2 msu not sent channel %d - %s\n", channel, TDapi_GetStatusText( result ) );
}
}

void displayKeys( void ){
    printf( "M : Send MSU\n" );
    printf( "H : display this help\n" );
    printf( "\n");
    printf( "X : exit\n" );
}

void getUserAction( void )
{
    char instr[80];
    scanf("%s", instr);
    switch( instr[0] )
    {
        case 'M':
        case 'm':
            userTxMessage();
            break;

        case 'h':
        case 'H':
            displayKeys();
            break;

        case 'x':
        case 'X':
            exit( 0 );
            break;

        default:
            break;
    }
}

int main( void ){
    int stat;
    ProviderListener myProvListener;
    MaintListener myMaintListener;
    Mtpl2Listener myMtpl2Listener;
    Mtpl3Listener myMtpl3Listener;
    TCAPListener myTcapListener;
    stat = TDapi_Init();
    if (stat != TDAPI_SUCCESS)
        return 1;
    stat = TDapi_GetServiceProvider( &mtpl2_sp, ( char * )"mtpl2_0" );
    if( stat != TDAPI_SUCCESS )
        return 1;
    stat = TDapi_GetServiceProvider( &maint_sp, ( char * )"maint" );
    if( stat != TDAPI_SUCCESS )
        return 1;
    stat = TDapi_GetServiceProvider( &mtpl3_sp, ( char * )"etsi_mtpl3_0" );
}

```

```

if( stat != TDAPI_SUCCESS )
    return 1;
stat = TDapi_GetServiceProvider( &tcap_sp, ( char * )"tcap_0" );
if( stat != TDAPI_SUCCESS )
    return 1;
memset( &myMtpL2Listener, 0, sizeof( MtpL2Listener ) );
memset( &myMaintListener, 0, sizeof( MaintListener ) );
myMaintListener.QueryCardsResponse = queryResp;
myMaintListener.DownloadCardResponse = downloadResp;
myMaintListener.ResetCardResponse = resetCardResp;
myMaintListener.DownloadFPGAResponse = downloadFPGAResp;
myMaintListener.StartCardResponse = startCardResp;
myMaintListener.ConfigureTrunkResponse = configTrunk;
myMaintListener.ConfigureSignallingResponse = configSig;
myMaintListener.ConfigureTimingResponse = configTiming;
myMaintListener.ConfigurationCompleteResponse = configComplete;
myMaintListener.StartChannelResponse = channelResp;
myMaintListener.Layer1StatusInd = processL1Status;
myMaintListener.DestinationStatusInd = destStatusInd;
TDapi_AddMaintListener( maint_sp, &myMaintListener );
memset( &myProvListener, 0, sizeof( ProviderListener ) );
myProvListener.ProviderInService = processProviderInService;
myProvListener.ProviderOutOfService = processProviderOutOfService;
TDapi_AddProviderListener( maint_sp, &myProvListener );
TDapi_AddProviderListener( mtpL2_sp, &myProvListener );
TDapi_AddProviderListener( mtpL3_sp, &myProvListener );
memset( &myMtpL3Listener, 0, sizeof( MtpL3Listener ) );
myMtpL3Listener.DataLinkStatusInd = DataLinkStatus;
myMtpL3Listener.RouteStatusInd = RouteStatus;
myMtpL3Listener.DestinationStatusInd = DestinationStatus;
myMtpL3Listener.MtpPause = MtpPause;
myMtpL3Listener.MtpResume = MtpResume;
TDapi_AddMtpL3Listener( mtpL3_sp, &myMtpL3Listener );
TDapi_AddMaintListener( mtpL3_sp, &myMaintListener );
memset( &myTcapListener, 0, sizeof( TcapListener ) );
myTcapListener.TcapBindConfirm = bindConfirm;
myTcapListener.TcapBindFailure = bindFailure;
myTcapListener.TcapUnbindConfirm = unbindConfirm;
myTcapListener.TcapError = apierror;
myTcapListener.TcapAnsiAbortInd = ansiAbortInd;
myTcapListener.TcapAnsiCancelInd = ansiCancelInd;
myTcapListener.TcapAnsiConversationWithoutPermissionInd = ansiConversationInd;
myTcapListener.TcapAnsiConversationWithPermissionInd = ansiConversationInd;
myTcapListener.TcapAnsiInvokeInd = ansiInvoke;
myTcapListener.TcapAnsiQueryWithoutPermissionInd = ansiQueryWithoutInd;
myTcapListener.TcapAnsiQueryWithPermissionInd = ansiQueryInd;
myTcapListener.TcapAnsiRejectInd = ansiRejectInd;
myTcapListener.TcapAnsiResponseInd = ansiResponseInd;
myTcapListener.TcapAnsiReturnErrorInd = ansiReturnErrorInd;
myTcapListener.TcapAnsiReturnResultInd = ansiReturnResultInd;
myTcapListener.TcapAnsiUnidirectionalInd = ansiUnidirectionalInd;
TDapi_AddProviderListener( tcap_sp, &myProvListener );
TDapi_AddTcapListener( tcap_sp, &myTcapListener );
    while ( !done )
    {
        getUserAction();
    }
TDapi_Shutdown();
return 0;
}

```

Conclusiones

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

222

Conclusiones

A través de *WIN* la industria inalámbrica ha definido interfases normalizadas independientes del servicio entre elementos de red, de esta manera los proveedores de servicio pueden comprar equipos de diferentes vendedores y ser capaces de conjuntar los componentes para crear servicios nuevos de acuerdo a las necesidades del cliente. Sin embargo, se han requerido nuevas interfases entre el *HLR*, *SCP*, *SN*, *IP* y el *MSC*, y mejoras a las revisiones del protocolo intersistema *ANSI-41*. *WIN* eventualmente requerirá soporte para desarrollo de servicios para terceras partes.

A su vez, con la mejora de las capacidades la complejidad se incrementa. La industria debe definir *SIBs* independientes del servicio y permitir su uso en formas creativas. Por lo que las herramientas de creación de servicios basados en normas, tales como paquetes de desarrollo de software que permiten a terceras partes crear gran diversidad de servicios a bajos costos.

De igual forma, *WIN* necesita enfocarse en la transferencia de datos, ya que los actuales modelos de llamada están orientados a servicios de voz, debido a que el intercambio de datos entre redes inalámbricas y redes tales como el Internet ha llegado a ser un factor importante en las comunicaciones móviles. *WIN* debe evolucionar para interoperar y agregar valor a las sesiones de comunicaciones de datos. Además, soportar varias aplicaciones multimedia que requieren interacción entre servicios de voz y datos. Por lo tanto, el futuro de *WIN* estará fuertemente determinado por su habilidad para evolucionar como norma para satisfacer estas y otras (aún no determinadas) necesidades.

Las recomendaciones de red inteligente están motivadas por el interés de los proveedores de servicios de telecomunicaciones para satisfacer sus necesidades potenciales de mercado existentes para la implementación de servicios de forma rápida, efectiva en costo y diferencial. De esta manera, los proveedores de servicio buscan mejorar la calidad y reducir el costo de las operaciones de servicio de red así como su administración.

El objetivo de red inteligente es permitir la inclusión de capacidades adicionales para facilitar la implementación de servicios independientes de la red. Red inteligente es un concepto arquitectónico para la operación y provisión de nuevos servicios caracterizados por:

- Un uso extenso de las técnicas de procesamiento de información.
- Uso eficiente de los recursos de red.
- Modularización y reutilización de las funciones de red.
- Creación de servicios integrados e implementación por medio de funciones modularizadas y reutilizables de red.
- Asignación flexible de funciones de red a las entidades físicas.
- Portabilidad de las funciones de red entre las entidades físicas.
- Comunicación normalizada entre las funciones de red a través de servicios independientes.
- Control de atributos de servicios por parte del usuario.
- Manejo normalizado de la lógica de servicio.

El concepto de red inteligente ofrece múltiples ventajas tanto al usuario como al operador de red:

- Creación de servicios que permite el desarrollo de servicios adicionales.
- Manejo de servicios para la operación del servicio y administración de la información relacionada al usuario y al operador de red que soporta los procesos de desarrollo de servicios, control de servicio, provisión de servicios, servicio de tarificación y monitoreo.
- Manejo de red.
- Procesamiento de servicios básicos y avanzados de llamada.
- Funciones intertrabajo de red a través de las cuales diversas redes (inteligentes a inteligentes o no inteligentes) cooperan para proveer servicios.

Cuando se usa el modelo de red inteligente, se habilita el uso de técnicas para la creación de nuevos servicios ya que estos se pueden crear cortando líneas de código y además se pueden ordenar módulos lógicos independientes del servicio usando interfases gráficas. De esta forma los servicios avanzados de telecomunicaciones serán independientes del *switch* central y podrán ser creados de una manera muy rápida.

Como se pudo ver en este trabajo, la creación del servicio consiste de un número de actividades. La primera es la creación de la lógica del servicio para ejecutar las funciones requeridas, así como la definición de la funcionalidad del servicio, el modelo de datos (que define el tipo y el alcance de los datos usados por el servicio) que también necesita ser especificado. Finalmente hay una necesidad de administrar el servicio que dirige al requerimiento de que un sistema de creación de servicio debe ser muy flexible y capaz de soportar la creación de muchos tipos de aplicaciones y nuevas formas de interacción de datos conforme se van agregando a la estructura de red inteligente.

Los *APIs* abiertos y las especificaciones de interfases son el alma de las industrias de cómputo y telecomunicaciones. El término abierto no significa que cualquiera puede alterar su definición, significa que cualquiera puede ver las especificaciones y construir nuevos productos a partir de ellas.

Por años, las industrias han creado montañas de especificaciones a través de muchos organismos de normalización. A menudo estos cuerpos de normalización solucionan los mismos problemas en repetidas ocasiones con sólo pequeñas modificaciones de otras especificaciones o normas. Estas toman mucho tiempo en alcanzar estabilidad. Algunas empresas construyen productos en donde reúnen todas estas especificaciones y algunas variantes nacionales para asegurar que dichos productos ofrecen a sus clientes las especificaciones o normas más recientes. Además intentan crear normas de manera diferente: ya que las interfases entre los elementos de redes de telecomunicaciones están descritas como mensajes, campos, bits, y máquinas de estado, entonces la tendencia de las industrias de telecomunicaciones es definir tales interfases usando *APIs*.

La definición de interfases debe satisfacer las demandas de la industria de tiempos rápidos de implementación y deben ser fáciles de entender e implementar. Y los *APIs* abiertos son precisamente los que tiene el mejor conjunto de atributos para satisfacer estas necesidades.

La norma *WIN* es parte de la familia de normas de *ANSI-41* que permite la adición de capacidades a cualquier red existente basada en esta norma, independientemente de los fabricantes de equipo, para asegurar una completa interoperabilidad con productos y servicios de otros fabricantes. Los operadores de la red podrán agregar capacidades *WIN* a cualquier red inalámbrica basada en *ANSI-41* con el solo hecho de actualizar los sistemas de conmutación con actualizaciones de software e instalando nuevos elementos de red tales como *SCPs*, *SNs*, o *IPs*.

ANSI-41 como plataforma de referencia para *WIN*, es utilizado en la mayoría de las redes en los Estados Unidos y Canadá. En el resto del mundo, un gran número de países tienen sistemas inalámbricos basados en *ANSI-41* y la lista sigue creciendo. El grupo *ITU-R* oficialmente ha aprobado a *ANSI-41* como una norma de red internacional para soportar sistemas de radio basados en *CDMA*.

La flexibilidad que ofrece *ANSI-41* permite la implementación de redes inalámbricas basadas en las tecnologías de radio *AMPS*, *TDMA*, o *CDMA*. A finales del año 2000, había aproximadamente 30 millones de suscriptores *AMPS*, 60 millones de suscriptores *TDMA* y 80 millones de suscriptores *CDMA* usando mundialmente la tecnología *ANSI-41*.

Por lo tanto, los operadores *TDMA* en todo el mundo están tomando decisiones actualmente sobre la tecnología que deben adoptar en su migración a *IMT-2000*. *CDMA2000 1X* es la única tecnología disponible hoy en día que permite a los operadores *TDMA* saltar de inmediato a

IMT-2000 por medio de un solo paso de evolución dentro de su propio espectro, ya sea un espectro celular (800 MHz) o *PCS* (1900 MHz). Adicionalmente, desde que las redes *CDMA* y *TDMA* utilizan la misma red fundamental basada en *ANSI-41*, los operadores *TDMA* pueden usar su actual equipo de conmutación y otros subsistemas y plataformas de servicio, eliminando la necesidad de una significativa inversión de capital y reduciendo los costos operativos.

Varios operadores han anunciado planes de desplegar comercialmente *CDMA2000 1X*, incluyendo operadores en Brasil, Canadá, Japón, México, Nueva Zelanda y Estados Unidos. En México el operador es Pegaso *PCS* (ahora Telefónica *Movistar*) y la prueba de campo de *CDMA200 1X* estaba prevista para el año 2002.

Los proveedores de servicio *PCS* que se encuentran actualmente desarrollando tecnología *GSM* han limitado su la cobertura geográfica de sus sistemas debido al tiempo y costo del desarrollo de equipo nacional. Debido a la falta de esta cobertura nacional, los proveedores de servicio *GSM* están considerando el intertrabajo con redes *ANSI-41* para proporcionar una completa cobertura a sus suscriptores.

Además, las redes celulares inalámbricas serán interconectadas con redes *PCS* inalámbricas, ya que desde una perspectiva de la red, no hay diferencia entre sus operaciones si se basan en la señalización *ANSI-41*. Esto es debido a que la mayoría de las redes inalámbricas usan *SS7* para proporcionar control de llamada y señalización *ANSI-41*.

Con el análisis de *SS7* se puede ver que sus servicios son seguros, de interconexión económica para todas las necesidades de señalización de origen a destino. Además, se puede tener acceso a cada red *SS7* de otros países y posicionar estratégicamente puntos de acceso al cliente para conexiones de costo efectivo. Una de las ventajas de la red de señalización *SS7* es que permite portales de acceso (*gateways*) de red inteligente que permiten escoger los servicios requeridos por el mercado y negocios.

Gracias a la operación intertrabajo entre dos tipos diferentes de red que permite un *gateway* para el enrutamiento, transporte, acceso, validación, conversión de protocolo y protección fraudulenta; los proveedores de servicio tienen flexibilidad para mejorar plataformas, aplicaciones y servicios que implican protocolos y redes. Maximizando el uso de lo que ya existe y aumentándolo con nuevas capacidades. Por lo que un *gateway* de red inteligente es fundamental para los proveedores de equipo de red para ayudar a sus clientes a desarrollar una infraestructura completamente convergente. La utilización de *Gateways* de red inteligente permitirá a los proveedores de servicio utilizar aplicaciones existentes a futuro y servicios desarrollados en redes *SS7*.

Los *gateways* de red inteligente son fundamentales para las redes *SS7* ya que con ellos se proporcionarían las siguientes características:

- Conectividad entre redes de señalización *SS7* e *IP*
- Posible enrutamiento en códigos de punto – *SSNs* y títulos globales (*Global Titles*) para todos los mensajes basados en *SCCP* (*MAP*, *ANSI-41*, *AIN*, *CAMEL*, *INAP*)
- Posible enrutamiento en códigos de identificador de circuito *CIC* (*Circuit Identifier Codes*) para todos los mensajes *ISUP*
- Soporte multi-red (*ANSI*, *ITU-T*, y redes mezcladas)
- Soporte de múltiples normas *IP* (*SIGTRAN*, *IMAL*, *TALI*)
- Capacidad de manejo remoto
- Soporte del manejo de mensajes *SS7* (*MTP3*, *SCCP* e *ISUP*)

De esta forma los proveedores de servicio inalámbrico pueden interconectar sus *MSCs* a *STPs gateway* de una red *SS7* independiente. Además, los proveedores de servicio inalámbrico pueden operar parte de una red *SS7* y conectar su par *STP* local con los *STPs gateway* de la red

independiente. Esto permite a los proveedores de servicio inalámbrico acceder a los puntos destino de señalización que pueden ser inaccesibles a través de sus propias redes, tales como puntos de señalización internacionales.

Para la implementación de servicios de red inteligente también hay que considerar las facilidades proporcionadas por el móvil, un punto clave para la liberación de servicios y aseguramiento de compatibilidad para aquellos móviles que no soporten estas nuevas funcionalidades. Aunque existe una gran diversidad de tecnologías de radio, se eligió *IS-136*, ya que su arquitectura permite la implementación rápida y fácil de nuevos servicios sin la necesidad de realizar modificaciones físicas a la estación móvil.

Actualmente, solo se encuentran en uso los servicios de mensajes cortos *SMS*, *OATS*, *OPTS*, *GUTS*. Sin embargo, la norma *IS-136* incluye la especificación de servicios futuros de localización y servicios específicos de red, que no se encuentran definidos pero se tiene la consideración técnica para la inclusión en futuras revisiones.

Otro punto importante en la adición de nuevos servicio es la estructuración de los mensajes de capas superiores a la capa 3 (teleservicios). La norma *Digital PCS* a través de la capa de transporte *TSAR* permite la segmentación de mensajes en la parte originante, si el mensaje excede el tamaño permitido por la trama, y el ensamble del mismo en la parte terminal, posibilitando la creación de nuevos servicios sin la limitante de la cantidad de información a ser enviada o recibida.

La estructura de los mensajes de capa 3 permite la adición de parámetros para su procesamiento en la parte terminal, habilitando el tratamiento especializado de ciertos mensajes. Además, ofrece compatibilidad con aquellos móviles que no soportan estas opciones, ya que para aquellos mensajes transmitidos en los canales *DCCH* o *DTC* los elementos de información opcionales preceden de los campos de tipo parámetro y longitud asociada, que permiten ignorar aquellos elementos que son reconocidos o soportados por el móvil.

El teleservicio *OPTS* representa otra opción de programación de los móviles, ya que los métodos empleados pueden ser mejorados en un futuro para programar información adicional en los mismos, como nuevo procesamiento de llamada, la lógica de teleservicio, y corregir errores en la operación de móviles, o para proveer a los móviles con las capacidades para soportar nuevas características y servicios.

Bibliografía

Christensen, Gerald. et al. Wireless Intelligent Networking. Ed. Artech House. EEUU, 2001. 421 pp.

Coursey, Cameron. Understanding Digital PCS: The TDMA Standard. Ed. Artech House. EEUU, 1999. 385 pp.

Harte, Lawrence. et al. IS-136 TDMA technology, economics, and services. Ed. Artech House. EEUU, 1998. 310 pp.

Snyder, Randall y Gallagher, Michael. Wireless Telecommunications Networking with ANSI-41. Ed. McGraw-Hill Professional. EEUU, 2001. 400 pp.

Norma:

WIN Phase II. Prepaid Charging (IS-826), publicación 2000.

Páginas consultadas:

SS8 Networks

<http://www.ss8.com/>

<http://www.ss7.com/>

AT&T Labs

<http://www.att.com/>

Brooktrout Technology

<http://www.brooktrout.com/>

WebProforum Tutorials

<http://www.iec.org>

Verisign Telecommunications Services

<http://www.verisign.com/telecom/whitepapers.html>

NMS Communications

<http://www.nmscommunications.com/>

Protocols for LAN, WAN, ATM data communications and telecommunications

<http://www.nmscommunications.com/>

Third Generation Partnership Project 2

www.3gpp2.org

Telcordia Technologies

<http://www.telcordia.com/>

INSIG Wireless Internet Solutions

<http://www.insig.co.uk/>

Nortel Networks

www.nortelnetworks.com/

Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)

<http://www.citel.oas.org/>

TDMA-EDGE

<http://www.tdma-edge.org/>

Wireless Communication Association International

<http://www.wcai.com/>

Universal Wireless Communication Consortium

<http://www.uwcc.org/>

3G Americas

<http://www.3gamericas.org>

International Forum for ANSI-41 Standards Technology IFAST

<http://www.ifast.org>

Red Inteligente

<http://www.iies.es/teleco/publicac/publbit/bit111/quees.htm>

Cisco Systems

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/tel_pswt/vco_prod/ss7_fund/index.htm

Performance Technologies

<http://www.pt.com/tutorials/ss7/index.html>

TCAP process

<http://ftp.tiaonline.org/tr-45/TR452/Incoming/SP-3590%20Ballot/tia-41-520-TCAP.pdf>

Tutoriales SS7

<http://www.tutorigig.com/showurls.jsp?group=7735&index=0>

Proyecto de laboratorio de Red Inteligente

<http://www.item.ntnu.no/~peterc/publ/>

Anexos

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo

A

AMPS

El sistema *AMPS* (*Advanced Mobile Phone Service*), fue el primer sistema celular empleado exitosamente en Estados Unidos y ha sido usado alrededor del mundo. Este sistema consiste de una interfaz aire, con principio de funcionamiento basado en canales analógicos de 30 kHz en ancho de banda, comunicación *full-duplex* haciendo uso de la técnica de acceso al medio *FDMA* (*Frequency Division Multiplexing Access*).

Arquitectura de Red

Primeramente, para entender como funciona la red debemos conocer cuales son sus componentes, principales funciones y la manera en que se interrelación cada uno de ellos para así tratarla como una sola entidad. En la siguiente figura se muestra la arquitectura de una red basada en el protocolo *AMPS*:

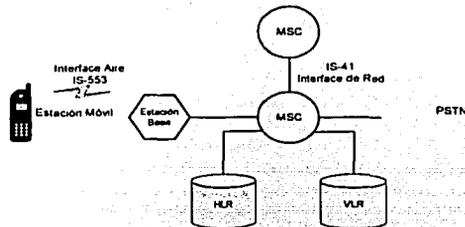


Figura A.1 Arquitectura de Red de un sistema *AMPS*.

Los principales componentes de una red basada en el protocolo *AMPS* son:

- Estación Base
- Estación Móvil
- MSC
- HLR
- VLR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Principios de funcionamiento de la Red

La tecnología celular supera las limitaciones de los sistemas convencionales de telefonía móvil. En un sistema celular las áreas de cobertura son divididas en pequeñas regiones de forma hexagonal a las que se les denomina células y al conjunto de éstas se le llama *cluster*.

El rango de frecuencias disponibles para un sistema – ancho de banda del sistema – es dividido en bandas de frecuencias, las cuales son asignadas a las células. Así, el sistema compuesto de células puede trabajar de manera independiente sin que exista interferencia entre células contiguas.

Esta división en bandas de frecuencia hace uso de la técnica de acceso al medio: multiplexación por división de frecuencia *FDMA* (*Frequency Division Multiplexing Access*).

La asignación de una banda de frecuencias a cada célula presupone una limitada capacidad de usuarios que pueden obtener servicio en cada región de cobertura, es por esa razón que se emplea en la tecnología celular el concepto de frecuencia de reuso. Empleando *FDMA* en cada célula y el concepto de frecuencia de reuso para maximizar el número de usuarios simultáneos en una región a un espectro radioeléctrico dado.

El concepto de frecuencia de reuso satisface la necesidad de alojar mayor cantidad de usuarios en un área de cobertura y a los recursos limitados de los sistemas en cuanto a ancho de banda, sin emplear más canales de radiofrecuencia.

Una vez tratados los conceptos básicos de estructuración de una red celular, los elementos que la componen y sus principales funciones, es preciso describir la interrelación de cada uno de los componentes en la red en los distintos procesos:

- Registro
- Establecimiento de llamadas
- *Handoff*
- *Roaming*

Proceso de registro

El procedimiento de registro se puede invocar en las siguientes condiciones: cuando se enciende el móvil, registro periódico para mantener un mejor seguimiento del móvil, o cuando entra a un área de servicio diferente al área o región donde se dio de alta.

Cuando móvil es encendido, éste debe localizar un canal de control monitoreando el conjunto de canales analógicos de control predeterminado (21 canales de control) en el área donde fue suscrito, selecciona el canal de mayor amplitud recibida, y lee la información del encabezado. Si el móvil no puede sintonizar al canal de control, este intenta sintonizar el segundo canal con la mayor amplitud recibida. En caso de que sea imposible sintonizar éste ultimo, monitorea los 21 canales de alguna otra banda que no sea la suya y realiza el mismo proceso. Esto se ilustra en el siguiente diagrama:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

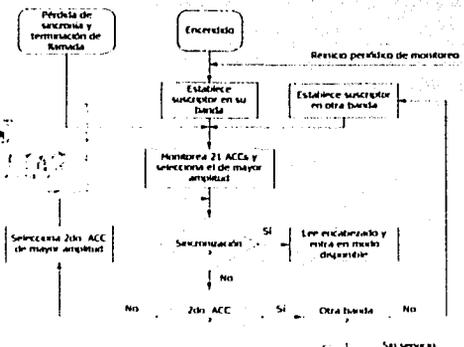


Figura A.2 Proceso de búsqueda de un ACC.

Una vez que el móvil ha determinado al sistema apropiado para obtener servicio, establece sus parámetros internos de acuerdo a lo que ha leído en el encabezado del canal y entra en modo disponible. En este momento, el móvil toma posesión del canal de control de retorno y le envía una petición con su número de identificación *MIN* (*Mobile Identification Number*) al *MSC* (*Mobile*

Switching Center) para acceder al servicio (registrarse), el cual revisa en el *HLR (Home Location Register)* si tiene algún registro del mismo - en el caso que se haya dado de alta el móvil en esa región -, si es así, el *MSC* pone al móvil como disponible ante la red y le envía la información de sincronización, identificación del sistema *SID (System ID number)*, frecuencia del canal control en el que se alojará - por donde recibirá notificaciones de la red -, nivel de potencia, información de acceso y la lista de canales de acceso.

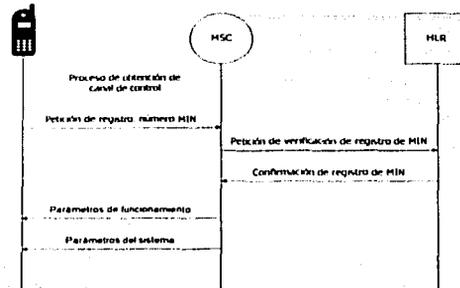


Figura A.3 Proceso de Registro en un móvil local.

En el caso de que sea un móvil visitante, se envía una petición a su HLR local para solicitarle información acerca del perfil de usuario y servicios disponibles o activados, una vez obtenida esa información se almacena en un registro del *VLR*, donde permanecerá mientras el móvil se encuentra en la región de cobertura del *MSC* que sirve. De igual manera una vez realizado este proceso se le envía la misma información de control que en el caso anterior.

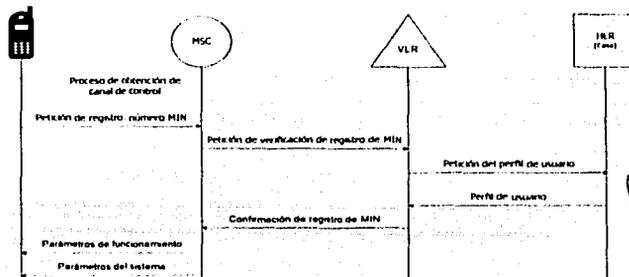


Figura A.4 Proceso de Registro en un móvil fuera de su área local.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Proceso de handoff

Este proceso es muy común en la telefonía celular, y se define como la capacidad de transferir las llamadas del usuario de un sistema a otro, mientras éstas se encuentran en proceso. Esta capacidad requiere de la coordinación y comunicación de los distintos dispositivos que se interrelacionan en la red. Este proceso también se puede dar entre células del mismo *MSC* conocido como *handoff* intrasistema, entre *MSCs* del mismo proveedor o entre *MSCs* de distintos proveedores de servicio (*handoff* intersistema).

El proceso de *handoff* sucede cuando un sistema es incapaz de seguir proporcionando servicio al móvil, debido a las condiciones deteriorantes de la señal - amplitud - o por causas administrativas de los recursos de la red. A continuación se explicará el proceso de *handoff* intersistema.

En un sistema celular, un *MSC* continuamente esta monitoreando los parámetros de las señales recibidas –amplitud de la señal y relación señal a ruido - de los móviles y de acuerdo a un análisis de los datos obtenidos, puede tomar la decisión de proveerle servicio a través de algún otro *MSC* que tenga las condiciones apropiadas.

La determinación de un *MSC* apropiado para proporcionar el servicio se realiza por medio de un proceso de comunicación entre *MSCs*, donde el *MSC* actual revisa de su lista de *MSCs* vecinos y solicita que sintonicen el canal en el cual esta operado el móvil y midan la amplitud de la señal. Se selecciona el *MSC* que reciba la mayor amplitud de señal. Entonces, se negocia con el *MSC* implicado un *handoff* y una vez que éste acepta la transacción de la llamada, le notifica al *MSC* actual de la frecuencia del canal de comunicación asignado y toda la información de control necesaria para que el móvil pueda acceder al mismo. Esta última información se transmite al móvil a través del *MSC* que realizó la transacción para ordenarle comenzar a transmitir información en el nuevo canal, liberando el otro canal para un nuevo usuario.

Proceso de Roaming

El concepto de *roaming* (viajero) y *handoff* se encuentran en gran medida vinculados, y muchas veces puede llegar a confundirse, pero basta con aclarar que el primero se trata de un caso particular del segundo para aclarar esta diferencia, es decir, el proceso de roaming consiste en un *handoff* intersistema, entre *MSCs* del mismo proveedor o entre *MSCs* de distintos proveedores de servicio.

Características

AMPS es un sistema de telefonía celular que usa Multiplexación por División de Frecuencia (FDMA) en una célula y a su vez el concepto de frecuencia de reuso entre las células del sistema para maximizar el número de usuarios simultáneos en el mismo. Con FDMA, los usuarios que desean el servicio simultáneamente en una célula son asignados en diferentes frecuencias. Con la Frecuencia de reuso, un canal es usado varias veces a través del área de servicio, y la distancia de reuso es gobernada por la relación requerida portadora-interferencia (P/I) para mantener una calidad aceptable. Este protocolo se le conoce también como EIA/TIA-553. A continuación se detallan sus principales características.

Tecnología Analógica

La tecnología celular analógica usa varios procesos de voz y control de señalización, modulación, y tecnologías de control de amplificación RF. Cada una de estas tecnologías trabaja conjuntamente como parte de un sistema uniforme que es controlado primeramente por la red celular.

Procesamiento de señales de voz

Los teléfonos móviles convierten las señales acústicas de voz a señales de audio y las señales de audio a señales acústicas de voz. La señal de audio es llamada la señal en banda base. Para comunicarse efectivamente a través de un canal de radio que esta sujeto a distorsiones de señal, las señales de audio son procesadas para minimizar los efectos de varios tipos de distorsiones y para explotar los beneficios de la modulación *FM*. Este proceso incluye un filtro pasobanda, *companding* / *expanding*, limitación de amplitud y procesos de pre-énfasis y de-énfasis. El rango de frecuencias del filtro paso bandas va de 300 a 3,000 Hz.

Para la modulación *FM*, la cantidad de desviación en frecuencia de la señal de radio es proporcional a la amplitud de la señal de audio, lo que implica que un usuario que hable en voz baja causará una desviación en frecuencia mucho más pequeña que un usuario que hable en voz alta. Para reducir el rango dinámico requerido para la modulación *FM*, un *compandor* es usado para comprimir el rango dinámico de audio, así, los usuarios con diferentes intensidades de voz

tienen aproximadamente el mismo nivel de amplitud que es proporcionado al modulador. El *compandor* varía la ganancia de la entrada al amplificador de audio, así que una señal de audio incrementada tiene una reducida cantidad de amplificación. Cuando la señal de audio es recibida, un *expandor* varía la ganancia de la señal de salida al amplificador, así una gran señal recibe más ganancia.

A su vez el sistema consta de un limitador de amplitud de señales de audio para asegurar que una señal de audio no se sobre-module la señal de radio y salga del ancho de banda permitido.

Debido a que las señales de audio contienen la mayoría de su energía en las bajas frecuencias, la relación señal a ruido a altas frecuencias es baja y por consiguiente la señal a la salida del demodulador contiene altos niveles de ruido, ya que el ruido crece exponencialmente a estas frecuencias.

Para superar las limitaciones de las componentes de alta frecuencia de las señales de audio se emplea un filtro pre-énfasis para optimizar las componentes de alta frecuencia de la señal de audio para su transmisión en FM. El proceso inverso se aplica en el lado del receptor, es decir, un filtro de-énfasis.

Multiplexación de canal

Un canal multiplexador permite la inserción de tonos de control dentro del patrón de audio. Estos tonos permiten al sistema verificar los enlaces de comunicación con el móvil y evitar cuestiones de interferencia cocanal cuando dos móviles están usando la misma frecuencia en diferentes células. Los tonos de audio de supervisión *SAT* (*Supervisory Audio Tones*), múltiplos de la frecuencia 6 kHz, son combinados continuamente con las señales de audio durante la transmisión. Un tono de señalización *ST* (*Signaling Tone*) - frecuencias múltiplo de 10 kHz -, algunas veces es combinado con las señales de audio dependiendo de los requerimientos de señalización. Debido a que los tonos de control se encuentran a más altas frecuencias de la frecuencia de audio límite de 3 kHz, estos son combinados después del filtro pasobanda. Cuando estos tonos son recibidos se bloquean de las señal de audio recibida por otro filtro de audio pasobanda. Este proceso se ilustra en la siguiente figura:

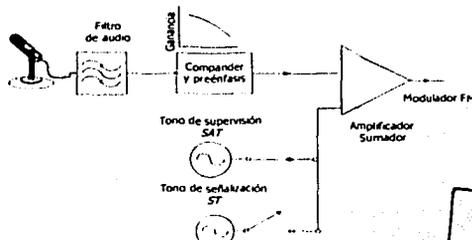


Figura A.5 Multiplexación de canal.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Modulación

El sistema analógico celular usa modulación en frecuencia *FM* (*Frequency Modulation*) para transferir la información de la voz y modulación *FSK* (*Frequency Shift Keying*) para transferir la información digital a una tasa de 10 Kbps. La modulación de radiofrecuencia RF convierte la información en una señal de radio. La señal de entrada al proceso de modulación se le llama señal banda base. La portadora de radiofrecuencia RF que transporta la señal es llamada señal de banda ancha.

FM es el proceso de desviación de la radiofrecuencia en proporción a la amplitud (voltaje) de la señal de entrada. *FM* no es tan susceptible al ruido y las condiciones variantes del canal como lo es *AM* (*Amplitude Modulation*), esto es porque la información contenida en una señal de *FM* es proporcional al cambio de frecuencia de la señal portadora.

Los sistemas analógicos celulares transfieren algunos mensajes vía señalización digital. Para enviar mensajes digitales, la información digital puede ser transmitida usando modulación *FM*. Cuando una señal digital es aplicada a un modulador de *FM*, la frecuencia de salida cambia dependiendo del nivel de la señal de salida.

Amplificación RF

Para ayudar a reducir la interferencia de la señal de radiofrecuencia transmitida por un móvil a los móviles cercanos o las estaciones base, la potencia de salida de la señal del móvil es ajustada continuamente, así, únicamente transmite el nivel de potencia necesario para alcanzar a la estación base que le presta el servicio. Para controlar este proceso, la estación base detecta el nivel de potencia recibida y envía una orden al móvil para ajustar sus niveles de potencia, incrementando o decrementando según sea necesario.

Parámetros del sistema

El sistema celular fue desarrollado con las restricciones de la tecnología de 1970. Las bandas de frecuencia adecuadas para el diseño de equipos de bajo costo fueron limitadas; el tipo de modulación seleccionada tuvo que adecuarse al ambiente hostil de radiocomunicaciones móviles, y la estructura de control tuvo que soportar un gran número de canales de voz disponibles.

Asignación de frecuencias

En 1970, el espectro radioeléctrico disponible debajo de 1 GHz era restringido, las limitaciones del diseño de equipo y las deficientes características de propagación a frecuencias arriba de 1GHz permitió a la *FCC* la asignación de la banda de 825 – 890 MHz para servicios celulares. Esta banda de frecuencia proviene la asignación original de la banda de frecuencia *UHF* (*Ultra High Frequency*) de televisión. La asignación inicial fue de 40 MHz y el espectro fue dividido de igual manera entre dos proveedores de servicio. En 1987, 10 MHz de espectro se le adicionaron para facilitar la expansión - 5 MHz para cada proveedor de servicio-

Las áreas de servicio celular son compartidas entre dos compañías celulares, llamados proveedor A y B, a los cuales les fue asignada una banda de 25 MHz para cada uno. Cada banda de 25 MHz es dividida en 416 canales de 30 kHz de ancho de banda. 21 canales de estos 416 son usados para control y notificaciones, y los 395 canales restantes son usados para voz. La siguiente figura ilustra esta división.

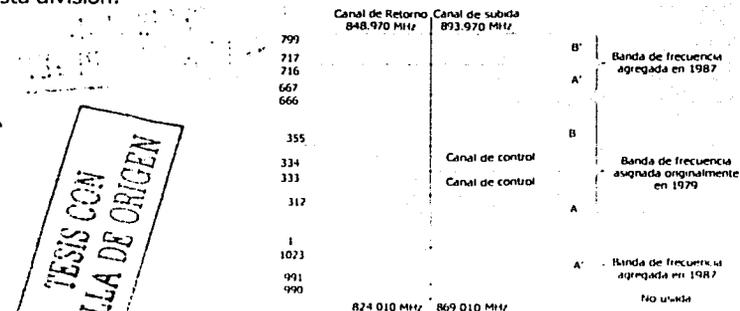


Figura A.6 Asignación de canales de frecuencias en AMPS.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Esta norma especifica el uso de división de frecuencia doble *FDD (Frequency Division Duplex)* operando con canales de radiofrecuencia de 30 kHz de ancho de banda, en distintas direcciones: subida (de la estación base al móvil) y retorno (del móvil a la estación base), con una separación de 45 MHz entre ambas direcciones.

Para calcular la frecuencia del canal de radio, las siguientes fórmulas son usadas, donde N representa el número de canales:

Canal de retorno:

$$1 \text{ al } 799 : 0.03N + 825 \text{ MHz}$$

$$990 \text{ al } 1023 : 0.03(N - 1023) + 825 \text{ MHz}$$

Canal de subida:

$$1 \text{ al } 799 : 0.03N + 870 \text{ MHz}$$

$$990 \text{ al } 1023 : 0.03(N - 1023) + 870 \text{ MHz}$$

Niveles de potencia de radiofrecuencia

Los teléfonos móviles están clasificados de acuerdo a la máxima potencia de salida. Los móviles *AMPS* tienen tres clases de máxima potencia de salida. Clase 1 con una máxima potencia de salida de 6 dBW (4 W), Clase 2 con 2 dBW (1.6 W), y Clase 3 con -2 dBW (0.6 W). Sin embargo, las potencias de salida de los teléfonos móviles varían, por que la estación base ordena ajustar la salida en incrementos de 4 dB o decrementos hasta el mínimo para todos los teléfonos *AMPS* de -22 dBW (6mW).

Límites de modulación

El límite de modulación para un teléfono *AMPS* es de +/- 15 kHz para que contenga una señal de 30 kHz en el filtro pasobanda. La desviación pico de la portadora de la señal es resultado de la combinación de la señal de audio (voz) y control (*SAT* y *S7*). Debido a que *SAT* es transmitida continuamente en la conversación, la máxima desviación es de +/- 12 kHz.

Estructura del canal de radio

Para soportar transmisión y recepción simultánea (llamado operación de frecuencia *full-duplex*), la estación base transmite en un conjunto de canales de radio (869 - 894 MHz), llamados canales de subida, y recibe en otro conjunto de canales (824 - 849 MHz) canales de retorno. Los canales de subida y de retorno se encuentran separados 45 MHz unos de los otros. Lo cual se ilustra en la siguiente figura.

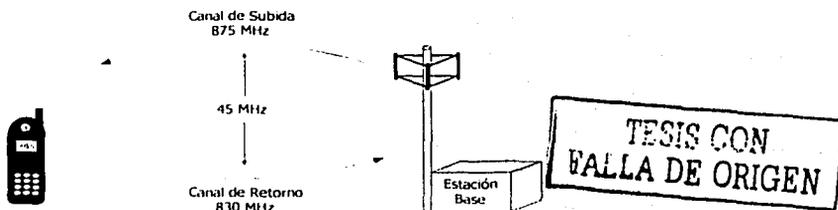


Figura A.7 Espaciamiento de frecuencias en transmisión *full -duplex*.

La estación base transmite al móvil en el canal de subida a la frecuencia de 875 MHz. El teléfono móvil transmite a la estación base a la frecuencia de 830 MHz en el canal de retorno.

En los primeros sistemas de radiocomunicación móvil, un teléfono móvil monitoreaba los pocos canales disponibles hasta que encontraba un canal disponible, pero, ahora, ningún teléfono móvil puede monitorear los 832 canales disponibles en una cantidad razonable de tiempo. Entonces, los canales de control fueron establecidos para rápidamente dirigir a un móvil a un canal disponible. 21 canales de los 416 por sistema se asignaron como canales de control y no pueden ser asignados como canales de voz. Los 395 canales restantes son canales de voz o canales de control.

Un teléfono móvil se comunica con el sistema celular, enviando mensajes de señalización. Los formatos de mensajes de señalización varían entre los canales de control y los canales de voz. La señalización del canal de control es digital y la señalización del canal de voz es una mezcla de mensajes digitales y tonos de audio.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

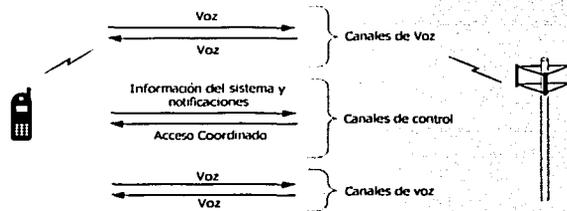


Figura A.8 Estructura de canal de radio en AMPS.

Canales de control analógicos

La norma EIA/TIA-553 especifica el uso de canales analógicos de control ACC (*Analog Control Channel*) para proveer señalización e información de control y del sistema. Los ACCs usan modulación FSK (*Frequency Shift Keying*) y envían datos a una tasa de 10 Kbps. Cada sitio celular transmite o se comunica con los móviles a través de uno de los veintidós canales disponibles para esta tarea. Los canales dedicados de control transportan 4 tipos de mensajes para permitir a los celulares escuchar notificaciones o mensajes, y competir por un acceso a la red:

- Mensajes de encabezado (*Overhead messages*). Estos mensajes continuamente comunican el número de identificación del sistema SID (*System Identification Number*), niveles de potencia para transmisión inicial, y otra información importante para registro en el sistema.
- Notificaciones (*Pages*). Advierten a un móvil en particular de una llamada entrante.
- Información de acceso (*Access information*). Es intercambiada entre el móvil y el sistema para la solicitud de servicios.
- Ordenes de asignación de canal (*Channel Assignment commands*). Establece los canales de radio para comunicaciones de voz.

Canales de Voz

Después de que a un teléfono móvil es asignado a un canal de voz, las señales FM transmiten la voz, y las señales FSK transmiten los mensajes de control. Los mensajes de control que son enviadas sobre el canal de voz se incluyen los siguientes:

- Mensajes de *Handoff*. Ordenan al teléfono móvil sintonizar un nuevo canal.
- Alertas. Estos mensajes le ordenan al móvil sonar o alertar al usuario cuando una llamada es recibida.
- Comandos de Mantenimiento. Sirven para monitorear el status del móvil.
- Mensajes *Flash*. Aquellos mensajes que sirven para la solicitud de servicios al sistema (Como llamadas tres a la vez).

Sistema de seguridad

Un sistema celular debe ser capaz de identificar, únicamente, un teléfono móvil y determinar que éste está autorizado para usar los servicios de la red celular. Para identificar a los móviles, todos los móviles *AMPS* son fabricados con un único número serial electrónico *ESN* (*Electronic Serial Number*). El *ESN* es diseñado de tal manera que este no sea alterado por el cliente o usuario. Además del *ESN*, a un teléfono móvil se le asigna un número de identificación de móvil *MIN* (*Mobile Number Identification*) por el proveedor de servicios celulares. El *MIN* es típicamente el número telefónico del usuario. El *MIN* y otra información específica del sistema es almacenada en el área de memoria dentro de la unidad móvil, llamada módulo de asignación de número *NAM* (*Number Assignment Module*). Típicamente, el proveedor que vende el teléfono al usuario programa el módulo *NAM*.

La combinación del *ESN* y el *MIN* permite al sistema celular determinar la identidad del teléfono móvil. Desafortunadamente, criminales realizan la clonación de teléfonos con *ESN* y *MIN* de suscriptores válidos que les permite realizar llamadas gratis. Surgiendo así la necesidad de adicionarle mejores sistemas de seguridad.

Señalización

La señalización es el proceso de transferencia de mensajes de información. El canal de control del sistema *AMPS* envía mensajes de información modulados con *FSK* a una tasa de 10 Kbps. Para permitir una autosincronización, la información es codificada de acuerdo al código Manchester, forzando un desvío de frecuencia (transición de bit) para cada bit de entrada. Las órdenes son enviadas como mensajes de una o más palabras.

Forward Control Channel

El canal de subida (*Forward Control Channel*) transfiere mensajes de control de la estación base al teléfono móvil. Los mensajes son continuamente enviados sobre el canal de subida de control. Un móvil debe primero sincronizar a la estructura del mensaje en el canal de control. Para localizar el inicio de un mensaje nuevo que arribe a través del canal de control, una secuencia de unos y ceros, alternantes (*dotting sequence*), es enviada en el mismo y de esta manera se indica que la transmisión de un mensaje va a comenzar. La secuencia alternante de bits produce un fuerte y fácilmente identificable componente de 5 kHz de frecuencia. La componente de sincronización sigue a la secuencia de bits para definir el punto exacto de inicio del mensaje o información de control. Debido a las atenuaciones de la señal y los errores que pueden introducirse en la transmisión, el mensaje es repetido cinco veces para asegurar su confiabilidad. De las cinco repeticiones, si el mensaje se repite tres veces se considera un mensaje válido, de lo contrario se eliminan los mensajes y se consideran corruptos.

En el canal de subida, a las secuencias de inicio de mensaje y sincronización le siguen 10 palabras alternantes, denominadas A y B. Las palabras A son asignadas para unidades móviles con números telefónicos par. Las palabras B son asignadas para unidades móviles con números telefónicos impar. Una palabra en el canal de control de subida es de 40 bits. Cada palabra incluye corrección y detección de errores *BCH*, conteniendo 28 bits de con una paridad de 12 bits. En la siguiente imagen se ilustra lo anterior mencionado.

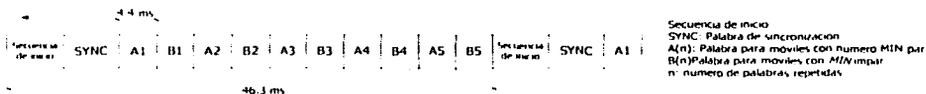


Figura A.9 Canal de señalización de subida.



Para ayudar a coordinar el acceso de múltiples teléfonos móviles al sistema, los bits *busy / idle* *indicador* están interrelacionados con otros bits. Antes de que un móvil intente acceder, esté revisa los bits *busy / idle* para ver si el canal esta siendo ocupado por algún otro teléfono móvil, este sistema de acceso, llamado *Carrier Sense Multiple Access (CSMA)*, ayuda a evitar colisiones durante los intentos de acceso. Este hecho se ilustra en la siguiente imagen.

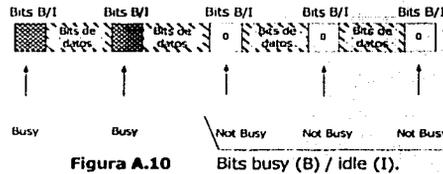


Figura A.10

Reverse Control Channel

En el canal de retorno (*Reverse Control Channel*), 5 palabras siguen la secuencia de inicio de mensaje. Una palabra del canal de retorno es de 48 bits. Cada palabra del canal de retorno incluye corrección y detección de errores *BCH*, conteniendo 36 bits con paridad de 12 bits. Los mensajes en el canal de retorno son enviados de manera aleatoria y coordinada usando los bits *busy / idle* del canal de subida. La estructura del canal de retorno se muestra a continuación:

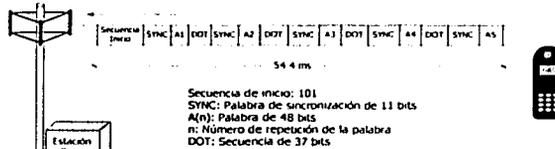


Figura A.11 Canal de retorno de señalización.

TESSIS CON FALLA DE ORIGEN

Señalización en el canal de voz

El canal analógico de voz se encarga de transferir información del usuario (usualmente información) entre el teléfono móvil y la estación base. La información de señalización debe ser enviada para proveer información de control de la capa física. La señalización en el canal de voz puede ser dividida en señalización en banda y fuera de banda. La señalización en banda ocurre cuando las señales de audio entre las frecuencias de 300 y 3,000 Hz son remplazadas u ocurre simultáneamente a la información de voz. Mientras que la señalización fuera de banda se encuentra arriba o debajo del rango de frecuencia 300 – 3,000 Hz y puede ser transmitida sin alterar la información de voz.

Las señales enviadas en el canal de voz son *SAT*, *ST*, tono dual de multifrecuencia *DTMF (Dual Tone Multifrequency)* y los mensajes digitales *FSK blank and Burst*.

Supervisory Audio Tone

El tono de audio de supervisión *SAT (Supervisory Audio Tone)* es usado para verificar la confiabilidad de la transmisión del camino o trayecto de la señal entre estación móvil y la estación base. El tono *SAT* es transmitido junto con la voz para indicar un lazo cerrado. Las funciones se asemejan a la señal corriente/voltaje usado en los sistemas de telefonía fija para indicar que un teléfono esta descolgado. El tono *SAT* puede ser de alguna de las siguientes frecuencias: 5,970, 6,000 o 6,030 Hz. La pérdida de este tono implica que las condiciones del canal fueron deterioradas. Si el tono *SAT* es interrumpido por más de cinco segundos, la llamada es terminada.

El siguiente esquema muestra un tono *SAT* es regresado a la estación base para confirmar una conexión de radio confiable.

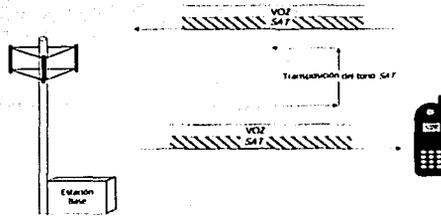


Figura A.12 Transmisión del tono *SAT*.

Este tono a su vez puede reducir o eliminar los efectos de interferencia cocanal. Las señales interferentes tienen diferente frecuencia de *SAT* que aquel designado por el sistema para una llamada en proceso. Un código incorrecto *SAT* alerta al teléfono móvil para suprimir el audio de la señal interferente.

Signaling Tone

El tono de señalización *ST* (*Signaling Tone*) es un tono de frecuencia de 10 kHz usado para indicar un cambio de status. Este confirma mensajes enviados de la estación base y es similar a un a las funciones de llamada en proceso o terminación de llamada en un teléfono fijo.

Dual-tone multifrequency

Las señales de tono dual de multifrecuencia (*DTMF*) pueden ser enviadas sobre el canal de voz y son usadas para obtener respuestas de máquinas contestadoras, para redireccionar llamadas a extensiones y para realizar una gran variedad de funciones de control.

Blank and Burst messages

Cuando datos de señalización van a ser enviados en el canal de voz, las señales de audio son inhibidas y remplazadas con mensajes digitales. Esta interrupción de voz es normalmente muy corta (34 – 54 ms) para ser escuchadas. La tasa de bits por mensaje es de 10 Kbps, y los mensajes son enviados por *FSK*. Como los mensajes del canal de control, estos mensajes son repetidos para asegurar la confiabilidad de los mismos y evitar los errores de transmisión.

Para informa al receptor que un mensaje digital de señalización va a ser transmitido, se precede el mensaje con la secuencia de inicio "101", la cual produce un tono de 5 kHz. A esta secuencia le sigue la palabra de sincronización para identificar el inicio del mensaje.

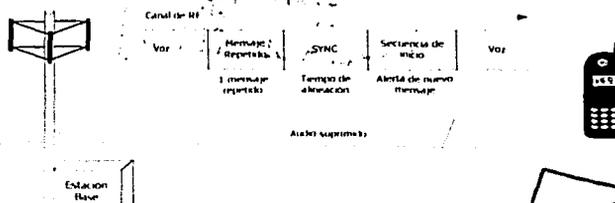


Figura A.13 Mensaje *blank and Burst*.

FALLA DE ORIGEN

Los mensajes *blank and Burst* difieren en el canal de voz de subida y el de retorno. En el canal de subida, los mensajes son repetidos once veces para asegura que la información de control sea confiable, inclusive en condiciones bajas de la señal de radio. Sobre el canal de retorno únicamente son repetidos cinco veces. Las palabras contienen 40 bits en el canal de subida y 48 bits en el canal de retorno. Ambos tipos usan 12 bits de paridad para corrección y detección de errores. Este hecho se ilustra en las siguientes figuras.

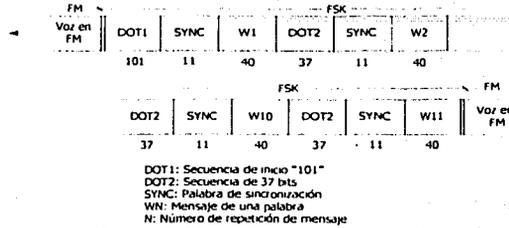


Figura A.14 Canal de voz de subida.

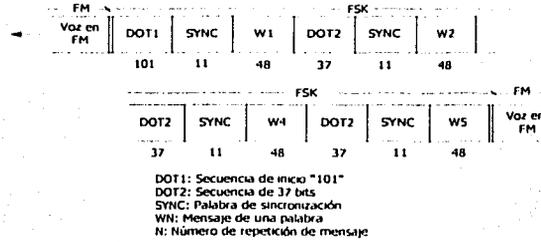


Figura A.15 Canal de voz de retorno.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Anexo B

Servicios de Telefonía Celular en México

El servicio de Telefonía Celular en México se presta a través de dos tipos de asignación de bandas de frecuencia para redes que trabajan en la hiperbanda de 800 MHz: la banda de frecuencia A y la banda de frecuencia B.

El ancho de banda asignado para cada una de las bandas de frecuencia A y B es de 25 MHz. Cada banda es, a su vez, dividida en dos subbandas consistentes de aproximadamente 12.5 MHz, esto debido a la operación *full-duplex* o de dos vías del servicio prestado, las cuales se encuentran separadas aproximadamente 45 MHz. Originalmente, a cada banda se le asignó 20 MHz, posteriormente se decidió ampliar las bandas para que cada una tuviera el ancho de banda de 25 MHz. Este hecho se ilustra en la siguiente tabla:

Banda	Tabla B.1 Frecuencias de transmisión de la estación móvil (MHz)	Asignación de bandas de frecuencia en AMPS Frecuencia de transmisión de la estación base (MHz)
Ampliación Banda A: A'	824 - 825	869 - 870
Banda A'	825 - 835	870 - 880
Banda B	835 - 845	880 - 890
Ampliación Banda A: A''	845 - 846.5	890 - 891.5
Ampliación Banda B: B'	846.5 - 849	891.5 - 894

El espaciamiento de los canales debe ser 30 kHz. El canal de transmisión de la estación móvil 825.030 MHz (y el correspondiente canal de transmisión de la estación base en 870.030 MHz.) debe ser definido como el canal número 1. El rango de 20 MHz de canales se encuentra numerado del 1 al 666 sucesivamente. Los 5 MHz adicionales de los canales 667 al 799 y del 991 al 1023 para el Sistema extendido A (A', A'') y B (B') es opcional. En total se trata de dar 832 canales de transmisión para estaciones de base y de los correspondientes 832 canales de transmisión de estaciones móviles.

La concesionaria Radio Móvil Dipsa S. A. de C.V. (Telcel), presta el servicio a través de la banda B, misma que cuenta con cobertura nacional.

En 1991 se forma la asociación Mexicana de concesionarios de radiotelefonía celular., A.C., integrada por las compañías restantes que operan en México, las cuales prestan el servicio de radiotelefonía celular por la banda A, estas empresas cuentan con convenios entre sí y pueden prestar el servicio con cobertura nacional (*roaming*).

Así mismo existe una división regional para la prestación del servicio en México que cuenta con 9 regiones con coberturas y empresas que ofrecen servicios.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes dividió el país en nueve Regiones para los servicios de Radiotelefonía Móvil con Tecnología Celular (Regiones Celulares) y el de Acceso Inalámbrico (Regiones PCS), Telcel cuenta con cobertura en las nueve regiones para ambos servicios.

Celular	Región PCS	Nombre	Cobertura
1	1	Baja California	Baja California, Baja California Sur y el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.
2	2	Noroeste	Sinaloa y Sonora excluyendo el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.
3	3	Norte	Chihuahua, Durango y los siguientes municipios de Coahuila: Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro y Viesca.
4	4	Noreste	Nuevo León, Tamaulipas, y Coahuila excluyendo los municipios de Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro y Viesca.
5	6	Occidente	Colima, Michoacán, Nayarit y Jalisco excluyendo los municipios de Jalisco: Huejúcar, Santa María de los Angeles, Colotlán, Teocaltiche, Huejuquilla El Alto, Mezquitic, Villa Guerrero, Bolaños, Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz.
6	7	Centro	Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, y los siguientes Municipios de Jalisco: Huejúcar, Santa María de los Angeles, Colotlán, Teocaltiche, Huejuquilla El Alto, Mezquitic, Villa Guerrero, Bolaños, Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz.
7	8	Golfo y Sur	Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.
8	5	Sureste	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.
9	9	México	Distrito Federal y los Estados de México, Morelos e Hidalgo.

Los concesionarios para la prestación del servicio de acceso inalámbrico móvil *PCS* en el país son los siguientes:

CONCESIONARIO	DOMICILIO
Operadora Unefon, S.A. de C.V.	Periférico Sur, No. 4119, Torre A. Col. Fuentes del Pedregal C.P. 14141, México, D.F.
Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V. (Telcel)	Lago Alberto, No. 366. Col. Anáhuac, 11320, México, D.F.
Iusacell PCS, S.A. de C.V.	Prolongación Reforma No. 1236 PH, Col. Santa Fé, C.P. 5109, México, D.F.
Telefónica Móviles México, S.A. de C.V. (Telefónica Movistar)	Paseo de los Tamarindos 400-A piso 4, Col. Bosques de las Lomas, 05120 México, D.F.
Servicios de Acceso Inalámbricos, S.A. de C.V.	Paseo de la Reforma No. 383, 12° piso, Col. Cuauhtemoc, 06500, México, D.F.

Los servicios de comunicación personal *PCS* se prestan a través de las bandas de frecuencia de 1850 a 1990 MHz. Esta banda, mejor conocida como la hiperbanda de 1,900 MHz, se encuentra dividida en subbandas que se encuentran denominadas con las letras de la A a la F, con distintos proveedores de servicios en cada banda. Esta división se muestra en la siguiente tabla:

Bloque	Sub-banda	Sub-banda apareada	Proveedor de Servicio
A	1 850 - 1 865 MHz	1 930 - 1 945 MHz	Unefon
B	1 870 - 1 885 MHz	1 950 - 1 965 MHz	Telefónica Movistar
C	1 895 - 1 910 MHz	1 975 - 1 990 MHz	No se especifica
D	1 865 - 1 870 MHz	1 945 - 1 950 MHz	Telcel
E	1 885 - 1 890 MHz	1 965 - 1 970 MHz	No especifica
F	1 890 - 1 895 MHz	1 970 - 1 975 MHz	No especifica

En la última columna de la tabla anterior se muestra el proveedor de servicios en cada banda.

Como se menciono anteriormente, de igual manera que en la hiperbanda de 800 MHz, la hiperbanda de 1,900 MHz es dividida en 9 regiones de servicio, en las cuales se encuentran distintos proveedores de servicio.



Figura B.1 Regiones PCS

Tabla B.5 Proveedores de Servicio por region

Región	Proveedores de Servicio
Región 1	Telcel Telefónica Movistar Unefón
Región 2	Iusacell PCS Telcel Telefónica Movistar
Región 3	Unefón Telcel Telefónica Movistar
Región 4	Unefón Telcel Telefónica Movistar
Región 5	Unefón Iusacell PCS Comunicaciones Celulares de Occidente
Región 6	Telcel Telefónica Movistar Unefón Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares
Región 7	Telcel Telecomunicaciones del Golfo Telefónica Movistar
Región 8	Unefón Portatel del Sureste Telcel Telefónica Movistar
Región 9	Unefón SOS Telecomunicaciones Telcel Telefónica Movistar

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN