

68
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS ARAGON

**“INTEGRACION DE REDES DIGITALES DE
SERVICIOS INTEGRADOS MEDIANTE EL SISTEMA DE
SEÑALIZACION NUMERO 7”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

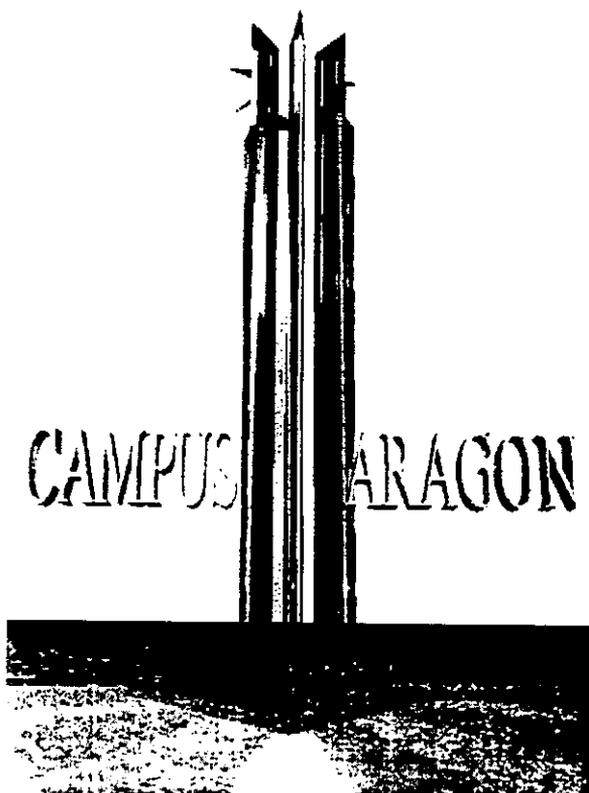
PRESENTA:

REBECA RIVERO FLORES

DIRECTOR DE TESIS:

ING. DAVID B. ESTOPIER BERMUDEZ

264262



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

IMPULSORA EDO. MEXICO, JUNIO 1998



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Dedico este trabajo de tesis a mi Madre, ya que es mi ejemplo a seguir por su dedicación, entrega y lucha en su carrera de la vida . . .

Agradezco al Ing. David B. Estopier Bermudez, su tiempo, aliento y apoyo incondicional en la realización de este trabajo y le reitero mi admiración por su labor profesional y docente.

INDICE

Págs.

Introducción

..... 1

CAPITULO 1

1. - Aspectos Generales

1.1. - Breve reseña de la evolución de las redes públicas y privadas de telefonía en México

..... 3

1.2. - Reseña del Sistema de Señalización número 7

..... 5

1.3. - Conceptos básicos de transmisión digital

..... 15

1.3.1. - Comunicación síncrona

..... 17

1.3.2. - Transmisión asíncrona

..... 21

1.3.3. - Mecanismos de conmutación

..... 23

1.3.4. - Conversión analógica a digital: aplicación a la modulación por codificación de pulsos.

..... 31

1.4. - Definición de Red de Servicios Integrados

..... 37

1.5. - Técnicas de modulación

..... 37

1.6. - Aplicación de las técnicas de modulación a RDSI

..... 43

1.6.1. - Definiciones y conceptos previos

..... 43

1.7. - X.25

..... 44

1.8. - Procedimiento de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)

..... 45

1.9. - RDSI y la capa física de OSI

..... 50

1.9.1. - Grupos funcionales y puntos de referencia para un usuario RDSI

..... 50

1.9.2. - El acceso básico y la capa 1 de OSI

..... 57

1.9.3. - El acceso primario y la capa 1 de OSI

..... 62

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.9.4. - La interface U | 68 |
| 1.9.5. - Procedimiento de asignación de IET. | 71 |
| 1.10. - LAPD | 76 |
| 1.10.1. - Estructura de la trama DE LAP-D | 81 |
| 1.10.2. - Secuencia para el establecimiento de un enlace | 89 |
| 1.10.3. - Nivel 3 del protocolo de canal D | 89 |
| 1.10.4. - Comunicación entre capas | 92 |
| 1.10.5. - Características físicas de la interfaz S/T en LAP-D | 97 |

CAPITULO 2

2. - El Sistema de Señalización Número 7

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1. - Conceptos generales | 103 |
| 2.1.1. - Concepto del Sistema de señalización número 7 (SS#7) | 103 |
| 2.1.2. Características generales | 107 |
| 2.1.3. - Protocolo de señalización SS# 7 | 108 |
| 2.1.4. Estructura del SS#7 | 110 |
| 2.1.5. Parte de Transferencia de Mensajes | 112 |
| 2.1.5.1. Niveles funcionales | 113 |
| 2.1.5.2. Unidades de señalización | 114 |
| 2.1.5.3. Funciones | 122 |
| 2.1.6. Parte de Usuario (ISUP) | 133 |
| 2.1.7. - Parte de Control de Conexión de Señalización | 147 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 2.1.8. Capacidad de Transacción (TCAP) | ..... | 154 |
| 2.2. - LAP-D en SS#7 | ..... | 157 |
| CAPITULO 3 | | |
| 3. - Parametros de Operatividad de una Red RDSI con Señalización Número 7. | ..... | 164 |
| 3.1. - Sincronía de Red (Plan de Sincronía) | ..... | 164 |
| 3.1.1. - Plesiocronía | ..... | 165 |
| 3.1.2. - Pulso stuffing de red amplia | ..... | 166 |
| 3.1.3. - Sincronización mutua | ..... | 168 |
| 3.1.4. - Red maestra | ..... | 169 |
| 3.1.5. - Sincronización maestro-esclavo | ..... | 169 |
| 3.1.6. - Paquetización | ..... | 171 |
| 3.2. - Deslizamientos | ..... | 172 |
| 3.2.1. - Objetivos del índice de deslizamientos | ..... | 177 |
| 3.3. - Topologías (REC. Q.704 Y Q.705 DEL CCITT) | ..... | 179 |
| 3.3.1. - Ejemplos de modos de señalización | ..... | 179 |
| 3.3.2. - Configuraciones de red para el paso a enlace de reserva | ..... | 179 |
| 3.3.3. - Estructuras básicas de red | ..... | 181 |
| 3.3.4. - Encaminamiento | ..... | 184 |
| 3.3.4.2. - Encaminamiento en condiciones de averías | ..... | 186 |
| 3.4. - Tráfico | ..... | 190 |
| 3.4.1. - Medición de tráfico | ..... | 190 |
| 3.5. - Interconexión entre Redes (INTERNETWORKING) | ..... | 192 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5.1. – Interconexión entre usuarios de una misma red RDSI | 193 |
| 3.5.2. - Interconexión de redes RDSI | 193 |
| 3.5.3. - Interconexión entre usuarios de un mismo switch | 194 |
| 3.5.4. - Conexiones del sistema y unidades de interface RDSI | 194 |
| 3.5.5. - Interconexión de un usuario no-RDSI a la Red Digital de Servicios Integrados. | 197 |
| 3.6. – Bailoteo de fase (FHASE JITTER) | 201 |
| 3.6.1. -Sincronía | 201 |
| 3.6.2. – Fuentes de Jitter de Sincronía | 204 |
| 3.6.3. - Ancho de pulsos finitos y efectos patrón | 204 |
| 3.6.4. – Interferencia entre símbolos | 205 |
| 3.6.5. – Efectos de umbral de reloj | 205 |
| 3.6.6. – Distorsión | 205 |
| 3.6.7. - Interferencia | 206 |
| 3.6.8. – Acumulación de Jitter de sincronía | 206 |
| 3.7. – La tasa de errores (Bit Error Rate- BER) | 208 |
| 3.7.1. – Análisis de la calidad de un sistema digital por medio de la evaluación de la tasa de error. | 208 |
| 3.7.2. - Circuito hipotético de referencia | 209 |
| 3.7.3. - Tiempo disponible y tiempo indisponible | 212 |
| 3.7.4. - Aclaraciones referentes al cálculo de la calidad de un sistema digital. | 212 |
| 3.7.5. - Determinación de los SES, DM y ES. | 213 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPITULO 4 | |
| 4. – Normas Internacionales | 220 |
| 4.1. –Organización de los Estándares Internacionales | 220 |
| 4.1.1. - Infraestructura General del CCITT | 221 |
| 4.1.2. - Conclusiones del CCITT | 222 |
| 4.2. - La Señalización N° 7 y su situación en el CCITT. | 223 |
| CAPITULO 5 | |
| 5. -Señalización utilizada en RDSI en accesos Básico y Primario y su compatibilidad con SS#7. | 231 |
| 5.1. - La señalización por Canal Común | 231 |
| 5.1.2. - Desventajas de la Señalización por Canal Asociado CAS con respecto a la Señalización por Canal Común CCS utilizada en el SS#7. | 231 |
| 5.2. - El R2 y su integración en SS#7 | 233 |
| 5.2.1. - Señalización R2 MFC. | 233 |
| 5.2.2. - Interfuncionamiento del sistema de señalización N°7 con el sistema de señalización R2 | 239 |
| CAPITULO 6 | |
| 6. – Análisis Costo Beneficio | 244 |
| CONCLUSIONES | 247 |
| Glosario de Términos del Sistema de Señalización N° 7 | 249 |
| BIBLIOGRAFIA | 251 |

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de servicios entre usuarios de centrales públicas y a la aparición de diferentes protocolos para interconectarlas, lo cual implica frecuentes incompatibilidades a nivel de redes y bajo soporte de servicios hacia los usuarios terminales, se hace evidente la necesidad de contar con un protocolo universal de comunicaciones en redes públicas.

Dicho protocolo concebido originalmente por la CIA. AT&T como sistema de señalización no. 6, y llevado a estándares internacionales por la Unión Internacional De Telecomunicaciones (UIT) como sistema de señalización no. 7, propone la solución al problema arriba planteado.

Por tal motivo, el presente trabajo, desea aportar una investigación minuciosa referente a la eficiencia de la integración de Redes Privadas Digitales De Servicios Integrados (RDSI) a redes públicas mediante el uso del sistema de señalización número 7.

Actualmente nadie pondría en duda que las comunicaciones se encuentran en el corazón mismo del desarrollo de un país. En el contexto empresarial por ejemplo, se habla de la necesidad de crear una infraestructura de comunicaciones tal que sirva como un arma estratégica de desarrollo y por lo tanto de competitividad.

Esta creciente necesidad de competir internacionalmente, apunta hacia un marco de globalización en todos los sentidos, ya que el movimiento masivo de datos y la eficiencia operativa automatizada serán los vehículos imprescindibles en esta carrera contra reloj.

Existe una gran cantidad de servicios, que no se aprovechan debidamente y solo algunos sectores se han propuesto explotarlos. Tal es el caso del sector financiero, el cual ha desarrollado una alta cultura informática y que por lo tanto, se ha convertido en el principal consumidor de tecnología de vanguardia.

Es evidente que en la actualidad tenemos una Red Digital Integrada (RDI) subutilizada; ya que el 50% de los usuarios la usan para transmisión de voz. Por lo tanto, para poder desarrollar todos los servicios, es necesario un esfuerzo mayor en la comercialización de esta red.

La Red Digital De Servicios Integrados (RDSI) Coexiste con las redes y servicios actuales, pero también soporta servicios que hasta ahora están sin explotar. En ella se integran la conmutación y la transmisión, ampliando con ello las capacidades y facilidades que se pueden ofrecer. Una de las grandes ventajas que plantearon los Comités Internacionales con la aparición del concepto RDSI (cuando surgió la recomendación I.200 del CCITT en 1980), fue la integración con un solo interfaz y en una sola red de los servicios de voz, datos, fax y video.

Los mayores volúmenes de aplicación de esta tecnología son para usuarios comerciales, comprendiendo una comercialización gradual tanto desde el punto de vista de penetración en los diferentes segmentos del mercado, como en la introducción de nuevas y mejores facilidades.

En RDSI actualmente se cobra una renta básica que refleja la capacidad disponible para el usuario, tomando en cuenta el tipo de servicio, el tiempo y la cantidad de información cursada. Cobrándose servicios de redes privadas y virtuales.

En cuanto a la estandarización de la RDSI, a partir de la aparición de la serie "I" de libros del CCITT, existe una constante actualización de las normas referentes a ella.

En la RDSI y en general en todas las redes de telecomunicaciones se utilizan protocolos de señalización para intercambiar y transferir información entre dos entidades que básicamente son los elementos internos de la red, entre los conmutadores y/o entre estos y otros centros inherentes a las redes de telecomunicaciones como pueden ser: los centros de tarificación, los de mantenimiento y administración, entre otros.

CAPITULO 1

1. - ASPECTOS GENERALES

El sistema de señalización número 7 se diseñó con el objeto de ser utilizado en redes ofreciendo las siguientes ventajas:

- El sistema es óptimo cuando se aplica en redes digitales debido a su compatibilidad con RDSI.
- Puede aplicarse en redes dedicadas o redes integradas a telefonía, telex, datos, etc.
- Puede usarse a nivel nacional e internacional.
- El sistema se diseñó para la señalización inherente al control de las llamadas, sin embargo puede aplicarse al control y supervisión de las redes de telecomunicaciones en un sentido amplio.
- La flexibilidad del sistema permite que se puedan atender nuevas demandas, es decir, no hay restricciones para el contenido de información de señalización.
- El diseño de la estructura de este sistema, se ajusta al modelo OSI de interconexión abierta de sistemas.

1.1. - Breve reseña de la evolución de las redes públicas y privadas de telefonía en México.

Como un resultado de las investigaciones sobre las estrategias y experiencias que se están desarrollando a nivel mundial, TELMEX desarrolló una estrategia para evolucionar hacia RDSI en México, misma que se dividió en las siguientes partes:

- Se aumentaron las capacidades de la red digitalizándola tanto a nivel de conmutación, como a nivel de transmisión obteniendo una RDI e introduciendo la por canal común CCS, la cual desplazó a la señalización tradicional ya que ésta no puede soportar servicios de valor agregado y que son demandados en la actualidad.
- Se estableció un plan de sincronía a fin de incluir redes de datos y mantener jerarquías de control de transmisión de datos en toda la red.
- Se diversificaron servicios en los siguientes términos:

- 1) Teleservicios, los cuales hacen uso de la red a través de terminales particulares, como teléfono, telex, terminales de datos, etc.
- 2) Servicios suplementarios que sugieren mayores facilidades para los usuarios, soportadas a nivel de red y a nivel terminal.
- 3) La red de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes se integran en RDSI manteniendo la compatibilidad con los protocolos estándares como son HDLC entre otros.
- 4) Red superpuesta, misma que está fundamentada en dos consideraciones: La de satisfacer la necesidad de segmentos específicos del mercado (grandes usuarios) y la de motivar la producción en las empresas mediante desarrollo de servicios de telecomunicaciones más poderosos.

Los elementos que constituyeron la red superpuesta fueron:

- Las centrales digitales de conmutación de circuitos
- Los medios de transmisión digital PCM local que fueron la infraestructura de transmisión.
- Los medios de transmisión local interurbana que fueron el soporte de transmisión de larga distancia.

Los servicios ofrecidos a través de la red superpuesta son:

Troncales digitales privadas de alta velocidad que para transmitir datos a velocidades de 2.048 mbps y 64 kbps.

Acceso digital a usuarios con equipos analógicos por medio de concentradores o multiplexores de abonado para transmisión de voz y datos.

Acceso a la red telefónica pública, así como al servicio 800.

Alta confiabilidad debida al manejo de enlaces redundantes y tecnología de vanguardia.

Baja susceptibilidad al ruido en trayectorias al utilizar medios de alta calidad como fibra óptica, con lo cual se ofrece fidelidad en las comunicaciones de voz y datos.

Marcación entrante a extensiones sin pasar por operadora.

Grupos cerrados de usuarios lo cual permite jerarquizar en empresas de alto interés las comunicaciones sin necesidad de que éstas interactúen con la vía pública.

1.2. - Reseña del Sistema de Señalización Número 7

GENERALIDADES

En Norteamérica las empresas de servicio de telecomunicaciones han introducido el sistema de señalización número 7 (SS7) para poder satisfacer las demandas, de los suscriptores comerciales y residenciales, de servicios nuevos y sofisticados (por ejemplo el servicio 800).

En Europa y el resto del mundo la introducción del SS7 surge de la presión de modernizar la red telefónica y de ingresar servicios altamente calificados como son el sistema de radios móviles pan-europeo.

Actualmente el sistema de señalización constituye el sistema nervioso central de las redes de telecomunicaciones. Las empresas de servicio de telecomunicaciones invierten sumas equivalentes tanto en señalización como en transmisión (aproximadamente el 40% de sus gastos totales). Lo anterior es debido a que en una red telefónica, la señalización es el mecanismo que controla y administra el establecimiento y la terminación de las llamadas así como su tarificación.

SEÑALIZACIÓN ACTUAL

El tipo de señalización que se utiliza hoy en día es la señalización por canal asociado (CAS) la cual también es conocida como señalización en banda. En CAS la información de señalización se transmite por el mismo par de cables que se utilizan para la voz.

La central terminal detecta el descuelgue, envía el tono de discar, acepta los dígitos discados, le indica a los centros de conmutación discados y remotos que establezcan la llamada, da los tonos de repique o de ocupado y realiza la conexión del circuito destino cuando el abonado llamado responde.

Las centrales de tránsito aceptan los dígitos discados desde la terminal y establecen el circuito de extremo a extremo. La información de la señalización se envía en el mismo circuito que va a ser utilizado para la transmisión de la voz. Por lo tanto, mientras el circuito esté siendo utilizado en la conversación no puede efectuarse ningún tipo de señalización sin que éste afecte el habla.

La señalización CAS utiliza tonos o pulsos en el circuito. Los procesos de CAS son lentos e involucran largos tiempos para el establecimiento de la llamada, esto trae como consecuencia un uso ineficiente de la red mientras los canales de voz se mantienen ocupados por la señalización.

Adicionalmente, como se requiere de circuitos de señalización para cada línea telefónica, las empresas operadoras de la red pagan un alto costo por un uso reducido. El equipo de señalización sólo se necesita al inicio y al final de una llamada. Los servicios telefónicos que se planean para el futuro requieren de señalización durante la llamada. (La interferencia de operaciones de la red CAS ha causado un gran problema de fraudes a las operadoras de larga distancia).

Ha trabajado bien hasta ahora
¿porqué cambiarla?

Por la necesidad de optimizar la operación de la creciente red digital de telecomunicaciones en términos de:

- * capacidad
- * velocidad
- * funciones
- * confiabilidad

para satisfacer los requerimientos presentes y futuros de:

- características avanzadas
- nuevos servicios
- RDSI

mientras el sistema telefónico antiguo se mejora y sustituye

Pero la señalización existente de canal asociado no es capaz de dar soporte a estos requerimientos.

Al reemplazar la antigua red telefónica analógica con los nuevos sistemas digitales, se posibilitó la prestación de nuevos servicios.. Estos servicios (como la comunicación rápida de datos) se hacen atractivos a los usuarios de las redes, los cuales requieren de comunicaciones rápidas y confiables.

Los primeros sistemas de señalización se limitaban a la forma analógica antigua, y no eran capaces de dar soporte a los nuevos servicios. En muchos casos, se crearon redes completamente independientes para poder ofrecer estos servicios.

Lo que faltaba era un sistema de señalización que diera el soporte necesario a los nuevos servicios dentro de la red de telecomunicaciones existente. La actual revolución de la señalización se debe a la incapacidad de los sistemas de señalización existentes para satisfacer estas necesidades, especialmente la necesidad de implementar rápidamente nuevos servicios a los clientes.

Como las expectativas que se tienen sobre la red de comunicaciones ha cambiado, la demanda de nuevas funciones de la red ha aumentado:

- Debe optimizar el rendimiento y las operaciones de la red de telecomunicaciones, entre otras posibilidades, permitiendo un establecimiento más rápido de las llamadas.
- Debe satisfacer los requerimientos presentes y futuros de la red para dar soporte a:
 - Voz, datos y videos simultáneos,
 - La introducción de nuevos servicios,
 - Los servicios que sólo utilizan los enlaces de señalización y no las líneas de tráfico telefónico.
- Debe ser confiable, transfiriendo la información de señalización en la secuencia correcta, sin pérdidas ni duplicaciones.

SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN

El sobreponerse a las limitaciones impuestas por los sistemas de señalización existentes involucra un novedoso y radical método que se vale del hecho que los conmutadores controlados por programa almacenado (SPC) son sólo computadoras llamadas por otro nombre.

Las computadoras se comunican utilizando enlaces digitales de gran velocidad para la transferencia de archivos o para su uso remoto.. Estos mismos enlaces de alta velocidad pueden utilizarse en un ambiente de telecomunicaciones, para transferir la información de control para el establecimiento de las llamadas. De aquí nació la idea de señalización por canal común.

Esta señalización implica el enviar toda la información de control para todas las llamadas desde una central mediante un grupo dedicado de enlaces de datos de alta velocidad. El tráfico de voz se realiza mediante enlaces separados.

Un efecto importante de la separación del tráfico de voz y de señalización es que la señalización puede utilizarse durante una llamada sin afectar a las conversaciones.

Para asegurar la compatibilidad internacional, el CCITT tomó para sí el reto de definir el estándar internacional SS7, dejando el manejo de las necesidades particulares de Norteamérica a otros organismos de creación de estándares como ANSI y Bellcore.

El estándar SS7 aparece en el interior de las redes de telecomunicaciones. Existen otros protocolos como Q.921/Q.931 LAP-D y X.25 que permiten las conexiones del cliente a la central terminal. La única excepción puede ser una gran corporación con una red privada que utilice SS7, la cual podría conectarse a la red pública mediante SS7.

Es por lo tanto un error pensar que SS7 es RDSI (Red Digital De Servicios Integrados) o que sólo se dispone de SS7 cuando se tiene RDSI.

El estándar SS7 es un requerimiento absoluto para permitir RDSI en una red de transmisión nacional ya que el SS7 es una señalización por canal común y esto es un requisito indispensable para RDSI ya que en este tipo de red se necesita transferir

información de control a gran velocidad en un enlace dedicado y sin intervenir en el demás tráfico de la red, para el buen funcionamiento de esta. Sin embargo puede utilizarse SS7 en una red en donde no se da ningún servicio de RDSI. Esto es particularmente cierto en Europa, en donde algunos países ya utilizan SS7 para el control de los servicios telefónicos básicos.

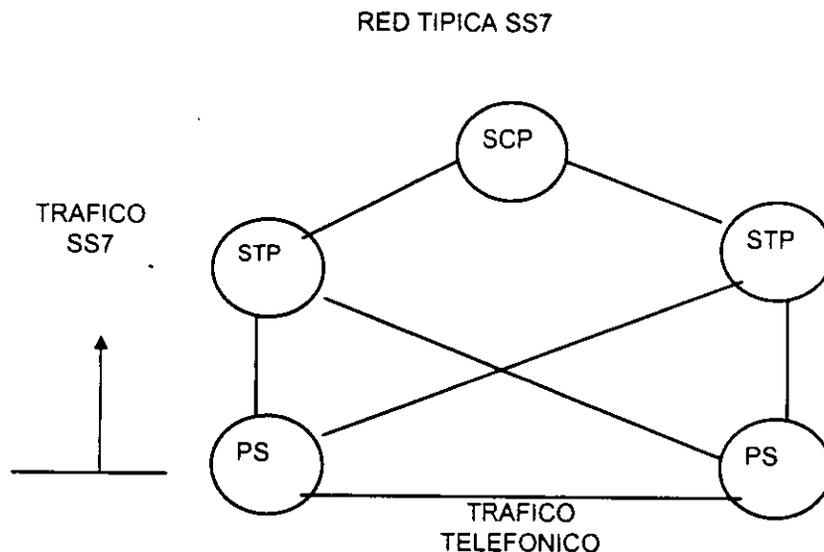


Fig. 1.2.1. Configuración típica de una red con SS7

Una configuración típica de una red con SS7 se muestra en la lámina anterior. Existen varios componentes en la red SS7, cada uno con funciones específicas.

Esencialmente, el sistema de señalización SS7 consiste de procesadores que controlan las funciones de la red de telecomunicaciones y de programas que controlan a estos. Los enlaces entre los procesadores les permiten comunicarse entre sí. Al igual que en cualquier red de computadoras, las posibilidades que permite SS7 se logra mediante los programas. De esta manera, cuando se considera la forma de operación de SS7, nos interesa principalmente la operación del "software" de SS7.

Cada punto de señalización en la red SS7 se identifica unívocamente mediante un "Código De Punto" (Point Code). Para los países que siguen el estándar Norteamericano, el formato es :

Red-Grupo-Miembro (Network-Cluster-Member), alternativamente puede utilizarse un número de 24 dígitos. Para Europa tanto el (OPC) como el (DPC) son de 14 dígitos. La información del código del punto se transmite en los mensajes de señalización para identificar la fuente y el destino de los mensajes. Cada punto de señalización dispone de una tabla de enrutamiento para seleccionar el camino de señalización apropiado para cada mensaje (utilizando el código del punto de destino del mensaje).

Los puntos de señalización se conectan directamente entre sí mediante enlaces de 56 ó 64 kbps. Cada enlace está compuesto de dos canales, un canal para cada dirección del flujo de información.

Para dar mayor seguridad a la operación de la señalización frecuentemente se duplican los enlaces, por ejemplo, en Norte América se utilizan frecuentemente grupos de enlaces que consisten en parejas de enlaces bidireccionales o posiblemente cuatro enlaces, el máximo que se permite es de 16 enlaces. La información se distribuye equitativamente entre los enlaces y los de ruta alternativa, un proceso que se conoce como repartición de cargas. Si uno de los enlaces falla , la carga de información se transfiere a los enlaces restantes dentro del grupo de enlaces. La carga típica de cada enlace es un tráfico del 20 % (0.2 erlang). En las peores condiciones de falla és decir, cuando tres de los cuatro enlaces fallan, esto permite que la carga sobre el enlace restante sea menor que un tráfico del 100 % (1.0 erlang).

Una consecuencia de la repartición de las cargas de tráfico sobre todos los enlaces en un grupo de enlaces es que por ejemplo, dentro de una secuencia de establecimiento de una llamada, cada uno de los mensajes individuales, posiblemente se distribuyen por todos los enlaces. Es común que los mensajes que pertenezcan a una secuencia se envíen por un solo enlace. Sin embargo, las respuestas que el extremo remoto da a estos mensajes, no regresan necesariamente por el mismo enlace.

Servicios que brinda el SS7

- Telefonía
- Red digital de servicios integrados (RDSI)

- Servicios 800/900 (sin cargo / cargo extra)
- Servicios de tarjeta de crédito
- Servicio personalizado de conmutación de área local (CLASS)
- Servicios de facturación alterna (ABS)
- Centros de área extensa

El estándar SS7 le permite a las empresas operadoras de la red ofrecer muchos servicios adicionales a sus clientes. En el pasado estos servicios eran o demasiados caros o pocos prácticos. Cada servicio impone sus propios requerimientos sobre la red SS7.

Por ejemplo, una capacidad flexible de facturación permite ofrecer servicios como " 800 " el cual es libre de cargos para el que llama mientras quien es llamado paga el costo. Esta inversión de los mecanismos normales no hubiese sido posible anteriormente en una red nacional es decir, sin intervención de la operadora .

Estos servicios son sólo los primeros, a estos se añaden más cada día. Cada nuevo servicio tiene el potencial de ser una fuente adicional de ingresos para las empresas operadoras de la red.

Categorías de los servicios del SS7

- servicios orientados a las llamadas
- servicios que utilizan una base de datos

Los servicios de SS7 pueden ubicarse en dos categorías : orientados a las llamadas y los que utilizan una base de datos. A continuación se presenta una descripción de ambos.

SERVICIOS ORIENTADOS A LAS LLAMADAS

- POTS -Servicio telefónico tradicional
- RDSI -Red digital de servicios integrados

El servicio telefónico tradicional (POTS) y la red digital de servicios integrados (RDSI) a pesar de ser muy diferentes, sólo utilizan las capacidades orientadas a las llamadas que provee SS7.

Para crear una conexión de tráfico entre dos teléfonos o terminales de RDSI sólo se requiere una transparencia simple de información de SS7 desde un punto de señalización (PS) a otro (vía los puntos de transferencia de señalización PTS).

Este es un uso simple de SS7 ya que solo se utilizan las tablas de enrutamiento entre los puntos de señalización.

Para realizar una llamada, se disca el número del abonado a llamar. El circuito de conmutación realiza la traducción de la información del código de área para obtener el código del punto de SSP de destino (utilizando su tabla de enrutamiento). El circuito de conmutación incluye tanto su código de punto (el Código De Punto Del Origen también llamado OPC) como el Código De Punto Del Destino (también llamado DPC) en los mensajes que crea para establecer la llamada. Cuando un mensaje del SSP llega al STP, éste usa el código de punto del destino (mediante una referencia a sus propias tablas de enrutamiento) para determinar cual de los enlaces debe utilizar para transferir el mensaje.

Las diferencias principales entre la señalización de las redes telefónicas tradicionales (POTS) y el soporte que SS7 da a éstas son:

- En lugar de utilizar tonos analógicos o pulsos para llevar la información de señalización, se transfiere un grupo de paquetes entre oficinas terminales para establece la llamada.
- Como el camino de señalización se encuentra separado del circuito de voz, puede utilizarse SS7 simultáneamente con la voz

Este tipo de establecimiento de la llamada es más rápido y hace un mejor uso de la red de telecomunicaciones.

Los formatos y secuencias de mensajes tanto para POTS como para RDSI se encuentran definidos en los estándares (CCITT, ANSI, etc.). En el ejemplo anterior, el paquete inicial de dirección lleva el número telefónico discado desde la central de origen a la central de destino. Se devuelve un mensaje de direccionamiento

completado (ACM) para indicar que el teléfono del abonado llamado se encuentra repicando. El paquete de respuesta (ANM) indica que el abonado ha levantado el auricular.

Observe que la central puede cumplir ambos papeles: como SP y como STP.

SERVICIOS QUE UTILIZAN UNA BASE DE DATOS.

- servicio 800 (sin cargo)
- servicio de facturación alterna
- distribución automática de la llamada
- servicios 900 (cargo adicional)

Muchos servicios utilizan una base de datos centralizada.

La base de datos contiene información adicional que se requiere para dar el servicio al usuario. Por ejemplo, las tablas de traducción de números '800' a números telefónicos comerciales y la información de tarificación.

Las bases de datos permiten que las operadoras de la red ofrezcan servicios sofisticados como el discado abreviado, enrutamiento de las llamadas sin intervención de la operadora, etc.

La utilización de bases de datos centralizadas permite que la información de un servicio se actualice rápidamente como lo dicten las circunstancias. Por ejemplo, se pueden añadir nuevos números 800 a la base de datos siempre que se requiera sin realizar ningún otro cambio a la red de señalización. Adicionalmente, se puede hacer que las bases de datos devuelvan información que cambie basada en criterios como la hora y la ubicación del que origina la llamada.

Una vez que el SP local recibe el número 800 traducido puede iniciar el establecimiento de la llamada por los procedimientos normales.

Al igual que en el caso de POTS, el SP ahora conoce los números de abonados de origen y destino, y por lo tanto pueden encontrar el código de punto de destino

utilizando su tabla de enrutamiento. El SP envía la información de establecimiento de la llamada mediante los STP al igual que antes.

El formato de los mensajes y la secuencia de mensajes para esta interacción se encuentran definidas en los estándares apropiados.

El SP envía un mensaje de unidad de datos (UDT) al SCP mediante los STP. El mensaje UDT contiene la solicitud para la traducción del número 800.

Cuando se realiza la traducción, se envía al SP un mensaje UDT que contiene el verdadero número telefónico a utilizar.

Una vez que el SP obtiene el mensaje UDT que contiene la traducción del número 800, éste puede establecer la llamada de la misma forma que en una llamada POTS normal.

La única diferencia es que la tarificación ha sido manejada mediante la base de datos.

Servicios de SS7 -(resumen)

- Los servicios orientados a las llamadas (p. Ej. Pots) utilizan un mínimo de las posibilidades de SS7 y en general, son más rápidos al utilizarlo.
- Posibilita la utilización de nuevos servicios.
- Muchos de los servicios (p. Ej. 800) utilizan información contenida en base de datos de la red de señalización.

Todos los servicios obtienen beneficios del uso de SS7.

Los servicios pueden clasificarse en dos categorías, los que no utilizan una base de datos y los que sí lo hacen.

Los servicios simples tradicionales, como sería POTS, obtienen beneficios en términos de menores tiempos de establecimiento y terminación de las llamadas.

¡No podrán existir servicios avanzados y novedosos como RDSI sin utilizar SS7!

1.3. - Conceptos básicos de transmisión digital

Antes de iniciar el tema es conveniente repasar algunos tópicos relativos a redes.

Para evaluar una red los parámetros mas sobresalientes son:

- 1.- El tiempo de respuesta
- 2.- Throughput
- 3.- Factor de carga
- 4.- Jerarquización
- 5.- Servicios soportados. (voz, datos, etc)

El *tiempo de respuesta* se refiere al tiempo para realizar una transacción de petición-respuesta a nivel de usuario-red.

El *throughput* es la medida de capacidad de la red, para transferir información de manera efectiva.

Throughput= datos transferidos/tiempo de transacción.

Ejemplo 1.

Si se quieren transferir 100 bloques en 4 segundos usando nodos Ethernet (512 bytes/bloque):

$$T = (100)(512)(8)/4 = 102,400 \text{ bps.}$$

Ejemplo 2.

Determinar el throughput a nivel de capa de enlace de datos para transmisiones asíncronas sobre una línea a 9600 bps (Decnet con enlace X.25) si la probabilidad de que un mensaje sea transmitido con error es .01. Dos bits del protocolo son agregados a los datos del usuario.

$$T = (u)(s)(1/e)$$

Donde:

S.- Es la velocidad de línea en bits por segundo.

E.- Probabilidad de que un mensaje sea transmitido.

U.- Proporción de datos del usuario de total de datos por mensaje.

En este caso:

S=9600 bps

U= 8/10 (ya que dos bits no son de usuario)

E=probabilidad de error.

Factor de carga

Este se aplica en función a los tipos de usuarios que utilizan la red.

Por ejemplo la filosofía Novell propone 5 tipos de usuario:

Tipo 1 es el usuario que el 100% del tiempo usa la misma aplicación como puede ser procesador de palabra u hoja electrónica y no carga mucho a la red. A este usuario se le da un peso de 1.

Tipo 2 es el usuario que el 70% del tiempo usa aplicaciones del tipo 1 y el 30% usa restante aplicaciones en tipo base de datos. A este se le da un peso de 5.

Tipo 3 usuarios que usan un 70% aplicaciones tipo 2 y el 30% aplicaciones tipo 1. A este se le da un peso de 15.

Tipo 4 es el usuario que el 100% del tiempo usa aplicaciones de base de datos. A este se le da un peso de 30.

Tipo 5 es el que necesita el máximo ancho de banda de la red. Este usuario realiza compilaciones el 100% del tiempo y se le da un peso de 70.

Así, para determinar el factor de carga a cada usuario se le asigna un peso, y al final se suman todos los pesos.

TOPOLOGIAS

(jerarquizacion)

La topología determinará la forma de interconexión de los elementos del sistema, es en sí la configuración física de la red y condiciona algunas características:

- A) La flexibilidad de la red para añadir o quitar estaciones de trabajo
- B) la repercusión que en el comportamiento de la red puede tener el fallo de algunas estaciones.
- C) Interferencias y retardos en los flujos de información.

TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN

1.3.1. - Comunicación síncrona

En la comunicación síncrona es preferible usar protocolos orientados a bit, lo cual permite detectar errores y corregirlos algunas veces.

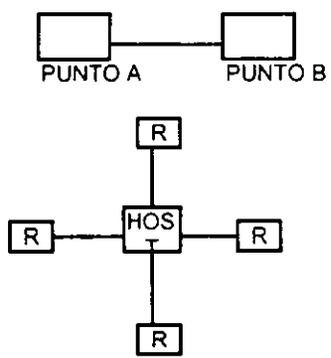
Para satisfacer estos requerimientos fueron creados tres protocolos:

- NRM (modo de respuesta normal punto a punto y multipunto).
- ARM (modo de respuesta asíncrono punto a punto y punto a multipunto)
- ABM (modo balanceado asíncrono punto a punto).

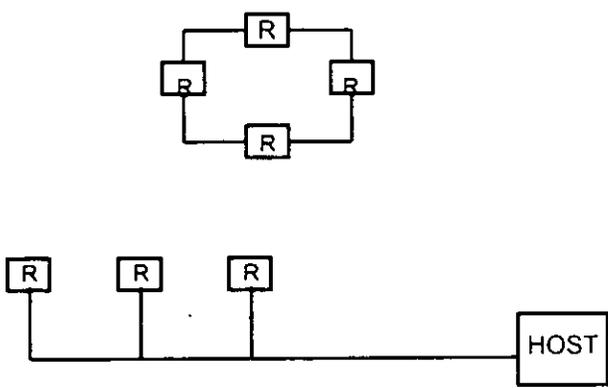
Tanto NRM como ARM permiten que una estación predefinida controle la conexión o desconexión siempre.

En el modo de respuesta asíncrono (ABM) cualquiera puede hacerlo.

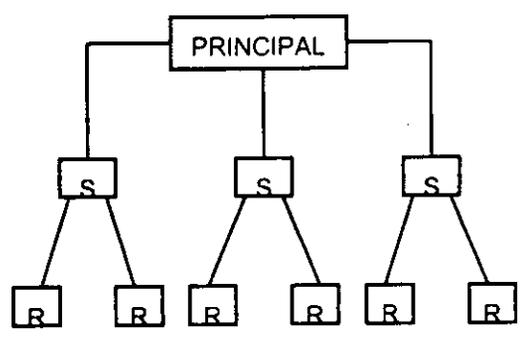
En este caso expondremos el ABM dado que es la base para llegar a X.25 lo cual es objetivo de esta sección.



1.3.1 Figuras punto-punto y estrella



1.3.2. Figura de topología en anillo y bus



1.3.3. Figura de topología en árbol (jerárquico)

ABM

Por cada mensaje o grupo de mensajes en ABM se agrega un número fijo de bytes de inicio y terminación. A esto se le llama trama o mensaje organizado.

Utilizando el concepto de control de enlace de datos (data link controller o DLC) presentamos a continuación la trama básica:

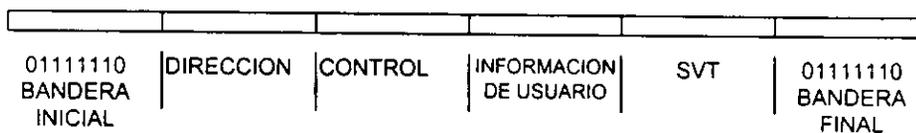


Fig.1.3.4. Trama básica de un HDLC

El campo de dirección sigue a la bandera inicial y se utiliza para identificar la estación secundaria que recibe o envía la trama. A partir de aquí se usa inserción de ceros para evitar que existan cancelaciones durante la transmisión insertando un cero después de cada 5 unos consecutivos. Cuando se requiere hacer una cancelación se mandan por ejemplo 8 unos consecutivos con lo cual el sistema remoto se entera que no se trata de banderas ni de información de usuario.

Cuando las estaciones secundarias usan direcciones de 8 bits, hay 2^8 combinaciones (256 modos diferentes de dirección), sin embargo las combinaciones 00000000 y 11111111 se usan para fines específicos, por lo que se cuenta con solamente 254 combinaciones.

En el ABM el campo de dirección se utiliza para indicar si es comando o respuesta. Así se puede resumir el campo de dirección como:

| Campo de dirección | | |
|--------------------|---------------|---------------|
| Dirección | Comando | Respuesta |
| DTE-DCE | 01 (00000001) | 03 (00000011) |
| DCE-DTE | 03 (00000011) | 01 (00000001) |

Existe otra alternativa, que es el caso en el que hay varios receptores o secundarios y un primario o emisor de información y además se requiere enviar:

A) información a un secundario específico.

B) información a un grupo de secundarios específico.

Lo anterior se explica con la figura siguiente:

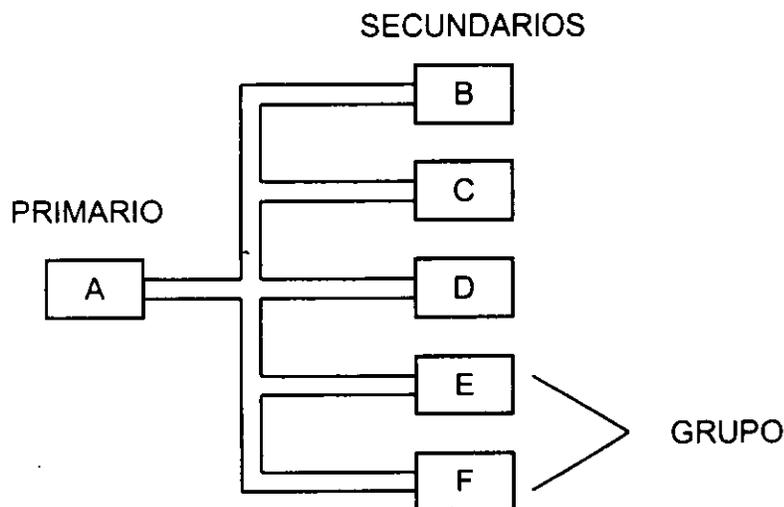


Fig. 1.3.1.1.-Campo de dirección con varios secundarios y un primario

Además cuando hay muchos grupos puede haber dos opciones:

Dirección específica

Donde x=0 y y=comando o respuesta

| | |
|------|------|
| Xxxx | 00yy |
|------|------|

Dirección de grupo

Donde X=No. De grupo y Y=comando o respuesta=1

| | |
|------|------|
| XXXX | YYYY |
|------|------|

El primer campo al X=1 para indicar que hay grupo

13.2. -Transmisión asíncrona

Como se vio, en ésta no existe sincronía a nivel de mensaje pero si a nivel de bit o carácter, es decir el tiempo que se le asigna a un bit siempre es el mismo pero el tiempo transcurrido entre dos caracteres no es constante ni determinable.

Para explicar lo anterior emplearemos la siguiente figura:

Supóngase un bit

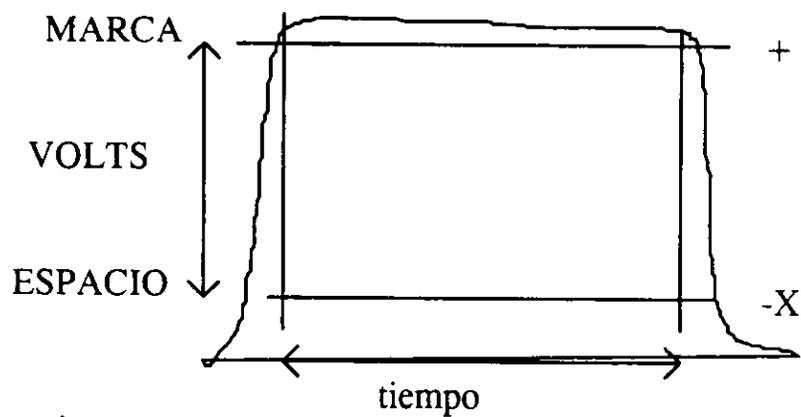


Fig. 1.3.2.1.-Figura de un bit en una trama asíncrona

Así el valor debe variar entre $-X$ y $+X$ volts y permanecer un tiempo t . Esto puede denominarse ventana de bits. Así un bit start indica al receptor que a continuación vienen los datos y que comience a medir los bits en periodos t . Las siguientes figuras son indetectables:

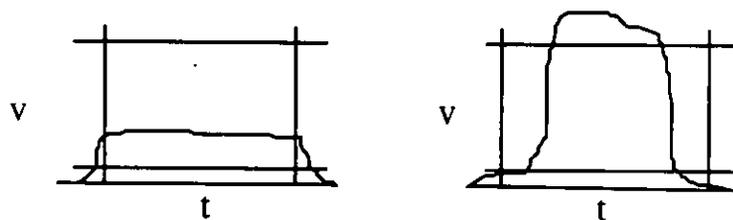


Fig. 1.3.2.2.- Figuras indetectables

La longitud del bit de parada es de 1 a 2 bits de tiempo t

Cuando la línea está libre se envían una serie de unos consecutivos (voltaje negativo).

Adicionalmente el bit de arranque permite hacer la sincronía. Por razones de confiabilidad el bit de arranque tiene una duración de $1/16$ de el valor t .

De esta forma los caracteres están constituidos, es decir constan de información mas bit de arranque y bit de parada como mínimo.

En una comunicación asíncrona el tiempo de duración de los caracteres es el mismo, pero el que transcurre entre la transmisión de un carácter y otro no es igual. Esto se puede representar mediante la figura siguiente:

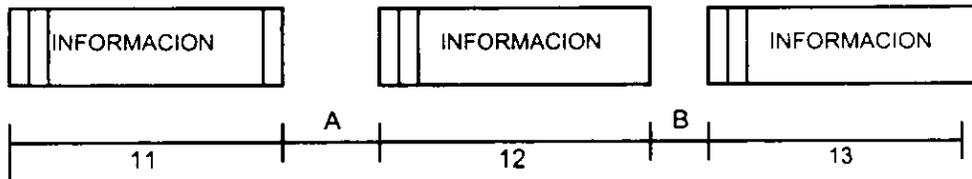


Fig. 1.3.2.3. - Tiempo entre bloques en una comunicación asíncrona

Como puede observarse el tiempo transcurrido entre cada bloque es diferente (A diferente de B), pero el tiempo de duración de cada bloque representado por la letra "1", "2" y "3" es igual.

El tiempo entre bloques puede depender por ejemplo de la velocidad en la que el usuario marque una tecla. Lo anterior expresa protocolos orientados a carácter.

En el estado ocioso, la línea envía solo 1's consecutivos (al menos 8), de manera que cuando llega un byte, el receptor usa el bit de inicio (de 1's a 0) para sincronizarse con el tiempo de la señal entrante. Para esto utiliza un reloj que funciona 16 veces más rápido que la velocidad de transmisión y con esto lograr que el alineamiento sea 1/16 del tiempo de bit.

Es decir si hay un enlace de 9600 bps, entonces siendo las ráfagas en bytes, el reloj que se sincroniza con el tiempo de bit es :

$$2 \text{ (8bits)} (9600) = 153,600 \text{ muestras en segundo.}$$

Habrà de sacar el tiempo de bit para deducir el alineamiento.

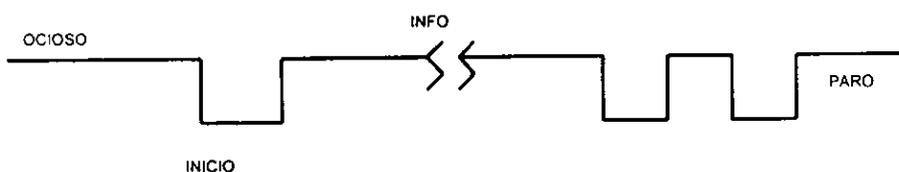


Fig. 1.3.2.4.- Información en estado ocioso

1.3.3. -Mecanismos de conmutación

Los mecanismos de conmutación crean una ruta o camino temporal por el cual viaja un mensaje entre dos nodos de la red. Existen dos mecanismos de conmutación:

- De circuitos
- De paquetes

Conmutación de circuitos

La ruta es asignada mediante una información o paquete inicial de encaminamiento por el cual deberán pasar todos los trenes de información de la comunicación requerida en ese momento. Una vez terminada la sesión la línea se libera para poder ser usada por otro dispositivo que requiera comunicación.

Conmutación de paquetes.

Bajo esta aplicación todos los mensajes son divididos en el nodo origen de tal manera que se vuelvan paquetes de tamaño fijo. Dichos paquetes viajan en forma independiente siguiendo la mejor ruta disponible la cual dependerá de las condiciones instantáneas de la red. Al llegar al nodo destino los paquetes se reensamblan para reproducir el mensaje original.

Como se sabe en una transmisión asíncrona la información viaja byte a byte y en la transmisión síncrona los datos viajan comandados por un reloj.

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MODULACIÓN AL AMBIENTE RDSI Y SS7

La evolución de la red pública de telecomunicaciones existente, especificada en facilidades a nivel de red y servicios de valor agregado, esta basada en el desarrollo de la integración de las tecnologías digitales y analógicas. Esta integración denominada RDI (red digital integrada) lleva como base las siguientes premisas.

- Integración de equipo de transmisión analógico y digital.
- Integración de comunicaciones de voz y datos.
- Integración de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.

RDI es el paso preliminar para llegar a RDSI.

La filosofía digital de comunicaciones tiene su base en la conversión de señales continuas a discontinuas, es decir analógico-digital.

Las ventajas básicas de la digitalización son:

1. - Las señales pueden regenerarse o rearmarse periódicamente durante la transmisión, puesto que la información ya no se encuentra contenida en la amplitud continuamente variable de pulsos, sino que consiste en símbolos discretos.
2. - Toda clase de circuitos digitales pueden emplearse en la totalidad del proceso.
3. - El ruido y la interferencia se minimizan mediante códigos.

El proceso de digitalización de señales se conoce como cuantificación, la cual consiste en la subdivisión de amplitudes en un número directo de niveles de amplitud.

Las señales resultantes se denominan cuantizadas.

Al contrario del proceso de muestreo, (previo a la cuantización) este resultado produce una pérdida irregular de la información, debido a que es imposible reconstruir la señal analógica original a partir de su versión cuantizada.

DISEÑO TÍPICO DE UN SISTEMA DIGITAL DE COMUNICACIONES

Se considera un mensaje digital (o binario) y servirá como ejemplo en varias partes del presente trabajo. Se entiende por señal binaria o mensaje binario, una secuencia de dos tipos de pulsos o formas de onda conocidas que se presentan a intervalos regularmente espaciados en el tiempo.

Pese a que se conoce la forma de los pulsos, su ocurrencia y la información transmitida esta dada realmente por la secuencia particular de unos y ceros que llegan. Para nuestro análisis usaremos formas rectangulares.

La frecuencia de los pulsos es $1/R$ o sea a razón de R pulsos por segundo

R/s :

$1/R =$ intervalo binario.

La fuente de señal esta generando R dígitos binarios o bits por segundo (la palabra bit proviene de binary digits). Por ejemplo, si $1/R = 10^{-3}$ seg. R es entonces 1000 bits/seg.

Si $1/R = 1$ microseg. Entonces $R = 10^6$ bits/seg.

Si queremos transmitir la secuencia a un destino lejano:

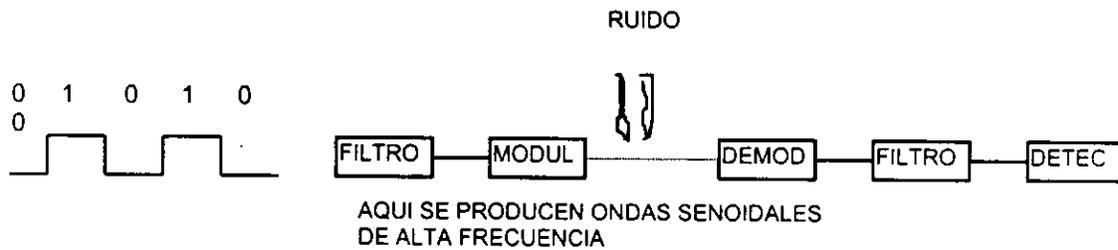


Fig. 1.3.3.1. - Esquema de la transmisión de una secuencia de datos a un destino lejano

El efecto de que los filtros provoquen que los símbolos se traslapen en los instantes de tiempo adyacentes se conoce como interferencia entre símbolos.

Shannon descubrió que la probabilidad de que ocurra un error puede idealmente reducirse tanto como se desee por medio de una codificación adecuada de la señal de entrada (en el año 1948). Siempre que la velocidad de señalización binaria R en bits por segundo, sea menor que el número especificado, el cual se determina por medio de la potencia del transmisor, el ruido del canal y la respuesta de tiempo o ancho de banda del canal. Si se trata de introducir demasiados bits por segundo en un mismo canal, la cantidad de errores aumentará rápidamente. La máxima velocidad de transmisión de señales se conoce como *capacidad de canal*.

Cuando la información es enviada deben tenerse señales que cambien con el tiempo, es decir, la transmisión de información, esta relacionada con las señales que se modifican con el tiempo y cuyo cambio es impredecible.

Supongamos un intervalo de t segundos en el cual se transmite información y una amplitud máxima de voltaje

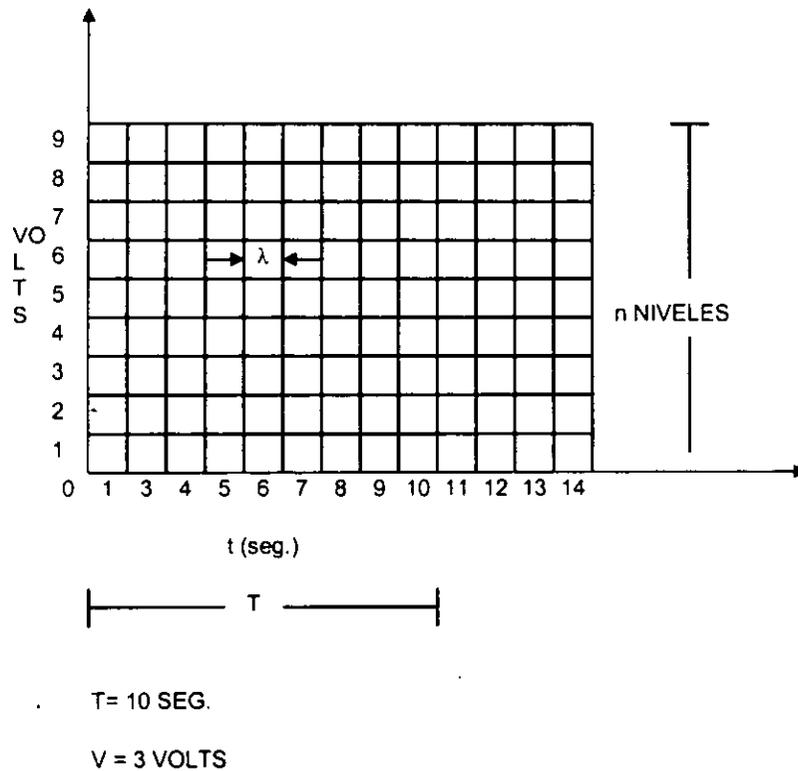


Fig. 1.3.3.2. - Diagrama de voltaje y tiempo de una transmisión de información.

Para que una señal cambie es necesario cambiar el nivel de la misma y esto tiene un límite de rapidez. Por otra parte hay un nivel mínimo de umbral de voltaje que permite distinguir señal de ruido.

Hay entonces un tiempo mínimo (t_{ao}) que se requiere para que la energía cambie y una variación mínima detectable de la amplitud.

Considerando la figura anterior, si t_{ao} vale 1 segundo y si se considera que las variaciones son de ± 1 volt la mayor parte del tiempo (variación mínima detectable 1 volt). Cuando la amplitud máxima de voltaje varía por ejemplo a 5 volts, solo existen 6 niveles de voltaje detectables (contando el cero como valor).

Así, por cantidad de información transmitida en t segundos, se entienden el número de combinaciones diferentes y distinguibles de amplitud de la señal, que pueden transmitirse al mismo tiempo.

Por tal motivo es evidente que la capacidad de información es limitada.

Así, la velocidad del sistema o capacidad máxima para transmitir información, es en términos de τ y el número de niveles de amplitud distinguibles es n .

De la figura anterior, si se supone que la información transmitida en 10 segundos esta relacionada con las diferentes combinaciones de amplitud y que se envían dos señales diferentes que son:

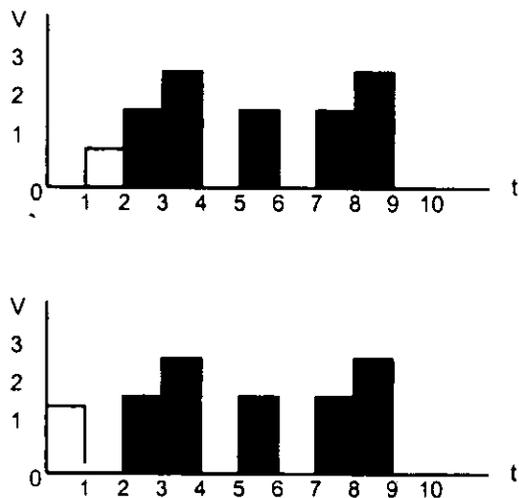


Fig. 1.3.3.3. - Diferentes combinaciones de amplitud en la transmisión de dos señales diferentes que se transmiten en un tiempo determinado

Estas señales son diferentes en los dos primeros intervalos de tiempo y coinciden en amplitud en los otros 8 (barras oscuras).

Existen 4 niveles de voltaje en cada uno de los dos intervalos diferentes, lo cual produce un total de $4^2 = 16$ (dos intervalos de 1 segundo de 4 posibilidades cada uno).

Así en 10 segundos hay 4^{10} combinaciones, es decir en forma general el número de combinaciones será:

$$N = \text{intervalos (t) / duración de cada intervalo (\tau)}$$

para el caso anterior

$n = 4$ combinaciones

$t = 10$ seg.

tao= 1 seg.

Por lo tanto:

$$n^{t/tao} = 4^{10/1} = 1048576$$

Dado que la información debe ser proporcional al tiempo de transmisión, es decir, si ahora $t=20$, se duplica el contenido de información del mensaje.

Para hacer esto proporcional se puede usar el logaritmo de n del modo siguiente:

Información transmitida en t segundos = $(t/tao) (\log N)$

El factor de proporcionalidad, dependerá de la base logarítmica empleada.

La base mas usada es 2 por lo que

$$\text{Info} = t/tao \cdot \log_2 n$$

La unidad definida con esta ecuación es el bit.

Así para el ejemplo anterior, el contenido de información de 10 segundos es:

$$10\text{seg.}/1\text{seg.} (\log_2 4) = 20 \text{ bits}$$

Es decir, que la máxima cantidad de información endiable son 20 bits.

Si se tuvieran solo 2 niveles de voltaje posibles (0 y 1), La información contenida en 10 segundos habría sido de 10 bits.

La capacidad del sistema puede definirse como la máxima velocidad de transmisión de información a partir de la ecuación anterior, es decir:

$$C = \text{información}/t = 1/tao (\log_2 n) \text{ en bits por segundo}$$

Así, la capacidad de información es directamente proporcional al logaritmo de n e inversamente proporcional al mínimo intervalo de tiempo tao .

Estos dos parámetros de rendimiento del sistema, τ (o su inverso, el ancho de banda) y n (o relación señal a ruido del sistema) son básicos en cualquier estudio de los sistemas de comunicación.

Supóngase una señal que se va a transmitir y que varía entre 0 y 7 volts de cd. Aleatoriamente.

La señal puede ser reemplazada en señales discontinuas; durante cualquier intervalo de longitud τ segundos de largo, ocupara uno de 8 niveles de voltaje (entre cero y siete) cada uno de igual oportunidad de ser ocupado.

El proceso de cambiar una señal continua a discreta se denomina cuantización.

El contenido de información será entonces supuestamente igual al menor número necesario entre los ocho posibles.

La manera mas simple de señalar su nivel y de indicar su elección es mediante instrucciones si-no (0 y 1). Para 8 niveles existirían 3 instrucciones si-no.

Para aclarar el procedimiento, supóngase que la señal se encuentra en 7 volts en un instante determinado.

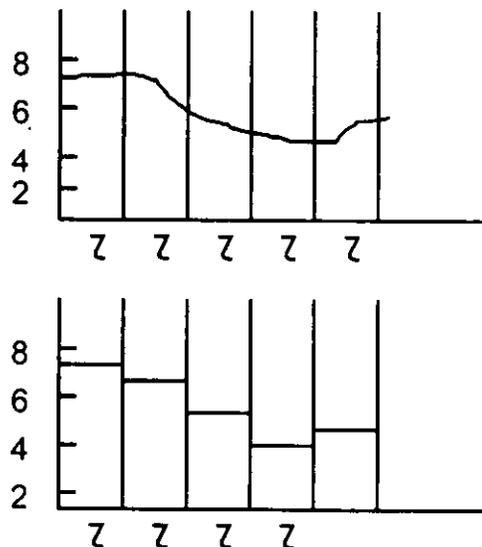


Fig. 1.3.3.4. Figura de un proceso de cuantización.

Primero habría que decidir si la señal se encuentra entre los primeros 4 o entre los últimos 4 bits. Si indicamos que entre los niveles cero y tres no hay la información deseada, es decir 7 volts pondríamos un 0 en ellos y un 1 lógico entre los bits 4 al 7 dado que en esa mitad se encuentra la información deseada.

Dividiendo secuencialmente los niveles restantes en mitades, encontramos que se requieren tres alternativas consecutivas de si-no para obtener el resultado deseado.

Así, para n niveles se requieren $\log_2 n$ bits.

Para desarrollar una medida cualitativa del contenido de información de un mensaje se recordará que se demostró que :

$$n^{t/\tau_0}$$

Era el número total de combinaciones de señales posibles en t segundos, si cada una de ellas duraba τ_0 segundos y donde n era el número posible de señales de cada intervalo.

Si se quisieran considerar muchos mensajes, cada uno de los cuales tiene t segundos de duración, se encontraría que en promedio, cada combinación de señales ocurriría con una frecuencia relativa de $1/n^{t/\tau_0}$. Por ejemplo con τ_0 de 1 segundo $n=4$ son posibles 64 combinaciones en un intervalo de 3 segundos de duración.

La frecuencia relativa de cada mensaje de 3 segundos sería $1/64$. En 10000 de tales mensajes de 3 segundos habría $10000/64$ mensajes para cada una de las 64 posibilidades.

La formula general es:

$$P = \text{número de veces que el evento ocurre} / \text{número total de posibilidades.}$$

1.3.4.-Conversión analógica a digital: aplicación a la modulación por codificación de pulsos.

Como se mencionó con anterioridad, el proceso de digitalización de las señales originalmente analógicas se conoce como cuantización y las señales que resultan se llaman cuantizadas.

En un sistema específico, los pulsos muestreados deben cuantizarse. El proceso de muestreo implica definir los niveles de voltaje en niveles predeterminados y medibles. Para ejemplificar en primera instancia utilizaremos la figura siguiente:

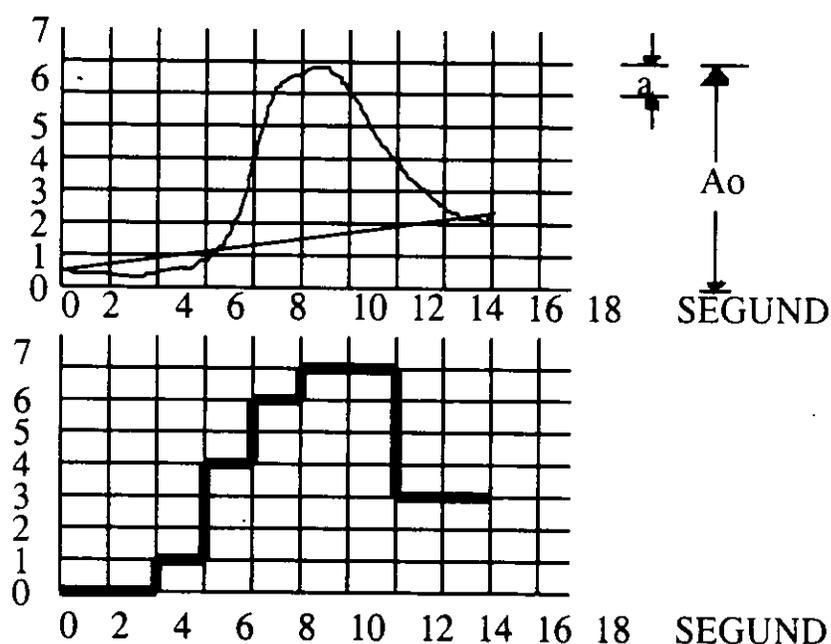


Fig. 1.3.4.1. - Figura del proceso de Modulación por codificación de pulsos

La variación total de amplitud $A_0=7$, se divide en los niveles de amplitud igualmente espaciados $a=1$ de separación.

Existen así $M=A_0/a + 1$ posibles niveles de amplitud. Incluyendo el nivel cero.

Aunque la separación entre niveles de amplitud en la figura anterior es uniforme, normalmente dicha separación es no uniforme con objeto de mejorar el comportamiento del sistema al ruido.

En general el espaciado entre niveles se hace disminuir con los niveles bajos de amplitud. Esto se realiza por medio de una técnica conocida como compresión.

El ruido de cuantización se disminuye obviamente disminuyendo los niveles a en separación o aumentando M .

De acuerdo a los experimentos, con 8 y 16 niveles la voz es inteligible.

COMPRESIÓN

Una vez que la señal muestreada ha sido cuantificada en un número, este debe ser traducido o trasladado a un set de bits.

El circuito que convierte o traduce la señal cuantificada se llama codificador. El circuito que realiza la operación inversa es llamado decodificador

La combinación de ambos es llamada codec.

La forma mas sencilla de codificar es producir una salida que sea lineal con respecto a la entrada, es decir si se recibe un 1 decimal, se produce una salida de 001.

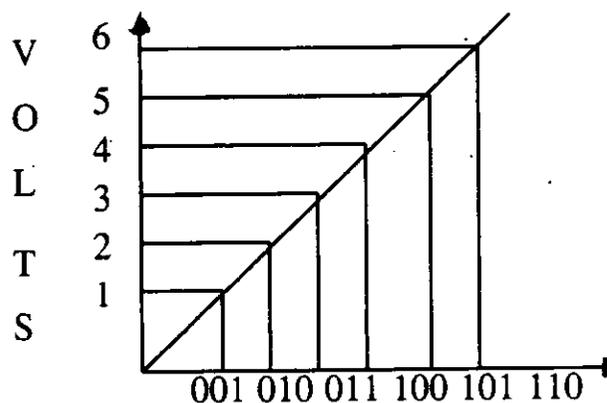


Fig. 1.3.4.2. - Figura del proceso de codificación

Las salidas de un codificador, dependen del numero de intervalos de cuantificación. El numero de intervalos avanza por potencias de dos al ser añadidos bits en el código como se muestra en la tabla siguiente:

| Número de bits en el código | Número de intervalos |
|-----------------------------|----------------------|
| 2^1 | 2 |
| 2^2 | 4 |
| 2^3 | 8 |
| 2^4 | 16 |
| 2^5 | 32 |

| | |
|-------|-----|
| 2^6 | 64 |
| 2^7 | 128 |
| 2^8 | 256 |

Tabla 1.3.4.1. - Número de intervalos de Cuantificación

Es necesario cuantificar ambas polaridades, positiva y negativa de la señal, por lo que uno de los bits del código debe ser utilizado para identificar la polaridad.

Por lo anterior el numero de bits es reducido por potencias de 2, es decir, un numero de 8 bits proveerá 128 intervalos, mas un bit de signo.

En general, el numero de bits en el código para un numero de intervalos requeridos es:

$$n = \log_2(2 \times N)$$

Donde n es el numero de bits y

N el numero de intervalos

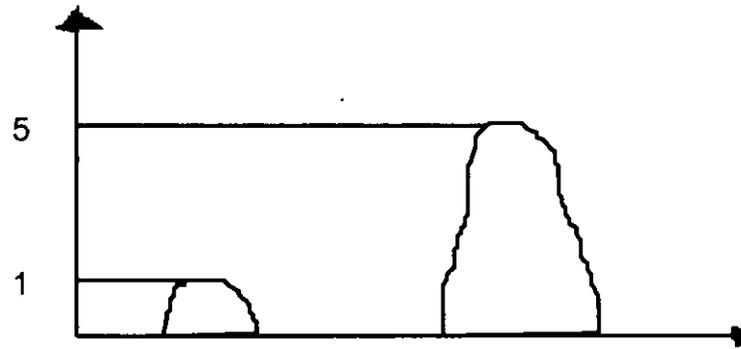
N es multiplicado por 2 para ganar el bit extra de señalización, por ejemplo si tenemos 64 intervalos:

$$n = \log_2(2 \times 64) = 7 \text{ bits}$$

Es decir se requieren 7 bits para representar 64 intervalos de muestreo. Adicionalmente uno de los parámetros fundamentales de la cuantificación, es la razón señal a ruido. Para un sistema lineal, la relación señal a ruido es la amplitud de la señal de entrada a 0.25 de la amplitud del intervalo de cuantificación.

Este valor es determinado estadísticamente, asumiendo que en un periodo largo de tiempo la entrada de la muestra cuantificada tienen niveles de distribución uniforme dentro de un periodo particular. Esto significa que la relación señal a ruido aumenta con el incremento en la amplitud de la señal. Por lo que las señales de mayor amplitud, tendrán una mejor s/n.

La siguiente figura muestra como una señal de pequeña amplitud (1) tiene una razón de 4, mientras que una de amplitud 5 tiene una razón de 20.



$$S/N = \frac{\text{NIVEL DE SEÑAL CUANTIFICADA}}{0.25}$$

$$S/N = 1/0.25 = 4 \quad \text{Y} \quad S/N = 5/0.25 = 20$$

Fig. 1.3.4.3. - Ejemplo de la relación señal a ruido de dos señales diferentes

Se ve obvio que esta condición no es adecuada puesto que las señales pequeñas ocurren con mayor frecuencia que las grandes en una comunicación telefónica, la manera de solucionar lo anterior es ajustar el tamaño de los intervalos de cuantificación de tal manera que cuando ocurran señales de gran amplitud existan intervalos grandes y en la de pequeña amplitud intervalos pequeños.

Esto nos da una relación entrada salida no-lineal como resultado de la compresión de salida con respecto a la entrada

Idealmente, la curva característica de un cuantificador no lineal, debe ser $1/X$.

Salida/entrada = $dy/dx = 1/kx$ siendo k una cte.

Integrando

$$Y = \int \frac{1}{KX} dX = \frac{1}{K} \ln(X)$$

Su gráfica aparece en la siguiente figura en la cual por cierto se puede apreciar que la curva no pasa por el origen, dando así la simetría positiva.

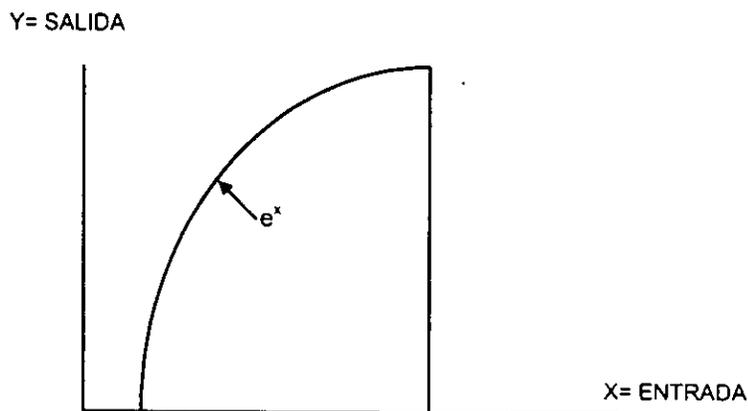


Fig. 1.3.4.4. Curva característica de un cuantificador no lineal

Para los requerimientos de conversión analógica a digital y compresión, dos leyes matemáticas han sido aceptadas, la ley μ y la ley A.

La ley μ utilizada en E.U.A. Y Japón logra simetría cambiando el origen hacia la curva característica.

Los circuitos de ley μ operan a 255 de compresión expansión usando la siguiente relación:

$$F_m(x) = \text{SGN}(x) \ln(1+m/x) / (\ln(1+m))$$

Donde $x=a$ la señal de entrada normalizada (entre -1 y +1)

SGN= el signo que tome x

$m=255$ para EUA y JAPON

$F_m(x)$ es el valor de compresión de la señal de salida.

El codificador produce una salida de 8 bits, de los cuales 7 son para la magnitud, mas uno para el signo(1=+ y 0=-).

Así mismo la velocidad de transmisión de datos para un canal es de 64 kbps.

La ley A, utiliza una pendiente lineal para interpolar el origen y la ley logarítmica. Su ecuación característica es:

$$F_x = \text{SGN}x \frac{a/x}{(1+\ln a)}$$

Cuando x tiene un rango entre 0 y $1/a$

Para valores de $1/a$ hasta 1

$$F_x = \text{SGN}x(1+\ln a/x)/(1+\ln a)$$

Donde $a=87.6$ de compresión para las redes europeas.

La velocidad de transmisión sigue siendo 64 kbps.

Dado que en México se utiliza la ley A analizaremos la curva de compresión:

Las muestras de la señal analógica pueden tener uno de 256 valores, de acuerdo a su amplitud y polaridad.

Sin embargo, este número es todavía excesivo para transmisión, por lo que debe ser reducido. Esto se hace mediante la codificación de la señal, por lo que ésta se convierte a un código binario en base a unos y ceros. Para ello cada uno de los 256 niveles de cuantificación tiene asignado un número binario de 8 dígitos, el cual lo identifica.

Por ejemplo el número: 11010111

El primer dígito de izquierda a derecha, nos indica la polaridad de la muestra, de acuerdo a la igualdad: Polaridad positiva = 1 Polaridad negativa = 0

Así, el número 1 del ejemplo nos indica que la muestra tiene polaridad positiva y por lo tanto, cae en uno de los segmentos de la mitad superior de la curva. Los siguientes tres dígitos indican en cual de los segmentos de la mitad correspondiente de la curva está ubicada la muestra. En nuestro ejemplo vemos en la siguiente figura que a los dígitos 101 les corresponde el segmento 11. Los últimos cuatro dígitos nos dicen a cual de los 16 niveles de cuantificación del segmento 11 nos referimos. Como se ve en la ampliación de éste en la figura, los bits 0111 corresponden al octavo nivel de cuantificación de este segmento, o sea de 168 desde la parte interior de la curva. En otras palabras, a una muestra positiva con amplitud correspondiente

al nivel de cuantificación 168 le corresponde el número de código de 8 bits 11010111. Como se ve en la figura de la siguiente página opuesta.

1.4 Definición de Red de Servicios Integrados

La red de servicios integrados es una red en la que se integran la conmutación y transmisión, ampliando con ello las capacidades y facilidades que puede ofrecer la red, o sea que con una sola interfaz y una sola red se integran los servicios de voz, datos, fax y video.

La red de servicios integrados coexiste con las redes y servicios actuales; pero soporta servicios que hasta ahora están sin explotar.

1.5. - Técnicas de modulación

La red digital permite entre otras ventajas, la integración fácil en todos los niveles de la red, o sea que todas las señales reducidas a su elemento común (bit) se pueden manejar en forma similar sin distinción de servicio. La técnica más utilizada es la de multiplexaje por división de tiempo (TDM) y es utilizada para transmitir varios canales digitales a través de una misma línea.

En la línea común TDM, cada bit ocupa solo un tercio del tiempo del bit original, por lo tanto la velocidad de bits en esta línea es tres veces mayor. Esta misma filosofía es aplicable a los sistemas de hasta 32 canales, misma que se detalla más adelante.

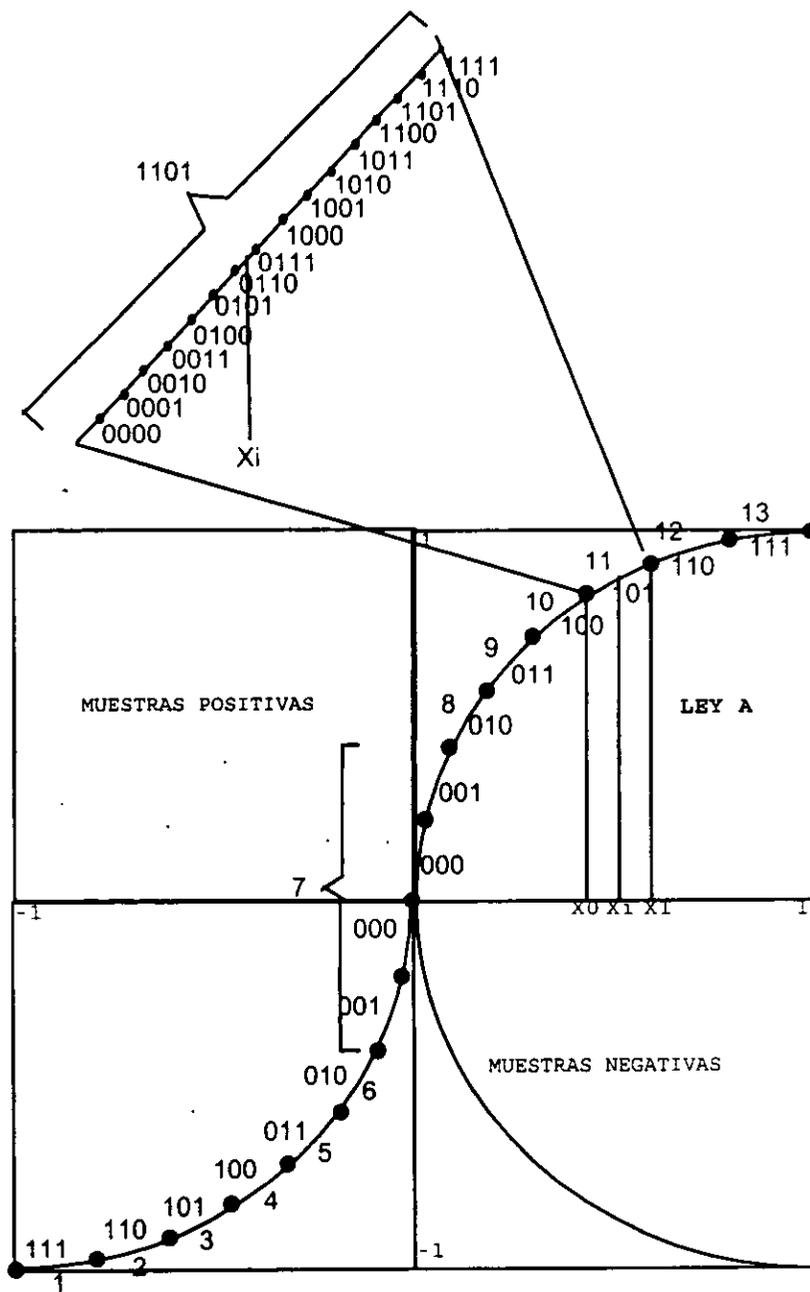


Fig. 1.3.4.5. - Curva de compresión de la Ley A

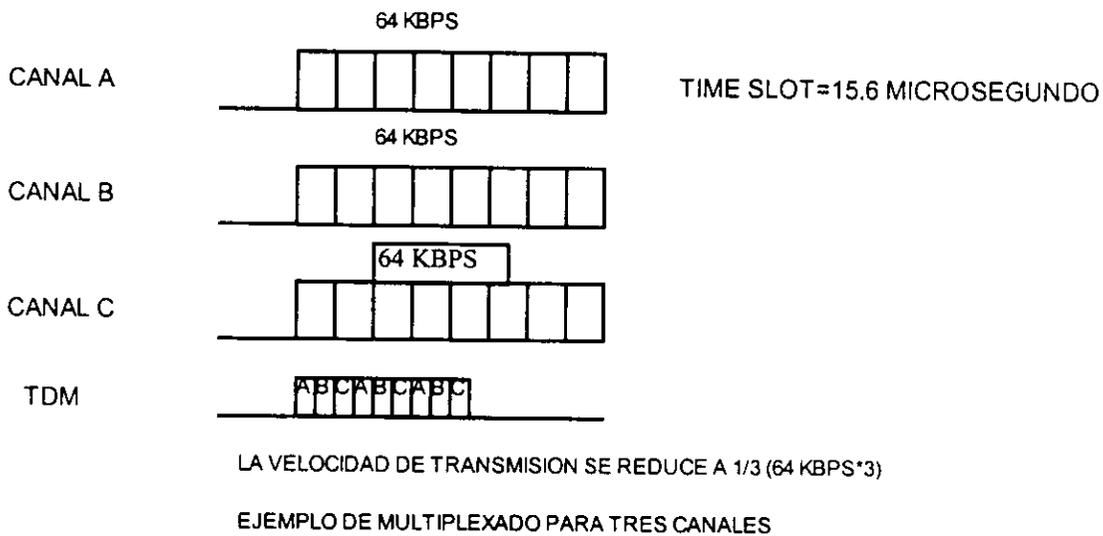


Fig. 1.5.1. - Ejemplo de un multiplexaje por división de tiempo

Una vez que se lleva a cabo el proceso de muestreo y cuantización de las señales, resta dar a los 256 posibles valores obtenidos de los citados procesos; la forma apropiada para transmitirlos, lo cual se logra con los pulsos binarios, 8 de tales pulsos son suficientes para formar un código único para cada valor de los intervalos ($2^8=256$).

las palabras se multiplexan bajo 2 posibles filosofías. El T1 (recomendado por el ANSI y usado en E.E.U.U, Japón y Australia) y el E1 (recomendado por el C.C.I.T.T.).

Cuando se utiliza T1 se agrupan 24 canales en cada trama y cada multitrama consta de 12 tramas. Para la sincronización se utiliza 1 bit de sincronía por cada trama, para la señalización se sacrifica 1 bit por cada canal de la trama 5 y 11, o sea cada 6 tramas y la velocidad se reduce en voz; ya que tendríamos 7 bits por 8000 muestras/seg = 56 bits/seg, esto no es notorio en el caso de la transmisión de voz, sin embargo para el caso de la transmisión de datos, disminuye la capacidad del canal (que originalmente debiera ser de 64 kbps).

En T1 si un usuario quiere usar una canal de datos no puede transmitir a mas de 56 kbps (se sacrifica 1 bit).

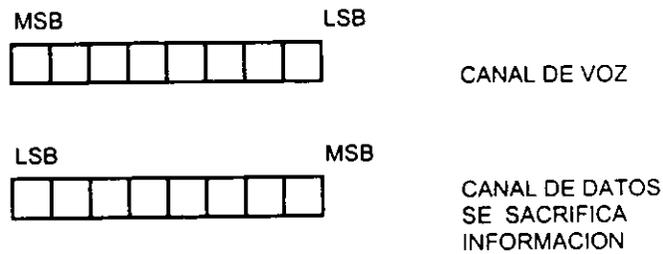


Fig. 1.5.2 Disminución de la capacidad de canal para la Tx de datos

Con referencia a los octavos bits que se toman cada seis tramas en cada canal, tenemos la siguiente tabla:

| TIPO DE SEÑAL | A Tx | B Tx | A Tr | B Tr |
|----------------------------|----------------|------|---------|--------|
| REPOSO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SOLIC. DE OCUP. | 1 | 1 | 0 | 0 |
| CONFIRMACIÓN | 1 | 1 | 1 0 | 1 0 |
| MARCACIÓN | SEÑALES DE REG | | X X X X | |
| LLAMANDO | 1 | 1 | 0 | 0 |
| CONVERSACIÓN | 1 | 1 | 1 | 1 |
| LIBERACIÓN DE "A" | 0 | 0 | 1 | 1 |
| CONFIRMACIÓN DE LIBERACIÓN | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 1.5.1. - Señales de los bits de señalización en la trama T1

Cuando se multiplexan las palabras PCM de 32 canales, estas se almacenan en buffer, luego una palabra a la vez "se lee hacia afuera" y los bits son comprimidos 1/32 de su longitud original aumentando con esto la velocidad 32 veces. Esta es la representación del proceso de modulación por codificación de pulsos (PCM), lo cual da como resultado un código binario de 8 bits, conocido como una palabra PCM. Una palabra PCM corresponde a una muestra y como la velocidad de muestreo es de 8000 hz entonces se obtienen 8000 palabras PCM por segundo, por lo que para

cada conversación la velocidad de transferencia de bits en un enlace digital es de $8 \times 8,000 = 64,000$ bits/seg.

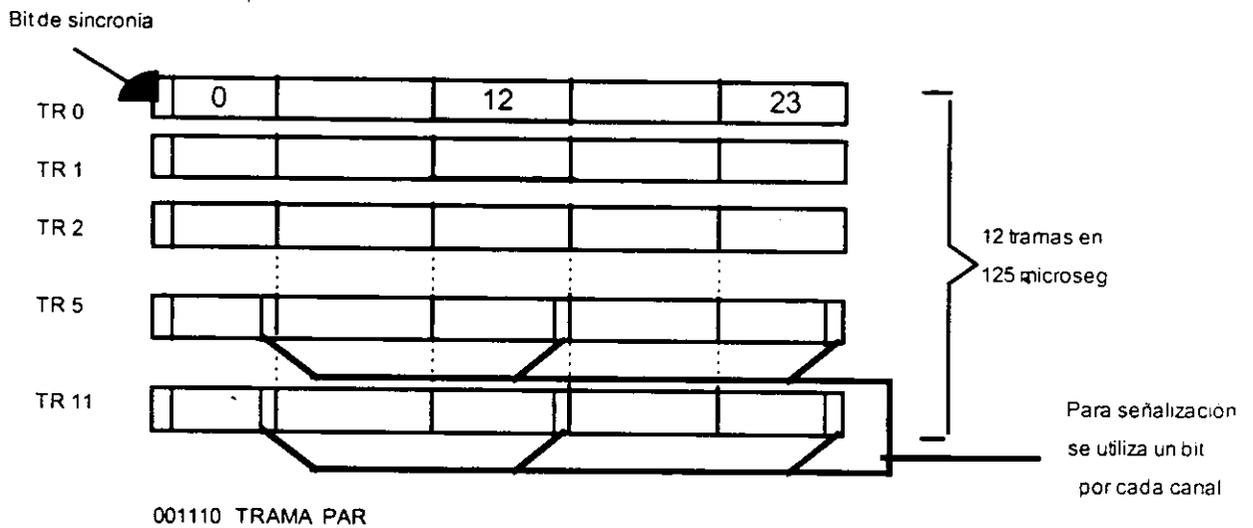


Fig. 1.5.3. - Figura de la trama T1.

Por lo tanto si la velocidad de un canal PCM es de 64,000 bits/seg. Para 32 canales después del multiplexaje se obtiene una velocidad de $32 \times 64,000 = 2,048$ kbits/seg.

El espacio dado a cada palabra PCM en la líneas TDM común, se llama ranura de tiempo (time slot). Así se forma lo que se conoce como una trama. Cada trama contiene una palabra PCM de cada uno de los 32 canales. Las ranuras de tiempo 0 y 16 (posiciones 1 y 17) se reservan generalmente para otra información, por lo que normalmente hay lugar para 30 conversaciones.

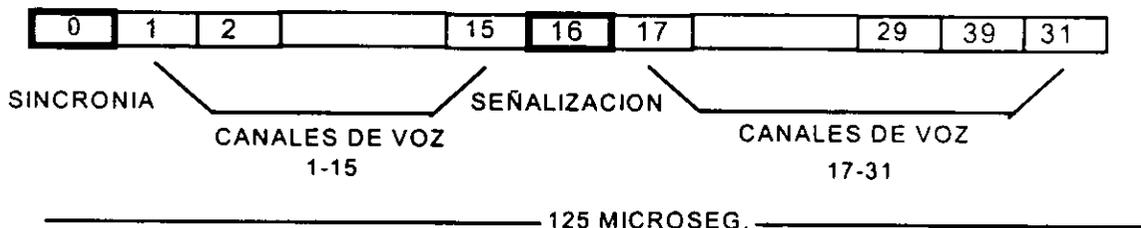


Fig. 1.5.4. - Figura de una trama

El proceso de multiplexado puede continuar si tomamos dos líneas TDM y utilizando el principio descrito en los párrafos anteriores las multiplexamos obteniendo así velocidades cada vez mayores y dando con esto además el concepto de multitrama y sistema de orden X, donde X depende de cuantas etapas TDM estemos multiplexando.

Por otra parte, el PCM es en esencia una coordinación perfecta entre transmisor y receptor, para lo cual requiere un par de palabras (alineamiento de trama e indicación de alarma), cada una tiene 8 bits y se ubican alternadamente en el espacio de tiempo 0 de cada trama de una multitrama. El contenido y estructura de estas palabras es como sigue:

- Alineamiento de trama (o sincronía) 10011011
- Indicación de alarma 11x01111

Donde X = dígito que normalmente es cero pero cambia a 1 cuando hay una pérdida de alineamiento de trama.

Para el caso de la multitrama también se utiliza una palabra de 8 bits los cuales se transmiten en la ranura de tiempo 16 de la primera trama de cada multitrama.

La estructura de la palabra de sincronía de multitrama es: 00001X11

Donde X tiene el mismo significado que en el caso anterior.

En las restantes 15 tramas de la multitrama, el espacio 16 se usa para transmitir la señalización de los canales de voz.

Como la señalización requiere 4 de los 8 bits del espacio de tiempo, se transmite la señalización de dos canales de cada trama, así la segunda trama de la multitrama lleva la señalización de los canales 1 y 17, la tercera para los canales 2 y 18 y así sucesivamente hasta la última que lleva la señalización para los canales 15 y 31. A continuación se muestra la estructura de la trama.

Debe tenerse en cuenta que en un enlace primario (30B+D) normalmente el canal 16 lleva la señalización y es el canal D al que se refiere dicho acceso, por lo que la diferencia entre un enlace PCM E1 y un enlace 30B+D es el contenido de información en el canal D o ranura de tiempo 16 y sobretodo que el E1 utiliza CAS y el 30B+D NO-CAS.

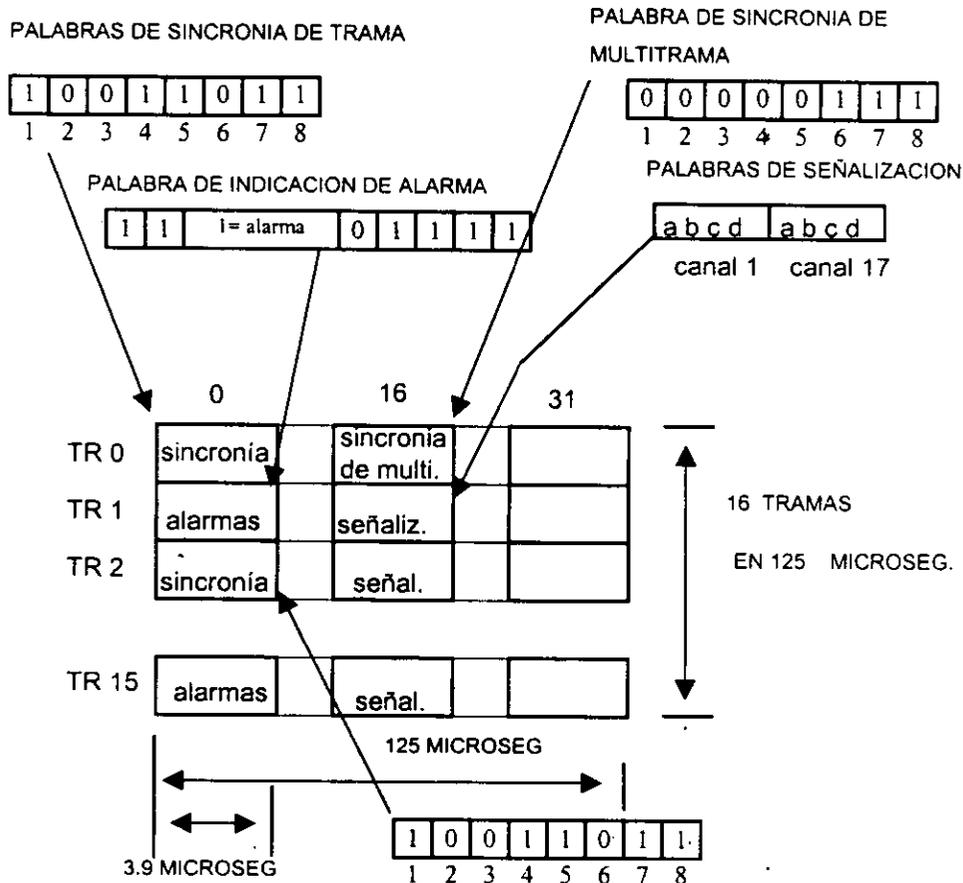


Fig. 1.5.5. Figura de la trama E1

Para manejar la información en el canal D debe utilizarse un modelo específico de referencia así como los protocolos necesarios que permitan el establecimiento de la comunicación, sea de voz o de datos a través del citado canal. Por lo tanto es conveniente definir ciertos criterios básicos para lograr este fin, los cuales se detallan en la siguiente sección.

1.6 APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE MODULACIÓN A RDSI

1.6.1. - Definiciones y conceptos previos

Modelo de referencia.- El objetivo de un modelo de referencia es el modelado de los flujos de información de usuario y control que circulan hacia la red y a través de ella.

Protocolo.- Un protocolo es una exposición formal de los procedimientos que son adaptados para asegurar comunicación entre dos o más entidades en el mismo nivel

de jerarquía (entidades pares). Un protocolo de acceso define un conjunto de procedimientos que son utilizados en una interfaz para permitir al usuario el empleo de servicios o facilidades de la red.

1.7. - X.25

La norma X.25 asegura que la información enviada desde el DTE pueda ser comprendida cuando la reciba una red pública de paquetes. Para lograr esto se utiliza el modelo OSI mismo que se describe del modo siguiente:

El Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT) ha elaborado un conjunto de normas internacionales de telecomunicaciones. Como se ve en la figura, los tres niveles de la norma X.25 (físico, de trama y de paquetes) se corresponden con los tres primeros niveles del modelo OSI (físico, de enlace de datos y de red). El nivel físico de la X.25 utiliza la recomendación X.21 del CCITT equivalente a la norma RS-232 para transmisión asíncrona de datos, así como la transmisión síncrona en dúplex entre el equipo terminal de datos (DTE) y una red pública conmutada. El nivel de trama (correspondiente a la de enlace de datos del modelo OSI), donde se intercambian datos entre un DTE y la red. En el nivel de paquetes correspondiente a la red del OSI, los datos están en forma de paquetes, lo cual es una exigencia para las redes públicas conmutadas.

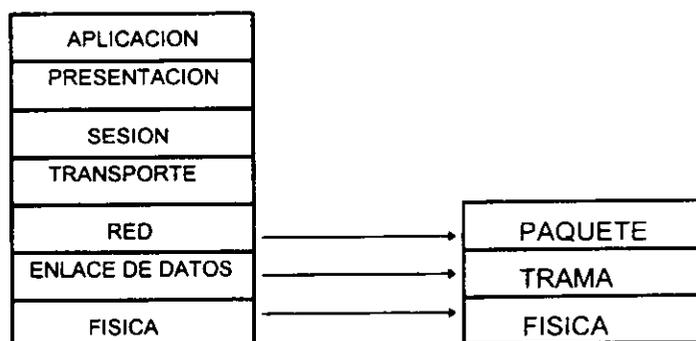


Fig. 1.7.1. Figura de la norma x.25 y el sistema OSI

Estos paquetes contienen varias formas discretas de información que distinguen a unos mensajes de otros. Un paquete contiene un campo de dirección que indica donde está siendo transmitido. Un campo de control proporciona varias clases diferentes de información, incluyendo las indicaciones de comienzo y final de mensaje, así como un aviso de que el mensaje se ha recibido satisfactoriamente o de que se ha producido un error.

La norma X.25 está diseñada para la conmutación de paquetes. El nivel de red del modelo OSI que utiliza esta convención, se parece a una gigantesca sala de correos. Allí se colocan en paquetes los mensajes procedentes de un ordenador principal, se le asignan direcciones, y se les envía a los dos niveles inferiores para su transmisión. Dado que puede haber distintos caminos (circuitos) por los cuales se puede enviar un mensaje a una determinada estación de trabajo, hay unas tablas especiales de encaminamiento que controlan el tráfico para equilibrar la carga de trabajo. El principal uso de la norma X.25 es en conjunción con los "mainframes" y las redes públicas conmutadas.

El nivel de red contiene otras convenciones además de la X.25, incluyendo procedimientos para el reconocimiento de las prioridades de los mensajes y la transmisión de éstos en el orden correcto. Finalmente este nivel alivia la congestión en la red impidiendo que un ordenador envíe información con velocidades superiores a aquella con la que es posible recibirla o almacenarla.

1.8. -Procedimiento de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)

La norma X.25, que se encuentra especialmente en los niveles de enlace de datos y de red del modelo OSI, define las normas para el enlace entre un equipo terminal de datos (DTE) y un equipo de comunicaciones de datos (DCE) utilizando el "Procedimiento de Control de Enlace de Datos de Alto Nivel" (HDLC). El protocolo HDLC está diseñado para ocuparse del intercambio de datos entre un ordenador central que controla las comunicaciones y las estaciones secundarias. El ordenador central tiene la responsabilidad de la comprobación de errores, así como del sondeo (polling) de las estaciones secundarias en momentos predeterminados. Cuando recibe la señal de que una estación tiene un mensaje para enviar, envía un bit de sondeo que permite una respuesta de dicha estación. Este modo de funcionamiento

recibe el nombre de "modo normal de respuesta". Un segundo modo de funcionamiento permite que todas las estaciones secundarias envíen mensajes siempre que lo deseen, sin tener que esperar a recibir un bit de sondeo desde el ordenador central. Este método se conoce como "modo asíncrono de respuesta". Usando el HDLC toda la información se envía en tramas. Una trama consta de seis campos con banderas que indican el principio y final de la trama. Estas banderas transportan bits que forman el número binario 01111110 ó 7E hexadecimal.

El campo de *dirección* identifica al receptor deseado de una trama de instrucción y al transmisor de una trama de respuesta.

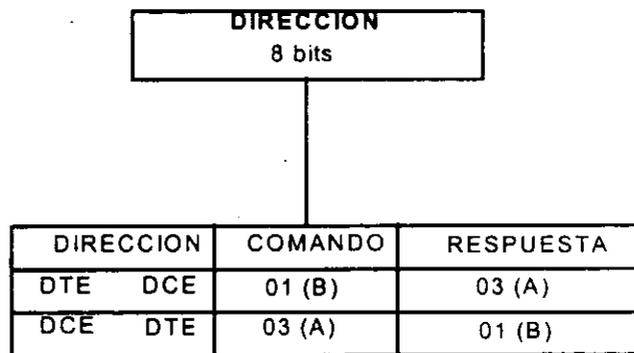


Fig.1.8.1.- Campo de dirección de una trama HDLC

Control el campo de control indica el tipo de trama que se está enviando (información, supervisión o no numerada) y contiene el número de secuencia necesario para la transferencia de tramas, su formato es mostrado en la figura:

| | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | NS | | | P | NR | | |

**DONDE (P) COMANDO 1
(F) RESPUESTA 0**

Fig. 1.8.2. - Campo de control de una trama HDLC

N(S)= No. De secuencia enviada por el transmisor.

N(R)= no. De secuencia enviada por el receptor.

P= bit de poleo (sondeo).

N(S) envía el número secuencial de la trama que está transmitiendo. Cada trama es secuencialmente numerada empezando desde N(S)=000 hasta N(S)=111 y después vuelve a empezar, es decir, N(S) tiene un rango de 0 a 7 lo cual se conoce como modulo 8.

N(R) es el número de secuencia de la trama esperada, es decir que si el N(R) tiene 3 (por ejemplo 011), esto indica que se recibieron correctamente las tramas 0, 1 y 2. En general se recibieron bien N(R)- tramas.

TRAMA DE SUPERVISIÓN:

La trama de supervisión controla la transferencia de mensajes "I" (información).

Existen tres tipos de tramas de supervisión:

1.-RR (Receive ready) la cual se usa para:

- Indicar que el equipo está listo para recibir otra trama
- Reconocer tramas recibidas N(R)-1
- Responder a tramas "I" recibidas
- Limpia una condición de ocupado iniciada por la transmisión de una respuesta.
- Solicita estado usando el bit de poleo. Su formato es :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|-----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | P/F | NR | | |

N(R)=de 000 a 111

P/F=sondeo y final

P/F=1 cuando hay solicitud de estado o cuando se está respondiendo a una recepción de trama.

2. - REJ (Rejected).

Esta trama se usa para solicitar retransmisión desde la trama N(R) indicada. Solo una trama REJ es enviada a la red y la condición de REJ se corrige cuando la trama "I" manda la N(S)=N(R) rejected o cuando se recibe una señal SABM, su formato es:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|-----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | P/F | NR | | |

P/F= 1 cuando mando la señal y 0 cuando recibo.

3. -RNR (Receive not ready).

Esta trama se utiliza para indicar una condición de ocupado que tiene temporalmente inhabilitado el equipo para recibir tramas. Esta condición se libera cuando se reciben tramas RR, REJ, UA ó SABME, su formato es el siguiente:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|-----|----|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | P/F | NR | | |

TRAMAS NO NUMERADAS

Una trama no numerada es utilizada durante la puesta en operación del enlace (link set up), desconexión (link disconnected) y estado de recarga automática (reset). El procedimiento que controla el establecimiento del enlace es llamado LAPB (Link Acces Procedure Balanced), este procedimiento permite al enlace activar su operación en ambas direcciones con un solo comando.

Existen cinco tipos de comandos para tramas no numeradas: SABM, DISC, DM, UA Y FRMR.

SABM (Set asynchronous balanced mode extended). Este comando es usado para activar el enlace en ambos sentidos. El receptor debe responder con un comando UA para indicar que ya aceptó el comando SABME. El formato es el siguiente

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | P | 1 | 1 | 0 |

DISC (Disconnected). Este comando se utiliza para informar al lado remoto que el enlace será desconectado.

El comando UA es utilizado como respuesta del lado remoto para indicar la aceptación del comando DISC.

Su formato es el siguiente:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | P | 0 | 1 | 0 |

La trama HDLC en X.25 queda de la siguiente manera:

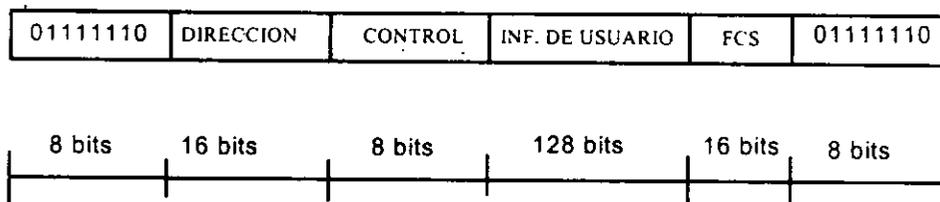


Fig. 1.8.3. Trama HDLC en X.25

El campo de *información* se explicará más adelante.

El campo de *control de flujo fcs* o de verificación de trama es una secuencia de 16 bits, que se emplea como parte de un código detector de errores.

En todos los sistemas para la transmisión de información se deben de considerar los efectos del ruido, es por esto que se integran procedimientos para la detección de errores.

Los sistemas más efectivos para la detección de errores son los de Verificación Redundante Cíclica (Cyclic Redundancy Checks o CRC). Los cálculos para la CRC usualmente se acostumbra implantar con registros de corrimiento de varias etapas, los cuales son interconectados por medio de compuertas OR exclusivas, esta implantación realiza una retroalimentación de acuerdo al polinomio generador empleado.

1.9. - RDSI Y LA CAPA FÍSICA DE OSI

1.9.1. -Grupos funcionales y puntos de referencia para un usuario RDSI

- Un grupo funcional es un cierto arreglo finito de equipo físico combinaciones de equipo.
- Punto de referencia es un punto conceptual usado para separar grupos funcionales.

Las interface-usuario red son definidas en términos de puntos de referencia y grupos funcionales, esta aproximación suministra para interfaces estandarizadas que faciliten el uso de equipo de múltiples vendedores y que simplifiquen el acceso a RDSI.

Antes de continuar es importante aclarar que los accesos de canal D en sus diferentes niveles (básico y primario) están referidos a los puntos **S** y **T** del modelo de referencia general para RDSI, mismo del que se da a continuación el diagrama funcional a bloques. Cada cuadro representa un grupo funcional y los **+** representan los puntos de referencia. Los grupos funcionales son conjuntos de funciones necesarias en las disposiciones de acceso a usuario:

ET1=Teléfonos digitales, terminales de datos, (que sean RDSI), etc.

ET2=Idem al anterior pero no RDSI por lo que en este caso se requiere un adaptador de terminal AT.

TR1=Terminación de transmisión de línea, mantenimiento, temporización, multiplexajes, etc.

TR2=PBX, LAN, etc. (protocolos capas 2 y 3).

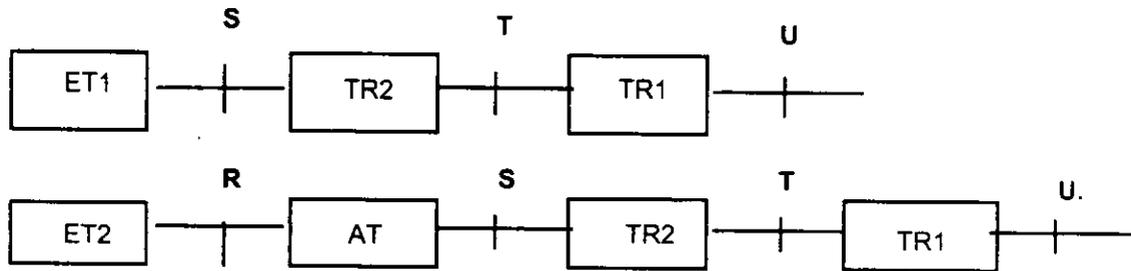


Fig. 1.9.1. Diagrama funcional a bloques del modelo de referencia general para RDSI

CONFIGURACIONES DE ACCESO

Basado en las definiciones de grupos funcionales y puntos de referencia, varias posibles configuraciones de interfaces de usuario han sido propuestas por el CCITT. Estas son mostradas en la figura de la página opuesta.

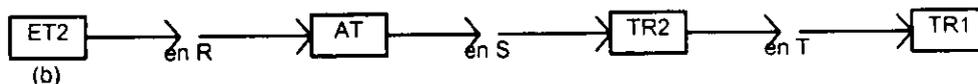
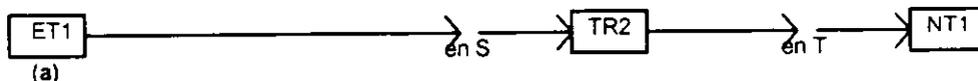
Nótese que en el establecimiento de los clientes, allí pueden estar interfaces en S y T, en S pero no en T, en T pero no en S o en una combinación de interfaces S-T. El primer caso (S y T) es el mas simple, una o mas piezas de equipo corresponden a cada grupo funcional. Los ejemplos se dan previamente cuando los grupos funcionales son definidos.

En el segundo caso (S pero no T), las funciones de TR1 y TR2 son combinadas. En este caso la función de terminación de la línea es combinada con otras funciones de interface RDSI. Dos posibles situaciones son reflejadas por este arreglo.

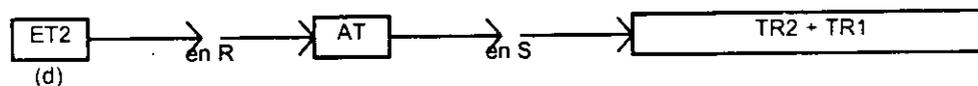
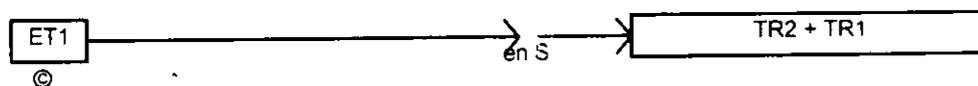
En algunos países sin muchos servicios competitivos de telecomunicaciones, el suministrador RDSI puede suministrar la función TR1. Si este mismo suministrador también ofrece computadores LAN, y/o equipo PBX, las funciones TR1 pueden ser integradas dentro de este otro equipo. En los Estados Unidos la función TR1 no esta ofreciendo una parte integral de la RDSI Y puede ser suplido por un numero de proveedores. En este caso un vendedor de LAN o PBX digital puede integrar la función TR1 dentro de este equipo.

En el tercer caso (T pero no S), el TR2 y el equipo terminal (ET) sus funciones son combinadas. Una posibilidad aquí es un sistema computador host que soporta usuarios pero también actúa como un conmutador de paquetes en una red privada

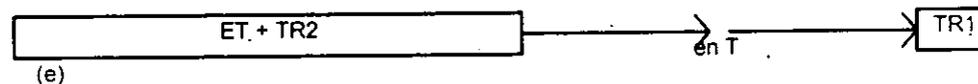
de conmutación de paquetes que usa RDSI para troncal. Otra posibilidad es que el equipo terminal es soportado por las interfaces no estandarizadas RDSI.



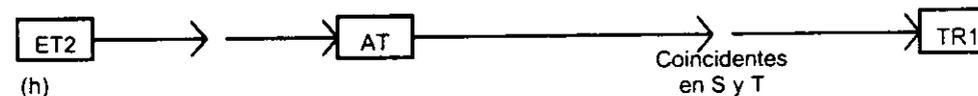
Configuraciones donde las interfaces físicas RDSI se hallan en los puntos de referencia S y T



Configuraciones donde las interfaces físicas RDSI se hallan solo en el punto de referencia S



Configuraciones donde las interfaces físicas RDSI se hallan solo en el punto de referencia T



Configuraciones donde una sola interface física RDSI se halla en un lugar donde ambos puntos de referencia S y T coinciden.

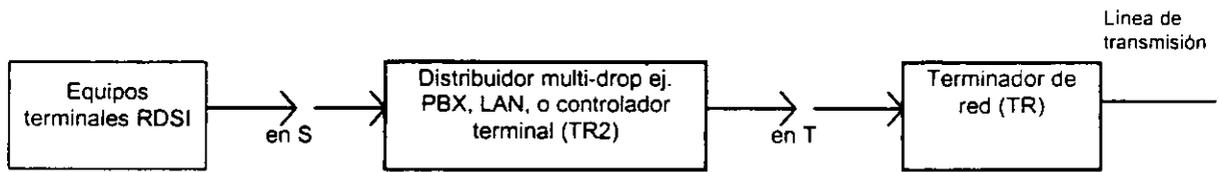
→ → Interface física en el punto de referencia asignado

▭ Implementación de grupos funcionales de equipos

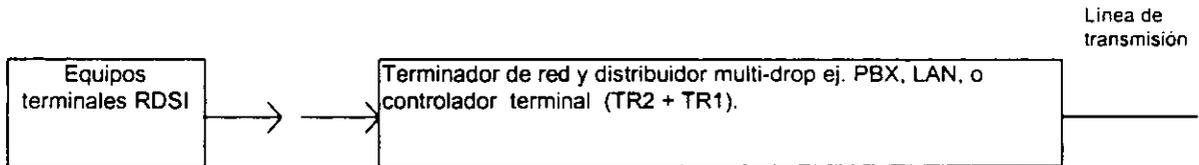
Fig. 1.9.2. - Ejemplos de configuraciones físicas

La configuración final (interface S-T combinada) ilustra una característica de compatibilidad de interfaces RDSI. Un dispositivo suscriptor RDSI, como un teléfono, puede conectarse directamente a el suscriptor terminador de loop o dentro de un PBX o LAN, usando las mismas especificaciones de interface y por lo tanto asegurando portabilidad. La siguiente figura suministra ejemplos de caminos en que un cliente puede implementar las funciones NT1 y NT2. Estos ejemplos ilustran que dada una función RDSI, puede ser implementada usando varias tecnologías en que diferentes funciones RDSI pueden ser combinadas en un solo dispositivo. Por ejemplo la figura 1.8.3 c ilustra que una interface LAN en RDSI puede usar una interface de acceso Básico o Primario, donde el dispositivo de usuario hace uso de muchas diferentes interfaces (por ejemplo una interface LAN Token Ring).

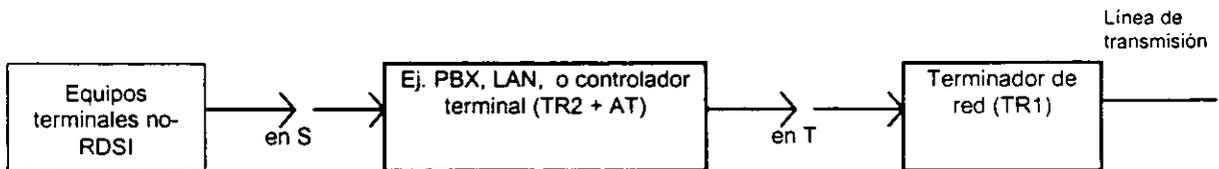
Una adicional forma de configuración es sugerida por el CCITT. Estos casos son cubiertos cuando el suscriptor tiene mas que un dispositivo en un punto particular de interface, pero no tantos dispositivos que un PBX separado o LAN garantizan. En estos casos es posible tener múltiples interfaces físicas en un solo punto de referencia. Ejemplos son mostrados en la figura 1.8.4 a y b, muestra múltiples terminales conectadas en la red, puerto TR1. Estos casos no son intentados para requerir que terminales individuales puedan hablar a cada una de las otras, sino por el contrario que cada terminal pueda comunicarse con la red. Las figuras 1.8.4 c y d suministran múltiples conexiones entre ET1's y TR2. Las dos figuras mas corresponden PBX y LAN, respectivamente. La figura 1.8.4 c muestra el caso de múltiples equipos TR1's, la figura 1.8.4 f muestra un caso en que el TR1 suministra una capa 1, multiplexando de múltiples conexiones. Las dos configuraciones finales indican que cada una interface S o T, pero no ambas, necesitan no corresponder a una interface física en una configuración particular. Tenemos ya referida a la combinación de TR1 TR2. En adición, un TR2 puede ser equipado con la capacidad de unir el ET2 directamente.



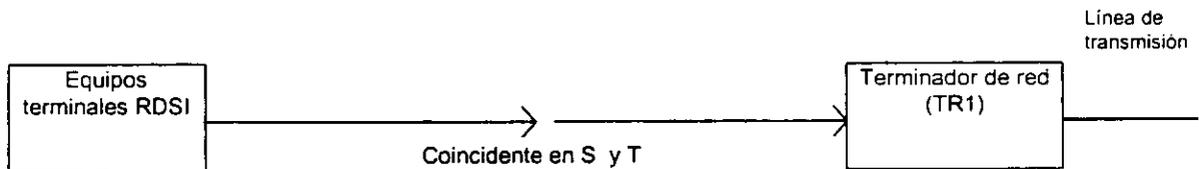
(a) Una implementación donde una interface física RDSI se halla en los puntos de referencia S y T



(b) Una implementación donde una interface física RDSI se halla en el punto de referencia S pero no T.



(c) Una implementación donde una interface física RDSI se halla en el punto de referencia T pero no S.

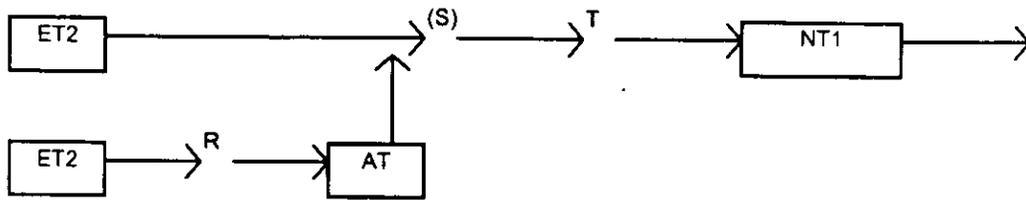


(d) Una implementación donde una interface física se halla en un lugar donde ambos puntos S y T coinciden.

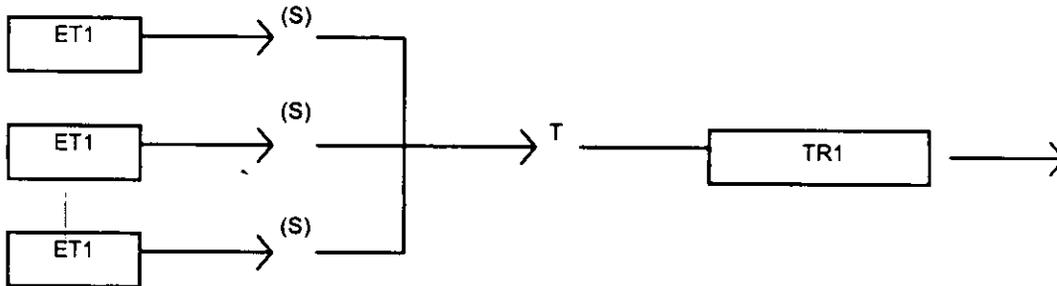
→ → Interface física en el punto de referencia asignado

□ Implementación de grupos funcionales de equipos

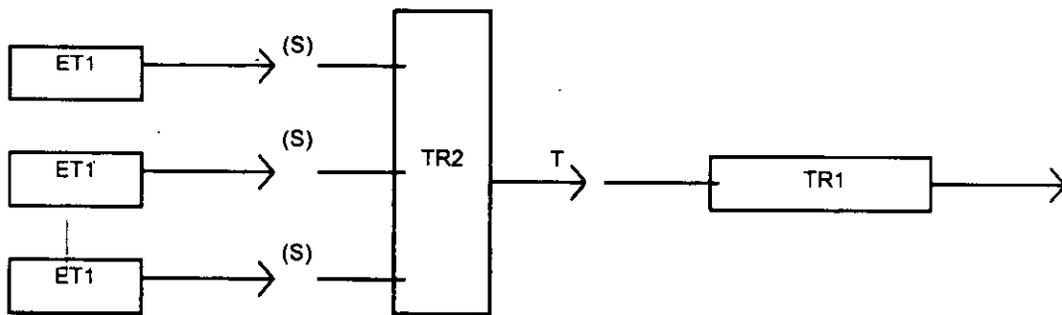
Fig. 1.9.3.- Ejemplos de implementación de funciones de TR1 y TR



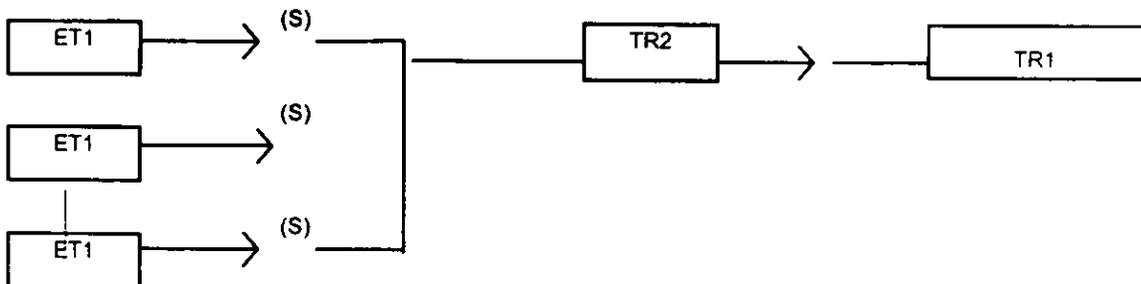
(a) ET1-TR1 directo.



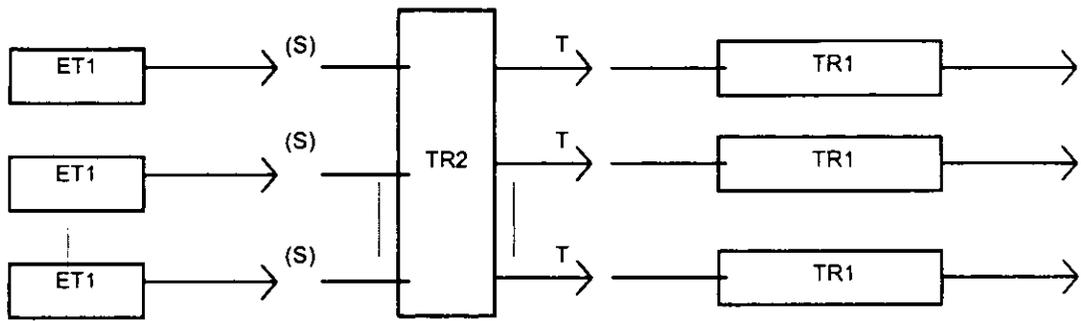
(b) ET's multiples



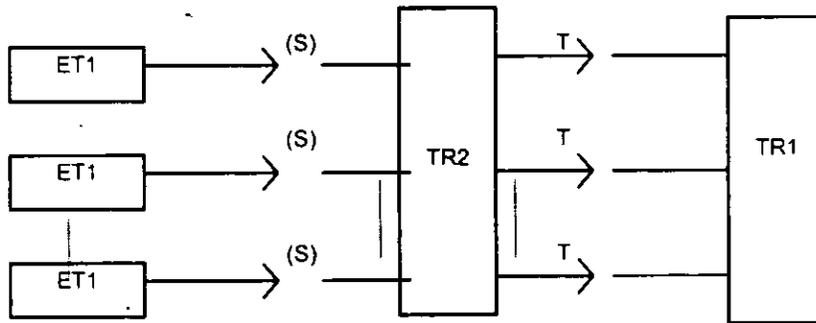
© TR2's o TR1's múltiples



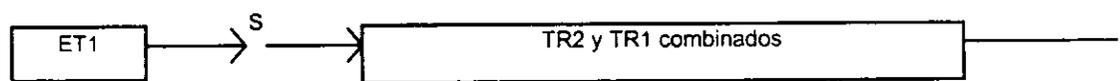
(d) ET's multiples a TR2, TR1



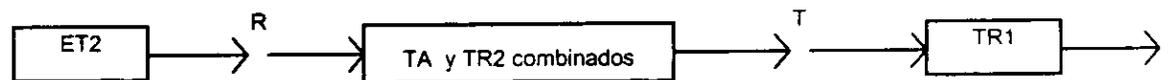
(e) TR2 multiple, equipo TR1



(f) TR1 multiplexando en forma ascendente



(g) TR2 y TR1 combinados



(h) AT, TR2 combinados

Fig. 1.9.4. - Posibles Configuraciones para interfaces Usuario-Red RDSI.

1.9.2. - EL ACCESO BÁSICO Y LA CAPA 1 DE OSI

Existen actualmente 2 tipos de acceso aplicables: EL ACCESO BÁSICO Y EL ACCESO PRIMARIO.

ACCESO BÁSICO

Las especificaciones de capa 1 para el acceso básico son definidas en la recomendación I.430. Esta recomendación nos dice que el acceso básico soporta una estructura de 2 canales B y un canal D para una velocidad de datos de usuario de 144 Kbps. En el punto de referencia S y T la interface suministra una estructura de trama operando a 192 Kbps que soporta el triple de canales de usuario más algo de encabezamiento y administración de bits

El acceso básico requiere digitalizar las líneas de abonado existentes (se usan 4 alambres de cobre balanceados de diámetro 0.4 a 0.6 mm) las cuales pueden operar en configuración punto-punto ó punto-multipunto. Para la conexión física y alimentación de energía se emplea un conector de 8 terminales y es aplicable a los puntos de referencia **S** y **T**. La siguiente figura muestra la configuración del conector:

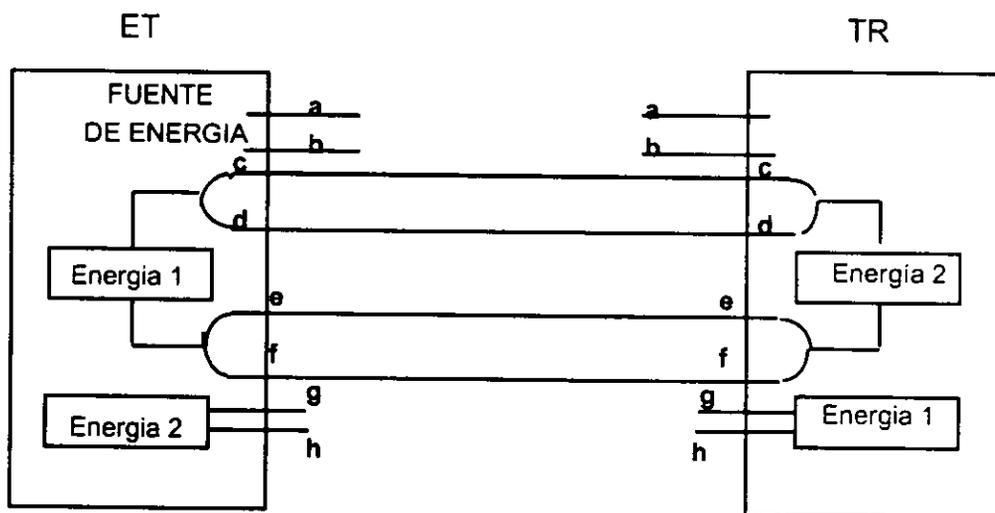


Fig. 1.9.2.1. Figura de la configuración del conector en acceso básico.

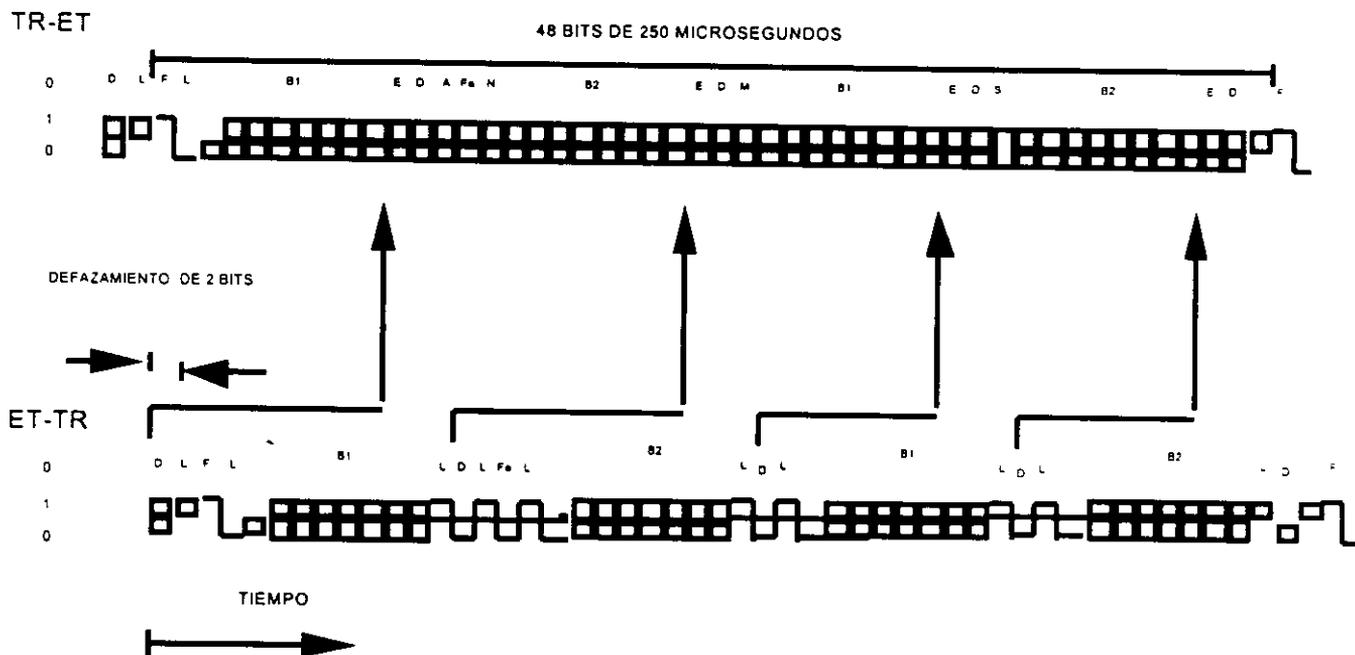
Los puntos *cd* y *ef* están destinados a la transmisión bidireccional de la señal digital pudiendo ofrecer un circuito fantasma para la transferencia de potencia desde el terminador de red (TR) hasta el equipo terminal (ET), los puntos *gh* representan una transferencia adicional de potencia de TR a ET con la fuente 2, los puntos *ab* cumplen la misma función de *gh* pero de ET a TR por medio de la fuente 3. (estos últimos pares no están recomendados por el CCITT).

La actual conexión física entre un ET y TR en el punto de referencia So T para la interface de acceso básico es especificado en un estándar ISO (ISO 8877).. Este estándar especifica un conector físico de 8 pines. El conector físico es un plug que suministra 4, 6 u 8 contactos, el número de contactos suministrados depende del uso. La siguiente tabla lista la asignación de cada uno de los ocho pines en ambos lados de el TR y ET. Dos pines son necesitados para suministrar transmisión balanceada en cada dirección. Esos puntos de contacto son usados para conectar guías de par-trenzado entrante de los dispositivos TR y ET.

| Número de contacto | ET | TR |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| a | Fuente de poder 3 | Pila 3 |
| b | Fuente de poder 3 | Pila 3 |
| c | Transmisión | Recepción |
| d | Recepción | Transmisión |
| e | Recepción | Transmisión |
| f | Transmisión | Recepción |
| g | Pila 2 | Fuente de poder 2 |
| h | Pila 2 | Fuente de Poder 2 |

Tabla 1.9.2.1. - Asignación de contactos para plugs y jacks de conectores físicos de RDSI.

La estructura básica consiste en dos canales B (64 kbps) y un canal D (16 kbps) lo cual produce una carga de 144 kbps, sin embargo estos canales son multiplexados en 192 kbps en las interfaces S ó T, la diferencia de 144 a 192 kbps es utilizada para alineación y sincronía de trama. En el (2B+D) cada trama tiene una longitud de 48 bits a 192 kbps. La repetición de las tramas se presenta cada 250 microsegundos. La siguiente figura ilustra su estructura; se puede observar que la trama de ET a TR se retrasa 2 bits respecto a la trama de TR a ET:



Simbología

F bit de alineación de trama

L bit de balance de c.c.

D bit del canal d

E bit de canal de eco de d

Fa bit auxiliar de alineación

o bit q con bit de balance

N toma valor de fa si tr-et

B1 canal b1

B2 canal b2

A bit utilizado para activación

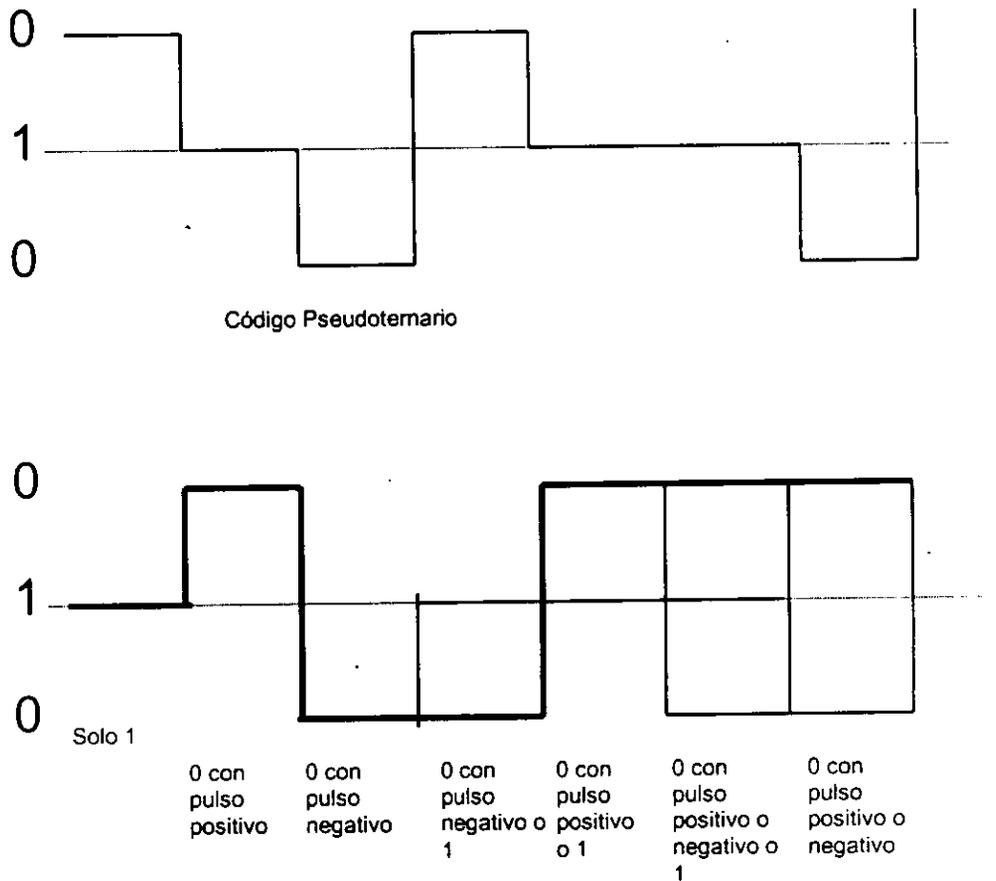
S bit libre, "0" binario

M bit de alineación de multitrama

Fig. 1.9.2.2. -. Estructura de la trama en los puntos de referencia S y T para el acceso Básico

En la interface entre el suscriptor y el equipo terminador de red (puntos de referencia S o T), datos digitales son intercambiados usando transmisión full-duplex. Una línea física separada es usada para la transmisión en cada dirección. Necesitamos no afectar nosotros mismos con cancelación de Eco o técnicas de multiplexaje tiempo-compresion para lograr operación full-duplex. Las especificaciones eléctricas para interfaces dictan el uso de un Código Pseudoternario en donde el uno binario es representado por la ausencia de voltaje, el binario cero es representado por un pulso

positivo o negativo alternando por ceros sucesivos de 750 milivolts, la velocidad de datos es a 192 Kbps. El Código Pseudoternario es ilustrado con la interpretación que se muestra en la siguiente figura. La sincronización de trama es tal que cada trama transmitida para un Equipo Terminal en relación con el Terminador de red es posterior que la trama en la opuesta dirección por dos tiempos-bit.



Interpretación de la estructura de la trama para acceso básico con código Pseudoternario

Fig.1.9.2.3.- Código Pseudoternario en los puntos de referencia S y T para acceso Básico

Cada trama de 48 bits incluye 16 bits de cada canal B y 4 bits del canal D, el resto tiene la siguiente interpretación:

Considerando el sentido ET-TR cada trama empieza con el bit F que es un pulso positivo, este es seguido de un bit I que permite el balance de D.C. Y es además un pulso negativo. El patrón F-L actúa entonces para sincronizar al receptor al inicio de la trama, la especificación aclara que después de esos dos bits, el primer "cero" que se presente será codificado a un pulso negativo, los siguientes 8 bits son del canal B1. A continuación aparece otro bit de balance L, después un bit del canal D seguido de un bit de balance, luego un bit auxiliar de trama Fa el cual es puesto a cero a menos que se utilice una multitrama.

Para el caso del sentido TR-ET la estructura es similar salvo lo siguiente: algunos bits de balance I son reemplazados por un bit E (Eco), el cual permite activar los mecanismos de contención (más adelante se explicará esto). El Eco representa una retransmisión del TR del último dato recibido desde el ET. Existe un bit A que es utilizado para activar o desactivar el ET.

Dos métodos de conexión han sido especificados: punto-punto y punto-multipunto (por difusión o bus pasivo), esto está especificado en la recomendación I.420 del CCITT.

En el primer caso solo un ET es conectado. La longitud de la línea es limitada a 6 db de atenuación, esto da como resultado 1000 metros de longitud máxima entre ET y TR a 4 w de acuerdo a los calibres citados previamente (recordar que la Rec. I.420 especifica 4 w para el 2B +D).

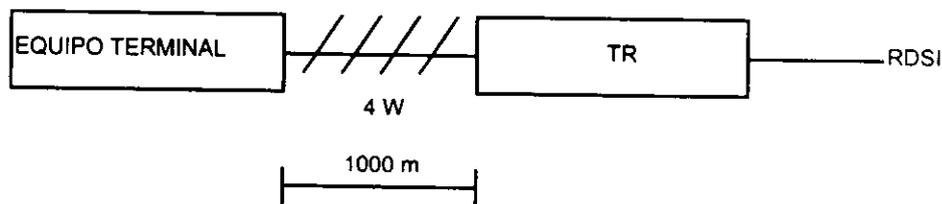


Fig. 1.9.2.4. Figura de la conexión punto a punto

Para el segundo caso se hacen conexiones en multipunto (8 terminales pueden ser conectadas en el mismo bus) sin requerir equipo adicional. La conexión de los ET's

al bus soporta una distancia máxima de 10 metros. La distancia entre terminales dependerá de la señal de propagación de señal y oscila entre 100 y 200 metros.

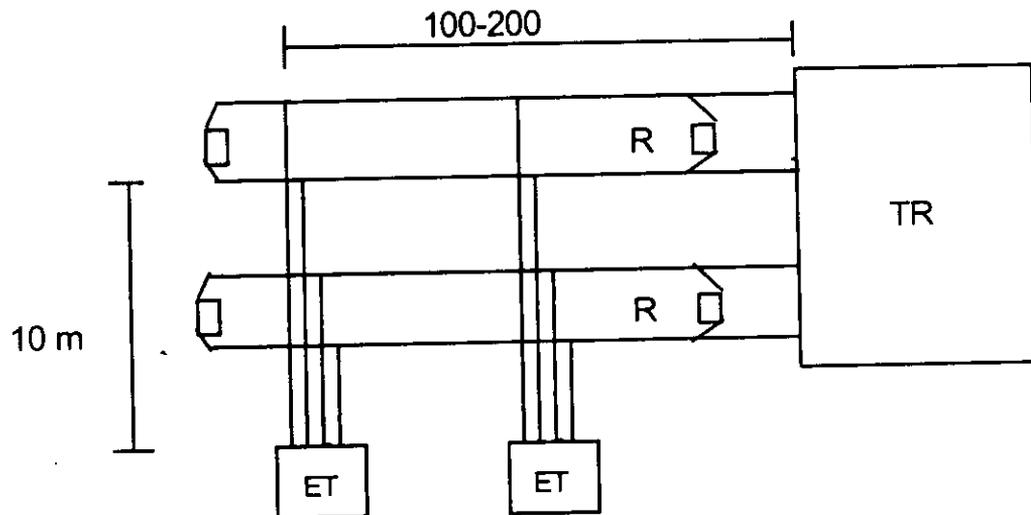


Fig. 1.9.2.5. -Figura de una conexión punto a multipunto

1.9.3. -El acceso primario y la capa 1 de OSI

La interface primaria, como el acceso básico, multiplexa múltiples canales a través de un solo medio de transmisión. En el caso de la interface primaria, solo una configuración punto a punto es permitida. Típicamente la interface existe en el punto de referencia T con un PBX digital u otro dispositivo de concentración controlando multiples equipos terminales y suministrando una sincronía TDM (Multiplexaje por División de Tiempo) para facilitar el acceso a RDSI. Dos velocidades de datos son permitidas para la interface primaria : 1.544 Mbps y 2.048 Mbps.



I= Interfaz situada en el puerto de entrada salida del ET/TR
(4 hilos sin alimentación adicional)

Fig.1.9.31 El acceso primario solo se aplica punto a punto

INTERFACE A 1.544 Mbps

La interface RDSI a 1.544 Mbps es basada en la transmisión de estructura Norteamericana DS-1, que es usada en el servicio de transmisión T1. La siguiente figura ilustra el formato de trama para esta velocidad de datos. La ráfaga de bits es estructurada dentro de repetitivas tramas de 193 bits. Cada trama consiste de 24 time slots de 8 bits y un bit de alineación de trama. El mismo time slot repetido sobre múltiples tramas constituye un canal. Las tramas se repiten a una velocidad de una cada 125 μ seg, o 800 tramas por segundo. Cada canal soporta 64 kbps. Típicamente la estructura de transmisión es usada para soportar 23 canales B y un canal D.

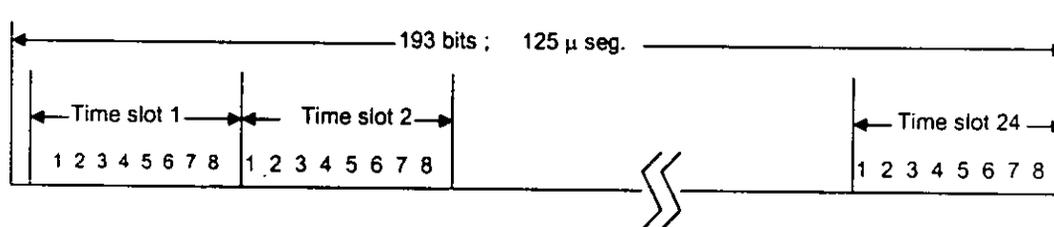


Fig. 1.9.3.2. - Acceso primario a 1.544 Mbps.

El bit de alineación es usado para sincronización y otro propósito de administración. Una estructura multitrama de 24 tramas a 193 bits es impuesta y se muestra en la siguiente tabla muestra la asignación de valores en los 24 bits de alineación a través de las multitramas de 24 tramas. Seis de los bits forman una señal de alineación de trama con el código 001011, que se repite cada multitrama. El propósito es para suministrar una forma de sincronización. Si por alguna razón el receptor recibe uno o más bits fuera de alineación con el transmisor, este fallara para detectar la señal de alineación y será mejorada detectando la desalineación. Los bits designados como bits e_i pueden ser usados como un bit seis de chequeo de redundancia cíclica (CRC) de los bits de alineación. Los bits restantes llamados bits m , no son actualmente asignados en el estándar, pero pueden ser posiblemente usados en el futuro.

| Número de trama | Bits-F | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------|---|----------------|
| Multitrama | Número de bit Multitrama | Asignaciones | | |
| 1 | 1 | — | m | n |
| 2 | 194 | — | — | e ₁ |
| 3 | 387 | — | m | — |
| 4 | 580 | 0 | — | — |
| 5 | 773 | — | m | — |
| 6 | 966 | — | — | e ₂ |
| 7 | 1159 | — | m | — |
| 8 | 1352 | 0 | — | — |
| 9 | 1545 | — | m | — |
| 10 | 1738 | — | — | e ₃ |
| 11 | 1931 | — | m | — |
| 12 | 2124 | 1 | — | — |
| 13 | 2317 | — | m | — |
| 14 | 2510 | — | — | e ₄ |
| 15 | 2703 | — | m | — |
| 16 | 2896 | 0 | — | — |
| 17 | 3089 | — | m | — |
| 18 | 3282 | — | — | e ₅ |
| 19 | 3475 | — | m | — |
| 20 | 3668 | 1 | — | — |
| 21 | 3861 | — | m | — |
| 22 | 4054 | — | — | e ₆ |
| 23 | 4247 | — | m | — |
| 24 | 4440 | 1 | — | — |

Tabla 1.9.3.1. - Estructura multitrama para una interface a 1.544 Mbps

CÓDIGO DE LÍNEA UTILIZADO EN EL ACCESO PRIMARIO A 1.544 Mbps

En el código de línea bipolar AMI, un 0 binario es representado por no señal y un 1 binario es representado por un pulso positivo o negativo. El pulso binario 1 puede alternar en polaridad. Hay grandes ventajas en esta aproximación. Primero, no hay pérdida de sincronización si una larga serie de 1's ocurre. Cada 1 introduce una transición, y el receptor puede sincronizar en esta transición. Una larga serie de 0's puede sin embargo ser un problema. Segundo, puesto que las señales 1 alternan voltaje de negativo a positivo, no hay componente de red cd. También el ancho de banda de la señal resultante es considerablemente reducida. Finalmente el pulso alterno propietario suministra una simple detección de error significativa. Cualquier error aislado, tanto si esto borra un pulso o adiciona un pulso, causa una violación de esta propiedad.

Valor del bit



Fig. 1.9.3.3. - Código de línea Bipolar AMI}

En esta interface primaria a 1.544 Mbps se utiliza el código B8ZS con AMI, que es igual que el bipolar AMI, excepto que cualquier ráfaga de ocho ceros es reemplazada por una ráfaga con dos violaciones de código. En donde se reemplazan 8 ceros binarios por la combinación 000+-0-+ si el impulso precedente era +.

Si el impulso precedente era negativo los 8 ceros binarios se reemplazan por la combinación 000-+0+- como se muestra en la figura :

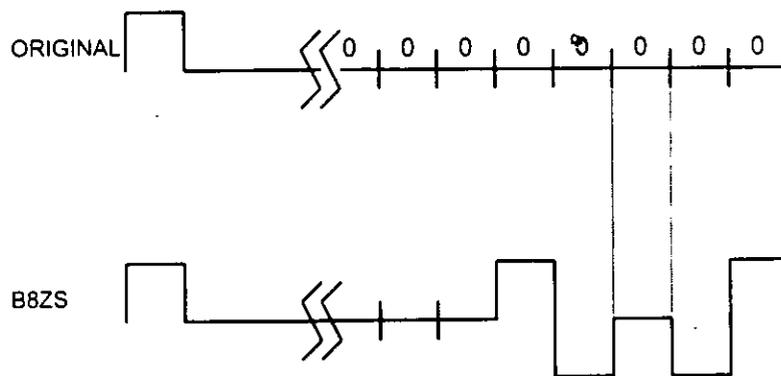


Fig.1.9.3.4.- Código AMI usando B8ZS para la interface a 1.544 Mbps.

INTERFACE A 2.048 Mbps

La interface RDSI A 2.048 Mbps esta basada en la estructura de estructura de transmisión Europea. Esta codificación es definida en detalle en la Recomendación G.704. La siguiente figura ilustra el formato de trama para esta velocidad de datos. Ella ráfaga de bits es estructurada en repetitivas tramas de 256 bits. Cada trama consiste de 32 time slots de 8 bits.

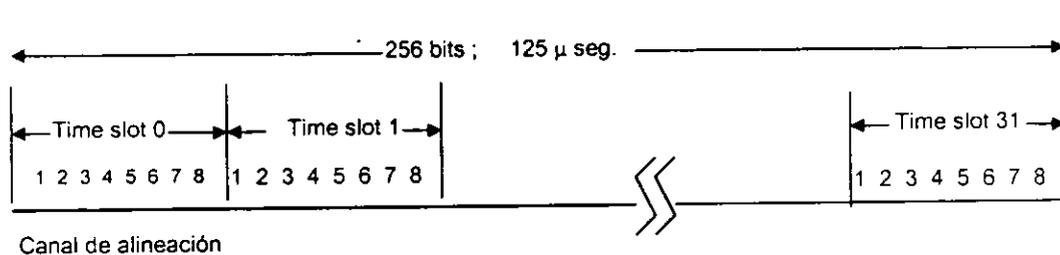


Fig.1.9.2.5.- Interface primaria a 2.048 Mbps

El primer time slot es usado para propósitos de alineación y sincronización, los 31 time slots restantes soportan canales de usuario. En una velocidad de datos de 2.048 Mbps., las tramas se repiten a una velocidad de una cada 125 microsegundos o 800 tramas por segundo. Por lo tanto cada canal soporta 64 Kbps. Típicamente la estructura de transmisión es usada para soportar 30 canales B y 1 canal D. La siguiente tabla muestra el uso de los bits en el time slot 0. La señal de alineación de trama ocupa la posición 2 a 8 en el time slot 0 para cada diferente trama. La señal, que es 0011011, es usada para alineamiento como en la señal de alineación de trama sobre la interface de 1.544 Mbps. El bit S_i podría ser usado para un

procedimiento CRC a 4 bits explicado en el siguiente párrafo. El bit A puede ser usado para una indicación de alarma remota, en una condición de alarma esto podría establecerse a 1. Los bits S_{ai} son bits de repuesto con uso no actualmente definido.

| Número de bit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Tramas alternas | | | | | | | |
| Trama que contiene la señal de alineación de trama. | S_i | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | Nota 1 | Señal de alineación de trama | | | | | | |
| Trama que no contiene señal de alineación de trama | S_i | 1 | A | S_{a4} | S_{a5} | S_{a6} | S_{a7} | S_{a8} |
| | Nota 1 | Nota 2 | Nota 3 | Nota 4 | | | | |

Nota 1 - S_i = Bits reservados para uso internacional

Nota 2 - Este bit es arreglado en 1 para asistir evitar simulaciones de la señal de alineación de trama.

Nota 3 - A = Indicación de alarma remota en operación sin disturbio permanece en 0 y en condiciones de alarma permanece en 1.

Nota 4 - S_{a4} a S_{a8} = Bits de repuesto adicionales que pueden ser usados como sigue :

- i. Los bits S_{a4} a S_{a8} pueden ser recomendados por el CCITT para uso específico en aplicaciones punto a punto.
- ii. El S_{a4} puede ser recomendado por el CCITT como una base de datos de mensajes para operaciones, mantenimiento y monitoréo.
- iii. Los bits S_{a5} a S_{a7} son para uso nacional donde no hay demanda de estos, para aplicaciones especificadas punto a punto

Tabla 1.9.3.2. - Ubicaciones para los bits 1 a 8 de la interface de trama de 2.048 Mbps

CÓDIGO DE LÍNEA UTILIZADO EN EL ACCESO PRIMARIO A 2.048 Mbps

El código de línea para la interface de 2.048 Mbps es AMI usando HDB3. Un plan de código que es comúnmente usado en Europa y Japón es conocido como el código de alta densidad bipolar-3 ceros (HDB3). Como antes, esto es basado en el uso del código AMI en este caso el plan de código reemplaza cadenas de 4 ceros con secuencias conteniendo 1 o 2 pulsos. En cada caso, el cuarto cero es reemplazado con un código de violación. En suma, una regla es necesitada para asegurar que las sucesivas violaciones son de polaridad alterna tal que no es introducido un componente cd. Por lo tanto si la última violación fue positiva, esta violación deberá ser negativa y viceversa. La siguiente tabla muestra como esta condición es probada por el conocimiento de cada número de pulsos desde la última violación par o impar y conociendo la polaridad del último pulso antes de la presencia de los 4 ceros.

| Pulso de polaridad precedente | Número de pulsos bipolares (unos) desde la última sustitución | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|
| | impar | par |
| - | 000- | +00+ |
| + | 000+ | -00- |

Tabla 1.9.3.3. - Reglas de sustitución HDB3

1.9.4. - La interface U

INTERFACE U

La recomendación I.411 establece que no hay punto de referencia asignado en la línea de transmisión (local loop) entre el establecimiento del suscriptor y la central telefónica local, por lo tanto una interface usuario-red RDSI no esta considerada en esta situación. Sin embargo el CCITT ha emitido la Recomendación G.961, que direcciona la interface entre el equipo TR y el loop local para acceso básico. Esta interface es a menudo referida como el punto de referencia U. La G.061 es solo una especificación

parcial. Esta especifica el uso de cualquier cancelación de Eco o multiplexión de tiempo-compresión sobre un solo par trenzado.

CÓDIGO DE LÍNEA USADO EN LA INTERFACE U

El código de línea especificado en el estándar T1.601 es conocido como dos binario, uno cuaternario (2B1Q). Este código suministra para más eficiente uso d ancho de banda, por tener cada elemento de señalización, representa dos bits en lugar de uno. Cuatro diferentes niveles de voltajes son usados . Por lo tanto cada elemento de señal puede tomar uno de cuatro posibles valores, dos bits de información transmitidos. La siguiente tabla muestra la definición de dos binario, uno cuaternario (2B1Q). Dos niveles de voltaje-positivos y dos negativos son usados. Correspondiente a cada nivel de voltaje es un par de bits. El primer bit es uno si la polaridad de el pulso es positiva y cero si la polaridad es negativa. El segundo bit es uno si la magnitud del pulso es 0.833 V y cero si la magnitud de el pulso es 2.5 volts. Cualquiera de las cuatro combinaciones de dos bits es asignada a un símbolo. Los cuatro valores listados bajo "símbolo cuaternario" en la tabla debería ser comprendido como nombre de símbolo, no como valor numérico.

| Primer Bit (Polaridad) | Segundo Bit (Magnitud) | Símbolo Cuaternario | Nivel de Voltaj (Volts) |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 | 0 | + 3 | 2.5 |
| 1 | 1 | + 1 | 0.833 |
| 0 | 1 | - 1 | -0.833 |
| 0 | 0 | - 3 | -2.5 |

Tabla 1.9.4.1.- Niveles de señalización 2 binario, 1 cuaternario (2B1Q)

La siguiente figura es un ejemplo del código 2B1Q :

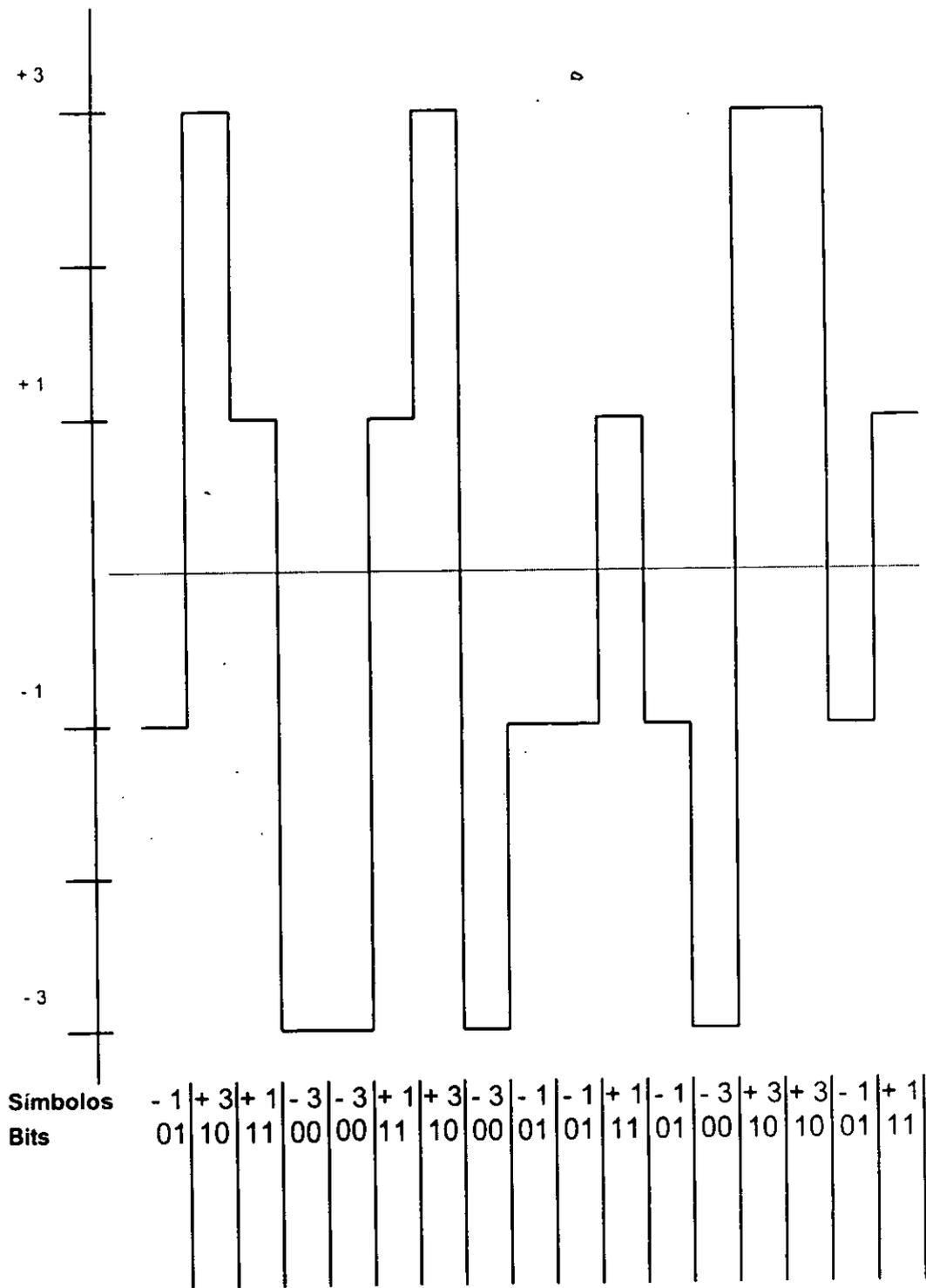


Fig. 1.9.4.1. - Ejemplo del código de línea 2B1Q

1.9.5. - Procedimiento de asignación de IET:

Suponiendo que el ET o el TR están inactivos, se realiza un intercambio de señales descrito por una matriz de estados finitos en la que a partir de un estado y una señal (INFO X) recibida, se ejecutan algunas acciones y se pasa a otro estado. Las señales definidas son:

| SEÑAL | DESCRIPCIÓN | ORIGEN | FUNCIÓN | SENTIDO |
|--------|---------------------------------------------|--------|-------------------------|---------|
| INFO 0 | AUSENCIA DE SEÑAL | | BUS ACTIVO | TR-ET |
| INFO 1 | SEÑAL CONTINUA 00111111 | ET | INICIA ACTIVACION DE ET | ET-TR |
| INFO 2 | TRAMA NORMAL CON TODOS LOS CANALES EN CERO | TR | | TR-ET |
| INFO 3 | TRAMA NORMAL OPERACIÓN EN TODOS LOS CANALES | ET | ET SINCRONIZADO | ET-TR |
| INFO 4 | IDEM AL ANTERIOR | TR | TR ENLACE ESTABLECIDO | TR-ET |

Tabla 1.9.5.1. - Señales de estados finitos de ET y TR

La descripción completa de la secuencia es dada en la Rec. I.430 en forma de tablas. La figura siguiente muestra la secuencia correspondiente a una activación entrante (del TR al ET).

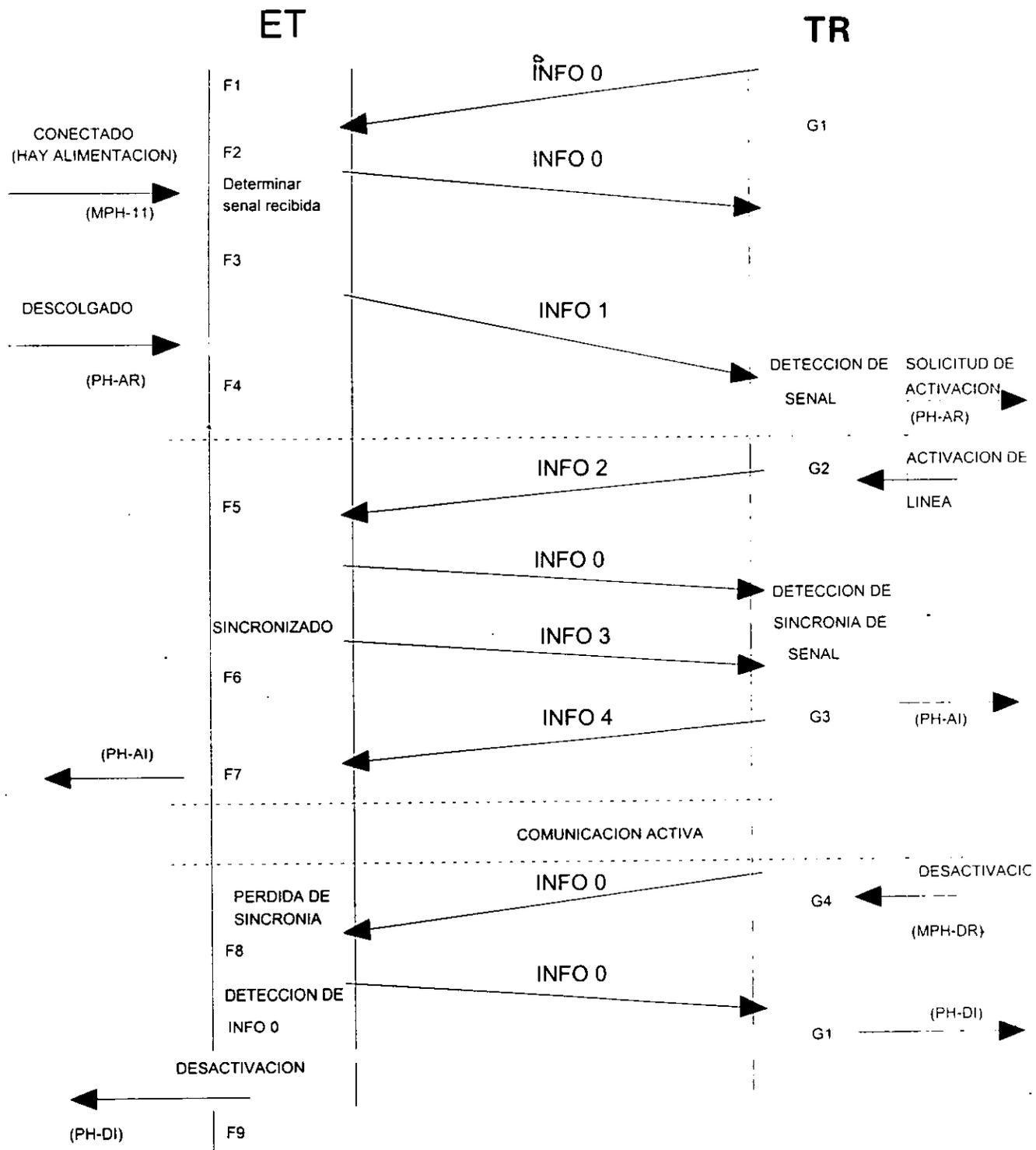


Fig. 1.9.5.1. - Ejemplo de una activación entrante del TR al ET

| Mnemónico | Definición |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Te | |
| F1 | <i>Inactivo.</i> En este estado el terminal no transmite. En este momento la interfaz no tiene alimentación. |
| F2 | <i>Detección de señal.</i> En este estado el terminal no transmite e intenta determinar el tipo de señal que esta recibiendo. |
| F3 | <i>Desactivado.</i> En este estado el terminal no transmite, esta recibiendo info 0. |
| F4 | <i>Espera de señal.</i> En este estado el terminal transmite info 1 y recibe info 0. |
| F5 | <i>Identificación de entrada de señal .</i> En este estado el terminal no transmite, esta recibiendo una señal diferente de info 0 la cual trata de identificar. |
| F6 | <i>Sincronía.</i> En este estado el terminal transmite info 3, pero no transmite información en el canal. Además recibe info 2. |
| F7 | <i>Activado.</i> Este es el estado normal de transmisión de información. El terminal transmite info 3 y recibe info 4. |
| F8 | <i>Desincronizado.</i> Se presenta cuando existe falla en la interfaz. En ese caso se transmite info 0. |
| Tr | |
| G1 | <i>Desactivado.</i> En este estado el nt no transmite. |
| G2 | <i>Espera activación.</i> En este estado el tr transmite info 2 y espera info 3. |
| G3 | <i>Activo.</i> Este es el estado normal de transmisión de información. El tr transmite info 4 y recibe info 3. |
| G4 | <i>Espera desactivación.</i> El tr no transmite y espera recibir el info 0. |

Tabla 1.9.5.2. - Tabla de posibles estados de ET y TR

DEFINICIÓN DE PRIMITIVAS:

La relación entre capas 1 y 2 se establece mediante las primitivas:

PH-AR solicitud de activación

PH-AI indicación de activación

PH-DI indicación de desactivación

La relación entre la capa 1 y la entidad de control usa las primitivas:

MPH-AI indicación de activación

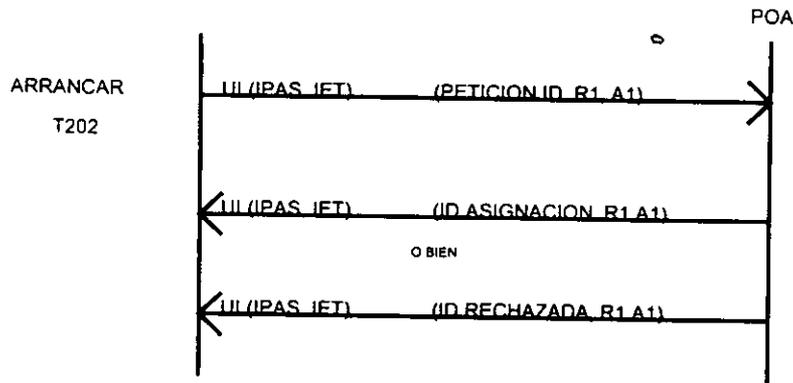
MPH-DR solicitud de desactivación

MPH-DI indicación de desactivación

MPH-EI indicación de error (aquí se indica el tipo de error)

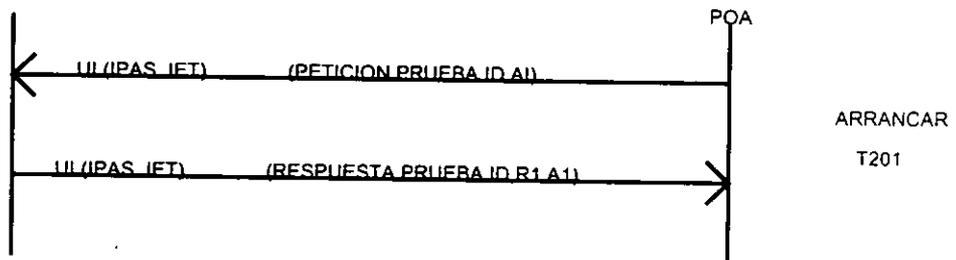
MPH-II indicación de información (un campo de información es asociado y solo son posibles dos tipos de información aquí (conectado y desconectado).

LADO USUARIO



PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE IET:

LADO USUARIO



PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DE IDENTIDAD DE IET:

LADO USUARIO

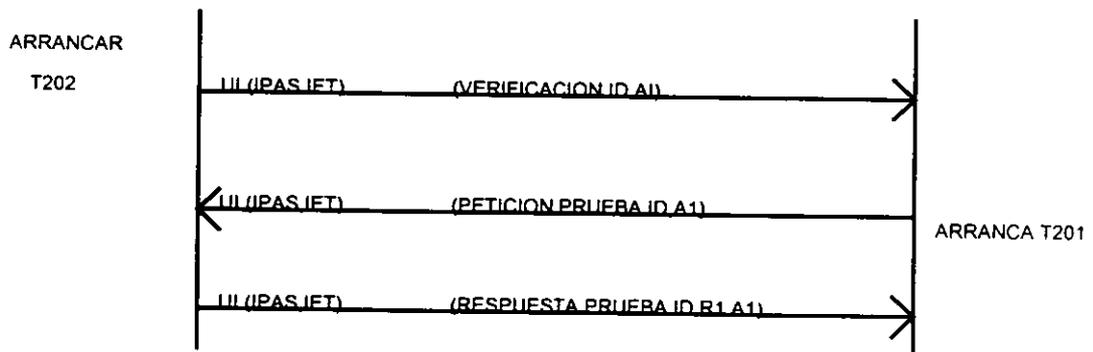


Fig. 1.9.5.2. Procedimiento de intercambio de señales entre un ET y un TR

1.10. - LAPD

El LAP-D (link acces procedure) ejerce la función de control en las interfaces usuario-red con actividades tales como el establecimiento y liberación de la llamada o la transferencia de información. (Rec. X.200)

El LAP-D tiene como objetivo transportar información entre entidades de nivel 3 a través de la interfaz usuario-red de RDSI utilizando el canal D.

El LAP-D es independiente de la velocidad de transmisión binaria y para su funcionamiento, requiere un canal dúplex transparente.

Las características del canal D son la siguientes:

16 kb/s (para acceso básico)

64 kb/s (para acceso primario)

Ambos aplicables para señalización y datos en modo paquete.

Todas las terminales deben estar sincronizadas y configuradas en modo esclavo hacia el TR (terminador de red), de tal forma que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D y debe utilizar los mecanismos de contención que aseguren que cada unidad tenga su acceso disponible en su momento y que los datos que esté transmitiendo no sean alterados por los intentos de acceso de otra unidad.

Los conflictos de acceso al canal D deben ser controlados trama por trama, esto se debe a lo siguiente:

A) El TR no tiene ninguna inteligencia, lo cual impide usar algún mecanismo en interrogaciones sucesivas de las terminales.

B) El socket al cual es conectado el equipo terminal es pasivo, lo que impide configuraciones de solución basadas en la topología de la red.

El mecanismo de contención adoptado se basa en cuatro características:

- 1.- El canal D opera en el nivel 2 de acuerdo con el protocolo HDLC.
- 2.- Con ayuda del Eco las terminales pueden monitorear el canal D desde el ET hacia el TR.
- 3.- El bus proporciona una operación tipo compuerta AND en la transmisión de información para diferentes terminales.
- 4.- Las terminales inactivas transmiten 1's.

El modo de operación es el siguiente:

A) Antes de transmitir una trama HDLC, cada terminal verifica que el canal D está libre, esto lo deduce cuando al menos ocho bits 1's consecutivos han sido detectados.

B) Durante la transmisión de una trama HDLC el terminal ET debe comparar cada bit transmitido con el valor presente en el bus mediante el Eco, en caso de detectar diferencia entre el valor transmitido y el leído en el Eco, la transmisión será suspendida.

En resumen, el mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de Eco (bit E) en el que el TR repite lo que recibe en su canal D por lo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben de haber recibido el Eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir, una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, es decir, espera la aparición de una cantidad de 1's (la asignación de prioridad define la cantidad de 1's que se usan para decidir que un canal está libre), el nivel 2 del canal D asegura que nunca aparezca esa cantidad de 1's durante la transmisión.

Cualquier terminal puede empezar a transmitir cuando detecta el canal libre, siempre y cuando escuche su propio Eco.

Una vez que el equipo ha terminado una transmisión exitosa, espera un bit más para poder transmitir nuevamente.

El LAP-D realiza las siguientes funciones:

- Proporcionar una o varias conexiones al canal D identificadas mediante un ICED.

- Difundir los mensajes de TR a todos los equipos.
- Delimitar, alinear y comportarse de manera transparente con las tramas de información.
- Controlar la secuencia y fallo de información.
- Detección y reparación de errores.

Existen 2 modalidades de funcionamiento:

- Tramas numeradas (provee procedimientos de retransmisión de tramas y sin acuse de recibo (utilizando tramas no numeradas)
- Con acuse de recibo para transferencia de información punto a punto utilizando reparación de errores).

Todos los protocolos HDLC emplean transmisión en tramas, cada trama contiene una dirección de origen o destino de la transmisión.

La capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales distingue a LAP-D de los otros protocolos balanceados (LAP-B), es decir el canal B no soporta información de señalización para conmutación de circuitos de la RDSI, pero el canal D si, para lograr esto, LAP-D utiliza dos octetos en su campo de dirección; uno identifica el extremo terminal (IET) y el otro el punto de acceso a servicios (IPAS).

De este modo: $ICED = IPAS + IET$

ICED=identificador de conexión de enlace de datos

IPAS=identificación de punto de acceso al servicio

IET=identificación de extremo terminal

Cada equipo terminal conectado a una interfaz tiene un IET asignado, la asignación puede realizarse: automáticamente cuando el equipo se conecta a la interfaz, manualmente por el usuario o estar definida por el fabricante. El procedimiento lo realiza el TR y puede utilizar dos métodos alternativos que son:

- Mantener una base de datos con todos los IET en uso.
- Ante una solicitud de IET por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro equipo tiene asignado el mismo identificador.

Normalmente un equipo utiliza un solo IET al cual pueden corresponderle varios IPAS, cuando TR transmite; envía el ICED de destino, mientras que cuando transmite un equipo terminal envía el ICED de origen.

Existen también un IET definido para la difusión y todos los equipos conectados a la interfaz lo reconocen.

En la figura que se muestra más adelante una conexión de enlace de datos con varios identificadores.

TRANSPARENCIA

Para asegurar transparencia en el nivel 2 de la transmisión (evitar la simulación de banderas o secuencias de aborto de trama), se analizará el contenido de la trama entre las banderas y se insertará un cero después de cinco unos consecutivos, esto debido a que las banderas manejan un formato 01111110, además de que un IET libre genera 1111111 al TR pudiendo esto confundirse en una transmisión cuando el IET envía más de cinco 1's consecutivos.

El receptor deberá eliminar cualquier cero que siga a cinco 1's consecutivos.

BANDERA

La bandera es la secuencia que delimita el contenido de una trama, la bandera que precede al campo de dirección se le llama bandera de apertura y a la bandera que sigue a la secuencia de verificación de tramas se llama bandera de cierre, su bandera hexadecimal es 7E. En algunas aplicaciones la bandera de cierre puede también utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama.

SALON DE LA BIBLIOTECA
 FEB 11 1988

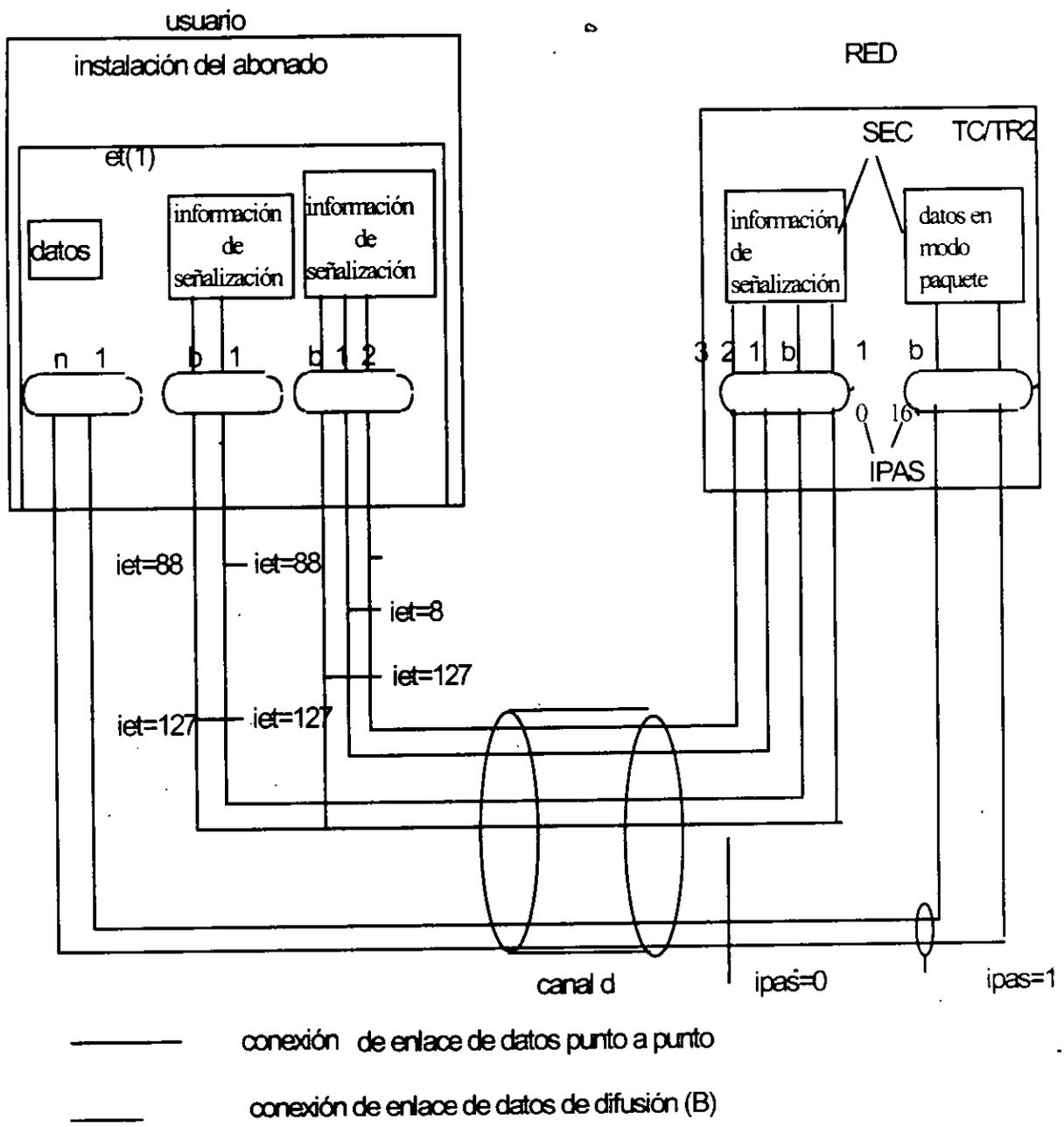


Fig. 1.10.1.- Relación entre IET, IPAS y un enlace multipunto

1.10.1. - Estructura de la trama DE LAP-D

La estructura de la trama se muestra en la figura siguiente:

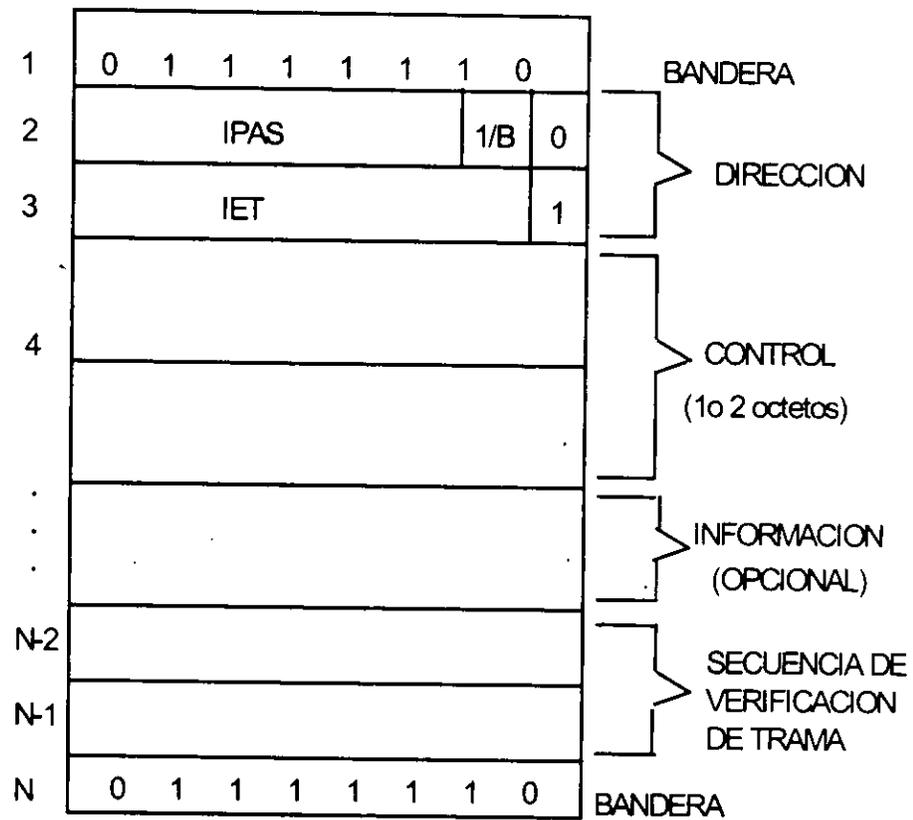


Fig. 1.10.1.1 - Estructura de la trama de LAP-D

Otra manera de representar la estructura de la trama de LAP-D es la siguiente:

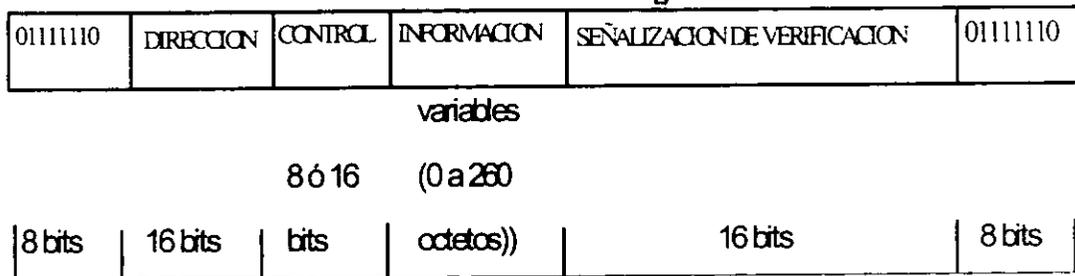
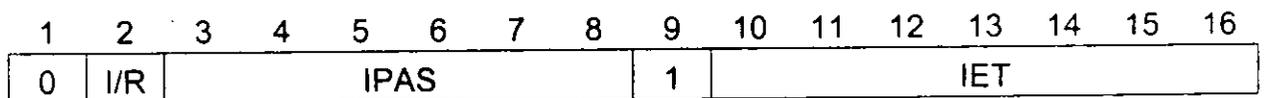


Fig. 1.10.1.2. - Otra estructura de la trama LAP-D

Donde el campo de DIRECCION es:



DIRECCIÓN

El campo de dirección identifica al receptor deseado de una trama de instrucción y al transmisor de una trama de respuesta, el campo de dirección consiste de dos octetos para el LAP-D y se reserva el campo de dirección de un solo octeto para la operación LAP-B de X.25, de esta manera pueden coexistir conexiones de enlace de datos LAP-B y conexiones de enlace de datos LAP-D, la dirección contiene al IPAS y al IET.

El campo de dirección para el LAP-D se muestra en la siguiente figura:

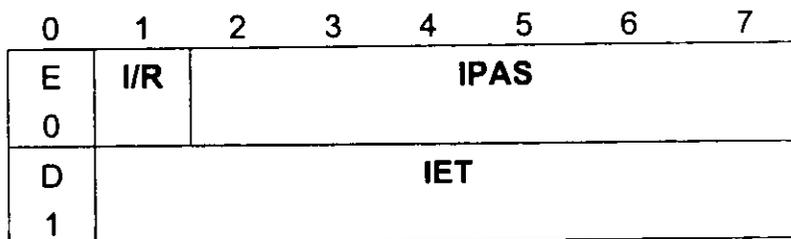


Fig. 1.10.1.3. - Campo de Dirección en LAP-D

El campo de dirección contiene los bits de extensión (E) del campo de dirección, un bit de indicación de instrucción o respuesta (I/R), un subcampo para el identificador de punto de acceso al servicio (IPAS) y un subcampo para el identificador de extremo terminal (IET).

El bit de extensión E puesto en "1" indica el octeto final del campo de dirección.

El bit de instrucción o respuesta I/R, indica si una trama es una instrucción o respuesta. El valor de este bit depende tanto del origen como del tipo de indicación. En la siguiente tabla se ilustra esta convención:

| TIPO DE TRAMA | ORIGEN | I/R |
|---------------|--------|-----|
| INSTRUCCIÓN | TR | 1 |
| | ET | 0 |
| RESPUESTA | TR | 0 |
| | ET | 1 |

Tabla.1.10.1.4.- Valor del I/R en el campo de dirección

El IPAS indica un punto en el que una identidad de enlace de datos proporciona un servicio específico a una entidad de capa 3 o una entidad de gestión.

El IPAS le indica a la entidad que presta los servicios la información que debe procesar y también le indica a la entidad de capa 3 que debe recibir la información transportada.

El subcampo del IPAS permite hasta 64 puntos de acceso al servicio (ya que consta de 6 bits (del 3 al 8)), pero solo existen actualmente cuatro identificadores de acceso especificados, los demás son reservados:

- 0 procedimientos de control de llamadas (000000)
- 1 comunicaciones en modo paquetes i.451 (000001)
- 16 comunicaciones en modo paquetes utilizando X.25 (100000)
- 63 procedimiento de gestión de capa 2 (111111)

El IET identifica un solo equipo terminal. El IET para un enlace de datos de difusión es un valor fijo (127) y está asociado con todas las capas de enlace de datos del usuario que tiene el mismo IPAS.

El subcampo del IET permite hasta 128 valores, todos los valores de IET, excepto de difusión, se utilizan para conexiones de datos punto a punto asociados con un IPAS.

Los valores de IET de asignación no-automática son seleccionados por los usuarios o fabricantes de equipo y su asignación es responsabilidad del mismo, esto significa que en caso de duplicación de IET los equipos no podrán operar.

Los valores de IET de asignación automática son seleccionados por la red y su asignación es responsabilidad de la red.

Los valores de IET de asignación por difusión son reconocidos por todos los equipos.

| VALOR IET | TIPO DE ASIGNACION |
|-------------------|------------------------|
| 0-63 | NO AUTOMATICA O FIJA |
| 64-126 | AUTOMATICA O NEGOCIADA |
| 127 (11111111) | DIFUSION |

Tabla. 1.10.1.5. - Valores de IET

CONTROL

Cada punto extremo de conexión tendrá asociadas variables de estado de emisión V(S), de recepción V(R) y de acuse de recibo V(A). La V(S) indica el número secuencial de la siguiente trama de información numerada que debe de transmitirse. La V(R) indica el número secuencial de la siguiente trama de información numerada prevista que debe recibirse en la secuencia. La V(A) identifica la última trama de la que su entidad par haya acusado recibo.

En el campo de control se indica el tipo de trama que se está transmitiendo, para que en el otro extremo se lea por alguna entidad de enlace de datos y realice alguna acción específica.

El tipo de trama, en conjunto con el bit I/R del campo de dirección, será una instrucción o una respuesta.

Existen tres tipos de campo de control:

- transferencia de información numerada. Formato I. (2 octetos).
- funciones de supervisión. Formato S. (2 octetos).
- funciones de control y transferencia de información no numerada. Formato U. (1 octeto).

Los bits marcados con un guión (-) dependen del tipo de trama como aparecen en la tabla anterior.

La instrucción de información I (2 octetos), transfiere información proporcionada por la En las tramas con formato I se tienen contadores o números secuenciales del transmisor. N(S) y N(R) son los números secuenciales en emisión y en recepción del transmisor respectivamente.

Los subcampos P y F son el bit de petición cuando se transmite como instrucción y el bit final cuando se transmite como respuesta respectivamente.

Los bits P y F son empleados para forzar el envío de una respuesta de la transmisión de un mensaje de control.

capa 3 por medio de una conexión de enlace de datos, son tramas numeradas secuencialmente. Se utiliza en modo multitrama para conexiones de punto a punto.

El valor de N(R) acusa el recibo en la capa de enlace que transmitió de la trama 1.

En la siguiente figura se muestran los diferentes formatos del campo de control:

FORMATO I (TRANSFERENCIA DE INFORMACION NUMERADA)

| | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| N(S) | | | | | | | 0 |
| N(R) | | | | | | | P |

FORMATO S (FUNCIONES DE SUPERVISION)

| | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | . | . | 0 | 1 |
| N(R) | | | | | | | P/F |

FORMATO U (FUNCIONES DE CONTROL Y TRANSFERENCIA D INFORMACION NO NUMERADA)

| | | | | | | | |
|---|---|---|-----|---|---|---|---|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | | | P/F | . | . | 1 | 1 |

Fig. 1.10.1.6. - Diferentes formatos del campo de Control

La instrucción o respuesta RR (preparado para recibir) es empleada para la supervisión de una conexión de enlace de datos. Una instrucción RR indica que está en posibilidades de recibir una trama. Una respuesta RR acusa el recibo de tramas l previamente recibidas con un número l. menor o igual a N(R)-1. Si N(R) es mayor que N(R)-1 libera una condición de ocupado indicada mediante la transmisión anterior de una instrucción RNR (no preparado para recibir).

Una instrucción puede ser utilizada por una entidad de capa de enlace para solicitar información sobre el estado de su entidad par, es decir, si está preparada o no para recibir.

La instrucción o respuesta no preparado para recibir RNR es un mensaje de supervisión. Una instrucción RNR transmitida indica una condición temporal de ocupado de la entidad de enlace, el valor de $N(R)$ contenido acusa de recibido las tramas I recibidas por la entidad par. Una instrucción RNR puede ser utilizada por una entidad de enlace para solicitar información del estado de su entidad par.

Una instrucción o respuesta de rechazo REJ es un mensaje de supervisión, ésta instrucción la utiliza una entidad de capa de enlace para solicitar la retransmisión de tramas I a partir de la trama numerada $N(R)$.

La instrucción no numerada de establecimiento del modo balanceado asíncrono ampliado SABME, se utiliza para iniciar el modo de funcionamiento con acuse de recibo multitrama módulo 128.

La respuesta modo desconectado DM la utiliza una entidad de capa de enlace para indicar a su par correspondiente, que se encuentra en un estado en que no es posible el funcionamiento multitrama.

La instrucción de información no numerada UI (1 octeto) se utiliza para transportar la información proporcionada por la capa 3 o la gestión de capa 2, esta información es sin acuse de recibo. La trama UI se puede perder sin notificación.

La instrucción no numerada de desconexión DISC se emplea para terminar el funcionamiento multitrama.

La respuesta no numerada acuse de recibo UA la utiliza una entidad de enlace para acusar recibo de recepción y aceptación de instrucciones de establecimiento de modo multitrama o simple con SABME o DISC, respectivamente.

La respuesta no numerada de rechazo de trama FRMR puede recibirla una entidad de enlace de datos para informarle de una condición de error no recuperable que detectó la entidad par, como puede ser la recepción de un campo de control no

definido, la recepción de una trama de supervisión o no numerada de longitud incorrecta, la recepción de un N(R) no válido, ó la recepción de una trama numerada con un campo de información cuya longitud supera la máxima establecida.

Para poder informar de este tipo de errores en el campo de información de la respuesta FRMR, se anexa un formato de cinco octetos (funcionamiento en módulo 128) para especificaciones del error (o errores).

Los mínimos mensajes recomendados son:

Control de flujo

- RR receptor preparado
- RNR receptor no preparado (condición de ocupado)
- REJ rechazo (solicitud de retransmisión)

Control de enlace

- SABME inicio de modo numerado (modo asíncrono balanceado extendido)
- UI información no numerada
- DISC desconexión (termina modo numerado)
- UA acuse de recibo no numerado
- FRMR trama rechazada (con acuse del rechazo)
- XID identificación.

INFORMACIÓN

La longitud del campo de información es opcional, comprende un número entero de octetos que no deben exceder de 260 octetos (tal como lo especifica la Rec. I.441).

En el campo de información se llevará, cuando sea necesario, información para las entidades de capa 3 o para las entidades de gestión de capa 2.

Los únicos tipos de tramas definidas para manejar el campo de información, si es necesario, son las tramas de información I y UI, así como también las de rechazo de trama (FRMR) y las de intercambio de identificación (XID).

Se consideran tramas no válidas a aquellas que:

- No están delimitadas por banderas
- Contienen menos de 6 octetos en tramas numeradas
- Contienen menos de 5 octetos en tramas no numeradas
- No contiene un número entero de octetos
- Contienen error en la secuencia de verificación de tramas
- Contienen un campo de dirección de un solo octeto

Además la recepción de siete o más bits consecutivos en uno se interpretará como aborto de tramas.

1.10.2. - Secuencia para el establecimiento de un enlace

El reconocimiento de operación de LAP-D consiste en el intercambio de tramas I,S, y U entre el ET y la red utilizando el canal D.

Al conectarse un equipo a la red , se encuentra en estado IET no asignado y debe iniciar un procedimiento para asignación y verificación de IET. El procedimiento para dicha asignación se explica a detalle más adelante.

Una vez que se encuentran en estado IET asignado, solo puede transmitir información sin acuse de recibo (tipo U).

Cuando se desea transmitir información numerada se debe establecer el modo multitrama en módulo 128 (SABME).

1.10.3. - Nivel 3 del protocolo de canal D

Las funciones del nivel 3 del protocolo del canal D son:

- Reconocer y validar los formatos de los mensajes del nivel 3
- Administración de temporizadores
- Administración de los recursos asignados a una llamada (canal B, canales lógicos, etc.)
- Detección de errores

- Reinicialización
- Multiplexaje
- Enrutamiento y conmutación
- Verificación de compatibilidad

La capa de enlace de datos proporciona servicios a la capa 3 y recibe servicios de la capa 1 por medio de primitivas, las cuales presentan en forma abstracta el intercambio de la información y el control entre el nivel 2 y los niveles adyacentes sin considerar la realización práctica por parte del proveedor, es decir, si el nivel 3 requiere un servicio del nivel 2, o el nivel 2 requiere un servicio del nivel 1 se usan las primitivas.

los tipos de primitivas definidas son: de petición, indicación respuesta y confirmación.

En la siguiente figura se muestra la secuencia de acción de los tipos de primitivas:

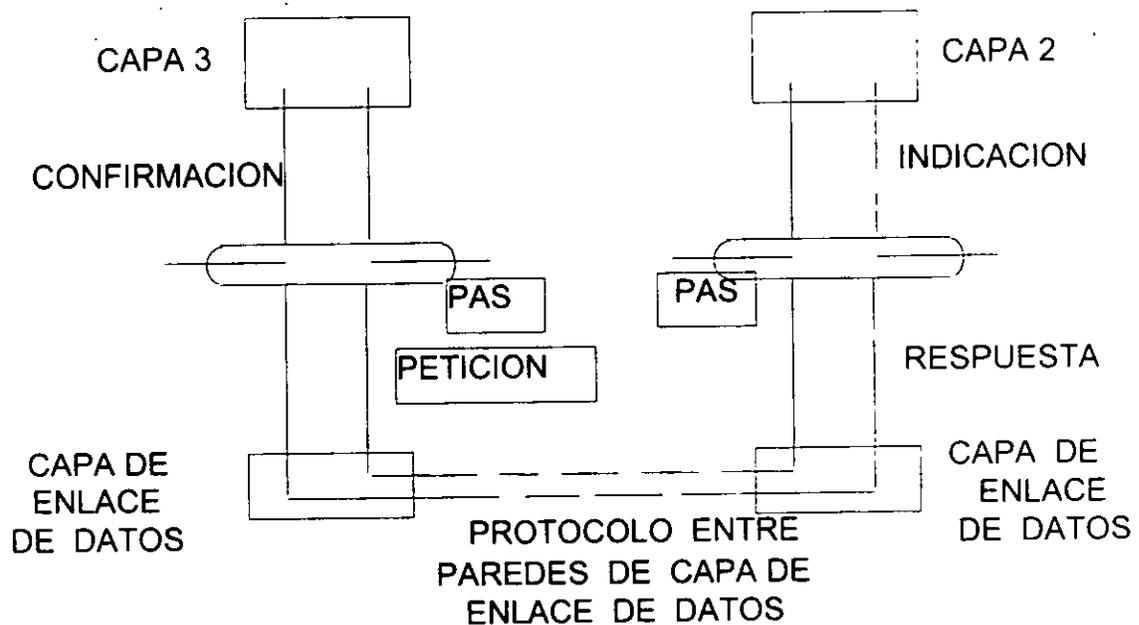


Fig. 1.10.3.1. - Secuencia de acción de las primitivas

La siguiente descripción de los tipos de primitivas es válida también para la interacción de gestión de capa y su capa del mismo nivel.

La primitiva de tipo de *petición* se utiliza cuando una capa superior solicita un servicio a la capa siguiente.

La primitiva de tipo *indicación* la utiliza la capa que proporciona un servicio para modificar a la capa superior su actividad específica relacionada con el servicio.

La primitiva de tipo *respuesta* la utiliza una capa para acusar recibo de una primitiva de tipo indicación procedente de una capa inferior.

La primitiva de tipo *confirmación* la utiliza la capa que proporciona el servicio pedido a fin de confirmar que se ha completado la actividad.

Las unidades de manejo empleadas en las primitivas son de dos tipos:

A) unidades de mensaje de un protocolo entre pares (capas de mismo nivel).

B) unidades de mensaje que contienen información de capa.

Para la transferencia de información de 0 hacia la capa 3 se definen dos tipos de funcionamiento:

Sin acuse de recibo y con acuse de recibo.

En el funcionamiento sin acuse de recibo se transmiten tramas no-numeradas, aún cuando se detecten errores de transmisión y de formato, no se podrá recuperar la información, ya que no existe ningún mecanismo de protección contra errores para este tipo de funcionamiento.

La transferencia de información en este caso puede darse en las configuraciones punto a punto y de difusión.

Para el caso del funcionamiento con acuse de recibo, se han creado procedimientos de recuperación de errores basados en la retransmisión de tramas que no tuvieron acuse de recibo.

Estos procedimientos se aplican para la transferencia de información de punto a punto.

1.10.4. - Comunicación entre capas

La capa de enlace de datos proporciona servicios a la capa 3 y a la gestión de capa 2 y utiliza los servicios proporcionados por la capa 1.

Para la especificación de las interacciones entre capas, se emplea el concepto anteriormente explicado de primitiva.

Las primitivas que interactúan con la capa 2 se muestran en el siguiente dibujo en la página opuesta.

Los servicios proporcionados por la capa de enlace de datos a la capa 3 son:

1.- Servicio de transferencia de información sin acuse de recibo. Este tipo de información se transmite mediante conexiones de datos en difusión o punto a punto. Las primitivas asociadas son:

- Petición ED-DATO unidad e indicación ED-DATO unidad.

La primitiva petición se utiliza para pedir el envío de una unidad de mensaje de este tipo.

La primitiva indicación avisa que se ha recibido una unidad de mensaje.

2.- Servicio de transferencia de información con acuse de recibo.

Se realiza en el modo de operación multitrama. Las primitivas para las transferencias de datos son:

- petición ED-DATOS e indicación ED-DATOS.

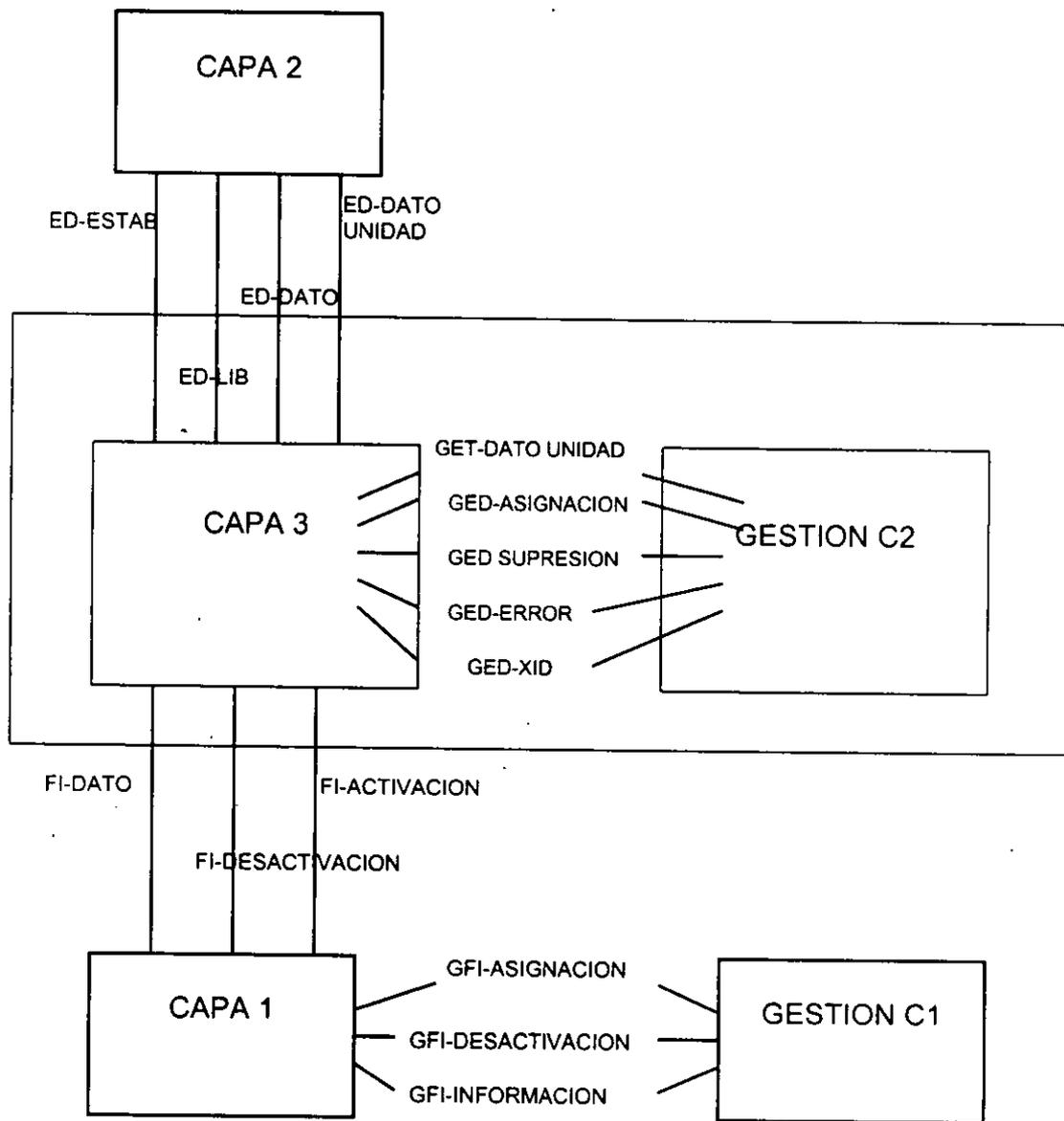


Fig. 1.10.4.1. - Primitivas que interactúan con la capa 2

Para el establecimiento del funcionamiento multitrama se emplean las primitivas : petición ED-ESTABLECIMIENTO, indicación ED-ESTABLECIMIENTO y confirmación ED-ESTABLECIMIENTO respectivamente, las cuales se usan para pedir, indicar y confirmar el establecimiento del funcionamiento multitrama.

Para la terminación del funcionamiento multitrama se emplean las primitivas: petición ED-LIBERACION, indicación ED-LIBERACION y confirmación ED-LIBERACION respectivamente, mismas que se emplean para pedir, indicar y confirmar la terminación del funcionamiento multitrama.

3.- Servicios de gestión de capa.

En la transferencia de información solamente se ofrece el servicio sin acuse de recibo, en conexiones de difusión. Las primitivas asociadas son:

Petición GED-DATO UNIDAD e indicación GED-DATO UNIDAD, la primitiva de petición se utiliza para pedir que se envíe una unidad de mensaje de este tipo, la primitiva de indicación avisa de la llegada de unidad de mensaje para la gestión de capa.

Para los servicios administrativos de gestión de capa 2 se definen las primitivas:

Indicación GED-ASIGNACION, se utiliza para indicar a la gestión de capa la necesidad de asignación de un IET.

Petición GED-ASIGNACION, se utiliza para pasar el valor IET de la gestión de capa a la capa enlace.

Petición GED-SUPRESION, la utiliza la gestión de capa para pedirle a la capa de enlace que suprima un valor IET previamente asignado.

Indicación y respuesta GED-ERROR, estas primitivas se utilizan para informar las situaciones de error entre la gestión de capa y las entidades de enlace de datos.

Las primitivas GED-XID petición, GED-XID indicación, GED-XID respuesta y GED-XID confirmación se emplean por las entidades de gestión de conexión para los procedimientos XID Intercambio de identificación.

Para el manejo de conexión de capa física se utilizan las primitivas:

Petición FI-ACTIVACION, solicita la activación de la conexión de la capa física.

Petición FI-DESACTIVACION, se emplea para solicitar la desactivación de la conexión de capa física.

Indicación FI-DESACTIVACION, indica a la capa de enlace de datos que se ha desactivado dicha conexión.

Indicación FI-INFORMACION, se emplea (sólo en el lado usuario) para indicar si la terminal está conectada o desconectada.

4. - Servicios proporcionados por la capa 1 a la capa de enlace de datos:

Para la transferencia de información se utilizan las primitivas:

Petición FI-DATOS, avisa a la capa física que existe una unidad de mensaje para transmitirse, considerando su prioridad de transmisión.

Indicación FI-DATOS, indica a la capa de enlace que existe una unidad de mensaje lista para transferirse desde la capa física.

Para el manejo de la conexión de capa física se utilizan las primitivas:

Petición FI-ACTIVACION, indica a la capa de enlace de datos que se ha activado dicha conexión.

Indicación FI-DESACTIVACION, indica a la capa de enlace de datos que se ha desactivado la conexión de capa física.

A continuación se detalla el contenido de cada uno de los campos de la estructura de trama de LAP-D.

- Asignación prueba o verificación de IET.
- Supresión de IET para el acceso a esta entidad.

Se emplean las tramas no numeradas UI, con IPAS 63 e IET 127.

Los procedimientos de gestión de capa tienen por objeto:

- permitir que los equipos cuando es necesario pidan a la red que les asigne un valor IET, para que las entidades de enlace de datos del equipo utilicen ese valor IET en sus subsecuentes comunicaciones.

- Permitir que la red suprima un valor IET anteriormente asignado de un usuario específico o de todos los equipos de usuarios de una interfaz.

- Permitir que la red compruebe si está en uso o no un valor IET, o si se ha afectado una múltiple asignación de IET, la red suprimirá si es necesario el IET.

- Permitir que los equipos de usuario tengan la opción de solicitar que la red invoque procedimientos de prueba de IET.

La entidad de gestión de capa en el lado red se designa como el punto de origen de asignación (POA).

La entidad de gestión de capa del lado usuario avisará a las entidades de enlace de datos que supriman todos los valores de IET cuando se le notifique que la terminal está desconectada, o con motivos internos, tales como la pérdida de la capacidad para comunicarse con la red.

Los procedimientos de asignación de IET se inician al recibir una petición de transferencia de información sin acuse de recibo o de establecimiento en el estado IET no asignado.

El estado IET no asignado debe ocurrir, o bien al conectar la terminal o al recuperarse de una interrupción de suministro de energía.

La entidad de gestión de capa transmite todos los mensajes utilizados para los procedimientos de gestión de IET, utilizando la primitiva de petición GED-DATO UNIDAD o la primitiva de indicación GED-DATO UNIDAD respectivamente.

Todos los mensajes utilizados para los procedimientos de gestión de IET se transfieren en el campo de información de las tramas de instrucción UI con los valores de IPAS e IET, 63 y 127 respectivamente.

Los mensajes tienen la siguiente estructura:

Para los procedimientos de administración de IET, el objeto identificador de entidad de gestión se codifica con 00001111, el valor en hexadecimal es 0F.

El número de referencia (RI) está formado por dos octetos pudiendo tomar valores enteros 0 y 65535 y el equipo terminal lo genera aleatoriamente.

En ocasiones algunos de los mensajes no utilizan un valor del número de referencia, por lo que en el campo correspondiente se envían 0's.

El indicador de acción identifica el valor o los valores IET correspondientes que se están manejando en algún procedimiento.

El bit E es el indicador de ampliación de formato, se pone en 1 para indicar el último octeto.

El tipo de mensaje se refiere a la función del mensaje que se transmite.

A continuación se presentan los cuadros de códigos para mensajes relativos a los procedimientos de gestión de IET:

Nota: el valor del identificador para los procedimientos de IET se codifica 00001111.

El valor de número de referencia se genera aleatoriamente en el lado usuario y la red contesta con el mismo valor cuando es necesario.

1.10.5. - Características físicas de la interfaz S/T en LAP-D

Las características físicas de la interfaz S/T proporcionan los requerimientos tanto mecánicos como eléctricos en el transmisor, receptor y medio de transmisión.

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

En configuraciones multipunto existen esencialmente dos restricciones para transmitir:

- El transmisor debe estar diseñado de tal manera, que cuando no transmita información (es decir, se encuentra transmitiendo 1's lógicos), se debe evitar al máximo la interferencia con otras terminales que se encuentren transmitiendo en ese momento.
- Cuando dos o más terminales transmiten al mismo tiempo (es decir al NT llegan dos bits F/L o información de dos canales D), la señal resultante debe poderse leer por el NT sin tener una amplitud significativamente mayor que las otras señales transmitidas, de tal forma que se eviten las interferencias electromagnéticas entre en cable y la interfaz.

Tomando como base lo anterior se debe tener un transmisor que tenga una alta impedancia cuando no transmita y cuya característica de salida voltaje-corriente, varíe de acuerdo al voltaje presente en el bus.

El transmisor debe además estar caracterizado por dos mascarillas de pulso a 50 ohms y 400 ohms respectivamente.

Además el máximo valor de amplitud del pulso generado a 5.6 ohms, está limitado al 20% de la amplitud nominal para garantizar una impedancia interna la cual es mayor de un valor mínimo de transmisión de un pulso.

La amplitud nominal de un pulso tiene un valor máximo de 750 mV y la simetría entre el pulso positivo y negativo debe ser mejor del 5%.

MEDIO DE TRANSMISIÓN

El bus se implementa con par torcido y puede variar de 2 hasta 4 pares de hilos, dependiendo de la opción de alimentación adoptada.

La energía puede ser proporcionada ya sea en modo fantasma en el par de hilos de datos (fuente 1) o utilizando un par opcional (fuente 2).

Desde la otra dirección (TE-NT) se puede proporcionar energía al NT mediante un segundo par. Así pues, la figura anterior sumaría estas posibilidades indicando el número de par citado. El tercer par es disponible si se desea proporcionar al usuario un servicio extra en términos de alimentación de energía, sin embargo como se cita arriba aún no está especificado por el CCITT.

Dado que es posible que existan fallas de energía las cuales provocarán la interrupción del servicio y teniendo en cuenta que la alimentación remota del NT no garantiza una permanencia del mismo, la solución para garantizar al menos en un porcentaje dicha continuidad en el servicio es reducir el consumo de potencia cuando ocurra una falla de energía

Lo anterior es denominado minimum-service y es una condición en la cual es posible proporcionar alimentación desde el PBX o desde baterías situadas en el TR.

En estas condiciones la reducción en el consumo de potencia se obtiene limitando el número de terminales autorizadas para ser alimentadas mediante la interfaz limitando también su consumo de potencia.

El mecanismo de activación se basa en la indicación de operación de minimum-service el cual es proporcionado por el NT invirtiendo la polaridad de la alimentación en las terminales.

Solo terminales diseñadas para convertir ese cambio de polaridad, continuaran operando en condiciones adversas. Este mecanismo se aplica al par de alimentación fantasma. El concepto de servicio es reconocido además por la fuente 2. Cabe aclarar que el CCITT no ha definido aún el mecanismo para regresar a servicio normal.

La Rec. I.430 proporciona los valores a ser usados por las fuentes y las posibles condiciones de esas fuentes de acuerdo a las consideraciones de la red. Ha sido provista además una pequeña cantidad de energía a las terminales con su propia

fuelle (batería o principal, para evitar la operación de un bus de detección de conexión adicional.

EL CCITT DA LA CARACTERÍSTICA DE DOS TERMINALES STANDARD:

Para terminales de longitud menor a 7 m , la capacitancia del par de transmisión de datos es limitada a 300 pf y la característica de impedancia debe ser al menos de 75 ohms a 96 khz, el aislamiento de cruce entre conductores (crosstalk) debe ser 60 db con resistencia de terminación de 100 ohms. La resistencia de cada hilo no debe exceder de 3 ohms y las terminales deben tener conector hembra.

para terminales de longitud mayor de 7 metros, la capacitancia limite se incrementa a 350 pf.

SIMETRÍA CON RESPECTO A TIERRA

La calidad de la transmisión de señal en la interfaz S puede ser afectada por perturbaciones debidas a asimetría con respecto a tierra de las diferentes unidades de transmisión y se presentan como ruido diferencial, dando como consecuencia la pérdida de conversión longitudinal. Lo anterior se puede evitar si se mantiene un valor por debajo de 40 db lo cual se logra utilizando 43 db en el cable y 54 db en el equipo terminal.

La mascarilla del perfil de impedancia del transmisor debe ser medida en los puntos la e lb de acuerdo a las siguientes figuras en las cuales ya se incluyen las características de la terminal de conexión.

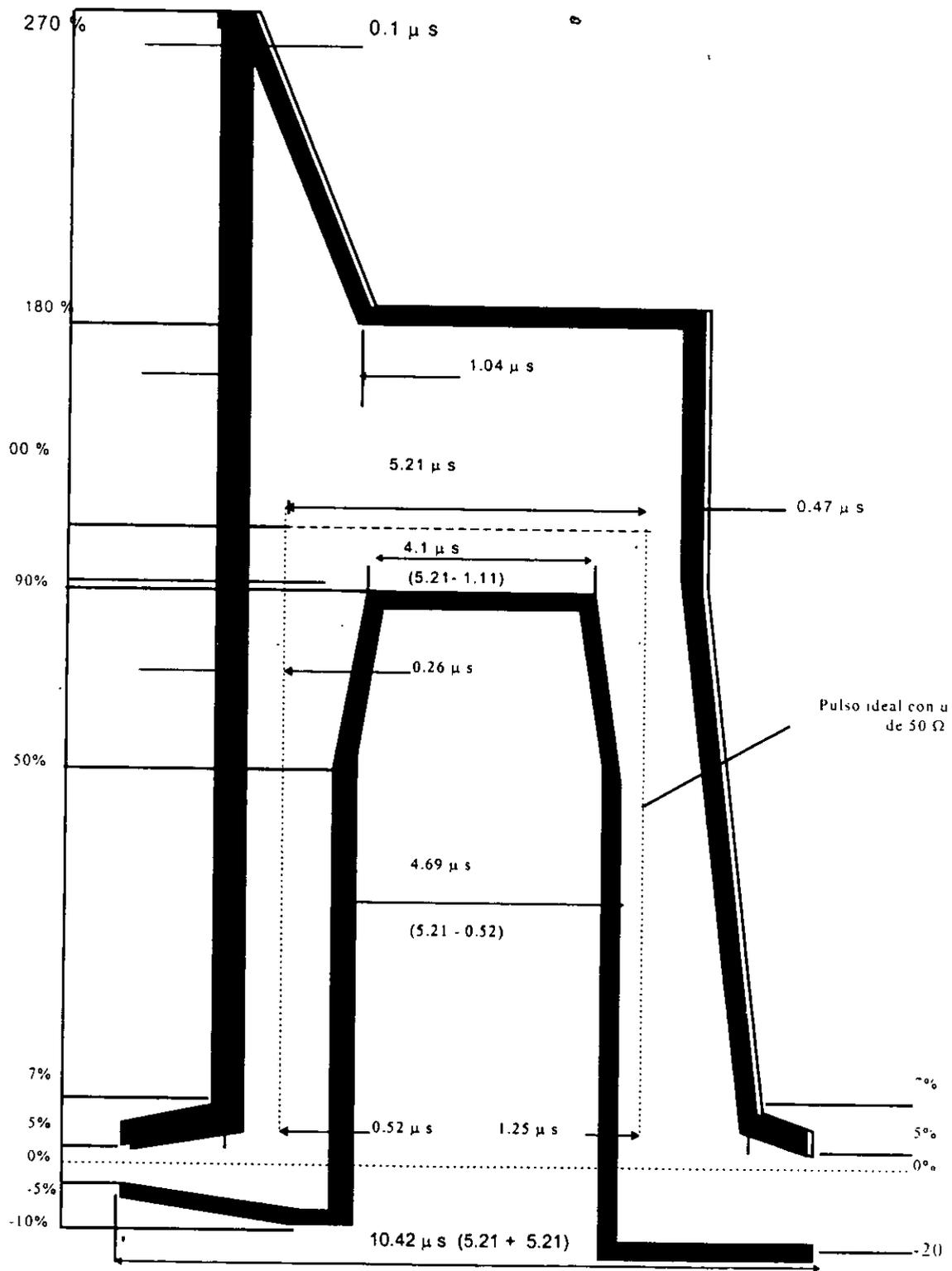
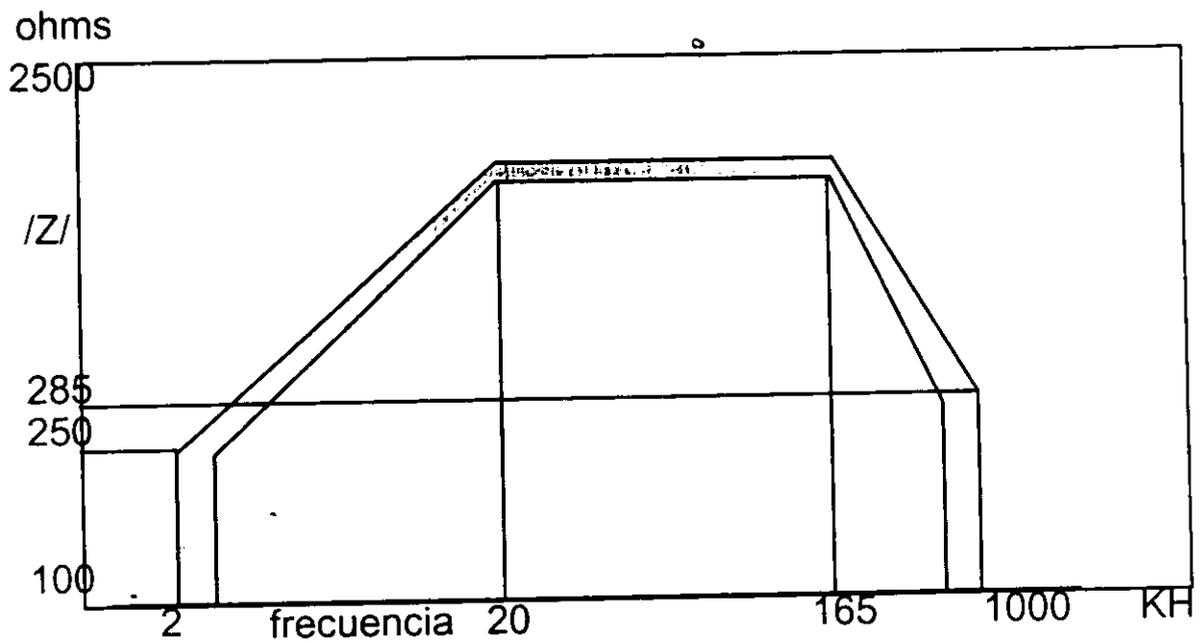
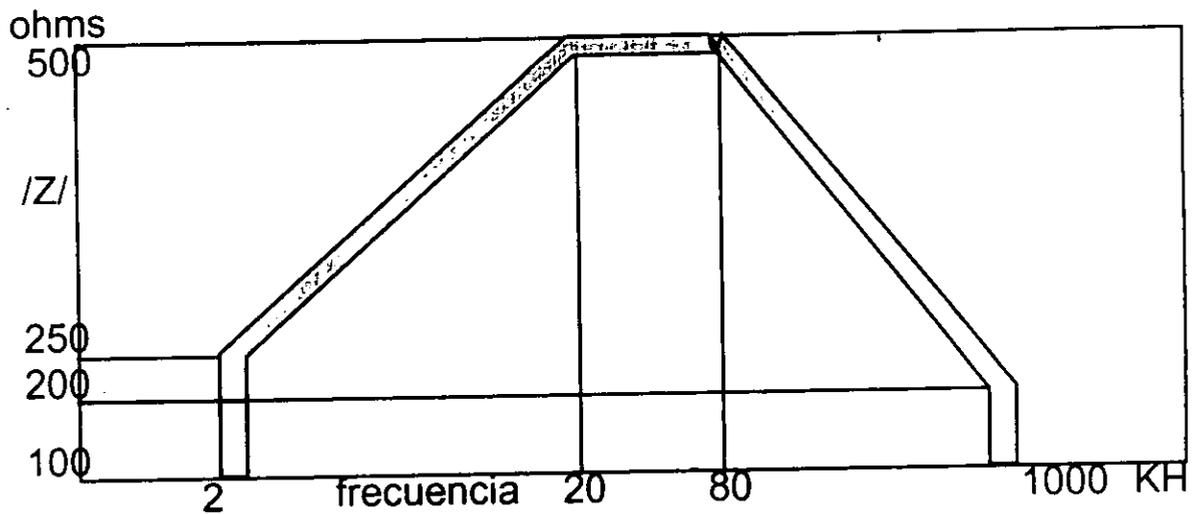


Fig.1.10.5.1.- Forma de un pulso aislado con una carga de prueba de 400 Ω



Mascarilla de una impedancia NT



Mascarilla de una impedancia TE

Fig.1.10.5.2.- Mascarilla de una impedancia de un ET y un TR

CAPITULO 2

2. - EL SISTEMA DE SEÑALIZACION NÚMERO 7

2.1. - Conceptos generales

2.1.1. – Concepto del Sistema de Señalización Número 7 (SS#7)

Para el intercambio de información las redes de comunicación enlazan por lo general dos equipos terminales de usuario entre sí, a través de varios trayectos de línea y equipos de conmutación. Para el control de las comunicaciones se ha requerido información de control entre las centrales telefónicas.

En las redes analógicas y en algunas digitales, la transmisión de información de control se lleva a cabo con sistemas de comunicación asociados a canal. Sin embargo estos sistemas no satisfacen los requerimientos de las redes de comunicación digitales.

En comparación con las redes analógicas, las redes digitales ofrecen al usuario un volumen de prestaciones mucho mayor, incluyendo entre otras cosas una serie de nuevos servicios y facilidades, aumentando con esto la cantidad y variedad de informaciones a transmitir. Esta información no puede transmitirse de manera rentable con los sistemas de señalización asociada a canal convencionalmente usados, por consiguiente, las redes de comunicación actuales requieren un sistema de señalización mas eficiente.

Por esta razón el C.C.I.T.T. ha especificado el sistema de señalización por canal común no. 7 (CCS7), el cual está optimizado para la aplicación en redes digitales y cuyas características esenciales pueden listarse del siguiente modo:

- Disponible de operar en redes nacionales e internacionales.
- Cubre una amplia gama de servicios de comunicación tales como: telefonía, vídeo, texto, datos, etc.
- Es aplicable a redes de comunicación de servicios específicos tal como es RDSI.

- Las unidades de señalización son múltiplos de 8 bits, lo cual permite una estructura de mensajes idónea para procesamientos por computadora.
- Dado que la señalización es enviada por enlaces específicos para este fin, los bits para comunicación se transmiten en los canales útiles exclusivamente), existiendo la posibilidad de usar los enlaces de señalización también para la transmisión de datos útiles.
- Soporta las velocidades típicas de las redes digitales (64 kbps y menores).
- Supervisión y control automáticos de la red de señalización.

En resumen, cuando se implementa una red de control por programa almacenado la CCS sigue dos reglas:

- 1) Proporciona los mecanismos de transporte necesarios para llevar el servicio de información entre el SCPS (sistema con control por programa almacenado) y otros nodos de la red CCS.
- 2) Define como debe ser codificada y ordenada la información para permitir que otros nodos interpreten correctamente la comunicación de CCS a SPCS.

A diferencia de la señalización asociada al canal, los mensajes de control se transmiten por enlaces de señalización separados los cuales pueden transportar los mensajes de señalización necesarios para un gran número de canales útiles.

Los enlaces de señalización del CCS7 enlazan entre sí los diferentes puntos de señalización de la red. Los puntos y enlaces de señalización conforman por lo tanto una red autónoma y superpuesta a la de los canales útiles, como puede apreciarse en la figura de la página siguiente.

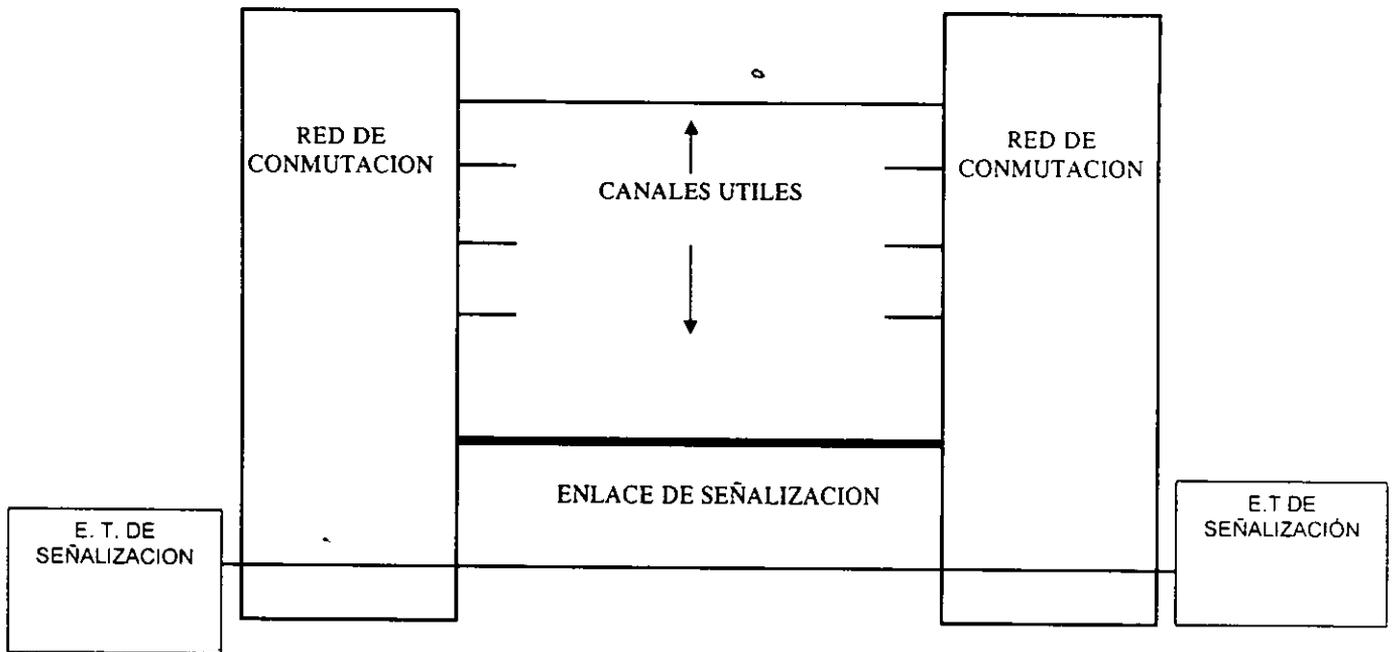


Fig. 2.1.1. - Señalización por Canal Común CCS

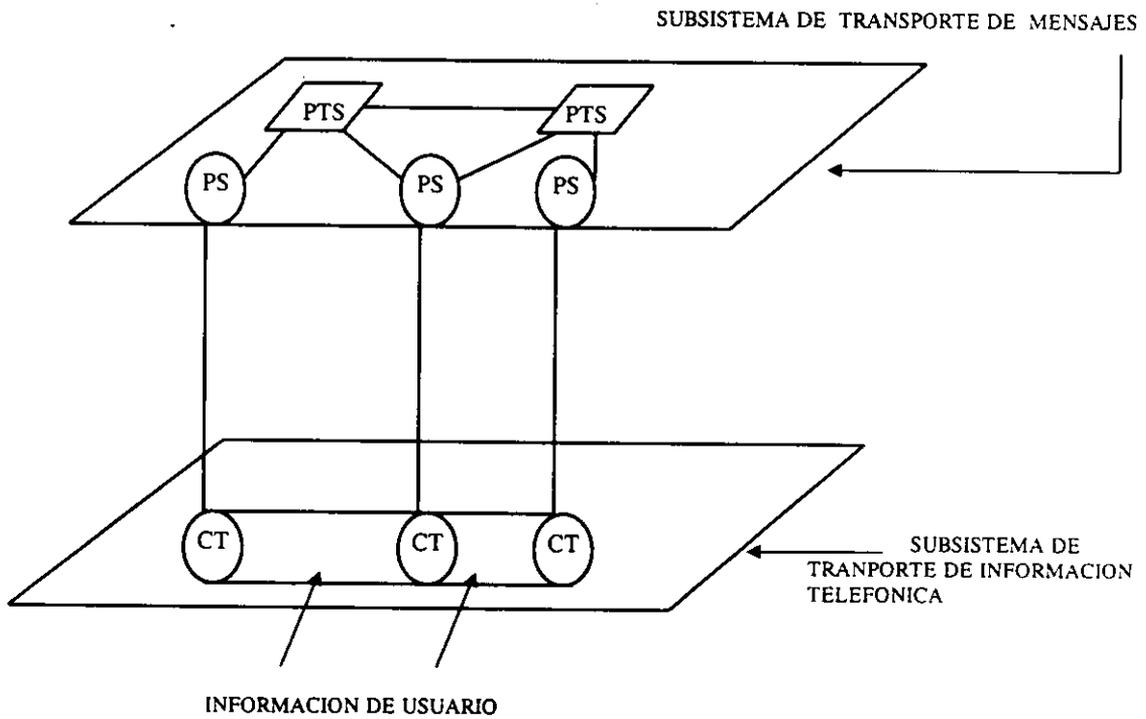


Fig. 2.1.2. - Red superpuesta

PUNTOS DE SEÑALIZACIÓN

Los puntos de señalización se clasifican en dos grupos:

1) *PS*.- Puntos terminales de señalización (Centrales telefónicas origen y destino).

2) *PTS*.- Punto de transferencia de señalización, los cuales representan las centrales nodales en las que no se efectúa ninguna conmutación de mensajes de señalización.

Nota: todos los puntos de señalización en una red deben estar caracterizados por un código, como parte del plan de numeración correspondiente, con objeto de que puedan ser direccionados a discreción en los mensajes de señalización.

ENLACE DE SEÑALIZACIÓN

Consiste de un canal de señalización bidireccional. Como canal de señalización se emplea un canal de un enlace de transmisión disponible (por ejemplo un enlace 30+2). Por razones de redundancia, suele haber entre dos puntos de señalización más de un enlace de señalización. Todos los enlaces de señalización entre dos puntos de señalización, se agrupan en una troncal de señalización.

Existen básicamente dos modos de operación:

ASOCIADO Y CUASIASOCIADO.

El modo *asociado* permite la conexión directa entre dos puntos de señalización, es decir en la misma trayectoria viajan el canal útil y el de señalización.

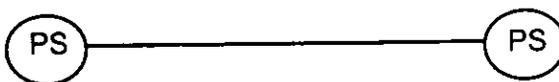


Fig. 2.1.3 Modo de operación asociado

En el modo cuasiasociado los enlaces de señalización y la troncal útil tienen vías distintas, es decir, la troncal útil enlaza directamente al punto terminal de señalización origen con el punto terminal de señalización destino. La señalización para la troncal útil en cambio se efectúa a través de uno o varios puntos de transferencia de señalización.

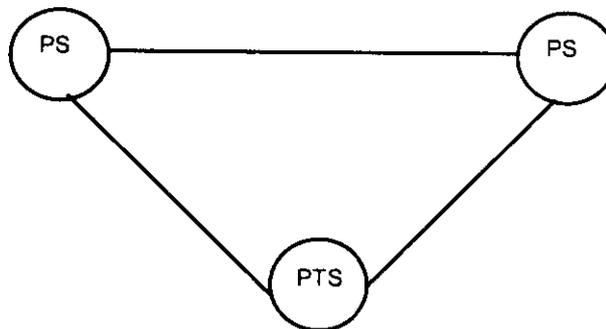


Fig. 2.1.4. - Modo de operación cuasiasociado

2.1.2. - Características generales

CCS puede ser visto como una forma de comunicación de datos específica para varios tipos de transferencia de señalización e información entre procesadores en redes de telecomunicaciones.

El sistema utiliza enlaces de señalización para intercambiar mensajes entre un enlace u otros nodos de la red.

El sistema proporciona transferencia confiable de señales de información en caso de distorsión o fallas de la red.

Esto induce detección y corrección de errores de cada señal en el enlace.

ESTRUCTURA DE LAS SEÑALES

El sistema basa su estructura en el modelo de referencia OSI; el propósito de OSI Para aplicaciones del CCITT (Rec X.200), es proporcionar un sistema de interconexión abierta entre usuarios de una red única, pero además permite el

trabajo interno entre redes para proporcionar comunicación entre usuarios de diferentes redes en tandem.

El modelo OSI utiliza para la interconexión e intercambio de información entre usuarios 7 niveles que son :

| | |
|--------------|---|
| APLICACION | 1 |
| PRESENTACION | 2 |
| SESION | 3 |
| TRANSPORTE | 4 |
| RED | 5 |
| ENLACE | 6 |
| FISICO | 7 |

Fig. 2.1.5. - Estructura del modelo de referencia OSI (Rec. X.200)

Ver detalles en el Capítulo 1 inciso 1.7.

2.1.3. - Protocolo de señalización SS# 7

El protocolo SS7 esta definido en un "set" de módulos funcionales.

A) Parte de transferencia de mensajes (MTP)

El MTP proporciona mensajes de transferencia de señales. Las especificaciones de MTP incluyen funciones de las características del enlace básico, detección y corrección de errores, manejo básico de la red CCS (señalización por canal común y control de flujo).

La parte de transferencia de mensajes esta contenida en las recomendaciones Q.701 a Q.710 del C.C.I.T.T.

B) Parte de control de conexión de señales (SCCP)

El SCCP proporciona modos de comunicación entre señales por medio de circuitos virtuales, tanto como lo permita la capacidad de transferencia.

El SCCP proporciona además rutinas especiales y funciones de mensajes necesarios para soportar rutinas de prácticas y/o de aplicación de base de datos.

El SCCP está contenido en las recomendaciones Q711 a Q.714 del C.C.I.T.T.

C) Operaciones, administración y mantenimiento (OAM)

No están completamente definidas en CCS.

El OAM esta especificado en las recomendaciones Q.791 y Q.795

D) Capacidad de transacción o trámite (TCAP)

Proporciona funciones de nivel de aplicación para servicios CCS especiales proporcionados por el SPCS.

El intercambio de servicio de información entre el SPCS y una red de fase de datos es definido típicamente dentro de la transation capacielties (por ejemplo transacciones con tarjetas de crédito).

E) PARTE DE USUARIO RDSI

Esta parte proporciona el nivel de aplicación necesario para la comunicación de una gran unidad de servicio incluyendo desconexión y call set up.

La parte relativa al ISUP esta contenida en las recomendaciones Q.761 a Q.766 del C.C.I.T.T.

No todos los módulos descritos son requeridos por cada equipo implementado con SS7, de cualquier manera el equipo debe proporcionar funcionalidad de transferencia (MTP).

Debido a que el ISDN-UP y el SCCP conviven en el MTP para ser transportados existe una parte definida como "MTP-USER"

2.1.4. - Estructura del SS#7

Las tareas de señalización se distribuyen en dos partes:

- MTP
- Partes de usuario con tareas específicas

MTP constituye un medio de transporte independiente del usuario para mensajes entre usuarios, entendiéndose por usuario toda unidad funcional que utilice capacidad de transmisión de la parte de transferencia de mensajes.

Las partes de usuario comprenden para cada tipo de usuario, las funciones, protocolos y codificaciones necesarias para la señalización del CCS7, es decir, las partes de usuario controlan el establecimiento y liberación de las comunicaciones por los canales útiles, la gestión de facilidades, así como las funciones de gestión y mantenimiento de los canales útiles.

La arquitectura del SS7 consiste de 4 niveles, los tres niveles inferiores de la arquitectura del SS7 son referidos a la parte de transferencia de mensajes (MTP), que suministra una conexión más fiable (data grim style) un servicio para enrutar mensajes a través de la red SS7. Los niveles inferiores, enlace de datos de señalización, corresponden a la capa física del modelo OSI y es concerniente con las características físicas y eléctricas del enlace de señalización. Estos incluyen enlaces entre PTSs, entre un PTS y un Ps y enlaces de control entre un PSs. El nivel de enlace de señalización es un protocolo de enlace de control de datos que suministra un entrega secuenciada y fiable de datos a través de un enlace de datos de señalización, esto corresponde a la capa 2 del modelo OSI.

El nivel superior de él PTM, referido al nivel de señalización de red o función, suministra por enrutamiento datos a través de múltiples PTSs para control de la fuente o control del destino. Estos tres niveles juntos no suministran la serie completa de funciones y servicios especificada en el OSI en las capas 1 a 3, más notablemente en las áreas de dirección y servicio de conexión orientada. En la versión 1984 de SS7, un módulo estuvo agregado, este residió en el nivel 4, conocido como parte de conexión de control de señalización (SCCP). El SCCP y el

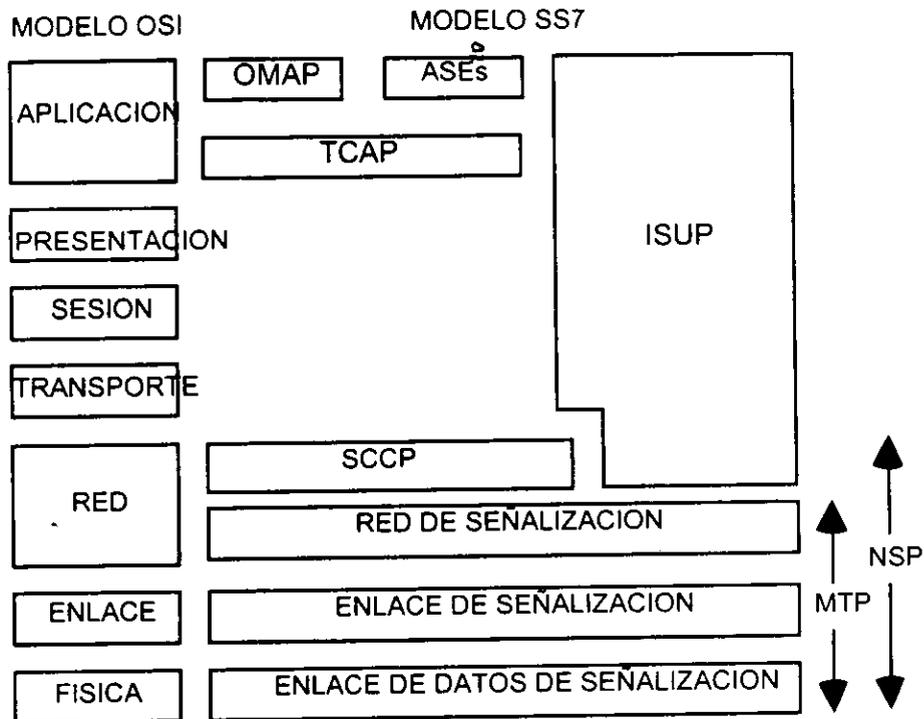
PTM juntos, son referidos a la parte de servicios de red (NSP). Una variedad de diferentes servicios capa-red son definidos en SCCP al conocer las necesidades de varios usuarios de NSP. El resto del módulo de SS7 fue considerado como el nivel 4 e incluye a los distintos usuarios de NSP, NSP es simplemente un sistema de mensaje liberado, las partes restantes repartidas con el actual contenido de mensajes. La parte de usuario RDSI (ISUP) suministrado para el control de señalización necesitado en un RDSI para repartir llamadas solicitadas y funciones relacionadas.

La parte de aplicación de capacidad de transacción (TCAP), introducida primero en 1988, suministra los mecanismos de transacción orientada (opuesto a conexión orientada) de aplicaciones y funciones. Las partes de operación de aplicación y mantenimiento (O&MAP) especifica las funciones de organización de la red y mensajes relacionados a operaciones y mantenimiento.

Esta área final está en un estado preliminar y pueden estar explicadas en futuras versiones de las recomendaciones. En suma, otros módulos referidos como elementos de aplicación de servicios (ASE0), pueden ser definidas como soporte a otras aplicaciones.

El MTP estuvo desarrollado previo a SCCP y estuvo adaptado a las necesidades del tiempo real de aplicaciones de telefonía. La no conexión usada en MTP suministra una facilidad de pocas señales de control entre equipos la cual se adapta a los requerimientos de telefonía, en el contexto de ISDN, llega a ser claro que donde estuvieron otras aplicaciones, tal como los manejadores de red, que necesitó del servicio completo de la capa de red OSI, que SCCP puede auxiliar de manera simple a éstas.

Tal como se desarrolló la capacidad de dirección y la transferencia de mensajes fiable, el SCCP estuvo diseñado para hacer frente a estos requisitos. El resultado dividió en capas la señalización de red de OSI y se tuvo la ventaja que el porcentaje mas alto de los servicios SCCP pueden ser usados solo cuando son requeridos, con el uso más eficiente de MTP para otras aplicaciones.



OMAP= Operación, mantenimiento y administración
 ASE= Aplicación de elementos de servicio
 TCAP= Capacidad de transacción
 ISUP= Parte de usuario RDSI
 SCCP= Parte de control de conexión de señalización
 MTP= Parte de transferencia de mensajes
 NSP= Parte de servicios de red

Figura 2.1.6. Arquitectura del SS7 referida a OSI

2.1.5. - PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES

(libro azul del CCITT, recomendaciones Q.701 a Q.707)

En el sistema CCS7, la parte de transferencia de mensajes (MTP) sirve a todas las partes del usuario como sistema de transmisión para el intercambio de mensajes.

Una parte de usuario pasa a la parte de transferencia de mensajes los mensajes que han de transmitirse a otra parte de usuario (ver figura siguiente) la parte de transferencia de mensajes garantiza que los mensajes lleguen a la parte del usuario destinatario sin pérdidas de información, duplicación ni alteraciones de la secuencia, así como libre de errores.

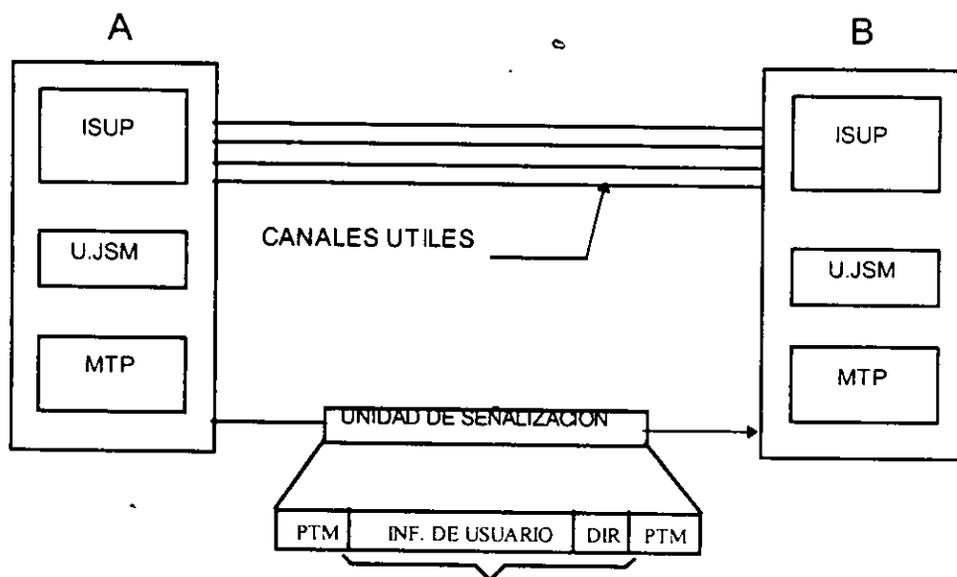


Fig. 2.1.7. -Intercambio de mensajes entre dos puntos terminales con CCS7

Las diversas funciones del MTP se distribuyen en tres niveles funcionales 1, 2 y 3.

2.1.5.1. - Niveles funcionales

El *nivel 1* (enlace de transmisión para señalización) define las características físicas, eléctricas y funcionales de un enlace de transmisión para señalización así como los equipos de acceso.

El nivel 1 constituye el portador para un enlace de señalización, en redes digitales suelen emplearse canales de 64 kbit/s, como enlaces de transmisión de señalización pueden emplearse también canales analógicos (preferentemente con una velocidad binaria de 4.8 kbit/s) a través de módem.

El *nivel 2* (enlace de señalización) define las funciones y procedimientos para un intercambio libre de errores de los mensajes del usuario a través de un enlace de señalización.

En el nivel 2 se ejecutan las siguientes funciones:

- Delimitación de las unidades de señalización mediante banderas
- Supresión de banderas superfluas

- Detección de errores mediante bits de control
- Corrección de errores mediante retransmisión de unidades de señalización
- Supervisión de la proporción de errores en el enlace de señalización
- Restablecimiento del servicio libre de errores, por ejemplo después de una avería en el enlace de señalización.

El *nivel 3* (red señalización) define la interacción entre los distintos enlaces de señalización, distinguiéndose entre las dos áreas de tareas siguientes:

- Tratamiento de mensajes, es decir, conducción de los mensajes al enlace de señalización deseado o a la parte de usuario deseada.
- Gestión de la red de señalización, o sea, control del tráfico de mensajes, p. ej., conmutando a rutas de señalización de reserva en caso de avería y restableciendo el servicio normal una vez eliminada la avería.

Las diversas funciones del nivel 3 interactúan entre sí, así como con funciones de los otros niveles y con las funciones correspondientes de otros puntos de señalización.

2.1.5.2. - Unidades de señalización

La parte de transferencia de mensajes transmite mensajes y unidades de señalización de distinta longitud.

Las unidades de señalización se componen de las funciones del nivel 2 y contienen, además del mensaje, informaciones de control para el intercambio de mensajes.

Existen tres tipos distintos de unidades de señalización:

- Unidades de señalización de mensajes (**MSU**).
- Unidades de señalización de estado CCS (**LSSU**).
- Unidades de señalización de relleno (**FISU**).

Con las unidades de señalización de mensaje, la parte de transferencia de mensajes transmite mensajes del usuario, es decir mensajes de las partes de usuario (nivel 4), así como mensajes de gestión de la red de señalización (nivel 3).

Las unidades de señalización de estado CCS contienen informaciones para la operación de enlace de señalización (p.Ej., Para la sincronización), y las unidades de señalización de relleno sirven para conservar el flujo de acuses de recibo cuando en una de las dos direcciones no hay ningún mensaje del usuario disponible para ser transmitida.

La estructura de las unidades de señalización se muestra en la figura mostrada a continuación.

Banderas (F)

Las unidades de señalización tienen longitudes diferentes, para distinguir claramente las unidades de señalización es por regla general también la bandera de comienzo de la unidad de señalización siguiente.

Sin embargo, cuando esta sobrecargado el enlace de señalización pueden transmitirse también varias banderas una tras otra.

La bandera se emplea también para la sincronización, su configuración de bits es 01111110.

Números secuenciales hacia atrás (BSN)

El numero secuencial hacia atrás sirve como portador del acuse de recibo dentro del tratamiento de errores, contiene él numero secuencial hacia adelante de una unidad de señalización en la dirección opuesta para la cual se acusa recibo. El BSN contiene el número de las ultimas unidades de mensajes de señalización exitosamente recibidas por el otro lado, éste suministrado por el acuse de recibo paseado a cuestas.

Con un número secuencial hacia atrás también puede acusarse recibo de una serie de unidades de señalización.

Bit indicador hacia atrás (BIB)

El bit indicador hacia atrás se requiere generalmente para el procedimiento de eliminación de errores, con este bit se solicita la retransmisión de unidades de señalización defectuosas para corrección.

Numero secuencial hacia adelante (FSN)

A cada unidad de señalización a transmitir se le asigna un numero secuencial hacia adelante que sirve en el lado de recepción para supervisar la secuencia correcta de las unidades de señalización y como protección contra errores de transmisión, como numero secuencial hacia adelante se dispone de los números 0 a 127.

Bit indicador hacia adelante (FIB)

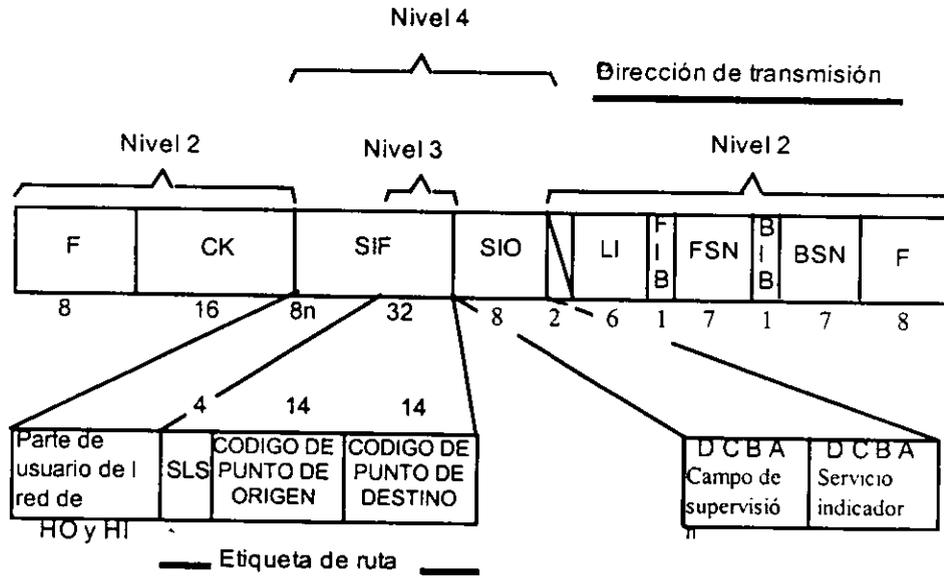
El bit indicador hacia adelante se requiere para el procedimiento general de corrección de errores y sirve para indicar si una unidad de señalización se transmite por primera vez o se está repitiendo.

Indicador de longitud (LI)

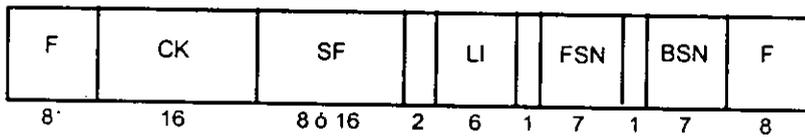
El indicador de longitud sirve para distinguir entre los tres tipos de unidades de señalización, indica la cantidad de octetos entre el campo de bits de control y el campo indicador de longitud, según el tipo de unidad de señalización, el campo indicador de longitud tiene los siguientes valores:

- 0 = unidad de señalización de relleno
- 1 o 2 = unidad de señalización de estado CCS
- Mayor que 2 = unidad de señalización del mensaje.

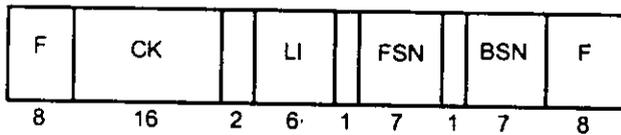
El valor máximo del campo indicador de longitud es 63, aun cuando el campo de información de señalización contenga mas de 62 octetos.



(a) UNIDADES DE SEÑALIZACION DE MENSAJE (MSU)
MENSAJEMENSAJE



(b) UNIDADES DE SEÑALIZACION DE ESTADO (LSSU)



(c) UNIDADES DE SEÑALIZACION DE RELLENO (FISU)

- | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| BIB= bit indicador hacia atrás | LI= indicador de longitud |
| BSN= número de secuencia hacia atrás | SF= campo de estados |
| CK= bits de control | SIF= campo de información de señalización |
| F= banderas | SIO= octeto de información de servicio |
| FIB= bit indicador hacia adelante | SLS= campo de selección de enlace de señalización |
| FSN= número de secuencia hacia adelante | |

Fig. 2.1.8 Formatos de las distintas unidades de señalización

Octeto de informaciones de servicio (SIO)

El octeto de información de servicio solo está contenido en las unidades de señalización de mensajes contiene el indicador de servicio y el indicador de la red, todos los usuarios de la parte de transferencia de mensajes tiene asignado un indicador de servicio que indica a la parte de transferencia de mensajes de que parte del usuario proviene un mensaje y de manera correspondiente, a que parte del usuario debe entregarse dicho mensaje, con el indicador de la red se obtiene, p.Ej., La información de si se trata de tráfico nacional o internacional, la parte de transferencia de mensajes evalúa ambas informaciones. A continuación se muestra el campo SIO contenido en la Unidad de Señalización de Mensaje (MSU).

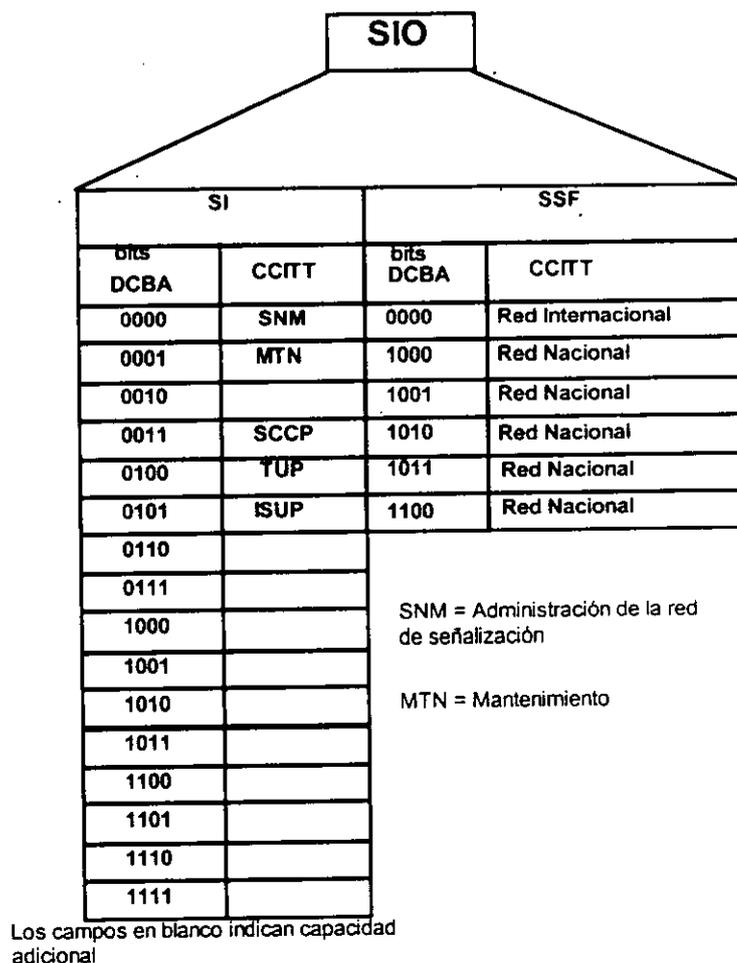


Fig. 2.1.9. Estructura del campo SIO

Dependiendo del valor que tome el campo **SI**, el Campo de información de señalización **SIF** estará comprendido de la siguiente forma:

SNM y MTN (SI = 0,1)



HO= Código 1 de encabezamiento

H1= Código 2 de encabezamiento

SLS= Código de enlace de señalización

OPC= Código de punto de origen

DPC= Código de punto de destino

SCCP (SI = 3)



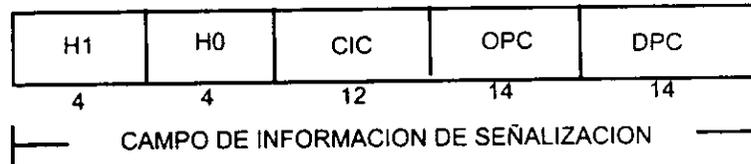
MT= Tipo de mensaje

SLS= Selector de enlace de señalización

OPC= Código de punto de origen

DPC= Código de punto de destino

TUP (SI = 4)



HO= Código 1 de encabezamiento

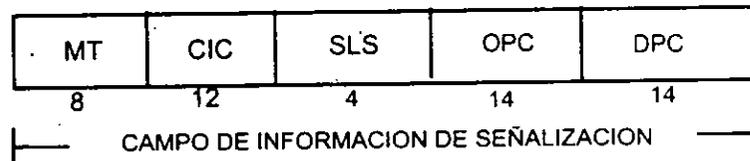
H1= Código 2 de encabezamiento

CIC= Código de identificación de circuito

OPC= Código de punto de origen

DPC= Código de punto de destino

ISUP (SI = 5)



MT= Tipo de mensaje

CIC= Código de identificación de circuito

SLS= Enlace de selección de enlace de señalización

OPC= Código de punto de origen

DPC= Código de punto de destino

Fig. 2.1.10. Diferentes formatos del campo SIF

Campo de información de señalización (SIF)

El campo de información de señalización existe únicamente en unidades de señalización de mensajes y contiene el mensaje del usuario propiamente dicho.

Al mensaje del usuario pertenece también la dirección del destino al que debe transmitirse el mensaje. La longitud máxima del mensaje del usuario es de 272 octetos (un octeto es = 8 bits).

El formato y la codificación del mensaje del usuario se definen por separado para cada parte del usuario.

Bits de control (*CK*)

Los bits de control se generan en el lado de transmisión del contenido de la unidad de señalización y se agrega esta a efectos de redundancia, en el lado de recepción la parte de transmisión de mensajes puede identificar con los bits de prueba si la unidad de señalización ha sido transmitida sin errores, según el resultado de la prueba se acusa recibo de la unidad de señalización defectuosa o libre de errores.

Campo de estado (*SF*)

El campo de estado existe solamente en unidades de señalización de estado CCS y contiene indicadores de estado para la sincronización de las direcciones de transmisión y recepción.

DIRECCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN

El destino de una unidad de señalización de mensajes se indica en una dirección, la dirección forma parte de cada mensaje de usuario y se transmite en el campo de información de señalización (SIF), la dirección en una unidad de señalización de mensajes consta de los siguientes elementos:

- Código del punto de destino (*DPC*)
- Código del punto de origen (*OPC*)
- Campo de selección de enlace de señalización (*SLS*)



Fig. 2.1.11. Dirección de una unidad de señalización

DIRECCIÓN DE UNA UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN

En la red de señalización, cada punto lleva asignado un código conforme a un plano de numeración, la parte de transferencia de mensajes utiliza este código del punto de destino en la unidad de señalización de mensajes para caracterizar el punto de señalización al que debe transmitirse el mensaje.

El código del punto de origen indica el punto de señalización de donde procede el mensaje, el contenido del campo selección de enlace de señalización determina la ruta de señalización por la cual debe transmitirse el mensaje.

El campo de selección de enlaces de señalización sirve así para la distribución de la carga (load sharing) en los enlaces existentes entre dos puntos de señalización.

Las unidades de señalización de estado y las de relleno no requieren dirección alguna, porque se intercambian únicamente entre los niveles 2 de partes de transferencia de mensajes adyacentes.

2.1.5.3. - Funciones

La parte de transferencia de mensajes se encarga de la transmisión y recepción de unidades de señalización así como de la corrección de errores de transmisión, de la gestión de la red de señalización y de la sincronización, las diversas funciones se distribuyen entre los niveles funcionales 1, 2 y 3.

En la siguiente figura se da un diagrama de las funciones de la parte de transferencia de mensajes en la cual se ve claramente que los niveles 1, 2 y 3 corresponden a MTP.

TRANSMISIÓN DE UNA UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN

A título de ejemplo se describe la transmisión de una unidad de señalización de mensajes, el mensaje enviado por un usuario a la parte de transmisión de mensajes contiene la información del usuario, la dirección, el indicador de servicio, el indicador de red y un indicador de longitud.

El procedimiento de un mensaje de usuario a transmitir por la parte de transferencia de mensajes se inicia en el nivel 3.

ENCAMINAMIENTO DE MENSAJES (NIVEL 3)

Determina el enlace de señalización por el que debe transmitirse el mensaje del usuario, a tal efecto, analiza el código del punto de destino y el campo de selección de enlaces de señalización en la parte de direccionamiento del mensaje del usuario, enviando a continuación el mensaje del usuario al enlace de señalización correspondiente (nivel 2).

EL CONTROL DE TRANSMISIÓN (NIVEL 2)

Asigna al mensaje del usuario el número secuencial hacia adelante y el bit indicador hacia adelante, además agrega el número secuencial hacia atrás y el bit indicador hacia atrás como acuse de recibo de la última unidad de señalización de mensajes recibida.

A la parte formada hasta ahora de la unidad de señalización de mensajes a transmitir la registra el control de transmisión en la memoria de transmisión y simultáneamente en el buffer de retransmisión.

Todas las unidades de señalización de mensajes se retienen en la memoria de repetición hasta que haya sido confirmada su recepción libre de errores por parte del lado de recepción, solo entonces se procede a borrarlas.

EL GENERADOR DE BITS DE CONTROL Y BANDERAS (NIVEL 2)

Genera bits de control para la unidad de señalización de mensajes a fin de evitar que se produzcan errores de transmisión y se encarga de insertar la bandera de

separación entre las unidades de señalización para evitar que una codificación idéntica que aparezca por casualidad en la unidad de señalización de mensajes (01111110) sea interpretada erróneamente como bandera, se controla antes de insertar la bandera si los mensajes de usuario contienen cinco unos consecutivos.

En el lado de recepción se suprimen automáticamente los ceros después de cinco unos consecutivos, restableciéndose así el código original del mensaje del usuario.

El generador de bits de control y banderas envía una unidad de señalización de mensajes al nivel 1, en el nivel 1 se procede a transmitir la unidad de señalización de mensajes por el enlace de datos de señalización.

DETECCIÓN DE UNA UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN

El flujo de bits por un enlace de transmisión de señalización se recibe en el nivel 1 y se retransmite al nivel 2.

DETECCIÓN DE BANDERAS (NIVEL 2)

Busca las banderas en el flujo de bits, la secuencia de bits entre dos banderas corresponde a una unidad de señalización.

DETECCIÓN DE SINCRONIZACIÓN (NIVEL 2)

Supervisa con la configuración de bits de la bandera la sincronía del lado de transmisión con el lado de recepción.

DETECCIÓN DE ERRORES (NIVEL 2)

Verifica en base a los bits de control si la unidad de señalización ha sido recibida correctamente, si la unidad de señalización es recibida correctamente, se envía al control de recepción.

Las unidades de señalización erróneas se descartan, al recibirse una unidad de señalización errónea se comunica esto a la supervisión de la proporción de errores

para controlar continuamente dicha proporción en el lado de recepción del enlace de señalización.

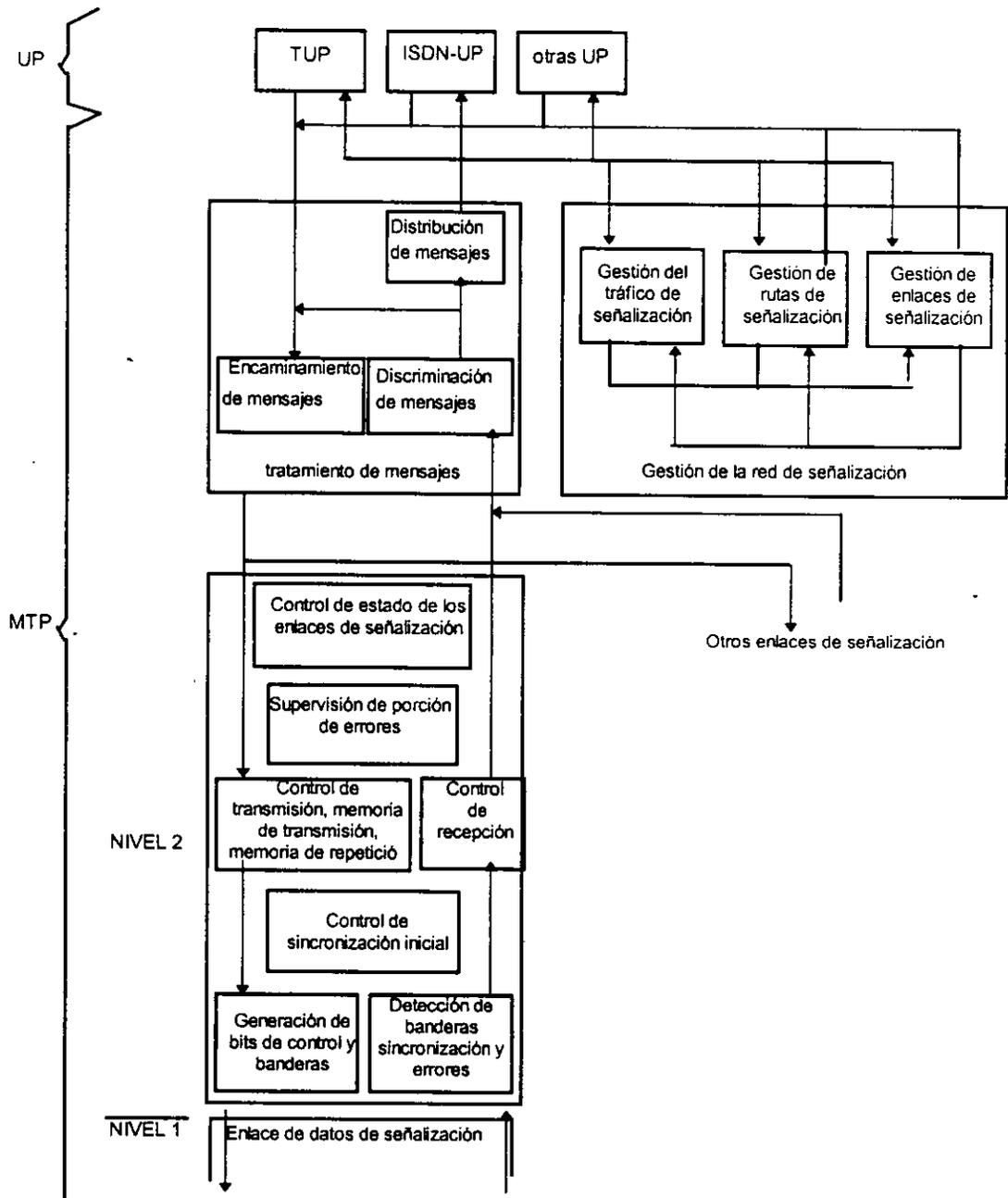


Fig. 2.1.11. Distribución de funciones en la parte de transferencia de mensajes

Al rebasarse una proporción de errores predeterminada, la supervisión respectiva comunica esto al control del estado del enlace de señalización que procede entonces a poner fuera de servicio el enlace enviando la correspondiente notificación al nivel 3.

CONTROL DE RECEPCIÓN (NIVEL 2)

Verifica si la unidad de señalización contiene el número secuencial y el bit indicador hacia adelante esperados, en caso afirmativo y si se trata de una unidad de señalización de mensaje, el control de recepción envía el mensaje de usuario contenido al nivel 3 y hace que se produzca un acuse de recibo positivo de la unidad de señalización de mensajes.

Si el número secuencial hacia adelante de la unidad de señalización enviada no coincide con el esperado, el control de recepción detecta un error de transmisión y hace que se repitan est y todas las siguientes unidades de señalización de mensajes.

DISCRIMINACIÓN DE MENSAJES (NIVEL 3)

Recibe el mensaje de usuario libre de errores, en primer lugar verifica si el mensaje ha de entregarse a alguna de las partes de usuario conectadas directamente o si debe transmitirse a otro enlace de señalización (mensaje cuasiasociado)

Esta preselección se efectúa en la discriminación de mensajes mediante una evaluación del código de punto de destino.

Los mensajes de usuario que solo pasan por el punto de señalización (punto de transferencia de señalización) retransmiten la discriminación de mensajes al encaminamiento de mensajes, donde son tratados como mensajes de usuario a transmitir.

Si un mensaje de usuario recibido está destinado a una de las partes de usuario conectadas directamente (punto terminal de señalización), se envía a la distribución de mensajes (nivel 30, la cual evalúa el octeto de información de servicio (SIO), identifica a partir de este octeto la parte de usuario correspondiente y entrega a la misma el mensaje de usuario.

CORRECCIÓN DE ERRORES DE TRANSMISIÓN

Como los falseamientos de señales pueden producir reacciones erróneas durante la señalización, especialmente en las operaciones de conmutación, los errores de transmisión deben reducirse al mínimo posible. En el sistema CCS7 se dispone de dos procedimientos para alcanzar este objetivo, a saber:

- El procedimiento básico de corrección de errores ("basic error correction procedure").
- El procedimiento de corrección de errores por retransmisión cíclica preventiva (PCR).

Ambos procedimientos están basados en la repetición de las unidades de señalización de mensaje recibidas con errores.

En el procedimiento básico de corrección de errores se solicita la repetición de todas las unidades de señalización de mensaje recibidas a partir de una unidad defectuosa, mientras que en el procedimiento de corrección de errores PCR se van repitiendo cíclicamente de manera preventiva, todas las unidades contenidas en el buffer de retransmisión, la corrección de errores se efectúa en el nivel 2.

PROCEDIMIENTO BÁSICO DE CORRECCIÓN DE ERRORES

Se emplea en enlaces de señalización con tiempos de propagación de señales más bien breves ($< 15 \mu\text{s}$, p.ej. enlaces terrestres). Opera con acuses de recibo tanto positivos como negativos; en este procedimiento un acuse de recibo consta del número secuencial hacia atrás (BSN) Y el bit indicador hacia atrás (BIB).

En un acuse de recibo positivo, el bit indicador hacia atrás tiene el mismo valor que el bit indicador hacia atrás del acuse de recibo precedente. En un acuse de recibo negativo, el bit indicador hacia atrás está invertido con respecto al bit indicador hacia atrás del acuse de recibo precedente.

Al recibir un acuse de recibo positivo, el control de recepción en el lado de origen, hace que se borre la unidad de señalización de mensaje correspondiente (o una secuencia de unidades de señalización de mensaje) en el buffer de retransmisión. Al recibir un acuse de recibo negativo, el control de recepción en el lado de origen le

pide al control de transmisión que detenga la transmisión de unidades de señalización nuevas y repita la unidad de señalización de mensaje confirmada negativamente.

A continuación se repiten sucesivamente también todas las demás unidades de señalización de mensajes que se encuentran aún en el buffer de retransmisión.

Tras detectar un error de transmisión, el control de recepción en el lado de destino descarta todas las unidades de señalización de mensaje hasta que reciba sin errores la unidad de señalización de mensajes que había sido confirmada negativamente. Solo entonces continúa evaluando las unidades de señalización de mensajes. Así se evita que los mensajes de usuario se adelanten mutuamente.

El control de recepción en el destino las unidades de señalización de mensajes mediante el bit indicador hacia adelante (FIB). El FIB en las unidades de señalización de mensajes y en todas las unidades de señalización repetidas más tarde está invertido con respecto a las unidades de señalización transmitidas antes de presentarse el error.

PROCEDIMIENTO DE CORRECCIÓN DE ERRORES PCR

Se utiliza en enlaces de señalización con tiempos de propagación de señales prolongados (15 μ s . p. ej. enlaces terrestres de larga distancia, enlaces vía satélite).

A diferencia del procedimiento básico de corrección de errores, el procedimiento PCR opera solo con acuse de recibo positivos.

Las unidades de señalización de mensajes no se retransmiten solo a demanda al presentarse un error de transmisión, sino que se van retransmitiendo cíclicamente y de manera preventiva todas las unidades de señalización que se encuentran en el buffer de retransmisión mientras no haya nuevas unidades de señalización de mensaje recibidas sin errores consta únicamente del número secuencial hacia atrás.

El bit indicador hacia atrás y el bit indicador hacia adelante no son necesarios en este procedimiento, sin embargo para que las unidades de señalización tengan el mismo formato en ambos procedimientos de corrección de errores se asignan al bit

indicador hacia atrás y al bit indicador hacia adelante, valores fijos, agregándose luego dichos bits a cada unidad de señalización sin alteración alguna.

Al recibir un acuse de recibo, el control de recepción en el lado de origen hace que se borre la correspondiente unidad de señalización de mensaje (o una secuencia de unidades de señalización de mensaje) en el buffer de retransmisión, igual que al recibirse un acuse de recibo positivo en el procedimiento básico de corrección de errores, si en el procedimiento PCR, el control de recepción de destino detecta un error de transmisión, acusa recibo de la última unidad de señalización de mensaje correcta recibida y espera hasta que, durante la retransmisión cíclica, reciba correctamente la unidad que estaba defectuosa, en el PCR existe por consiguiente una corrección automática de errores que depende del grado de carga del enlace e señalización, es decir, cuanto más reducida sea la carga, mayor será la capacidad disponible para la retransmisión de las unidades de señalización de mensajes.

GESTIÓN DE LA RED DE SEÑALIZACIÓN

La gestión de la red de señalización es una tarea del nivel 3 y consiste en el control de la operación y de la interacción de los distintos enlaces en la red de señalización, a tal efecto, la gestión de la red de señalización, intercambia mensajes e instrucciones de control con los enlaces de señalización del nivel 2, transmite mensajes a las partes de usuario y coopera con la gestión de la red de señalización en los puntos de señalización adyacentes, cuando se trata de interactuar con otros puntos de señalización, la gestión de la red de señalización utiliza la función de transporte de la parte de transferencia de mensajes, los mensajes de gestión se transmiten a tal efecto en unidades de señalización de mensajes, como mensajes de usuario, para distinguirlos de los otros, los mensajes de gestión deben ir provistos de un indicador de servicio propio, la gestión de la red de señalización contiene tres bloques de tareas:

- 1) **GESTIÓN DE ENLACES DE SEÑALIZACIÓN.**- Cuya función es controlar y supervisar enlaces de señalización individuales.
- 2) **GESTIÓN DE RUTAS DE SEÑALIZACIÓN.**- Cuya función es controlar y supervisar la capacidad de funcionamiento de las rutas de señalización.

3) GESTIÓN DE TRÁFICO DE SEÑALIZACIÓN.- Pase a enlace de reserva, retorno a enlace de servicio y reencaminamiento.

Estas últimas características se conocen como:

Chage over
Chage back
Rerouting

Respectivamente.

SINCRONIZACIÓN

Para la transmisión correcta de mensajes de usuario por un enlace de señalización, es necesario que los equipos de transmisión y recepción operen al mismo ritmo. Al ponerse en servicio un enlace de señalización se efectúa por lo tanto una sincronización inicial.

La activación de la sincronización inicial debe poder efectuarse por cualquiera de los dos extremos del enlace de señalización. Esta sincronización se lleva a cabo en el nivel 2 y su activación procede del nivel 3. Para la sincronización inicial se han previsto varias etapas, cada etapa lleva asignado un tipo especial de señales de sincronización y estas señales se transmiten en unidades de señalización de estados CCS.

Tal como se vio en la sección 2.1.4.2. referente a Unidades de Señalización el *LI* (indicador de longitud) puede definir una *LSSU* (Unidad de Señalización de Estado). En ese caso el *SF* (campo de estado) toma los valores de la tabla que sigue:

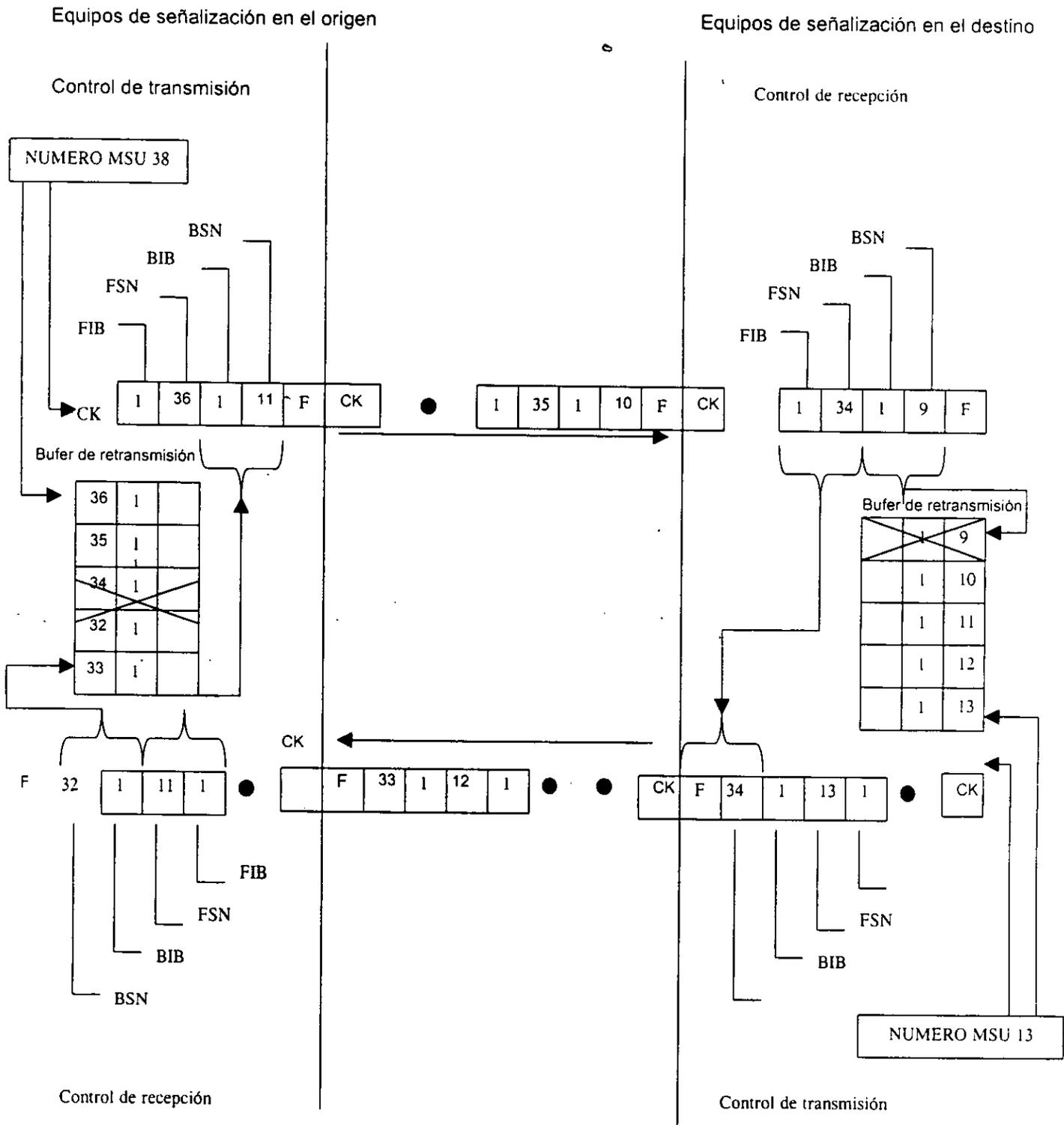


Fig. 2.1.12. – Ciclo de acuses de recibo del procedimiento básico de corrección de errores en caso de operación sin perturbaciones.

| CBA | SEÑALES DE SINCRONIZACION | SIGNIFICADO |
|-----|---------------------------|-----------------------------|
| 000 | SIO | NO SINCRONIZADO |
| 001 | SIN | SINCRONIZACION |
| 010 | SIE | SINCRONIZACION |
| 011 | SIOS | FUERA DE SERVICIO |
| 100 | SIPO | INTERRUPCION DEL PROCESADOR |
| 101 | SIB | OCUPADO |

Tabla. 2.1.1 Señales de sincronización

Al principio de la sincronización inicial, el control de dicha sincronización en el lado iniciador solicita al control de transmisión que envíe señales SIO, el lado opuesto recibe estas señales y las contesta con señales SIN, el lado iniciador también procede a transmitir señales SIN, comenzándose el tiempo de prueba para el enlace de señalización. El control de la sincronización inicial registra los errores de señalización durante el tiempo de prueba (que para un enlace de señalización de 64 Kbits/seg es de 8.2 seg.) Y decide si es posible habilitar el enlace de señalización para el servicio normal. El resultado del tiempo de prueba se le comunica al nivel 3 durante la transición al servicio normal, ambos extremos del enlace de señalización transmiten primero unidades de señalización de relleno (FISU) hasta que debe transmitirse la primera unidad de señalización de mensaje, si en el tiempo de prueba se obtiene un resultado negativo, puede repetirse la sincronización inicial.

Existen casos de emergencia en los que puede transmitirse la sincronización acelerada, por ejemplo cuando debe ponerse en servicio un enlace de reserva no sincronizado, en tal caso se envían señales SIE, en lugar de SIN, reduciéndose así drásticamente el tiempo de prueba (a 0.5 seg. en 64 Kbps.) Así como las exigencias en cuanto a la tasa de errores.

A continuación se ejemplifica de manera general el esquema secuencial de intercambio de señales durante la sincronización inicial.

2.1.6. - Parte de Usuario (ISUP)

(Recs. Q.761 a Q.764)

Cada parte de usuario pone las funciones necesarias para la utilización de la parte de transferencia de mensajes a disposición de un tipo de usuario determinado. Hasta ahora han sido especificadas por el CCITT las siguientes partes del usuario :

-Parte del usuario de telefonía (TUP),

-Parte del usuario de la red digital de servicios integrados (ISDN-UP).

Otros usuarios de la parte de transferencia de mensajes especificados por el CCITT son :

-La parte de control de conexión de señalización (SCCP)

-La parte de aplicación de la capacidad de transacción (TCAP).

A título de ejemplo se describen en los siguientes capítulos con mayor detalle la ISDN-UP, la SCCP y la TCAP.

En la figura se muestran los usuarios de la parte de transferencia de mensajes, sus relaciones entre sí y con la parte de transferencia de mensajes. Gracias a su estructura modular, el sistema CCS7 puede adaptarse a los requerimientos más diversos, siendo también posible una ampliación para cubrir las necesidades futuras todo usuario del sistema CCS7 tiene también la posibilidad de especificar a su vez una parte de usuario propia.

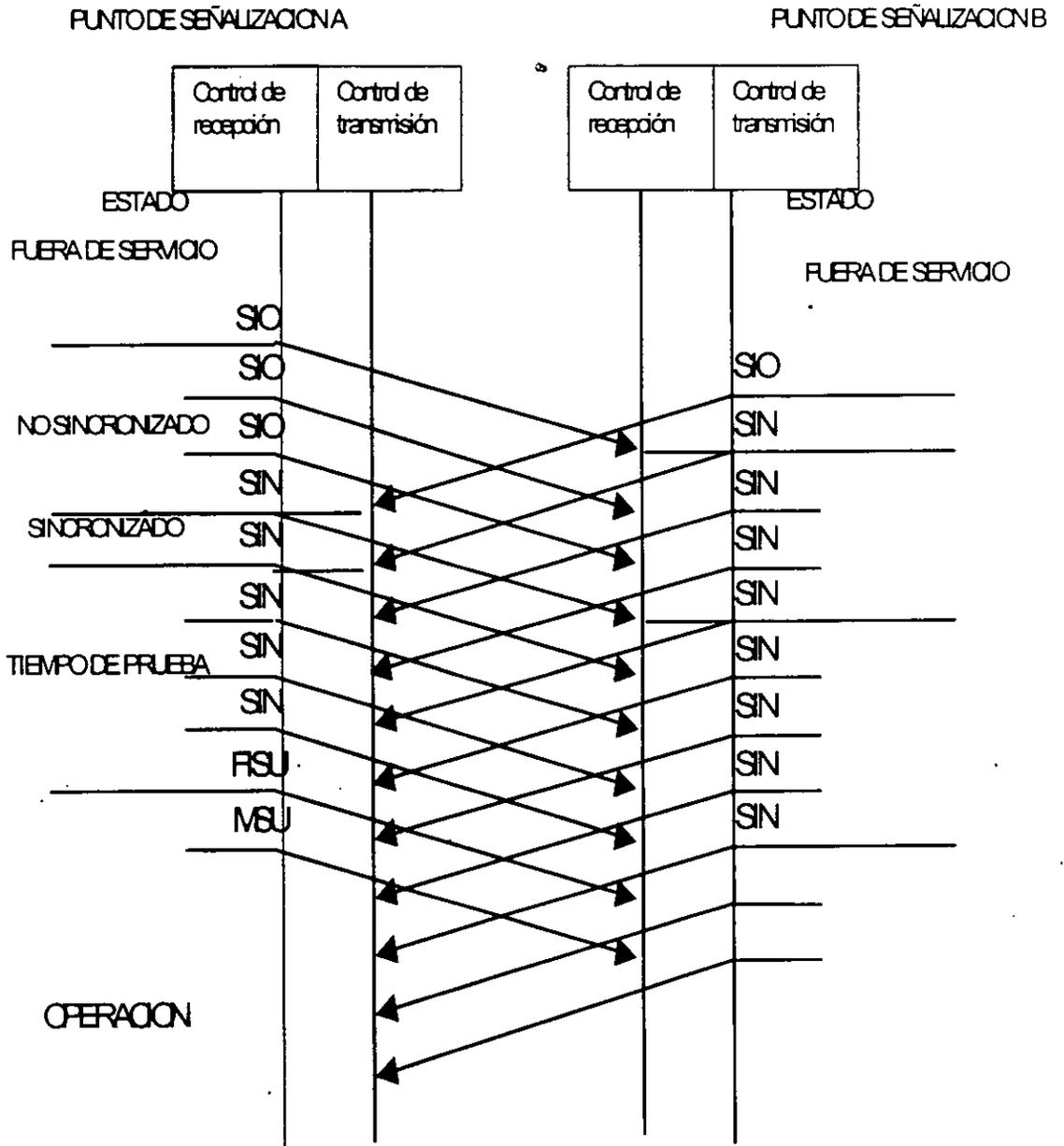


Fig. 2.1.13. Intercambio de señales durante la sincronización inicial

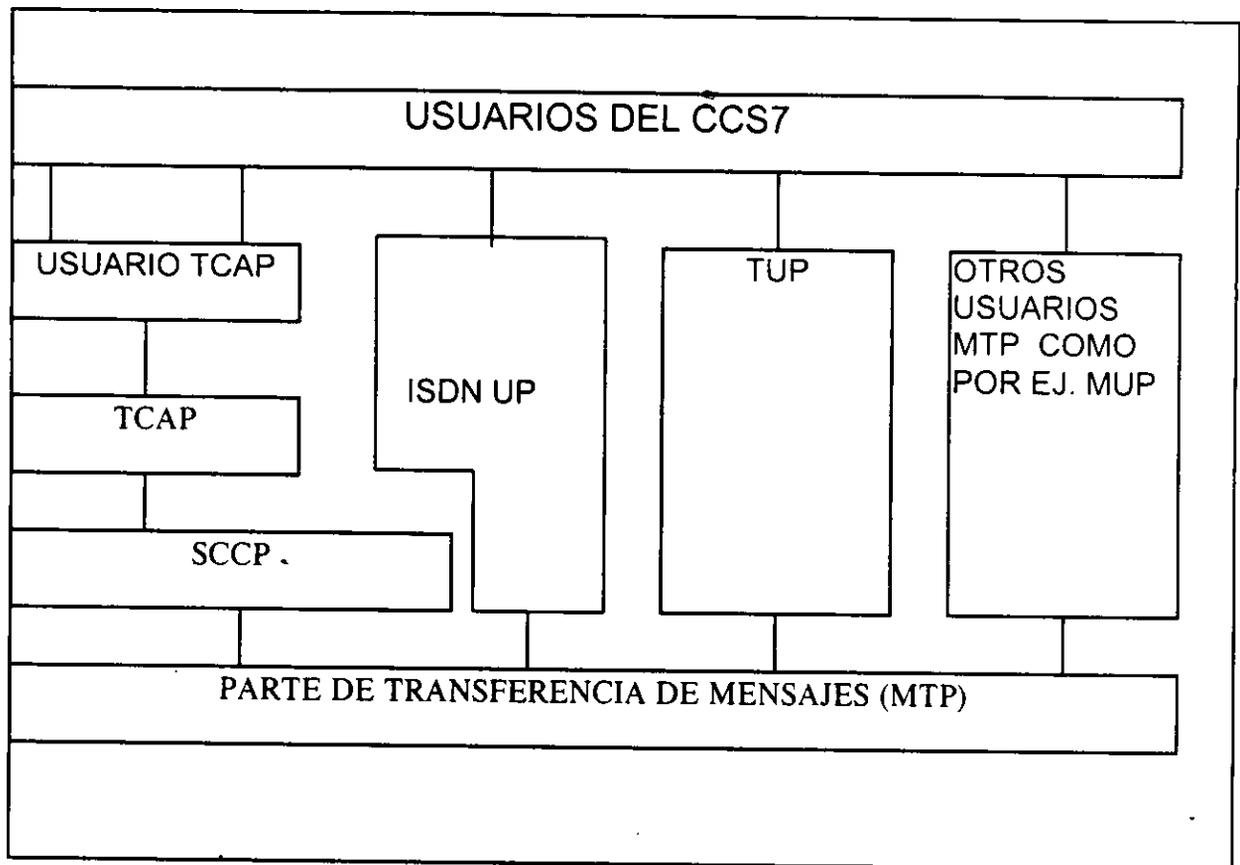


Fig. 2.1.14. Usuarios de la parte de transferencia de mensajes

PARTE DE USUARIO DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

La parte de usuario de la red digital de servicios integrados (ISDN-UP) comprende las funciones de señalización para el control de comunicaciones, para la implementación de servicios y facilidades, así como para la gestión de los canales útiles en la RDSI. Para la transmisión de mensajes de señalización, la ISDN-UP cuenta con interfaces hacia la parte de transferencia de mensajes y también hacia la SCCP.

La ISDN-UP puede emplear funciones de la SCCP para la señalización de extremo a extremo.

ESTRUCTURA DE UN MENSAJE ISDN-UP

En la figura se muestra la estructura general de un mensaje ISDN-UP tal como se transmite "link-by-link" (enlace por enlace).

Un mensaje de extremo a extremo de la ISDN-UP comienza con el tipo de mensaje y se transmite en la parte facultativa de un mensaje SCCP.

La *dirección* consta del código del punto de destino, el código de punto de origen y el campo de selección de enlace de señalización.

El *código de identificación del circuito (CIC)* asigna el mensaje a un determinado canal útil.

Cada canal útil lleva asignado fijamente un código de identificación de circuito.

El CIC para E1's fraccionados usa sólo 5 bits (es el Time slot) y los demás bits los usa para el número de circuito (reserva a 1's).

El CIC para 2º Orden usa 7 bits para el número de circuito de 0 a 128 (0000000 a 1111111) los bits restantes sirven para distinguir los puntos finales.

El CIC para E1's usa 6 bits para el circuito dentro de un grupo de 5 grupos MDF (Multiplexaje por división de frecuencia), divididos como sigue:

| CIC | GRUPOS MDF |
|------------------|-------------|
| 000000 | NO ASIGNADO |
| 000001 al 001010 | GRUPO MDF 1 |
| 001011 al 011001 | GRUPO MDF 2 |
| 011010 al 100110 | GRUPO MDF 3 |
| 100111 al 110011 | GRUPO MDF 4 |
| 110100 al 111111 | GRUPO MDF 5 |

Tabla 2.1.2. División de grupos MDF del CIC.

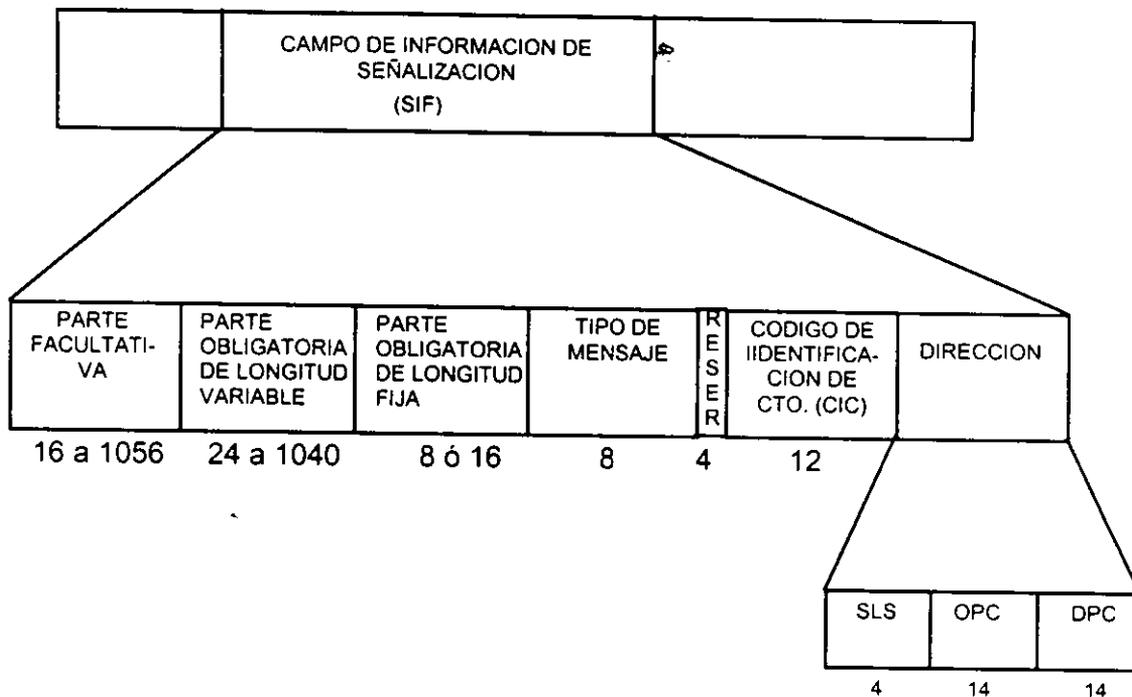


Fig. 2.1.15. Estructura general de un mensaje ISDN-UP, enlace por enlace.

El tipo de mensaje define la función y el formato de un mensaje up. Los tipos de mensaje se subdividen en tipos de mensajes para el establecimiento de comunicaciones (Ver la tabla 2.1.3 y la figura 2.1.16):

-Mensaje De Dirección Inicial (IAM);

el IAM es el primer mensaje que se envía a la central siguiente durante el establecimiento de la comunicación. Sirve para ocupar un canal útil y contiene toda la información necesaria para el encaminamiento hasta la central de destino.

-Mensaje De Dirección Subsiguiente (SAM);

el SAM transporta las cifras marcadas aun no contenidas en el IAM.

-Mensaje De Dirección Completa (ACM);

Con El ACM Se indica a la central de origen que se ha obtenido acceso a la central de destino.

-Mensaje De Respuesta (ANM);

el ANM indica a la central de origen que el usuario llamado ha contestado. con el ANM comienza, por regla general, la tasación.

TIPOS DE MENSAJES PARA LA LIBERACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Ver tabla 2.1.3 y fig. 2.1.17

-Mensaje de Liberación (REL) Ver tabla 2.1.3 y fig. 2.1.17

El REL inicia la liberación de la comunicación por el canal útil. Las comunicaciones por canales útiles establecidas sin éxito también se liberan con REL, que en este caso contiene también la información de por que no tuvo éxito el establecimiento de la comunicación.

-mensaje de liberación completa (RLC);

con el RLC se indica el fin de la interconexión de un canal útil y se confirma la recepción del rel. Una vez transmitido o recibido el RLC, el canal útil se encuentra liberado y disponible para establecer una nueva comunicación.

TIPOS DE MENSAJES PARA LA GESTIÓN DE CANALES ÚTILES

Ver la tabla 2.1.13

-Mensaje de bloqueo (BLO). el BLO sirve para bloquear un canal útil.

-Mensaje de desbloqueo (UBL);

el UBL sirve para desbloquear un canal útil.

Más adelante se describen en el siguiente cuadro los tipos de mensajes del ISUP:

PROCEDIMIENTOS DE SEÑALIZACIÓN

(Referirse a la tabla 2.1.3 y figuras 2.1.16 y 2.1.17)

Como ejemplo de los procedimientos de señalización de la ISDN-UP se describen mas detalladamente el establecimiento y la liberación de una comunicación.

El establecimiento comienza cuando la central de origen ha recibido una cantidad suficiente de cifras del usuario que llama, a tal efecto se efectúa primero el encaminamiento y se ocupa un canal útil libre.

El primer mensaje que envía la ISDN-UP en la central de origen para el establecimiento de una comunicación es el IAM.

El IAM contiene todas las cifras marcadas recibidas hasta ese momento, las cifras marcadas recibidas posteriormente las transmite el mensaje SAM.

La central de tránsito efectúa a su vez un encaminamiento después de recibir el IAM, si el encaminamiento tiene éxito la central de tránsito ocupa un canal útil y la ISDN-UP envía un IAM a la central de destino.

El IAM de la ISDN-UP en la central de tránsito contiene toda la información de marcación recibida hasta ese momento (del IAM recibido y eventualmente de los SAM recibidos posteriormente).

Los SAM recibidos en la central de tránsito después del envío del IAM los retransmite la ISDN-UP inalterados.

| DEC | HEX | BINARIO | MNEMONICO | DESCRIPCIÓN |
|-----|-----|----------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 01 | 00000001 | IAM | Dirección inicial |
| 2 | 02 | 00000010 | SAM | Dirección subsecuente |
| 3 | 03 | 00000011 | INR | Solicitud de información |
| 4 | 04 | 00000100 | INF | Información |
| 5 | 05 | 00000101 | COT | Continuidad |
| 6 | 06 | 00000110 | ACM | Dirección Completa |
| 7 | 07 | 00000111 | CON | Conexión |
| 8 | 08 | 00001000 | FOT | Transferencia hacia destinatario |
| 9 | 09 | 00001001 | ANM | Respuesta |
| 12 | 0C | 00001100 | REL | Conclusión de llamada |
| 13 | 0D | 00001101 | SUS | Suspender |
| 14 | 0E | 00001110 | RES | Reanudar |
| 16 | 10 | 00010000 | RLC | Conclusión llamada terminada |

| | | | | |
|----|----|----------|-------|--------------------------------------------------|
| 17 | 11 | 00010001 | CCR | Solicitud Verificación Continuidad |
| 18 | 12 | 00010010 | RSC | Circuito de reset |
| 19 | 13 | 00010011 | BLO | Bloqueo |
| 20 | 14 | 00010100 | UBL | Desbloqueo |
| 21 | 15 | 00010101 | BLA | Notificación de bloqueo |
| 22 | 16 | 00010110 | UBA | Notificación de desbloqueo |
| 23 | 17 | 00010111 | GRS | Grupo de circuito de reset |
| 24 | 18 | 00011000 | CGB | Bloqueo de Grupode Circuito |
| 25 | 19 | 00011001 | CGU | Desbloqueo de Grupo de Circuito |
| 26 | 1A | 00011010 | CGB A | Notificación de Bloqueo de Grupo |
| 27 | 1B | 00011011 | CGUA | Notificación de desbloqueo de Grupo |
| 28 | 1C | 00011100 | CMR | Solicitud Modificación de llamada |
| 29 | 1D | 00011101 | CMC | Modificación de llamada fcompleta |
| 30 | 1E | 00011110 | RCM | Modificar conexión rechazada |
| 31 | 1F | 00011111 | FAR | Solicitud de Servicio |
| 32 | 20 | 00100000 | FAA | Servicio Aceptado |
| 33 | 21 | 00100001 | FRJ | Servicio Rechazado |
| 36 | 24 | 00100100 | LPA | Notificación Retroalimentación |
| 39 | 27 | 00100111 | DRS | Conclusión de llamada retardada |
| 40 | 28 | 00101000 | PAM | Paso |
| 41 | 29 | 00101001 | GRA | Notificación Reset Grupo Circuito |
| 42 | 2A | 00101010 | CQM | Búsqueda de Circuito |
| 43 | 2B | 00101011 | CQR | Respuesta a Búsqueda de Circuito |
| 44 | 2C | 00101100 | CPG | Progreso de llamada |
| 45 | 2D | 00101101 | USR | Información de Usuario-Usuario |
| 46 | 2F | 00101110 | UCIC | Código de Identificación de Circuito no Equipado |
| 47 | 30 | 00101111 | CFN | Confusión |
| 48 | 31 | 00110000 | OLM | Sobrecarga |
| 49 | 32 | 00110001 | CRG | Información de Cargo |

Tabla 2.1.3. Diferentes Tipos de Mensajes de ISUP. Libro azul CCITT

La central de destino analiza la información de marcación contenida en el IAM y espera a recibir mas cifras de marcación, enviadas con SAM.

Una vez recibida toda la información, se determina el abonado llamado, se interroga su estado y se controla si cuenta con la autorización para el servicio solicitado.

Con el ACM, la central de destino comunica a la central de origen que ha tenido éxito el establecimiento de la comunicación hasta la central de destino.

En el servicio de telefonía se envía el tono de libre desde la central de destino hacia el abonado que llama a través del canal útil si el abonado llamado contesta, se desconecta el tono de libre y se interconecta la comunicación, a continuación, la ISDN-UP en la central de destino transmite el ANM hacia la central de origen, la cual comienza entonces con la tasación.

La liberación de la comunicación puede ser iniciada por el abonado que llama o por el abonado llamado.

La ISDN-UP en la central iniciante envía a tal efecto el REL a la central de tránsito.

La central de tránsito retransmite inmediatamente el REL a la central de destino correspondiente.

Cada REL recibido se confirma con un RLC tan pronto como este liberado el canal útil correspondiente.

La parte obligatoria de longitud fija del mensaje ISDN-UP contiene los parámetros que son indispensables para un cierto tipo de mensajes y que tiene una longitud fija. En los mensajes IAM, p.Ej., son los datos sobre:

- El tipo de comunicación (p.Ej., Comunicación por enlace vía satélite).
- Los requisitos que debe cumplir el enlace de señalización (p.Ej. 64kbit/s constantes).
- Los requisitos que deben cumplir el sistema de señalización (p.Ej., ISDN-UP sin excepciones).

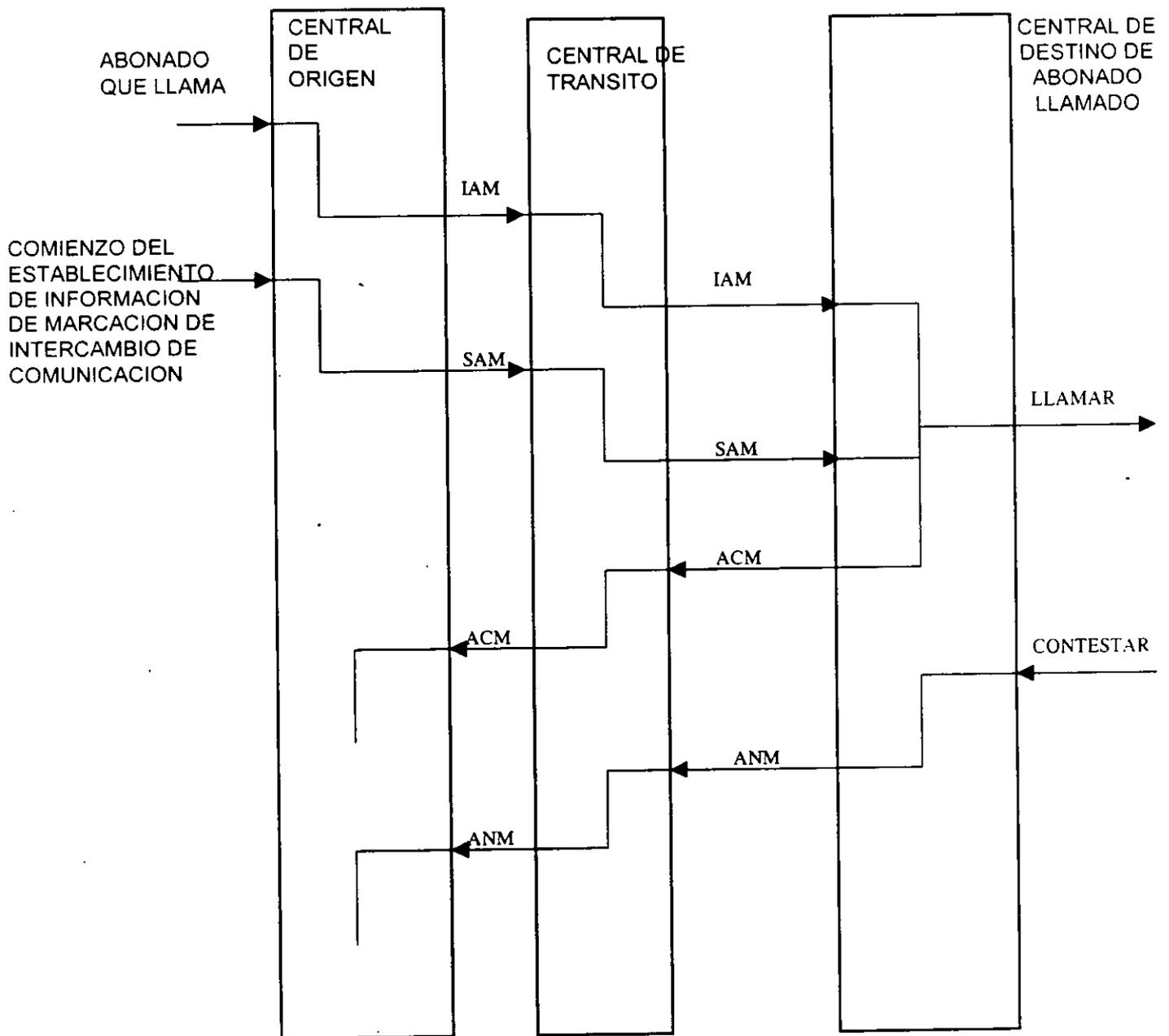


Fig. 2.1.16. Establecimiento de una comunicación RDSI

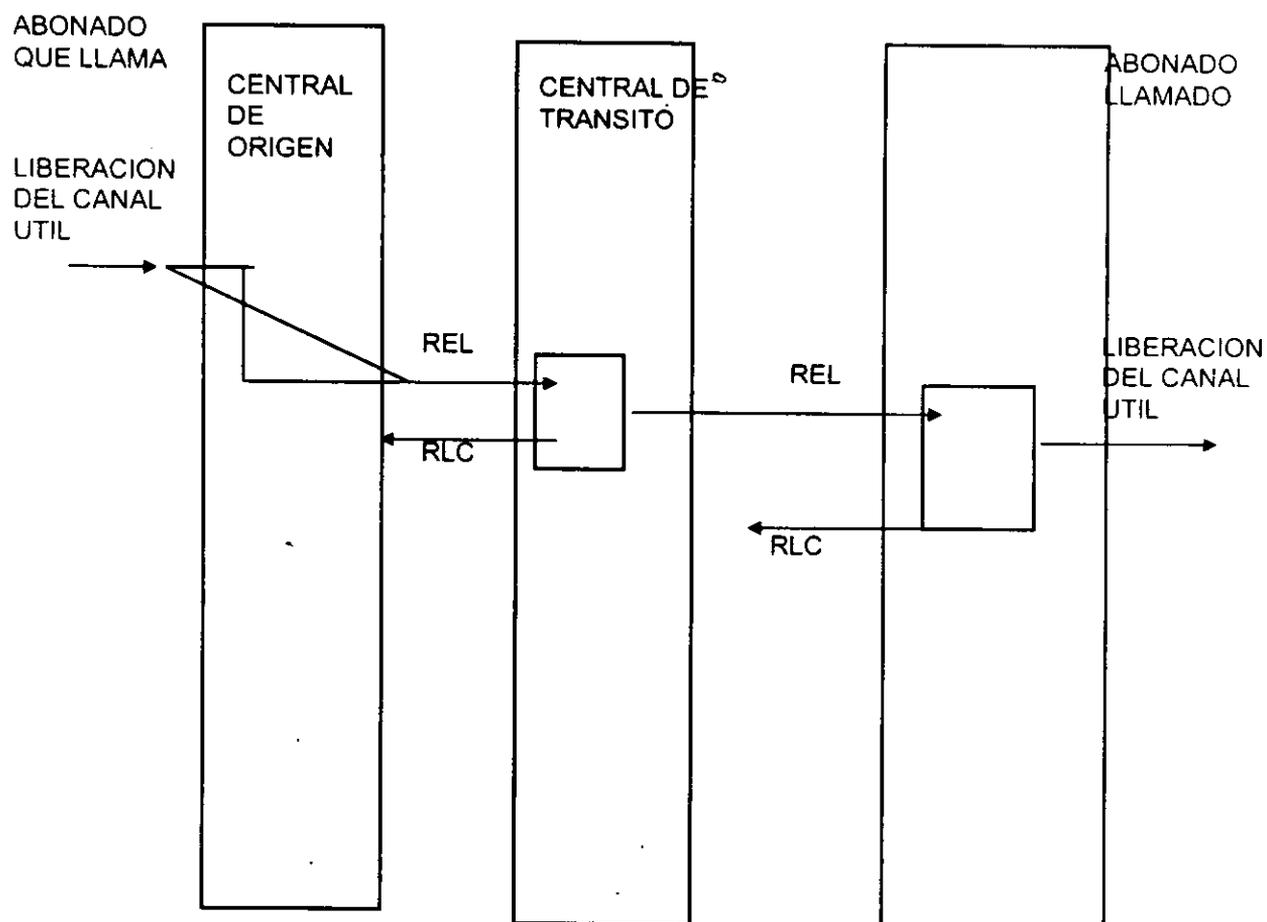


Fig. 2.1.17. Liberación de una comunicación RDSI

- El tipo de usuario que llama (usuario RDSI = usuario normal).

La parte obligatoria de longitud fija dependiendo del Tipo de mensaje puede tener 1 ó 2 octetos, los posibles valores se encuentran contenidos en los cuadros 5/Q.763 al 28/Q.763 de la Recomendación Q.763 de CCITT (Libro azul).

La parte obligatoria de longitud variable del mensaje isdn-up contiene parámetros de longitud variable en el IAM, estos son p. ej:

- El numero de llamada, o, por lo menos, la parte del número de llamada necesaria para el encaminamiento hacia la central de destino.

Dependiendo del Tipo de Mensaje la Parte Obligatoria de Longitud Variable puede tener de 3 a 130 octetos, los posibles valores se encuentran obtenidos en los cuadros 5/Q.763 al 28/Q.763 de la Recomendación Q.763 de CCITT (Libro azul).

Si un mensaje tiene una *Parte Facultativa*, se especifica cuales parámetros pueden transmitirse en la parte facultativa del mensaje, estos pueden ser parámetros de longitud fija o variable, en el IAM, p. ej., estos son:

- El numero de llamada del usuario que llama.
- Información sobre el tipo de comunicación (p. ej., Grupo cerrado de usuario)
- Información del usuario.

Podemos ver el contenido del campo de la Parte Facultativa a continuación:

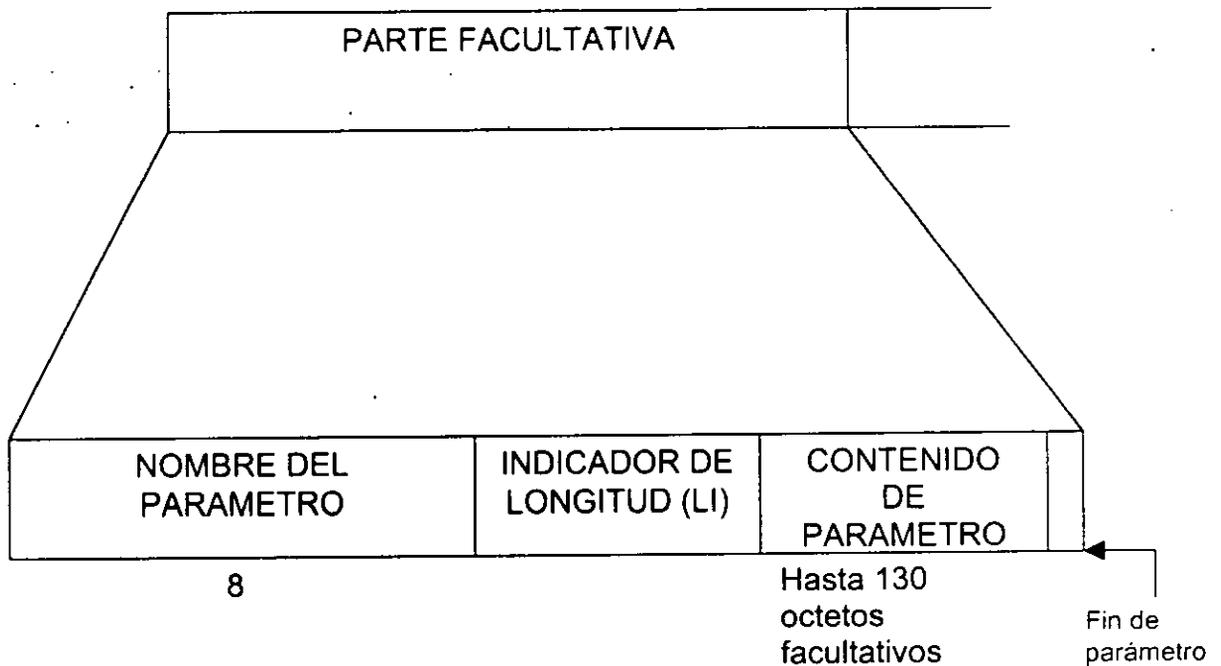


Fig. 2.1.18. Estructura de la Parte Facultativa en el Campo de Información de Señalización

El Indicador de Longitud (LI) indica el número de octetos del Contenido de Parámetro, sin incluir el propio LI ni el Nombre de Parámetro. El significado o contenido de cada uno de los Parámetros se especifica en la Recomendación arriba referida.

El valor máximo de Contenido de Parámetro es 130 octetos, es decir, la Parte Facultativa vale 132 octetos como máximo.

El Nombre de Parámetro puede tomar los valores especificados en el cuadro 4/Q.763 de CCITT (Libro azul) y se detalla a continuación:

| NOMBRE DEL PARÁMETRO | REFERENCIA | CÓDIGO |
|------------------------------------------|------------|----------|
| Transporte de acceso | 3.2 | 00000011 |
| Nivel automático de congestión | 3.3 | 00100111 |
| Indicadores de llamada hacia atrás | 3.4 | 00010001 |
| Indicadores de modificación de llamada | 3.5 | 00010111 |
| Referencia de llamada | 3.6 | 00000001 |
| Número de la parte llamada | 3.7 | 00000100 |
| Categoría de la parte llamante | 3.8 | 00001010 |
| Indicador de causa | 3.9 | 00001001 |
| Indicador de tipo de mensaje SGC | 3.10 | 00010010 |
| Indicador de estado de circuito | 3.11 | 00010101 |
| Código de enclavamiento de GCU | 3.12 | 00100110 |
| Número conectado | 3.13 | 00011010 |
| Petición de conexión | 3.14 | 00100001 |
| Indicadores de continuidad | 3.15 | 00001101 |
| Fin de parámetros facultativos | 3.16 | 00010000 |
| Información de suceso | 3.17 | 00000000 |
| Indicador de facilidad | 3.18 | 00100100 |
| Indicadores de llamada hacia delante | 3.19 | 00011000 |
| Indicadores de información | 3.20 | 00000111 |
| Indicadores de naturaleza de la conexión | 3.21 | 00001111 |
| Indicadores de llamada hacia atrás | 3.22 | 00001110 |
| Facultativos | 3.23 | 00000110 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|
| Indicadores de llamada hacia adelante | 3.24 | 00101001 |
| facultativos | 3.25 | 00001000 |
| Número inicialmente llamado (NA) | 3.26 | 00101000 |
| Gama y estado | 3.27 | 00010110 |
| Número redireccionante (NA) | 3.28 | 00001011 |
| Información de redireccionamiento (NA) | 3.29 | 00010011 |
| Número de redireccionamiento (NA) | 3.30 | 00001100 |
| Código de punto de señalización | 3.31 | 00011110 |
| Número subsiguiente | 3.32 | 00000101 |
| Indicadores suspensión/reanudación | 3.33 | 00100010 |
| Selección de red de tránsito | 3.34 | 00100011 |
| Requisitos del medio de transmisión | 3.35 | 00000010 |
| Información del servicio de usuario | 3.36 | 00011101 |
| Indicadores de usuario a usuario | 3.37 | 00101010 |
| Información de usuario a usuario | 3.38 | 00100000 |
| Códigos reservados (utilizados en la versión de 1984, Libro Rojo del CCITT) | | 00010100 |
| | | 00011001 |
| | | 00011011 |
| | | 00011100 |
| Reservado para identificador de múltiples intervalos | | 00011111 00100101 |

SGC.- Supervisión de grupo de circuitos GCU.- Grupo cerrado de usuarios

Tabla 2.1.4. Parámetros especificados del Nombre de Parámetro

2.1.7. - Parte de Control de Conexión de Señalización

(Libro azul del CCITT recomendaciones Q.711 a Q.716)

El SCCP es en realidad un complemento de la parte de transferencia de mensajes, ya que ofrece funciones adicionales para el transporte de mensajes entre puntos de señalización (PS). Dichos mensajes pueden ser intercambio de información de control que se lleva a cabo entre centrales de conmutación o como una red integrada entre elementos propios de la red y un banco de datos. El SCCP tiene su propio octeto de identificación de servicio y es una aplicación de la PTM. Desde el punto de vista de la parte de transferencia de mensajes, el SCCP es un usuario con indicador de servicio propio. La combinación de la SCCP con la PTM se denomina parte de servicio de red (PSR).

El intercambio de códigos de punto de destino entre los SCCP crea lo que se conoce como una conexión virtual de señalización. Por tal motivo los mensajes para los usuarios SCCP pueden direccionarse directamente.

Están definidos dos tipos de transferencia de mensajes a través de SCCP, a saber:

A) Sin conexión virtual de señalización

B) Con conexión virtual de señalización

En el primer caso un usuario SCCP puede enviar mensajes individuales a otros usuarios SCCP (un solo mensaje a la vez). En el segundo caso, en cambio, es posible en intercambio de mensajes entre dos usuarios SCCP.

El SCCP posee una función de encaminamiento propia. Como parámetro de direccionamiento, el SCCP puede utilizar:

- El código de punto de destino (CPD)
- Un título global
- Un número de subsistema

El CPD lo puede utilizar el SCCP directamente para el encaminamiento. El título global contiene por ejemplo cifras del número marcado o del número origen o información de otro tipo que no se usa en la propia red de señalización. Por lo

anterior, el sccp debe determinar primero el código de punto de destino a partir del contenido del título global) para transferir el mensaje al destino respectivo. El número de subsistema indica el usuario al cual está destinado el mensaje.

ESTRUCTURA DE UN MENSAJE SCCP

La siguiente figura ilustra la estructura del mensaje SCCP:

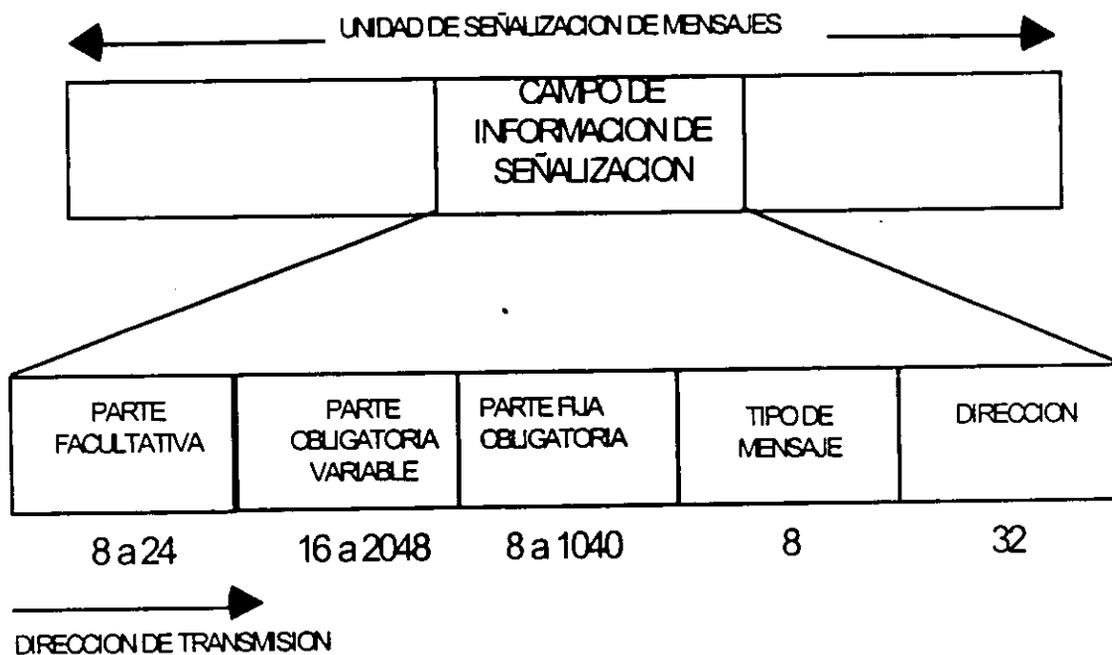


Fig. 2.1.19. Mensaje SCCP

La *dirección* consta del código del punto de destino, el código de punto de origen y el campo de selección e rutas de señalización. El código de punto de destino es determinado por el SCCP a partir de los parámetros de direccionamiento contenidos en la información del usuario.

El *tipo de mensaje* define la función y el formato de un mensaje SCCP. Dependiendo del tipo de transmisión se utilizan distintos tipos de mensajes.

Así, para la transferencia de mensajes sin enlace virtual existen los siguientes tipos:

- Dato unidad
- Servicios de dato unidad

Para la transferencia de mensajes con enlace virtual se utilizan:

Para el establecimiento

- Petición de conexión (CR)
- Confirmación de conexión (CC)

Para la liberación:

- Liberado (RLSD)
- Liberación completa (RLC)

Para transmitir mensajes:

- Forma de datos DT1
- Forma de datos DT2

A continuación se muestran los diferentes tipos de mensajes de la PCCS, según el cuadro 1/Q.713 de la Recomendación Q.713 del CCITT (Libro azul).

La *parte obligatoria fija* del mensaje SCCP contiene los parámetros que son obligatorios y de longitud fija para un determinado tipo de mensaje, en el mensaje CR estos son por ejemplo:

- La referencia local
- La clase de protocolo que se utiliza para la transmisión del mensaje.

Dependiendo del Tipo de mensaje la Parte Fija Obligatoria puede valer de 1 a 130 octetos, los posibles valores se encuentran contenidos en los cuadros 3/Q.713 al 18/Q.713 de la Recomendación Q.713 de CCITT (Libro azul).

La *parte obligatoria variable* contiene parámetros de longitud variable, en el mensaje CR estos son:

- El número telefónico del usuario llamado
- El indicador de usuario del servicio (TCAP, ISUP, etc.)

| Tipos de mensajes | Clases | | | | Código |
|-------------------------------------------|--------|---|---|---|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| PC petición de conexión | | | X | X | 00000001 |
| CC confirmación de conexión | | | X | X | 00000010 |
| CRCH conexión rechazada | | | X | X | 00000011 |
| LIDO liberado | | | X | X | 00000100 |
| LIC liberación completa | | | X | X | 00000101 |
| DT1 forma de datos 1 | | | X | | 00000110 |
| DT2 forma de datos 2 | | | | X | 00000111 |
| AC acuse de recibo de datos | | | | X | 00001000 |
| DTU dato unidad | X | X | | | 00001001 |
| SDTU servicio de dato unidad | X | X | | | 00001010 |
| DA datos acelerados | | | | X | 00001011 |
| AA acuse de recibo de datos acelerados | | | | X | 00001100 |
| PRI petición de reinicialización | | | | X | 00001101 |
| CRI confirmación de reinicialización | | | | X | 00001110 |
| ERR error de unidad de datos de protocolo | | | X | X | 00001111 |
| PI prueba de inactividad | | | X | X | 00010000 |

X Tipo de mensaje existente en esta clase de protocolo

Tabla 2.1.5. Tipos de mensajes de la PCCS

La *parte obligatoria fija* del mensaje SCCP contiene los parámetros que son obligatorios y de longitud fija para un determinado tipo de mensaje, en el mensaje CR estos son por ejemplo:

- La referencia local
- La clase de protocolo que se utiliza para la transmisión del mensaje.

Dependiendo del Tipo de mensaje la Parte Fija Obligatoria puede valer de 1 a 130 octetos, los posibles valores se encuentran contenidos en los cuadros 3/Q.713 al 18/Q.713 de la Recomendación Q.713 de CCITT (Libro azul).

La *parte obligatoria variable* contiene parámetros de longitud variable, en el mensaje CR estos son:

- El número telefónico del usuario llamado
- El indicador de usuario del servicio (TCAP, ISUP, etc.)

La Parte Obligatoria Variable puede tener de 2 a 256 octetos y también depende del Tipo de Mensaje. Ver cuadros 3/Q.713 al 18/ Q.713 de CCITT (Libro azul).

La parte *facultativa* del mensaje contiene parámetros que pueden estar presentes en cualquier tipo de mensaje, por ejemplo:

- El número telefónico del usuario que llama
- Los mensajes de usuario que deben transmitirse.

En esta parte también dependiendo del tipo de mensaje se pueden tener de 1 a 3 octetos. (Cuadros 3/Q.713 al 18/Q.713).

Nota: Como puede observarse en los cuadros 3/Q.713 al 18/Q.713 de CCITT, se puede ver que si la Parte Obligatoria Variable es igual a 256 octetos, entonces la Parte Obligatoria Fija no existe; por lo tanto se tiene en suma en el campo SIF un valor menor a 272 octetos. También puede observarse que si la Parte Obligatoria Fija es igual a 130 octetos, entonces la Parte Obligatoria Variable vale 3 octetos y el campo SIF vale un poco menos de 272 octetos.

PROCEDIMIENTOS DE SEÑALIZACIÓN

El SCCP ofrece dos clase de protocolo para cada tipo de transporte de mensajes.

Para el transporte de mensajes sin conexión de señalización virtual el SCCP ofrece las clases de protocolos 0 y 1:

- Clase de protocolos 0

En la clase de protocolo 0, los mensajes SCCP son transmitidos individual e independientemente entre sí por la parte de transferencia de mensajes.

-Clase de protocolos 1

En la clase de protocolos 1, los mensajes SCCP son transmitidos por el usuario en una secuencia definida.

Para el transporte de mensajes con conexión de señalización virtual la SCCP ofrece las clases de protocolos 2 y 3:

-Clase de protocolos 2

Para el establecimiento de una conexión de señalización virtual, las SCCP de los puntos terminales de señalización de la transacción de señalización correspondiente se transmiten mutuamente sus propios códigos e puntos de origen. Además, asignan al proceso para el que establecen la conexión de señalización virtual (por ej. el uso de alguna facilidad mientras está establecida la conexión), referencias locales que también se intercambian mutuamente. Con la referencia local, la SCCP correspondiente puede asignar los mensajes que va recibiendo al proceso correspondiente.

-Clase de protocolos 3

La clase de protocolo 3 cumple las mismas funciones que la clase de protocolo 2, esta clase de protocolo 3 incluye adicionalmente la posibilidad de limitar las unidades de señalización en el origen y además, medidas de seguridad contra la pérdida de mensajes y contra alteraciones de la secuencia de los mensajes.

El transporte de mensajes sin conexión de señalización virtual es utilizado por ejemplo por el TCAP, es especialmente adecuado para el transporte frecuente de mensajes cortos. Un caso típico de aplicación es la tarjeta de crédito, para verificar su validez puede enviarse un mensaje de consulta a un centro de cálculo y recibirse la respuesta por la misma vía.

Para el transporte de mensajes sin conexión de señalización virtual, la SCCP genera un mensaje UDT de los datos del usuario y la dirección determinada y lo envía a la parte de transferencia de mensajes para su transmisión al destino deseado.

El transporte de mensajes con conexión de señalización virtual puede ser utilizado, por ejemplo por la ISDN-UP para el procesamiento de facilidades.

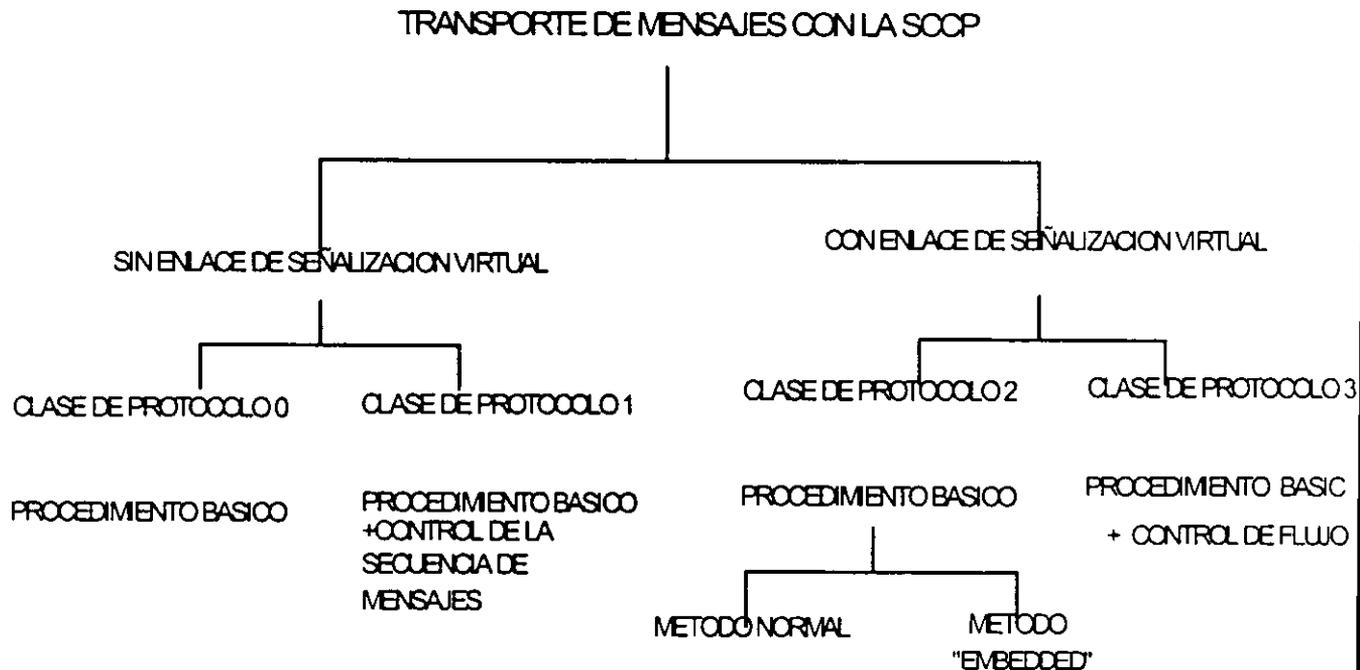


Fig. 2.1.20 Clases de protocolos para el transporte de mensajes por la SCCP

Cuando la SCCP recibe del usuario una petición de establecimiento de una conexión de señalización virtual, envía un mensaje CR a la SCCP en el punto terminal de señalización opuesto. El mensaje CR contiene, entre otras cosas, la referencia local e indicaciones sobre la clase de protocolos utilizada.

Para el transporte del mensaje CR se dispone en la clase de protocolos dos de los métodos:

- Método normal

El mensaje CR es enviado como mensaje autónomo al punto de señalización opuesto.

- Método incorporado (Embedded method)

El mensaje CR se integra en otro mensaje, por ejemplo en el de la ISDN-UP, este método tiene la ventaja de que la SCCP no tiene que determinar el código de punto de destino.

En la clase de protocolos 3 se emplea solamente el método normal.

Al recibir un mensaje CR, la SCCP en el lado de recepción también asigna al proceso una referencia local y la envía en el mensaje CC al lado de transmisión junto con el código del punto de señalización del lado de recepción. Ahora, ambas centrales conocen el número de código y la referencia local de la otra y pueden direccionar mensajes para el proceso directamente al punto de señalización opuesto.

2.1.8. - Capacidad de Transacción (TCAP)

(Rec. Q.771 a Q.775)

Esta parte apoya el intercambio de mensajes entre usuarios en diferentes puntos de la red del sistema SS7, a través de conexiones de canal común, sin que sean creadas para tal efecto conexiones de canal útil, las aplicaciones de TCAP surgen por ejemplo:

- En la red de radiotelefonía móvil, para indicar a la central local el lugar donde se encuentra un usuario en la red.
- En relación con tarjetas de crédito, para registrar movimientos de cuentas y verificar validez
- Intercambio de información de señalización no relacionada con el canal útil en grupos cerrados de usuarios
- Para consultar estados operativos y activación de funciones en nodos de la red distantes.

La TCAP es un usuario de SCCP y utiliza el transporte de mensajes sin conexión de señalización virtual.

El usuario TCAP tiene a su disposición dos modalidades para la transferencia de mensajes:

- Dialogo no estructurado
- Dialogo estructurado

En el primero, el usuario de TCAP entrega a la propia TCAP componentes individuales de mensajes que según la petición del usuario son transmitidos por la TCAP al destino deseado individualmente o en grupo. La TCAP no puede establecer una correlación entre el componente de mensajes transmitido y la respuesta que se haya recibido eventualmente.

En el segundo caso el usuario de TCAP establece un dialogo con el usuario de TCAP remoto e intercambia con éste mensajes durante el diálogo. Los componentes de mensajes y las respuestas pueden correlacionarse directamente entre sí. La estructura del mensaje se muestra a continuación:

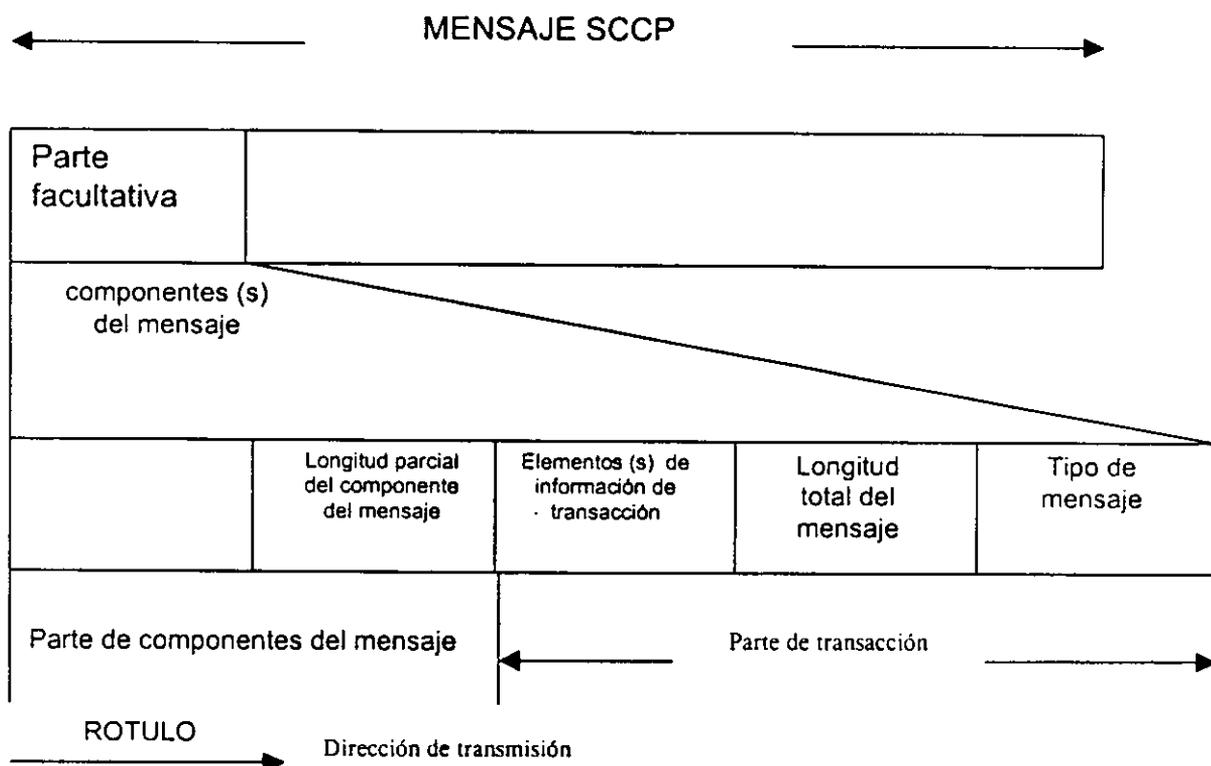


Fig. 2.1.21. Aplicación de TCAP

El *tipo de mensaje* define la función del mensaje TCAP, el usuario TCAP tiene a su disposición los siguientes mensajes:

| Tipo de Mensaje | HGFEDCBA |
|-----------------|----------|
| Unidireccional | 01100001 |
| Comienzo | 01100010 |
| (Reservado) | 01100011 |
| Finalización | 01100100 |
| Continuación | 01100101 |
| (Reservado) | 01100110 |
| Aborto | 01100111 |

Tabla 2.1.6. Tipos de Mensajes de TCAP

Todos para funciones de diálogo.

La *longitud total del mensaje* indica la cantidad de octetos que tiene un mensaje. Los *elementos de información de transacción* existen sólo en el diálogo estructurado y contienen entre otras partes:

- Indicador de transacción
- La causa de la interrupción

Los bits de este campo se codifican como se indica en el cuadro I/Q.773 de CCITT (Libro azul) que se muestra a continuación:

| CLASE | CODIFICACIÓN (HG) |
|---------------------------|-------------------|
| Universal | 00 |
| Propio de una aplicación | 01 |
| Específico de un contexto | 10 |
| Uso privado | 11 |

Tabla 2.1.7. Clases de campo Elementos de Información de Transacción

Ver cuadros 3/Q.773 al 15/Q.777 de la Recomendación Q.777 de CCITT (Libro azul). La *parte de componentes del mensaje* contiene uno o varios componentes del mensaje. Uno de los datos generales incluidos en la parte de componentes del mensaje, es la *longitud del componente del mensaje*. El componente del mensaje tiene siempre la misma estructura e incluye los siguientes campos:

Tipo de componente que puede ser:

- Invoke (activar red distante)
- Regresa resultado
- Regresa por error
- Rechazo
- Longitud de componente
- Elementos de información que a la vez se dividen en:

- Invoke
- Código de operación
- Código de error
- Código de problema
- Parámetro.

Ver cuadros 15/Q.773 al 30/Q.773 de la Recomendación Q.773 de CCITT (Libro azul).

2.2. - LAP-D EN SS#7

La señalización de control de red sufrió una transición, ya que de ser una señalización de canal asociado pasó a ser una señalización de canal común apropiado. El canal común de señalización es más flexible y poderoso que el canal asociado de señalización y es más compatible para soportar los requerimientos de la red digital integrada. La transición culmina con la señalización número 7 (SS#7), primero emitida por el CCITT en 1980, con revisiones en 1984 y 1988. La señalización número 7 está designada a ser un canal común de señalización estandarizado que puede ser usado sobre una variedad de redes digitales de conmutación de circuitos.

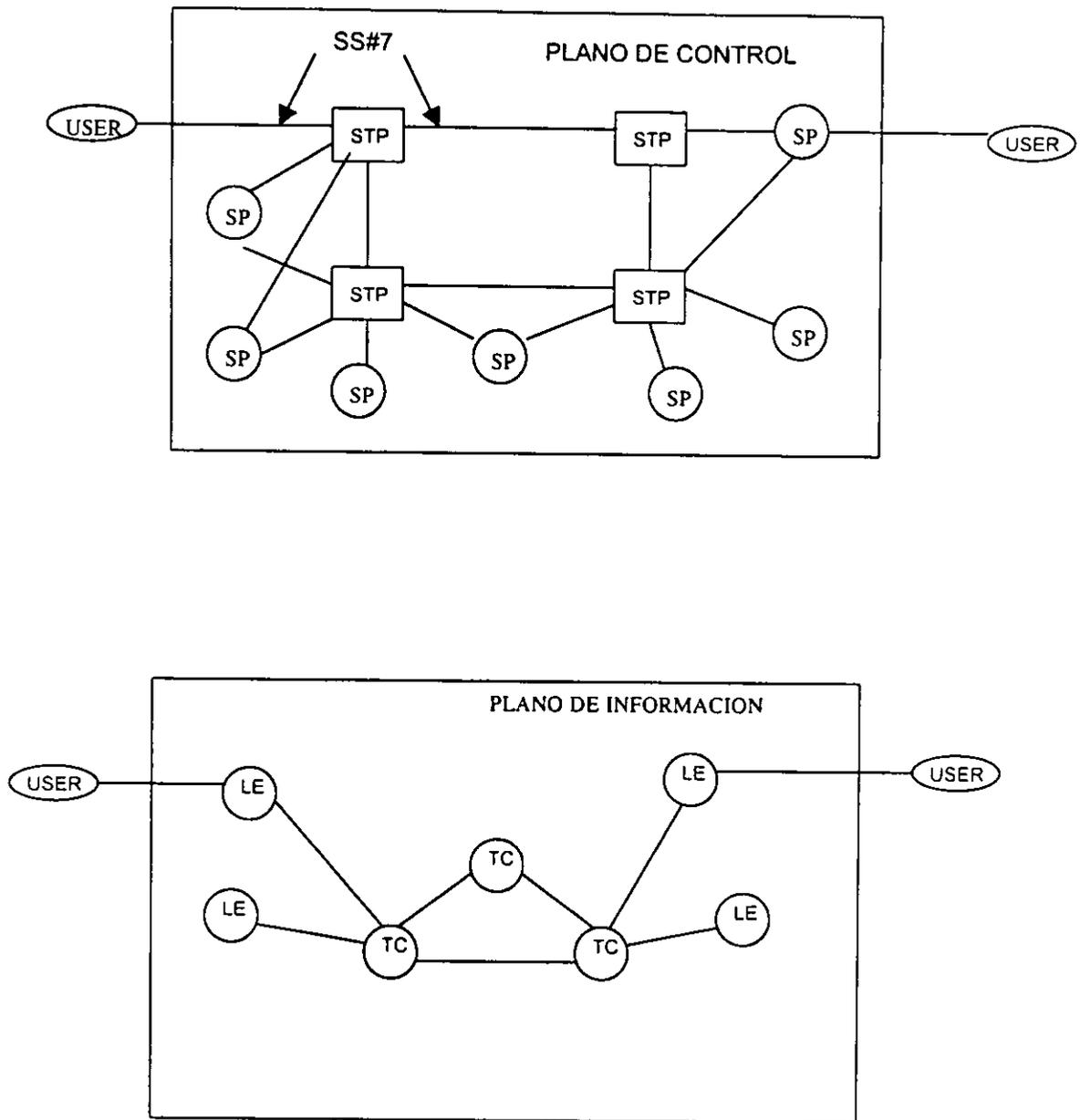
Además, la señalización número 7 es para ser usada específicamente en RDSI. El SS#7 es el mecanismo que suministra control interno e inteligencia a la red que es esencial para una RDSI.

Con la señalización de canal común, el control de mensajes es enrutado a través de la red a la administración de llamadas ejecutadas (organización, mantenimiento, terminación) y administración de las funciones de la red. Estos mensajes son bloques cortos o paquetes pequeños que pueden ser enrutados a través de la red.

Un enlace de señalización es un enlace de datos que conecta puntos de señalización, la figura siguiente destaca la distinción entre la función de conmutación de paquetes de señalización y la función de conmutación de circuitos que transfieren información de una arquitectura de señalización no asociada.

Podemos considerar que hay dos planos de operación. El plano de control es el responsable de establecer y controlar las conexiones. Esta conexión es solicitada por el usuario sobre el canal D usando las Recomendaciones I.451/Q.931 (LAP-D). Este canal D es por ejemplo el canal 16 usado para señalización en un enlace modulado por codificación de pulsos E1 (LAP-B).

Recordemos que en un enlace PCM E1 el canal 16 de cada trama es el canal usado para la señalización. En el acceso primario a 2.048 Mbps. Cualquier intervalo puede ser usado para la señalización y es llamado canal D. Por lo que la principal diferencia entre un enlace PCM E1 y un enlace primario (30B+D) es que el E1 utiliza canal asociado de señalización (CAS) y el 30B+ D no utiliza el canal asociado de señalización (no-CAS), sino que utiliza el CCS (señalización por canal común).



STP= Puntos de transferencia de señalización
 PS= Puntos de señalización
 TC= Central de tránsito
 LE= Central telefónica local
 USER= Usuario

Figura 2.2.1 Planos de operación

Recordando las figuras:

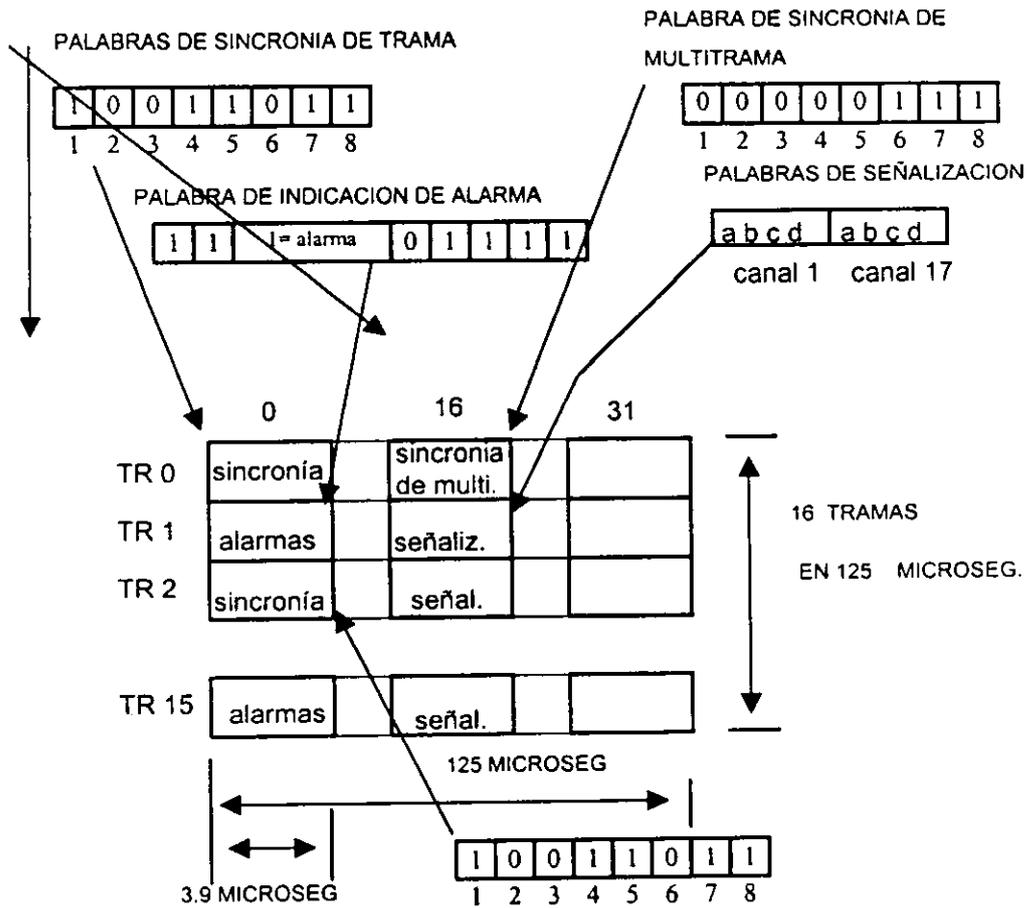


Fig. 2.2.2. Enlace PCM E1 CAS

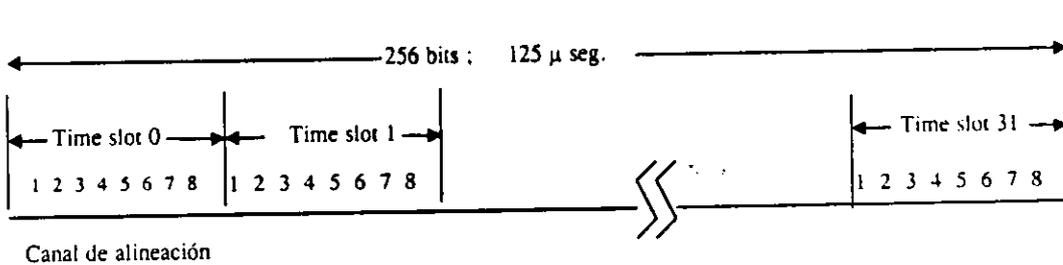


Fig. 2.2.3 Enlace primario (30B+D) NO-CAS

Recordemos también que en LAP-B en X.25 el campo de dirección identifica al receptor deseado de una trama de instrucción y al transmisor de una trama de respuesta y soporta sólo conmutación de paquetes.



Fig. 2.2.4. Red pública conmutada con datos en forma de paquetes en LAP-B.

El campo de dirección en una trama HDLC solo era de 8 bits como se ve en la siguiente figura:

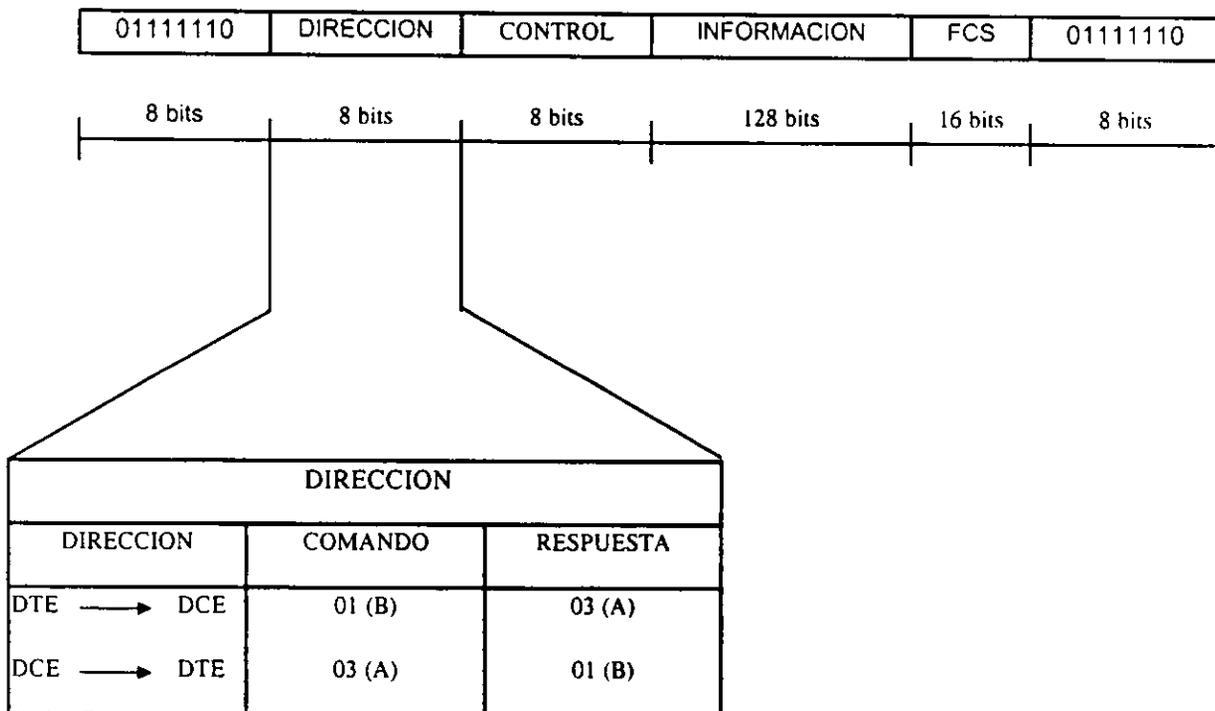


Fig. 2.2.5 El campo de Dirección en la trama HDLC

Este sistema de comunicación era asociado a canal, o sea que la transmisión de información de control se llevaba a cabo en los mismos canales útiles de información de usuario.

Ahora en RDSI, el LAP-D tiene la capacidad de mantener simultáneamente diferentes flujos de información provenientes de diversas terminales utilizando dos octetos en su campo de dirección, en estos octetos se identificarán una o varias conexiones al canal D (ICED), captando el extremo terminal (IET) y el punto de acceso a servicios (IPAS), como observamos en la trama de LAP-D que se presenta a continuación.

Por lo tanto, a diferencia de LAP-B; LAP-D soporta información de señalización para conmutación de circuitos de modo paquete en el canal D o sea el canal 16.

El sistema de señalización número 7 utiliza un sistema de comunicación de canal común, en este sistema el canal de señalización es un canal separado de los canales útiles de información de usuario; éste puede ser usado en LAP-D para RDSI.

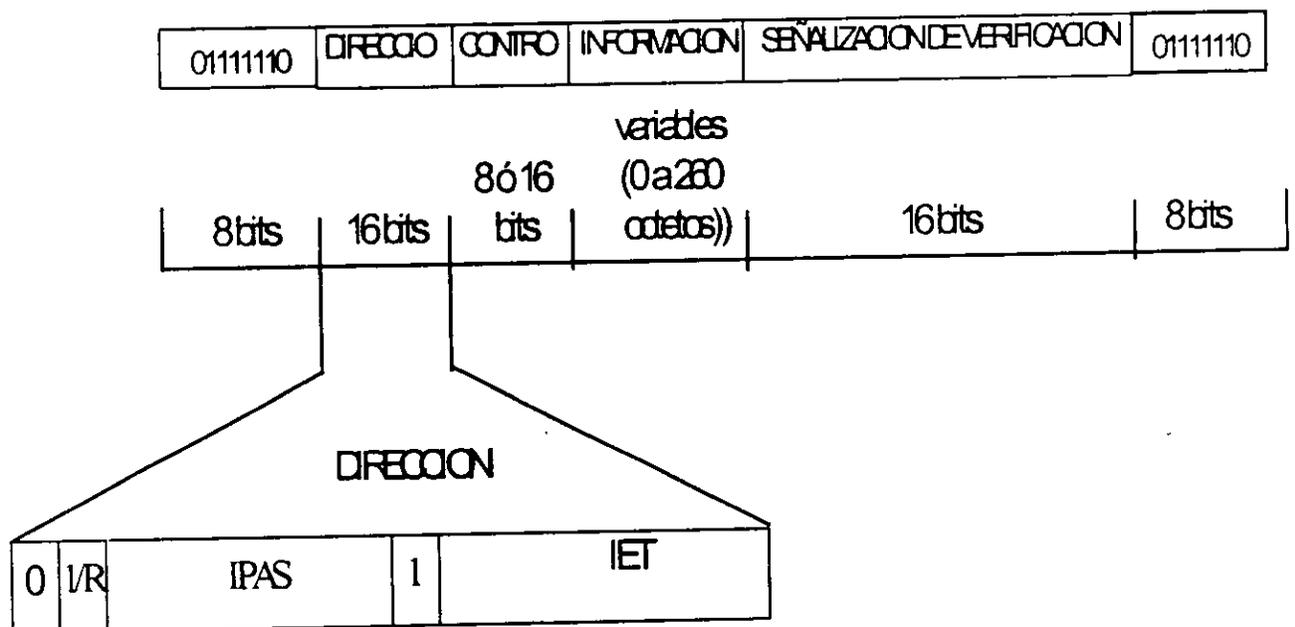


Fig. 2.2.6 Campo de Dirección en la trama LAP-D

La I.451/Q.931 es un diálogo entre el usuario y la central telefónica local. Para este propósito, la central telefónica local actúa como un punto de señalización, desde ahí, debe convertir entre el diálogo con el usuario I.451/Q.931 y los mensajes de control dentro de la red que realmente ejecuta las acciones de respuesta del usuario (SS7). Interno a la red, el SS7 es usado para establecer y mantener una conexión, este proceso tal vez incluye uno o más puntos de señalización y puntos de transferencia de señalización.

Una vez que la conexión es retirada, la información es transferida de un usuario a otro, extremo a extremo en el plano de información. Un circuito de usuario es retirado de la central telefónica local a otra, quizá se puede pensar en la existencia de una o más rutas de nodos de conmutación de circuitos, referidos a centros de tránsito. Alguno de esos nodos (centrales telefónicas locales, centros de tránsito) son también puntos de señalización, ya que ellos pueden ser capaces de enviar o recibir mensajes de SS7 en orden o establecer y organizar la conexión.

CAPITULO 3

3. - PARAMETROS DE OPERATIVIDAD DE UNA RED RDSI CON SEÑALIZACION NUMERO 7.

3.1. - Sincronia de Red (Plan de Sincronia)

Cuando un enlace de transmisión digital está conectado hacia un conmutador digital es deseable sincronizar los dos sistemas para tener el enlace de transmisión obteniendo su sincronía del conmutador. Una excepción de este modo de operación ocurre cuando un enlace de transmisión digital está conectado a un conmutador digital en ambos extremos. Generalmente un enlace de transmisión en una red completamente digital deriva su sincronía de uno solo de los conmutadores al cual está conectado. Si el otro conmutador no está sincronizado al primero de alguna manera una interface desincronizada necesariamente resulta. Esta parte tiene que ver con la sincronización de la red en general; no simplemente la sincronización de una sola interface. Básicamente la sincronización de la red, implica la sincronización de los conmutadores de la red. Los enlaces de una transmisión pueden entonces ser sincronizados automáticamente derivando directamente la sincronía de un modo de conmutación.

Hay dos razones básicas para prestar asidua atención a las necesidades de sincronía en una red digital. Primero, la red deberá prevenir deslizamientos no controlados que podrían producir tramas defectuosas, desconexiones sin advertencia y conexiones cruzadas. Generalmente es muy difícil o muy costoso prevenir todos los deslizamientos. De esta manera un segundo aspecto de un plan de sincronía de red requiere establecer un porcentaje máximo de deslizamientos controlados como parte de los objetivos de un circuito de calidad extremo a extremo.

La sincronización de redes privadas es algunas veces difícil porque las topologías de red no están diseñadas con sincronización de red en mente y los equipos de

La I.451/Q.931 es un diálogo entre el usuario y la central telefónica local. Para este propósito, la central telefónica local actúa como un punto de señalización, desde ahí, debe convertir entre el diálogo con el usuario I.451/Q.931 y los mensajes de control dentro de la red que realmente ejecuta las acciones de respuesta del usuario (SS7). Interno a la red, el SS7 es usado para establecer y mantener una conexión, este proceso tal vez incluye uno o más puntos de señalización y puntos de transferencia de señalización.

Una vez que la conexión es retirada, la información es transferida de un usuario a otro, extremo a extremo en el plano de información. Un circuito de usuario es retirado de la central telefónica local a otra, quizá se puede pensar en la existencia de una o más rutas de nodos de conmutación de circuitos, referidos a centros de tránsito. Alguno de esos nodos (centrales telefónicas locales, centros de tránsito) son también puntos de señalización, ya que ellos pueden ser capaces de enviar o recibir mensajes de SS7 en orden o establecer y organizar la conexión.

conmutación (PBXs) no están diseñados para proveer sincronización a otros nodos. Además, las redes privadas frecuentemente se interconectan a múltiples portadoras en múltiples lugares. Determinando que señales sincronizan a, particularmente unas bases dinámicas cuando una señal de referencia viene no disponible, es excepcionalmente difícil.

Hay seis proposiciones básicas o consideradas para usar, en la sincronización de una red digital:

1. - Plesiocronía
2. - Red amplia de pulso stuffing
3. - Sincronización mutua
4. - Red maestra
5. - Reloj Maestro-esclavo
6. -Paquetización

3.1.1. - Plesiocronía

Una red plesiocrona no sincroniza la red, sino simplemente usa en todos los nodos de conmutación relojes sumamente exactos, así el índice de deslizamientos entre los nodos es aceptablemente bajo. Este modo de operación es probablemente el más simple a implementar ya que evita la distribución de sincronía por toda la trama. Una red Plesiocrona de cualquier modo, supone que los pequeños nodos conmutados llevan el valor de la carga de fuentes de sincronía altamente exactas y redundantes. Como un arreglo las redes grandes pueden ser divididas dentro de subredes para propósitos de sincronía y utilizar operaciones plesiocronas para sincronización entre subredes y algunas otras, mayor costo efectividad significa proveer sincronización entre las subredes. Como ejemplo la red telefónica pública en los Estados Unidos utiliza sincronización plesiocrona en los niveles superiores.

La sincronía plesiocrona es también utilizada para sincronizar las interconexiones de la red digital internacional. En la Recomendación G.811, el CCITT ha establecido los

objetivos de estabilidad para todos los relojes de todas las compuertas de los conmutadores digitales internacionales. El objetivo de estabilidad de una parte en 10^{11} implica que los deslizamientos entre compuertas de conmutadores internacionales ocurrirán con un índice de 1 por 70 días. (Esto asume que un reloj es positivo en una parte en 10^{11} y otro negativo en otra parte en 10^{11}).

3.1.2. -Pulso stuffing de red amplia

Si todos los enlaces internos y conmutadores de una red fueron diseñados para correr en índice nominal ligeramente más alto que el índice nominal de un proceso de digitalización de voz, todas las señales de voz podrían propagarse a través de la red sin deslizamientos por el índice de información de relleno por arriba del índice de canal local. Ninguno de los relojes deberían estar sincronizados uno con otro, y relativamente la aguda exactitud del reloj podría ser tolerada. Cualquier interface entre sistemas correrá abajo de diferentes relojes, mientras, los canales individuales no deberían llenarse desde el índice entrante y llenarse por arriba a el índice local o saliente.. En resumen los enlaces TDM de la red deberían proveer canales TDM a través de los cuales los datos de usuario fluyan en un índice muy bajo y variable siendo las diferencias absorbidas por el bit stuffing interno.

En contraste con las operaciones del bit stuffing de los multiplexores de alto nivel donde todos los canales en una señal digital de nivel inferior son rellenos como un grupo, las operaciones conmutadas implican que cada canal puede ser relleno independientemente. La necesidad de separar las operaciones del bit stuffing es ilustrada en la siguiente figura, que muestra la existencia de dos señales de voz conmutadas dentro de un enlace común TDM de salida. Obviamente, el bit índice R3 de ambos canales de salida es idéntico. Si los dos canales originan en porciones de la red corriendo debajo de diferentes reloje R1 y R2, el bit stuffing deberá hacerse ajustar separadamente de cada canal.

La necesidad de rellenar independientemente cada canal en toda interface de conmutación previene el bit stuffing como una solución económicamente factible para los problemas de sincronía de red. El bit stuffing es usado para multiplexores de alto nivel principalmente porque otro procedimiento de sincronización no está aun establecido. Como las redes digitales evolucionan y la capacidad para sincronizar los relojes de todas las señales digitales de niveles inferiores surgidas, el bit stuffing probablemente será innecesario.

Un ejemplo en que el bit stuffing puede ser siempre deseable es sobre el enlace digital satelital que está temporizado para correr relojes libres en el satellite.

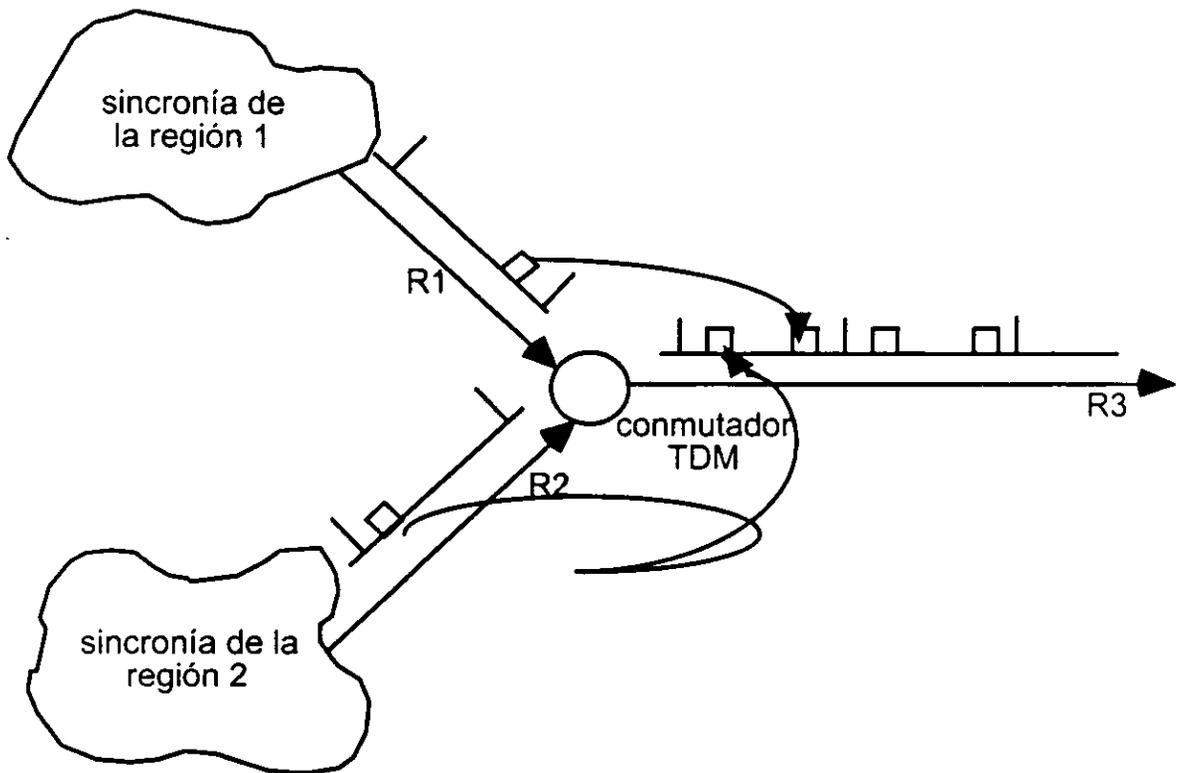
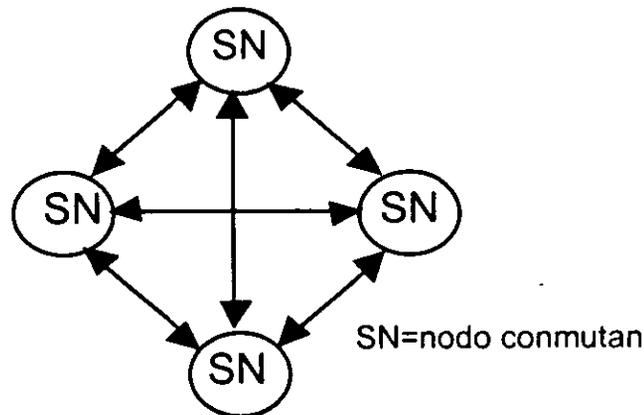


Fig.3.1.1. - Conmutación de dos canales con con diferentes índices sobre una salida común
TDM

3.1.3. - Sincronización mutua

La sincronización mutua establece una frecuencia de reloj de red común para tener todos los nodos en la red intercambiando frecuencias cómo se muestra en la siguiente figura:



3.1.2. Sincronización mutua

Cada nodo promedia la referencia entrante y usa esta para su reloj local y transmisor. Después de un periodo de inicialización, el reloj de la red normalmente converge para una sola frecuencia estable. Bajo ciertas condiciones, de cualquier modo, el proceso promedio puede llegar a ser inestable.

Los principales atractivos de una red sincronizada mutuamente es su capacidad para seguir operando a pesar de un reloj fallido en cualquier nodo. Las principales desventajas son las inseguridades de la frecuencia promedio exacta y el desconocimiento del comportamiento transitorio. Por estas razones la sincronización mutua no está considerada para la red de telefonía de Norte América. En Gran Bretaña, en cualquier modo, la estructura jerárquica de sincronía ha sido investigada y esta esa utiliza sincronización mutua dentro de alguno de los niveles.

3.1.4. - Red maestra

Otro método de sincronizar la red es mostrado más adelante. Con éste método un solo reloj maestro es transmitido para todos los nodos posibilitandolos dentro de una frecuencia común. Como se indica, todos los nodos de la red están directamente conectados hacia la red maestra implicando la necesidad de una transmisión separada y dedicada de la red para la distribución de la referencia. Consideraciones de fiabilidad también implican patrones alternos suministrados para cada nodo. Por consideraciones de costo para la red sincronizada separada y problemas de fiabilidad con referencia de distribución una red maestra con transmisión directa para cada nodo es indeseable.

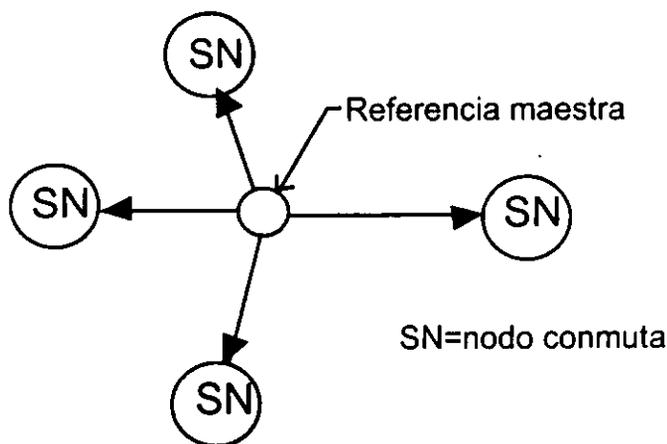


Fig.3.1.3. - Sincronización de la red Maestra

3.1.5. - Sincronización maestro-esclavo

La principal desventaja para una sincronización de red maestra es su necesidad para separar y facilidad de transmisión a cualquier nodo. La siguiente figura muestra una combinación de la red que disemina una referencia maestra de paso de enlaces de mensajes.

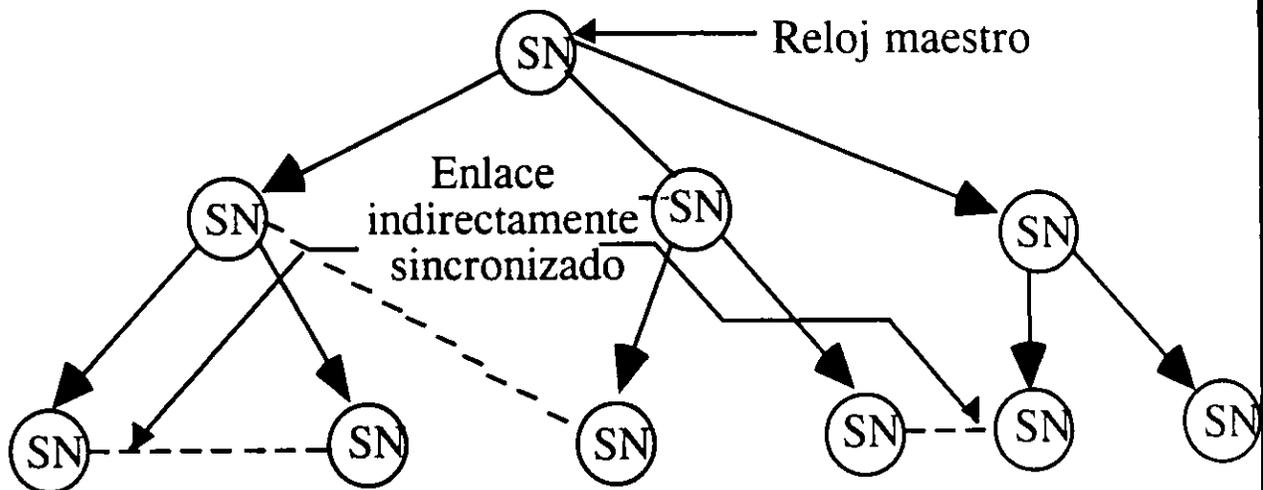


Fig. . - 3.1.4. Sincronización Maestro-esclavo

Una frecuencia de referencia de la red es transmitida a pocos nodos conmutados seleccionados de muy alto nivel. Después estos nodos sincronizan sus relojes a la referencia y eliminan el bacheo de sincronía de la transmisión enlace-inducido, la referencia es transmitida sobre conmutadores de niveles inferiores por el camino de enlaces digitales existentes, los siguientes conmutadores de nivel bajo, en turno, sincronizan a un enlace entrante desde un nivel de conmutadores alto y pasan la sincronía sobre otro nivel de conmutadores por el camino de sus enlaces digitales salientes. El proceso de permitir la referencia hacia abajo desde un nivel hacia el próximo es referido como una "sincronización maestro-esclavo".

Desde que todos los nodos conmutados en la red están sincronizados unos u otros directamente o indirectamente a la misma referencia, todos ellos corren la misma sincronía nominal. De esta manera los deslizamientos normalmente no ocurrirían, de cualquier modo, a causa de los diferentes caminos en que la sincronía es diseminada, a corto plazo diferentes frecuencias pueden ocurrir entre algunos nodos. Si estos nodos están sincronizados indirectamente, como se muestra en la siguiente figura, deslizamientos infrecuentes pueden ocurrir. Además las consideraciones de fiabilidad implican que relojes de reserva podrían ser suministrados en todos los conmutadores en un sistema de distribución de relojes que fallan. Cuando esto

sucede los deslizamientos llegan a ser lo más probables, pero solo después los respaldos de los relojes relativamente estables tienen suficiente tiempo de dirección para la frecuencia común de referencia.

AT&T y la Asociación de los Estados Independientes de Telefonía (USITA) originalmente seleccionaron la sincronización maestro-esclavo para la red de conmutación digital en los Estados Unidos. La frecuencia de referencia es localizada en Hillsboro Missouri para que el centro de conmutación N.4ESS seleccionado reciba su sincronía pasando por facilidades de transmisión dedicada. La sincronización de otros conmutadores distintos ocurre pasando por enlaces de transmisión digital existentes. El plan original estuvo modificado para usar sincronización plesiocrona en niveles superiores

3.1.6. - Paquetización

Otra forma de sincronización de la red puede ser mencionada la red de conmutación de paquetes, la conmutación de paquetes, separa mensajes en bloques identificables (paquetes) de datos. En los bloques mientras tanto, los enlaces de transmisión transportan uno u otro código de control de mensajes. Si todos los mensajes (de control y de datos) están separados por un intervalo nominal de transmisión desocupada la Sincronía Elástica puede estar reseteada en preparación para el próximo bloque. Ya que cada bloque es limitado en longitud, la Sincronía Elástica puede absorber diferentes relojes y evitar pérdidas de datos (en esencia los deslizamientos ocurren en los códigos desocupados solamente.

Las redes de conmutación de paquetes han sido desarrolladas principalmente para aplicaciones de comunicaciones de datos aunque las redes de conmutación de paquetes de voz también han sido propuestas. Una propuesta interesante en esa consideración es la red ISDN Banda- ancha, Recomendación que especifica Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) para la arquitectura de la red para voz y datos.

3.2. - Deslizamientos

Como es indicado en la figura la interface de cada enlace digital entrante necesariamente contiene una Sincronía Elástica para eliminar el bailoteo en un enlace de transmisión. La Sincronía Elástica en el primer conmutador digital es escrito en la línea del reloj recuperada, pero leyendo desde el índice local R1. Si el índice promedio de la línea de reloj recuperada R2 es diferente de R1, la Sincronía Elástica puede eventualmente subcircular o sobrecircular, dependiendo en que índice es extendido. Cuando R2 es más grande que R1, la Sincronía Elástica en el primer sobreflujo del conmutador digital causa una pérdida de datos. Si R2 es menor que R1, el mismo subflujo de Sincronía Elástica causa datos ajenos al ser insertado dentro de el conmutador un flujo de bits. Normalmente los datos ajenos son una repetición de bits de datos ya transferidos dentro de el conmutador.

Las perturbaciones en el flujo de datos causado por sobreflujo o subflujo de una Sincronía Elástica son referidos cómo deslizamientos.

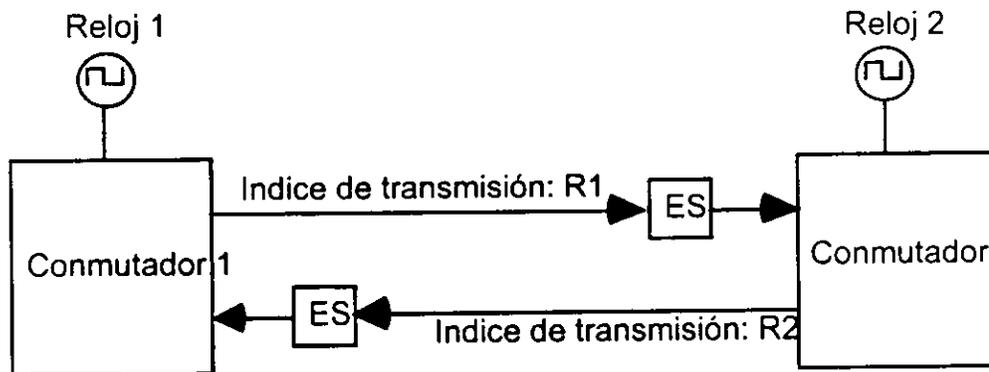


Fig. 3.2.1. - Comunicación entre conmutadores digitales sincronizados autónomos

Deslizamientos incontrolados representan daños muy significativos en una red digital porque generalmente causan una pérdida de sincronización en la trama. Por lo tanto, los deslizamientos son permitidos en solo modos establecidos que no desordenen tramas. Un método general para controlar los deslizamientos es para asegurar que suceda solamente en forma de una repetición o supresión de una

trama entera. De esta manera la ranura de tiempo contrarrestada y la trama lógica asociada con el grupo múltiple permanece sincronizada. Los deslizamientos controlados incluyendo tramas enteras pueden ser asegurados usando Sincronía Elástica con por lo menos una trama de almacenamiento. Mientras un deslizamiento ocurre, el nivel de almacenamiento en la Sincronía Elástica es efectivamente incrementada o decrementada por una trama completa. Actualmente en vez de insertar o suprimir una trama de información el efecto deseado es logrado más fácilmente por puntos indicados en un acceso de memoria fortuito. Como es mostrado en la siguiente figura:

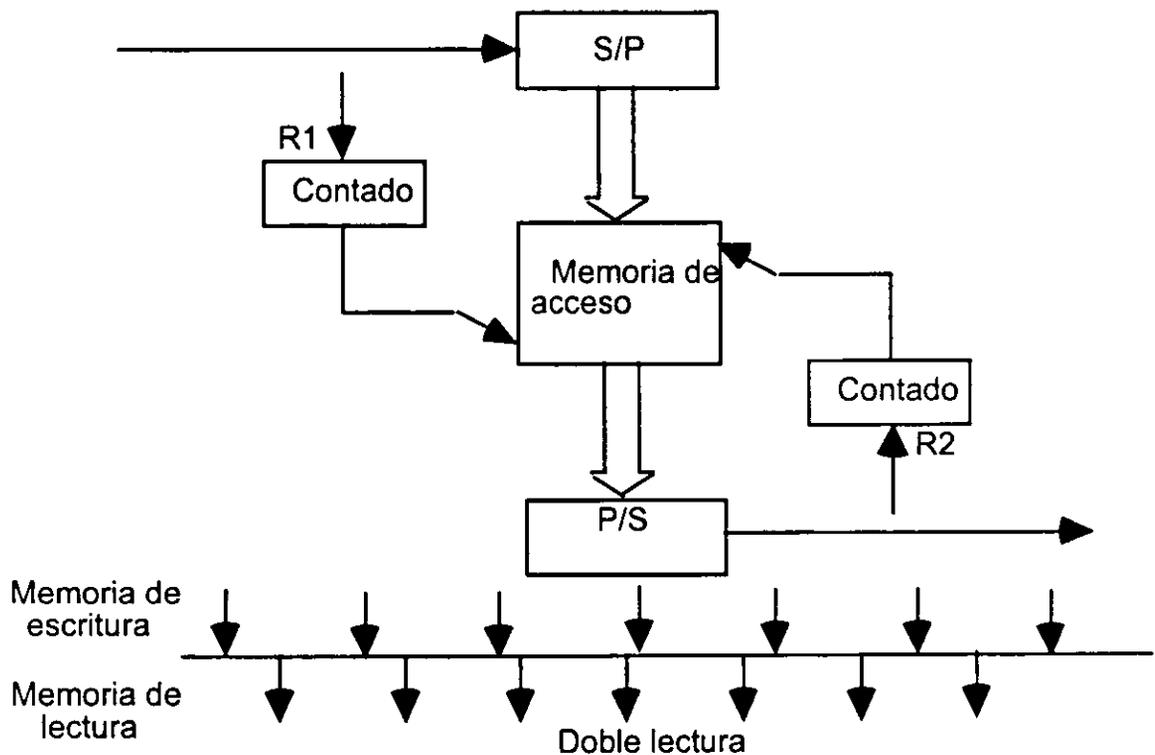


Fig.3.2.2. - Operación de la sincronía Elástica con una trama de memoria

La Sincronía Elástica en la figura funciona por la información de entrada secuencialmente escrita dentro de la memoria correspondiente direccionada a un canal individual TDM. Los datos para canal de salida individual son obtenidos por

lectura de la misma dirección en el mismo modo secuencial. Idealmente si no hay compensación entre la velocidad del reloj, el tiempo leído de cada canal ocurre a la mitad entre el tiempo inscrito por los canales correspondientes. La Sincronía Elástica entonces tiene la capacidad de absorber las variaciones de transmisión retrasada hasta la mitad de un tiempo de trama.

El diagrama de sincronía en la figura anterior ilustra una compensación de sincronía exagerada en que el reloj conmutador R2 es más grande que el reloj R1 enviado. Mientras es indicado, el tiempo de lectura alcanza gradualmente con el tiempo de escritura hasta que ocurre una lectura doble. En ese tiempo la información recuperada por cada canal es una repetición de la información recuperada por la previa trama de salida. Aunque el tiempo de lectura y escritura para solamente un canal está mostrado, el tiempo correspondiente para todos los otros canales tiene la misma relación. De esta manera todos los canales se deslzan juntos. Notese que si R1 es mayor que R2 , un deslizamiento ocurre cuando una doble escritura en todos los canales causa que la información sea sobreescrita en la previa trama enviada.

La operación de la Sincronía Elástica es muy similar a la operación intercambio de memoria en una ranura de tiempo. Esta relación es explotable en un conmutador TST, donde la memoria de entrada puede suministrar la función de Sincronía Elástica y la función de tiempo de conmutación. Cuando las dos funciones son combinadas los deslizamientos generalmente ocurren en diferentes tiempos para diferentes canales. No obstante, los canales individuales mantienen un alineamiento de trama apropiado, ya que cada canal es transferido a través de la memoria de entrada usando las direcciones de memoria dedicadas.

Una atractiva característica de usar la memoria interna como una Sincronía Elástica es que, cuando se establece una nueva conexión, una ranura de tiempo de conmutación interna puede ser elegida para que la memoria interna leída esté intermedia entre la memoria interna de escritura por el canal particular. De esta manera un deslizamiento en esa conexión no ocurrirá por un largo tiempo

Probablemente no hasta después de que es liberada la conexión un largo tiempo después. (Con relojes precisos de solo una parte en 10^8 , el tiempo entre deslizamientos en cualquier canal es 3.5 hr).

Un problema potencial con la Sincronía Elástica en la figura mostrada, ocurre cuando los tiempos de lectura y escritura casi coinciden. Cuando ambos accesos a un sólo canal ocurren uno después de otro, la inestabilidad transitoria de sincronía puede causar los dos accesos para cruzar de acá para allá con respecto a cada uno. De esta manera los deslizamientos causados por doble lectura pueden continuar por deslizamientos causados por doble escritura y viceversa. Para remediar esta situación, alguna cantidad de Histeresis es necesitada en el proceso de ajuste contrarrestado. La Histeresis de nuevo, implica que el almacenamiento adicional es necesitado para aplazar el caso de un tipo de deslizamiento después se tiene a un deslizamiento de el otro tipo que ha ocurrido recientemente.

Una forma de implementar una Sincronía Elástica con la deseada histéresis es la de usar dos tramas de almacenamiento como se muestra en la figura de la página opuesta.

Las perturbaciones en el flujo de datos causado por sobreflujo o subflujo de una Sincronía Elástica son referidos como deslizamientos. Por conveniencia la Sincronía Elástica es dividida entre una trama de memoria A y otra trama de memoria B. El contador lógico de nuevo accesa las memorias de manera secuencial excepto que las tramas esten escritas alternativamente entre las memorias A y B. Bajo operación normal, las memorias accesan en la misma dirección para la salida de datos. Cuando un deslizamiento es inminente, de cualquier modo el control lógico causa la salida del canal contrario para ser hasta ser resentido para que la memoria A sea leída dos veces en forma continúa.

Esta situación es mostrada en el diagrama sincronizado de la figura que es mostrada a continuación, otra vez se asume que R_2 es más grande que R_1 . El punto importante que debe ser notado en el diagrama de sincronía es posterior al al

procedimiento de ajuste del contador a una doble lectura de memoria A, los tiempos de lectura y escritura de cada memoria individual están aproximadamente separados una trama. De este modo otro ajuste puede ser aplazado hasta que los accesos de lectura y escritura llenan ora vez una trama con respecto de una a otra. La estructura y modo de operación mostrados en la siguiente figura describen la Sincronía Elástica usada para las interfaces de señalización DS1 para el sistema Bell No. 4ESS.

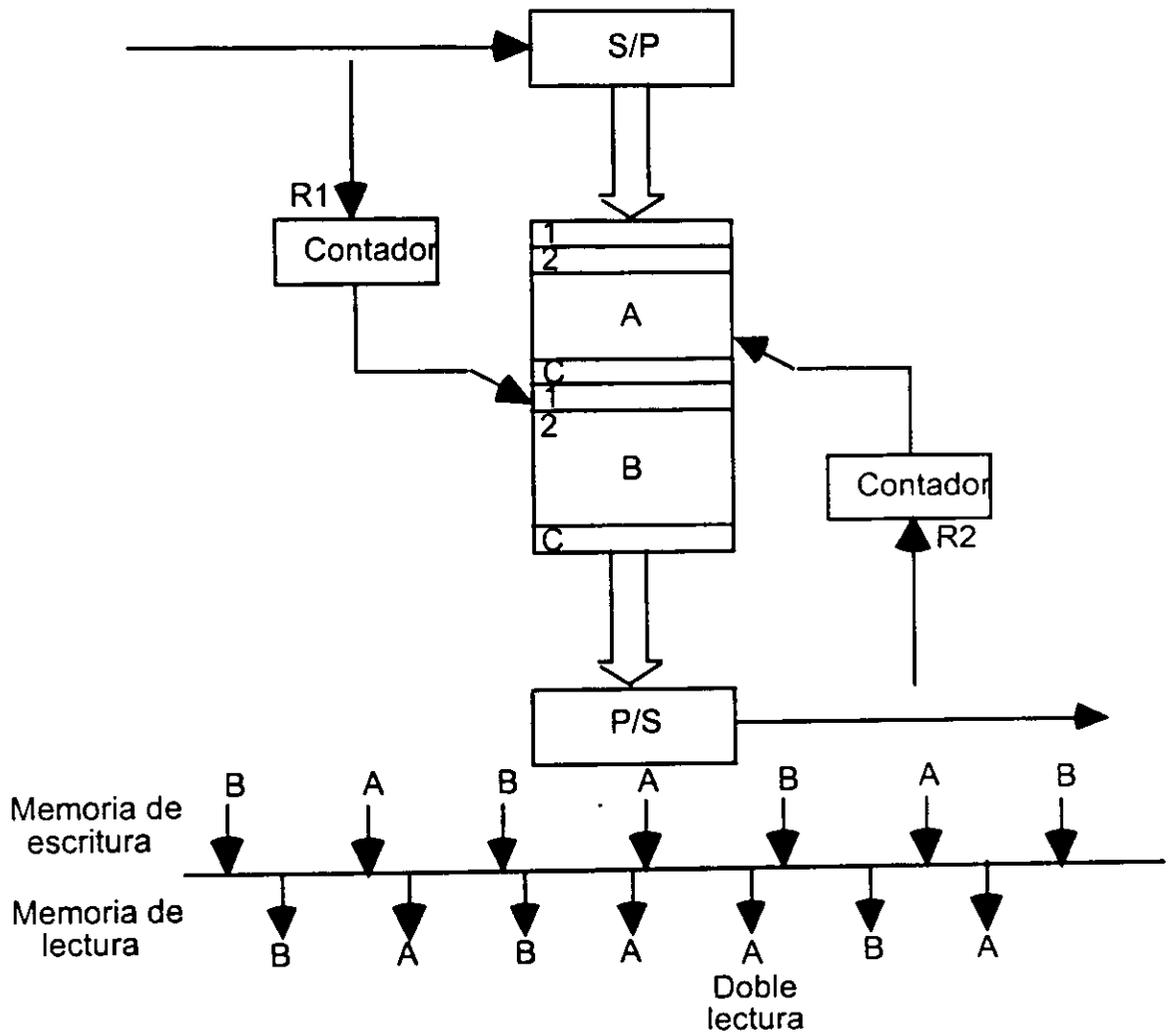


Fig.3.2.3. -Sincronía Elástica con una memoria de dos tramas

3.2.1. - Objetivos del índice de deslizamientos

Si la diferencia entre la entrada y salida de datos en la Sincronía Elástica es $_R$, el tiempo entre deslizamientos es:

$$T=N/R$$

Donde N es el número de bits que son repetidos cada vez que un deslizamiento ocurre. Normalmente un deslizamiento supone una trama completa de datos, en el que el tiempo entre deslizamientos es determinado como:

$$T=1/F$$

Donde F es la diferencia en el índice de tramas. Tan largo cómo los deslizamientos son controlados también ellos no desbaratan tramas, su solo efecto es una infrecuente repetición o supresión de la información dentro de los canales TDM afectados. El efecto audible de los deslizamientos en una señal de voz digitalizada es un "click" ocasional. Sólo un deslizamiento en 25 produce un click audible en voz PCM. Las señales de voz pueden por lo tanto tolerar algunos deslizamientos por minuto. El tráfico codificado (voz o datos) es más susceptible a deslizamientos desde el proceso de codificación/decodificación que usualmente depende de un bit sincrónico de un aparato perturbador y no perturbador.. Cuando el bit contado es alterado por inserción o supresión de bits en una ranura de tiempo, pueden llegar a ser insincronizados en el origen y destino. En el mejor de los casos el proceso de codificación provoca cada deslizamiento para ser audible, en el peor de los casos, el lenguaje de datos resulta ininteligible hasta que el aparato inperturbador es resincronizado.

El más sutil e inoportuno aspecto de deslizamientos ocurre cuando un canal digitalizado transporta datos de voz. Modems de datos a altas velocidades para la red de telefonía analógica usan cambio de modulación de fase con detección

coherente en el receptor. Ya que estos modems son particularmente sensitivos a cambios de fase, los hay particularmente vulnerables a deslizamientos. Un deslizamiento de 8 bits en una señal de modem digitalizada usa una portadora de 1800 Hz. causando un cambio de fase instantaneo de 81° . Obviamente un cambio de fase de esta magnitud causa un error de datos, pero más importante, esto altera la portadora del sistema de circuitos recuperados en el receptor y causa múltiples errores. Un solo deslizamiento puede alterar la operación de algunos módems de voz por algunos segundos. Caracterizaciones de los efectos de deslizamientos en el grupo 3 de equipo Telefax revelan que un solo deslizamiento puede causar la pérdida de 4 a 8 líneas registradas sin reportar un error. Algunas veces la pérdida de líneas no es evidente inmediatamente para la imagen reconstruida. Líneas diagonales, de cualquier modo, fácilmente revelan espacios verticales perdidos.

Cuando un enlace de transmisión digital es usado para transmitir datos directamente, el efecto de un deslizamiento puede no ser algo más significativo que un solo error de canal. La mayor parte de las comunicaciones de datos solicitan equipo recibiendo una completa retransmisión de algún bloque de datos no satisfaciendo un chequeo redundante seguro. Así un error es tan malo como muchos errores o una completa pérdida de datos. El efecto de el deslizamiento puede ser más significativo, de cualquier modo, si el protocolo de comunicaciones (por ejemplo Corporación de Equipo Digital DDCMP) depende de el procedimiento de contar un bit para delimitar bloques de mensajes. La inserción o supresión de datos causa la recepción contrarrestada para llegar a ser insincronizada y el normal intercambio de información es interrumpido hasta que la pérdida de sincronización es reconocida).

De consideraciones precedentes para datos de transmisión, el objetivo de índice de deslizamientos para la red AT&T en Norte América estuvo ajustado a un deslizamiento en 5 horas para una conexión extremo a extremo. Ya que los deslizamientos pueden ocurrir en múltiples puntos dentro de una red, el objetivo de los deslizamientos interurbanos e interfaces de conmutación estuvieron ajustadas a un deslizamiento cada 20 horas.

3.3. -Topologías (REC. Q.704 Y Q.705 DEL CCITT)

3.3.1. -Ejemplos de modos de señalización

Se tienen dos modos de señalización en el Sistema de Señalización número 7. El modo de señalización asociado y cuasiasociado. Como se muestra en la siguiente figura:

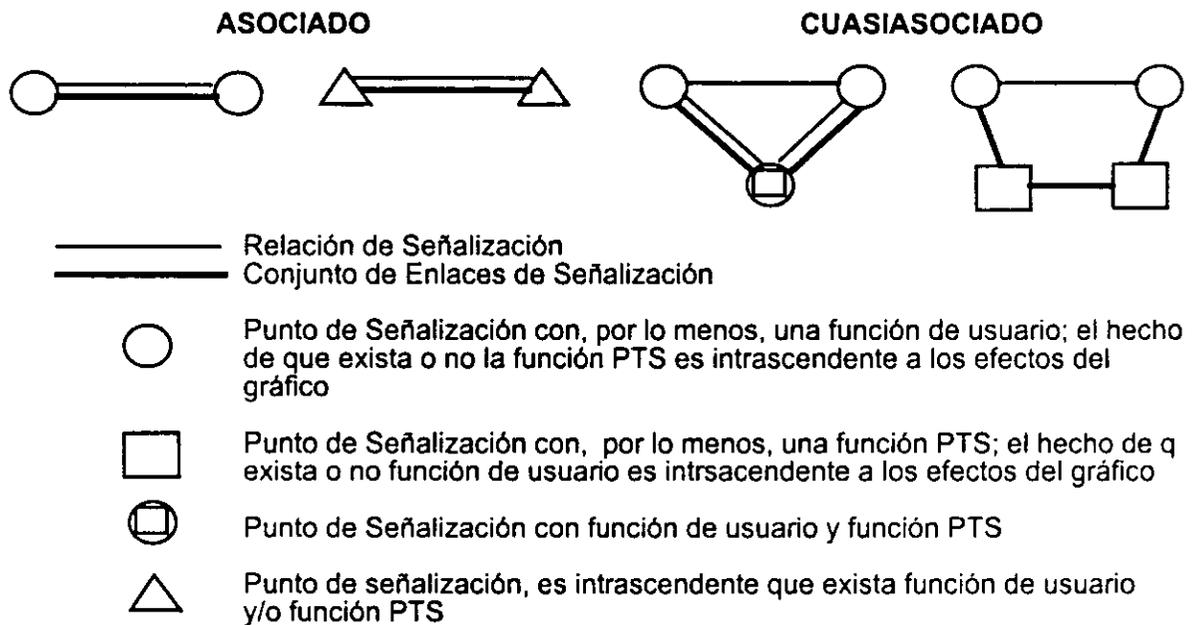


Fig. 3.3.1. Ejemplos de modos de Señalización

3.3.2. - Configuraciones de red para el paso a enlace de reserva

El tráfico de señalización desviado desde un enlace de señalización indispensables, se encamina por el punto de señalización afectado, pueden surgir dos situaciones alternativas (bien para la totalidad del tráfico desviado o bien para el tráfico relativo a cada destino específico):

i) El tráfico se desvía hacia uno o más enlaces de señalización del mismo conjunto de enlaces.

ii) El tráfico se desvía hacia uno o más conjuntos distintos de enlaces

Como resultado de estas disposiciones se identifican tres relaciones distintas entre el nuevo enlace de señalización y el enlace indisponible para cada flujo de tráfico dado:

a) El nuevo enlace de señalización es paralelo al indisponible:

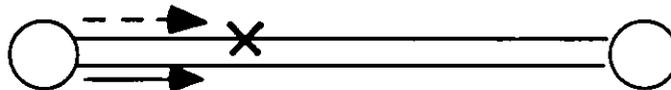


Fig. 3.3.2. Ejemplo de paso a enlace de reserva paralelo

b) El nuevo enlace de señalización pertenece a una ruta de señalización distinta de aquella que comprende el enlace de señalización indisponible, pero esta ruta de señalización pasa todavía por el punto de señalización situado en el extremo distante del enlace de señalización disponible:

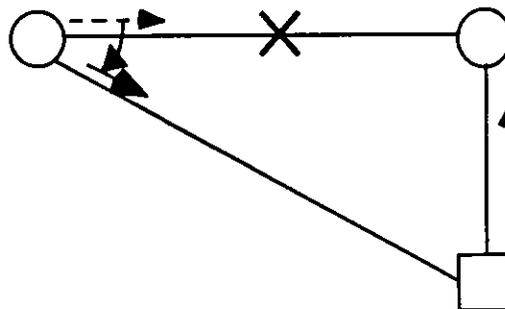


Fig 3.3.3. - Ejemplo de paso a enlace de reserva utilizando una ruta de señalización que atraviesa el P.S. distante.

c) El nuevo enlace de señalización pertenece a una ruta de señalización distinta de la que comprende el enlace de señalización indisponible y esta ruta de señalización no atraviesa el punto de señalización que actúa como punto de transferencia de señalización situado en el extremo distante del enlace de señalización indisponible:

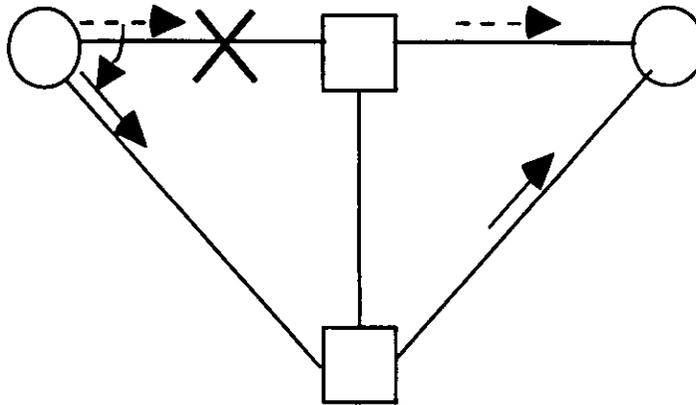


Fig. 3.3.4. - Ejemplo de paso a enlace de reserva utilizando una ruta de señalización que no atraviesa el punto de señalización distante

3.3.3. - Estructuras básicas de red

En la figura 3.3.5 se muestra la estructura básica de la red en malla. En esta red, cada punto de señalización con funciones del nivel 4 está conectado por dos conjuntos de enlaces con dos puntos de transferencia de señalización. Cada par de puntos de transferencia de señalización está conectado con cada uno de los demás pares mediante cuatro conjuntos de enlaces. Además, un conjunto de enlaces conecta los dos puntos de transferencia de señalización que constituyen cada par.

En la figura 3.3.6 se muestra la estructura de las tres versiones simplificadas de la estructura básica. Pueden construirse redes de señalización más complejas utilizando estas estructuras como componentes. Tomando como ejemplo la red en malla de la figura siguiente tenemos:

Las versiones simplificadas a), b) y c) de la red de señalización básica se obtienen suprimiendo, respectivamente:

a) Dos de los cuatro conjuntos de enlaces de señalización entre puntos de transferencia de señalización:

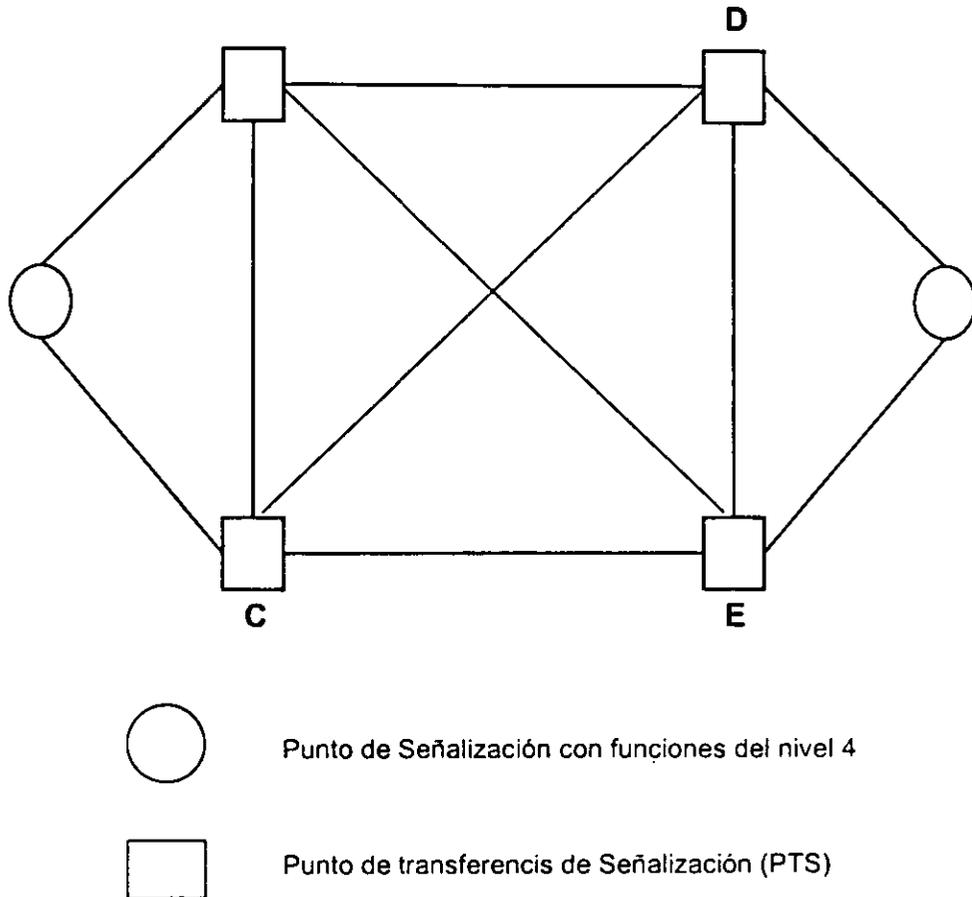
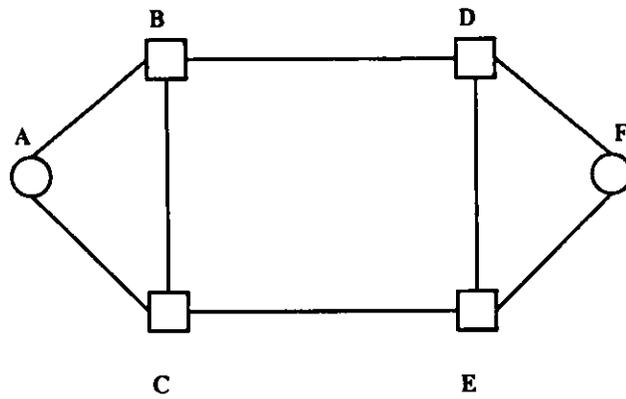


Fig. - 3.3.5. Red en malla básica

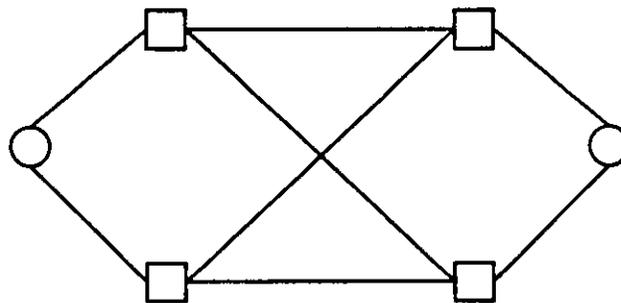
b) Los conjuntos de enlaces entre puntos de transferencia de señalización que pertenecen al mismo par

c) Los conjuntos citados en a) y en b) al mismo tiempo.

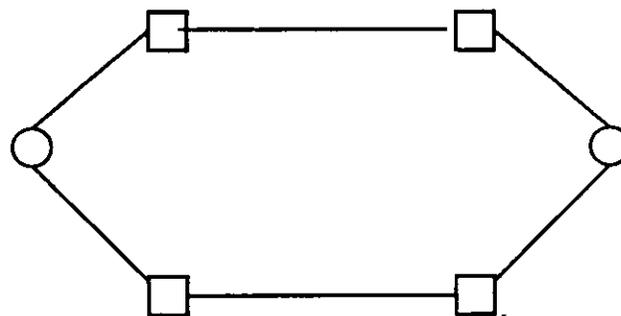
Debe señalarse que para una determinada disponibilidad de los enlaces de señalización, cuanto mayor sea el número de conjuntos de enlaces de señalización retirados de la red de señalización básica, menor será la disponibilidad de la red de señalización. Sin embargo, puede aumentarse la disponibilidad de las redes de señalización simplificadas, añadiendo uno o más enlaces de señalización en paralelo a cada uno de los conjuntos restantes de enlaces de señalización.



a) Suprimidos dos de los cuatro conjuntos de enlaces entre PTS



b) Suprimidos los conjuntos de enlaces entre PTS que pertenecen al mismo par



c) Suprimidos dos de los cuatro conjuntos de enlaces entre PTS y los conjuntos de enlaces entre PTS que pertenecen al mismo par

Fig.3.3.6. Versiones simplificadas de la red en malla básica

3.3.4. - Encaminamiento

Se suponen los siguientes principios de encaminamiento:

- Las rutas de mensajes deben atravesar un número mínimo de puntos de transferencia de señalización intermedios.
- El encaminamiento en cada punto de señalización no será afectado por las rutas de mensajes utilizadas hasta el punto de transferencia de señalización en cuestión.
- Cuando haya disponibles más de una ruta de mensajes el tráfico de señalización deberá ser compartido entre dichas rutas.
- Los mensajes relativos a una transacción de usuario determinada, y enviados en una dirección dada, serán encaminados por la misma ruta de mensajes a fin de asegurar la secuencia de mensajes correcta.

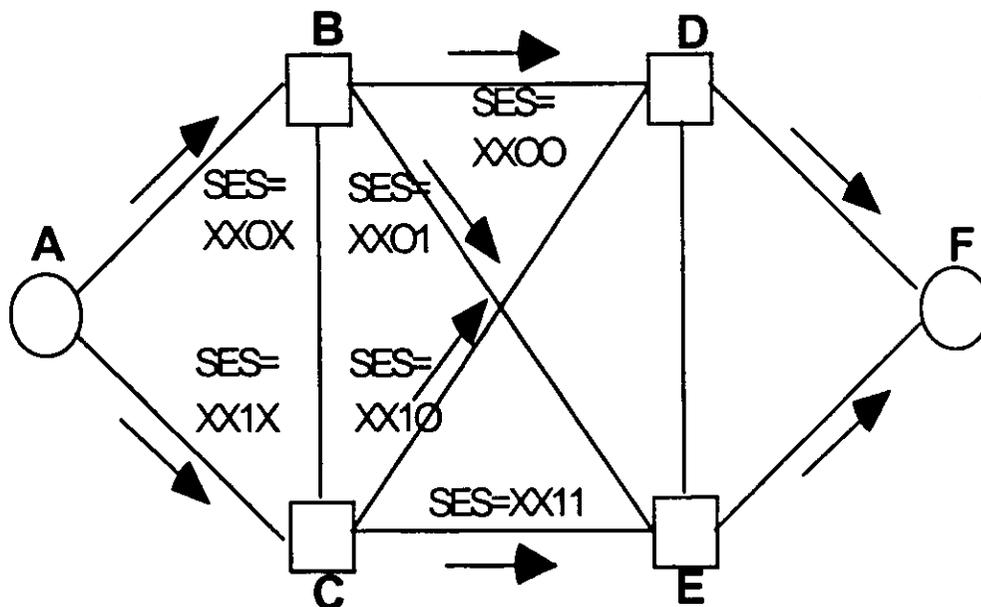
3.3.4.1. - Encaminamiento en ausencia de averías

La siguiente figura ilustra un ejemplo de encaminamiento en ausencia de averías, para mensajes transmitidos del punto de señalización A al punto de señalización F.

Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Al distribuir el tráfico para la compartición de carga en el punto de señalización de origen y en puntos de transferencia de señalización intermedios, deben emplearse con cuidado los códigos de selección de enlaces de señalización (SES), a fin de que el tráfico se distribuya uniformemente entre las cuatro rutas disponibles. En el ejemplo el punto de señalización de origen A utiliza el segundo bit menos

significativo del código de selección de enlace de señalización y los puntos de transferencia de señalización B y C utilizan el bit menos significativo.



Rutas normales para los mensajes de A hacia F

- _ A → B → D → F (SES=XX00)
- _ A → C → D → F (SES=XX10)
- _ A → B → E → F (SES=XX01)
- _ A → C → E → F (SES=XX11)

Fig. 3.3.7. - Ejemplo de encaminamiento en ausencia de averías

b) En casos distintos del descrito anteriormente, la elección de un determinado enlace, para un código dado de selección de enlaces de señalización, puede hacerse en cada punto de señalización independientemente. En consecuencia, las rutas de mensajes en los dos sentidos de transmisión, para una determinada transacción de usuario (por ejemplo, SES=0010), pueden seguir trayectos diferentes (por ejemplo, A » C » D » F y F » E » B » A).

c) Los enlaces BC y DE no se utilizan en condiciones de ausencia de averías.

d) Cuando el número de enlaces de un conjunto de enlaces no es una potencia de dos (es decir, 1, 2, 4, 8) la compartición de carga de la SES no consigue una distribución uniforme del tráfico a través de los distintos enlaces.

3.3.4.2. -Encaminamiento en condiciones de averías

A fin de hacer frente a condiciones de avería que puedan presentarse, cada punto de señalización dispone de información de encaminamiento alternativo que especifica, para cada conjunto normal de enlaces, uno o más conjuntos alternativos que han de utilizarse cuando el primero deje de estar disponible.

El siguiente cuadro contiene, como ejemplo, una lista de conjuntos alternativos de enlaces para todos los conjuntos de enlaces normales en el punto de señalización A y en el punto de transferencia de señalización B. En la red en malla básica, todos los conjuntos de enlaces, excepto los que interconectan dos puntos de transferencia de señalización del mismo par, son enlaces normales que transportan tráfico de señalización en ausencia de averías. Cuando un conjunto normal de enlaces deja de estar disponible, el tráfico de señalización cursado por dicho conjunto de enlaces debe desviarse hacia el conjunto alternativo de enlaces con prioridad 1. Los conjuntos alternativos de enlaces con prioridad 2 (es decir, los conjuntos de enlaces que interconectan puntos de transferencia de señalización del mismo par) se utilizarán solamente cuando dejen de estar disponibles el conjunto normal de enlaces y el conjunto o conjuntos alternativos con prioridad 1.

| | Conjunto normal de enlaces | Conjunto alternativo de enlaces | Prioridad a) |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------|
| Punto de señalización A | AB | AC | 1 |
| | AC | AB | 1 |
| Punto de señalización B | BA | BC | 2 |
| | BC | Ninguno | |
| | BE | BD | 1 |
| | BD | BC | 2 |
| | | BE | 1 |
| | | BC | 2 |

Prioridad 1. - Utilizada con el conjunto normal de enlaces con compartición de carga en ausencia de averías.

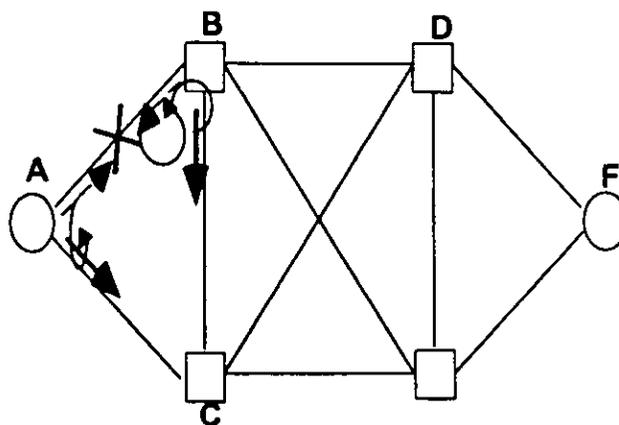
Prioridad 2 - Utilizada solamente cuando ningún conjunto de enlaces con prioridad 1 está disponible.

Tabla 3.3.1. - Lista de conjuntos alternativos de enlaces en los puntos de señalización A y B

En las siguientes figuras se presentan algunos ejemplos típicos de las consecuencias que pueden tener las averías de los enlaces y puntos de señalización, sobre el encaminamiento del tráfico de señalización. Para simplificar la exposición se supone que cada conjunto de enlaces está constituido por un solo enlace.

Ejemplo 1: Avería de un enlace entre un punto de señalización y un punto de transferencia de señalización (por ejemplo, el enlace AB).

Como se indica en el cuadro anterior, A desvía por el enlace AC, el tráfico cursado anteriormente por el enlace AB, en tanto que B desvía dicho tráfico por el enlace BC. Debe observarse que el número de puntos de transferencia de señalización que atraviesan los mensajes de señalización transmitidos de F a A y que pasan por el punto B ha aumentado en uno, convirtiéndose en este caso en tres.



- ▶ tráfico desviado
- -▶ tráfico original
- ▶ dirección de la desviación del trá

Fig. 3.3.8. - Avería del enlace AB

En este caso, para hacer frente a la condición de avería, se aplica al punto de transferencia de señalización B el principio de reducir al mínimo del número de puntos de transferencia de señalización intermedios. En efecto, los procedimientos definidos en la Recomendación Q.704 presuponen que en un punto de señalización sólo se desvía el tráfico cuando un enlace de señalización no está disponible para el tráfico saliente de ese punto de señalización. Por tanto, los procedimientos no prevén el envío de una indicación de que el tráfico encaminado a través del punto de transferencia de señalización B atravesará a otro punto de transferencia de señalización.

Ejemplo 2: *Avería de un enlace entre puntos de transferencia de señalización* (por ejemplo, el enlace DB).

Como se indica en el cuadro anterior, B desvía, por el enlace BE, el tráfico cursado por el enlace BD. De la misma manera, D desvía, por el enlace DC, el tráfico cursado por el enlace DB.

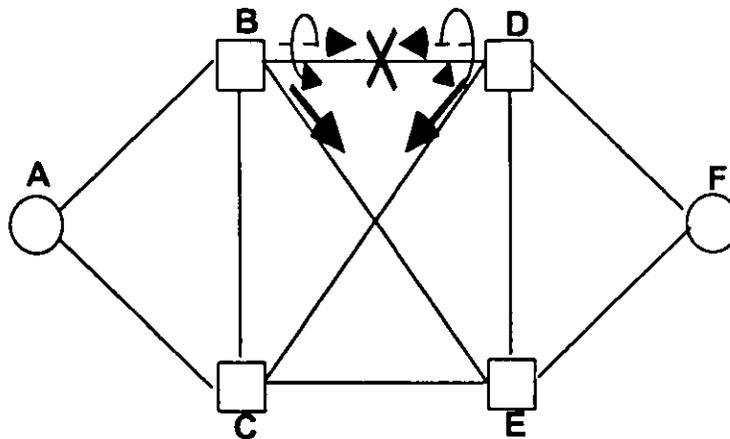


Fig. 3.3.9. -Fallo del enlace BD

Como se indica en el cuadro anterior, B desvía, por el enlace BE, el tráfico cursado por el enlace BD. De la misma manera, D desvía, por el enlace DC, el tráfico cursado por el enlace DB.

Ejemplo 3: Avería de un enlace que conecta dos puntos de transferencia de señalización constitutivos del mismo par (por ejemplo, el enlace BC).

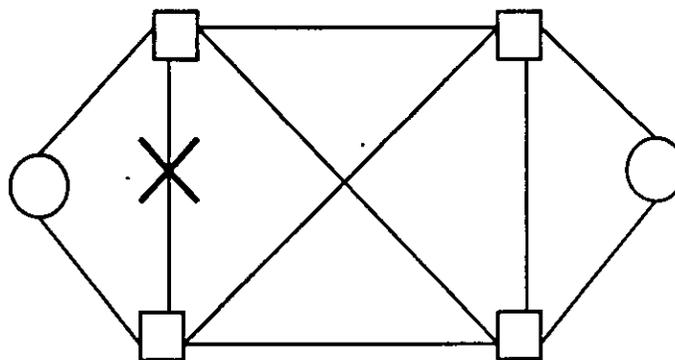


Fig. 3.3.10. - Avería del enlace BC

Existen varios casos de indisponibilidad de uno o más conjuntos de enlaces, aquí sólo se presentaron algunos ejemplos típicos.

3.4. - Tráfico

3.4.1. - Medicion de tráfico

La red telefónica está compuesta de una gran cantidad de equipo común, como son: receptores digitales, troncales interurbanas y urbanas, procesadores de llamadas, etc. La cantidad de equipo común asignado a una red está determinado asumiendo que no todos los usuarios de la red necesitan el servicio al mismo tiempo.

Como el tiempo de servicio por la propia red es imprescindible, el primer paso en el análisis es la caracterización de los arribos y un muestreo probabilístico del tiempo de servicio.

Entonces la eficiencia de la red puede ser evaluada en términos del tráfico cursado en condiciones normales o de carga y cuanto tráfico excede la capacidad de la red.

Una de las mediciones más usuales es llamada intensidad de tráfico y sus unidades son conocidas como Erlangs o CCS (cientos de llamadas por segundo). La intensidad de tráfico es obtenida al dividir el volúmen de tráfico mismo por la longitud del tiempo en el cual se lleva a cabo la medición. Un Erlang es toda una hora ocupada la línea y es igual a 36 CCS. En el concepto de tráfico es muy importante saber el grado de servicio que se obtiene tomando los siguientes parámetros:

$$\text{Grado de servicio} = A = \sum_{i=1}^n \lambda_i t_i$$

Donde:

\sum = llamadas en una hora

t_m =duración promedio por arribo

También se requiere saber la probabilidad de bloqueo que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$PB = \frac{A^n}{n!} / \left(\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!} \right)$$

Donde:

PB=Probabilidad de bloqueo

n=Número de servidores o número de circuitos

A=Grado de servicio

Como un ejemplo tenemos que se desea saber si son suficientes las troncales en operación del sistema que se explica a continuación.

Veinte troncales de salida se muestrean en la hora pico y se obtuvo que cada troncal tiene 15 arribos, con una duración promedio de 3 minutos por arribo. Si se requiere un grado de servicio de .01. Calcule si son suficientes las troncales que están actualmente en operación.

Solución: En base a las tablas de tráfico Erlang y conociendo el grado de servicio requerido se puede conocer el número de servidores en la red.

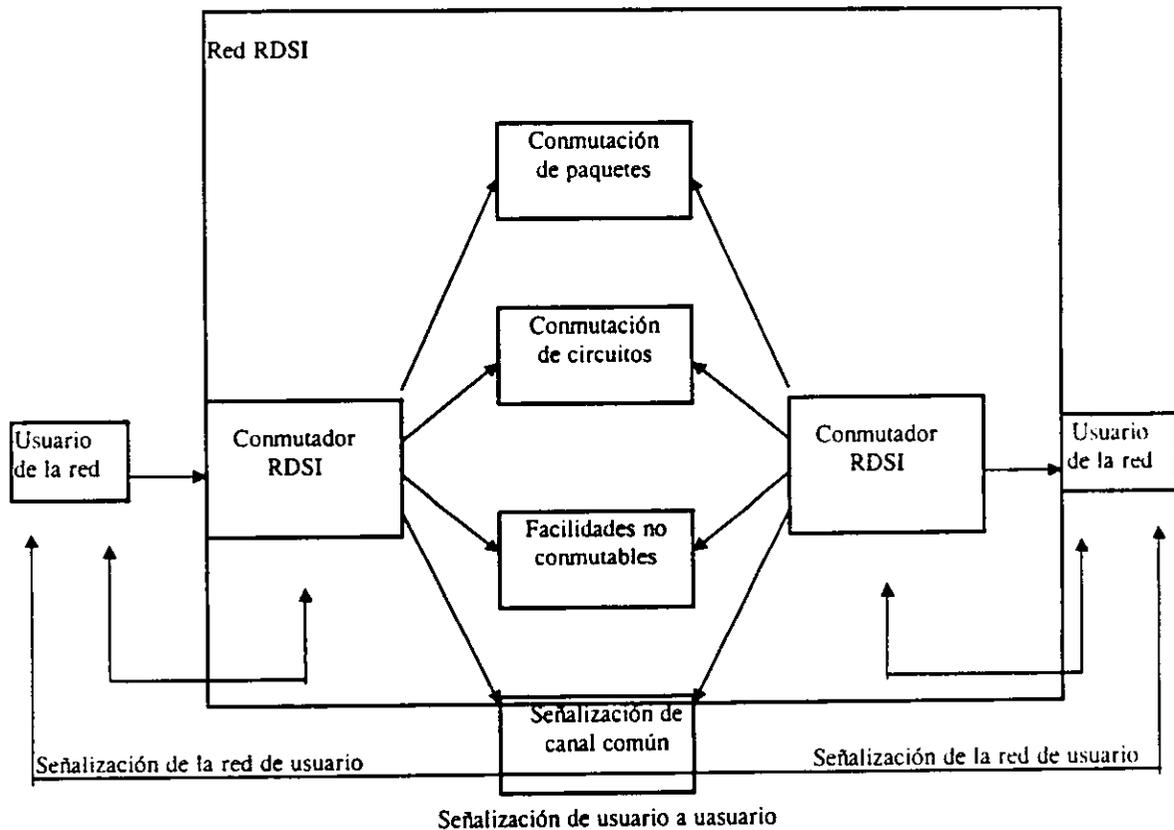
Calculando:

$$A = (300 \text{ llamadas/hr}) \times 3 \text{ min.} = 15 \text{ Erlang}$$

De acuerdo a las tablas de Tráfico; con 15 Erlang y con un Grado de servicio de valor .01 se obtienen 23 circuitos en la red, o sea que no son suficientes las 20 troncales que se encuentran en la red.

3.5. - Interconexión entre Redes (INTERNETWORKING)

La conexión entre usuarios RDSI y un usuario de otra red requiere de diferentes protocolos e interfaces. La RDSI está diseñada para soportar una conexión física completamente nueva para el usuario, un circuito suscriptor digital y una variedad de servicios de transmisión. Una interface física común se define para proporcionar una conexión de interface DTE-DCE. Una interface simple será usada para teléfonos, terminales de computadoras y equipo de video. Por lo tanto, se requerirán varios protocolos para permitir que la información de control se intercambie entre el aparato del usuario y la RDSI.



3.5.1.- Arquitectura de las funciones de RDSI

3.5.1. - Interconexión entre usuarios de una misma red RDSI

El protocolo que se utiliza para conectar varios switches dentro de una misma red RDSI es el acceso primario (30B+D), esta interface de velocidad primaria utiliza treinta canales B de 64 Kbps para una velocidad combinada de 2.048 Mbps. Este protocolo fue visto en el inciso 1.3 del primer capítulo de este documento. El acceso primario es la capa 1 del Sistema de señalización N. 7.

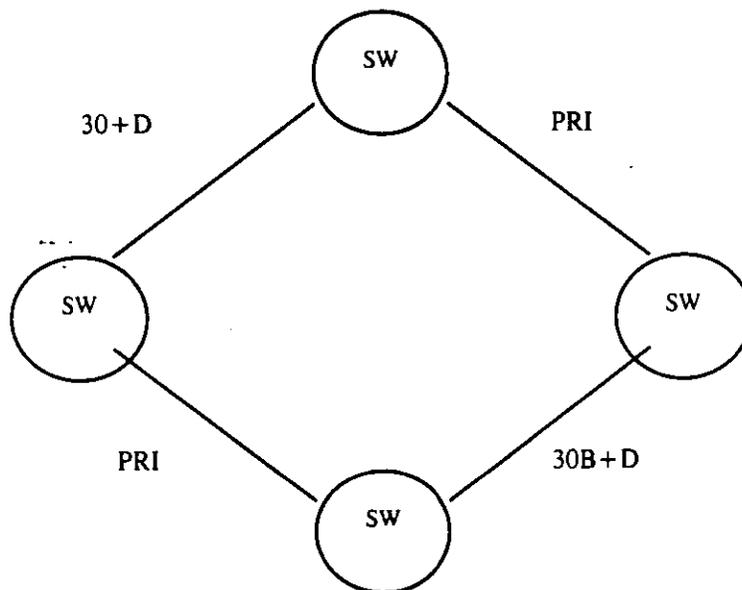


Fig. 3.5.1.1. -Protocolo de interconexión entre switches de una red RDSI

3.5.2. - Interconexión de redes RDSI

Al interconectar dos redes RDSI o sea dos puntos de señalización, el protocolo de señalización utilizado es el Sistema de Señalización N. 7; este sistema de señalización fue analizado en todo el capítulo 2 de este documento.

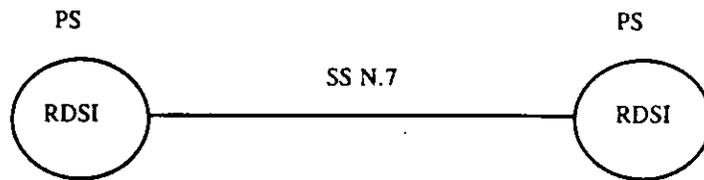


Fig.3.5.2.1. -Interconexión entre dos redes RDSI

3.5.3. - Interconexión entre usuarios de un mismo switch

Al comunicarse dos usuarios RDSI dentro de la misma red y el mismo switch se requiere usar el protocolo de acceso básico ya mencionado en el inciso 1.3 del capítulo primero de este documento. Este acceso básico consiste de tres canales digitales multiplexados en división de tiempo a Full Duplex, dos funcionando a 64 Kbps (designado el canal B como portador) y uno a 16 Kbps (designado al canal D para datos).

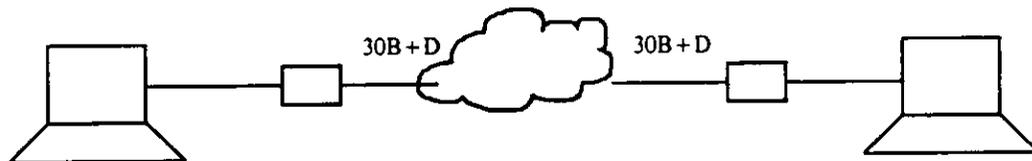


Fig. 3.5.3.1. -Comunicación entre dos usuarios RDSI

3.5.4. - Conexiones del sistema y unidades de interface RDSI

Ahora bien, las unidades e interfaces del suscriptor RDSI son definidas por su función y referencia dentro de la red. Los suscriptores deben tener acceso a la red por medio de dos diferentes tipos de dispositivos de entrada, *equipo de terminal de tipo 1 (TE1)* y *equipo de terminal de tipo 2 (TE2)*. El equipo de TE1 aporta interfaces estándares RDSI y, por lo tanto, no requiere de traslación de protocolos. Los datos

entran a la red e inmediatamente se configuran al formato del protocolo RDSI. El equipo TE2 se clasifica como no RDSI, por lo tanto, las terminales de computadoras están conectadas al sistema por medio de interfaces físicas tal como el RS232C y las computadoras hosts con X.25. La traslación entre un protocolo de datos no-RDSI y un protocolo RDSI se realiza en un dispositivo llamado *adaptador de terminal* (TA). Los adaptadores de terminales convierten los datos del usuario en el formato del canal B RDSI de 64 Kbps o el canal D de 16 Kbps y los paquetes X.25 se convierten a formatos de paquete RDSI. Si se requiere de cualquier señalamiento adicional, se agrega por medio del adaptador de la terminal. Los adaptadores de las terminales también pueden soportar teléfonos analógicos tradicionales y señales de facsímil usando un canal de servicio de audio de 3.1 KHz. Las señales analógicas son digitalizadas y puestas en el formato RDSI antes de entrar a la red. Ver tabla :

| Servicio | Velocidad de transmisión | Canal |
|-----------------------------|--------------------------|-------|
| Teléfono | 64 Kbps | BC |
| Sistema de alarmas | 100 Kbps | D |
| Administración de energía | 100 Kbps | D |
| Video | 2.4 - 64 Kbps | BP |
| Correo electrónico | 4.8 - 64 Kbps | BP |
| Facsímil | 4.8 - 64 Kbps | BC |
| Televisión de rastreo lento | 64 Kbps | BC |

Tabla 3.5.4.1. - Servicios RDSI proyectados

Los datos del usuario en puntos asignados como *punto S de referencia* (Sistema) actualmente están en el formato RDSI y proporcionan los datos 2B + D a 192 Kbps. Estos puntos de referencia separan el equipo de terminal de usuario de las funciones del sistema relacionadas con la red. Las ubicaciones del *punto T de referencia* (Terminal) corresponden a una terminación mínima de la red RDSI en la ubicación del usuario. Estos puntos de referencia separan el equipo proveedor de la red del

Las terminaciones de NT2 también pueden usarse para terminar varias conexiones de punto S y proporcionar funciones de conmutación local y conversiones de dos hilos a cuatro hilos y de cuatro hilos a dos hilos. Los *puntos de referencia U* se refieren a las interfaces entre el circuito del suscriptor de portadora común y el *conmutador de la oficina central*. Un *circuito U* es el punto de interface del medio entre un NT1 y la oficina central. La terminación de la red 1,2 (NT12) constituye una pieza de equipo que combina las funciones de NT1 y NT2. Los circuitos U son terminados en la oficina central por una *unidad de terminación de línea (LT)*, la cual proporciona funciones de interface de capa física entre la oficina central y las líneas del circuito. La unidad LT se conecta a una *terminal de intercambio (ET)* en el *punto de referencia V*. Una ET rutea los datos a un canal extremo desde la salida o usuario de oficina central.

3.5.5. - Interconexión de un usuario no-RDSI a la Red Digital de Servicios Integrados.

Al quererse conectar un usuario no-RDSI al Red Digital de Servicios Integrados se utilizan una serie de protocolos en diferentes capas de RDSI. Por ejemplo :

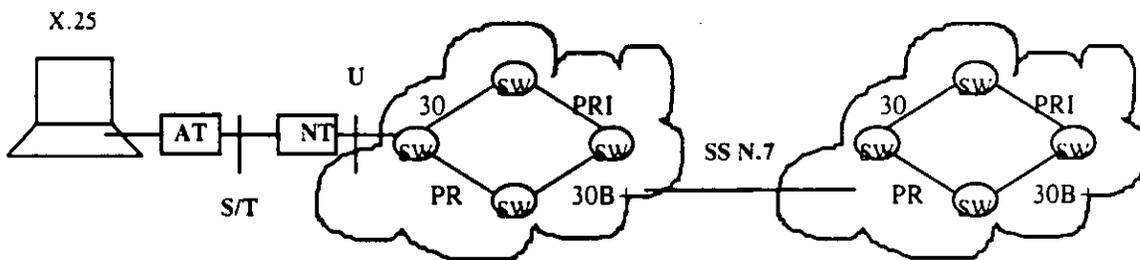


Fig. 3.5.5.1. -Comunicación entre usuarios no-RDSI

Al conectarse un usuario X.25 (inciso 1.7 del capítulo 1) a una red RDSI como se muestra en la figura, la trama de la capa 2 de X.25 se empaqueta en la trama de la capa 2 de RDSI (LAP-D), esta trama es nuevamente empaquetada en la capa 1 de RDSI (ACCESO BÁSICO) físicamente en la interface S/T y luego es empaquetada en una trama de acceso primario (PRI), que es el protocolo que circula en todos los nodos de una red RDSI, como se ve en la siguiente estructura de tramas de la página opuesta.

Ese mismo usuario que de una red X.25 se comunicó a una red RDSI y de ahí se enlaza a otra red RDSI, lo hace por medio del canal 16 de la trama de acceso primario (capa 1 del SS N.7) el cual es un canal de señalización que se convierte en un canal común de señalización en el cual circula la capa 2 del SS N.7. Ya en la otra red RDSI el procedimiento de enlace de protocolo sería el mismo si el usuario final fuera un usuario X.25 o sea, la trama de capa del SS N.7 pasaría a la trama de acceso primario y enseguida a la de acceso básico, etc.

1. Trama de LAP-D

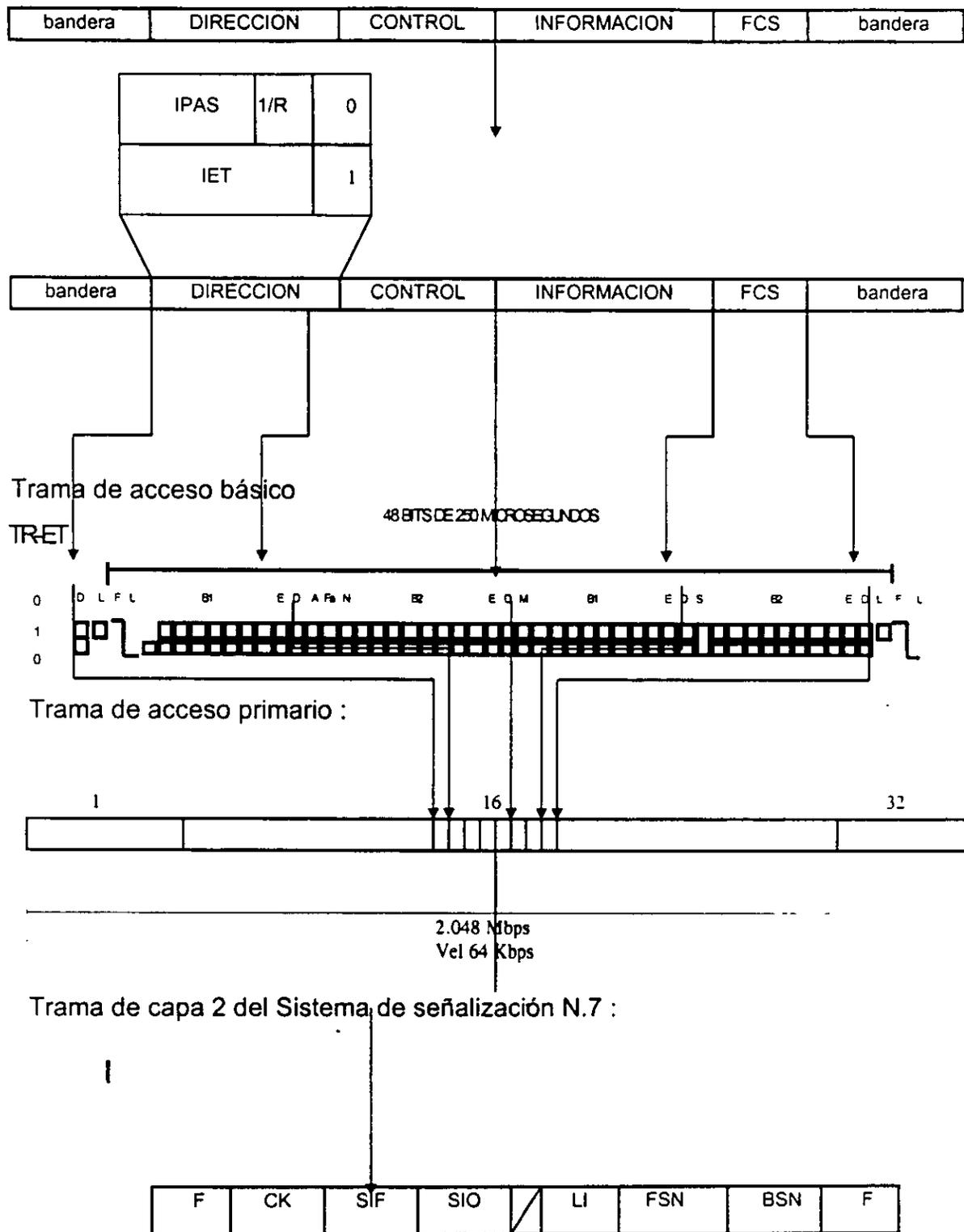


Fig. 3.5.5.1. -Estructura de tramas para una comunicación de un usuario no-RDSI a la red RDSI

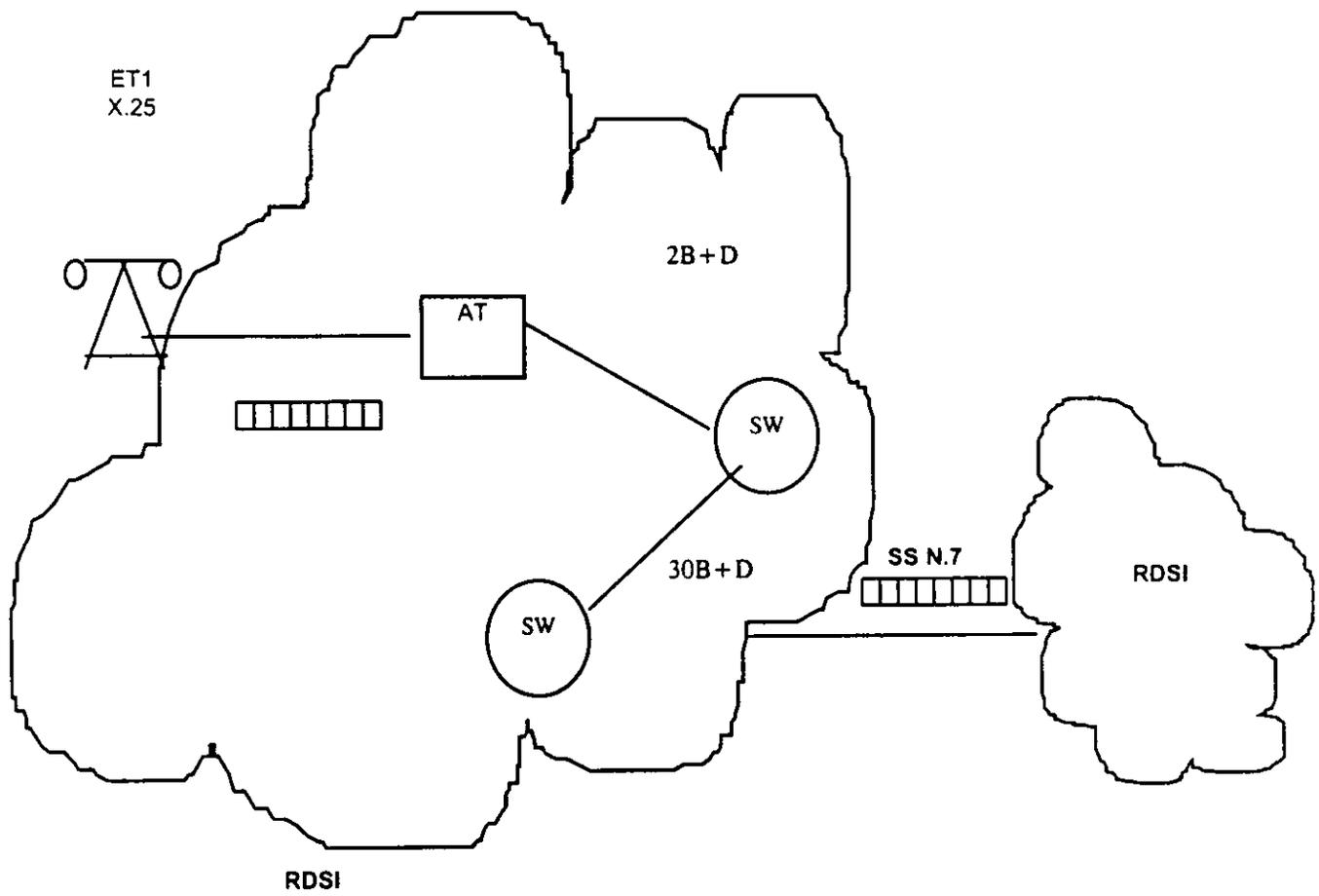


Fig. 3.5.5.2. - Diagrama de una interconexión entre redes

3.6. - Bailoteo de fase (FHASE JITTER)

3.6.1. -Sincronía

Después de la equalización el tren de pulsos en el repetidor está en una forma conveniente para la regeneración. Los circuitos de sincronía en el control repetidor tramitan la regeneración para suministrar una señal de reloj en (1) muestra el tren de pulsos equalizado cerca del centro del ojo (2) mantiene el espacio de pulso correcto, y (3) mantiene el mismo ancho de pulso.

La señal de sincronía es extraída de el equalizador y el tren de pulsos amplificado. En general, esta señal puede no contener un componente de frecuencia discreta en la velocidad de repetición de pulsos. El ancho de banda requerido para la transmisión de señales de información digital sólo es la mitad de la velocidad de repetición de pulsos. Además de un componente discreto en la velocidad de repetición de pulsos generalmente significa que en la trayectoria de sincronía incurren más pérdidas, ruido e interferencia. Además de causar más interferencia a otros sistemas. Desde que la señal digital no está normalmente contenida en la señal de sincronía adecuada, la información de sincronía puede ser extraída de el pulso de tren equalizado por un procedimiento no lineal.

Un diagrama a bloques de una típica trayectoria repetidora de sincronía es mostrada en la siguiente figura de la página opuesta.

Dado que los equalizadores óptimos para la información y las señales de sincronía no son necesariamente idénticos, la trayectoria de sincronía equalizada debe ser suministrada. La señal equalizada es entonces rectificadas, lo cual produce un componente espectral discreto en la velocidad de señalización. El extractor de sincronía debe ser un circuito sintonizado High - Q, un filtro de cristal o un rizo de fase cerrada (phase - locked), que extrae un componente de sincronía y elimina la mayoría de los otros componentes espectrales de la señal rectificadas.

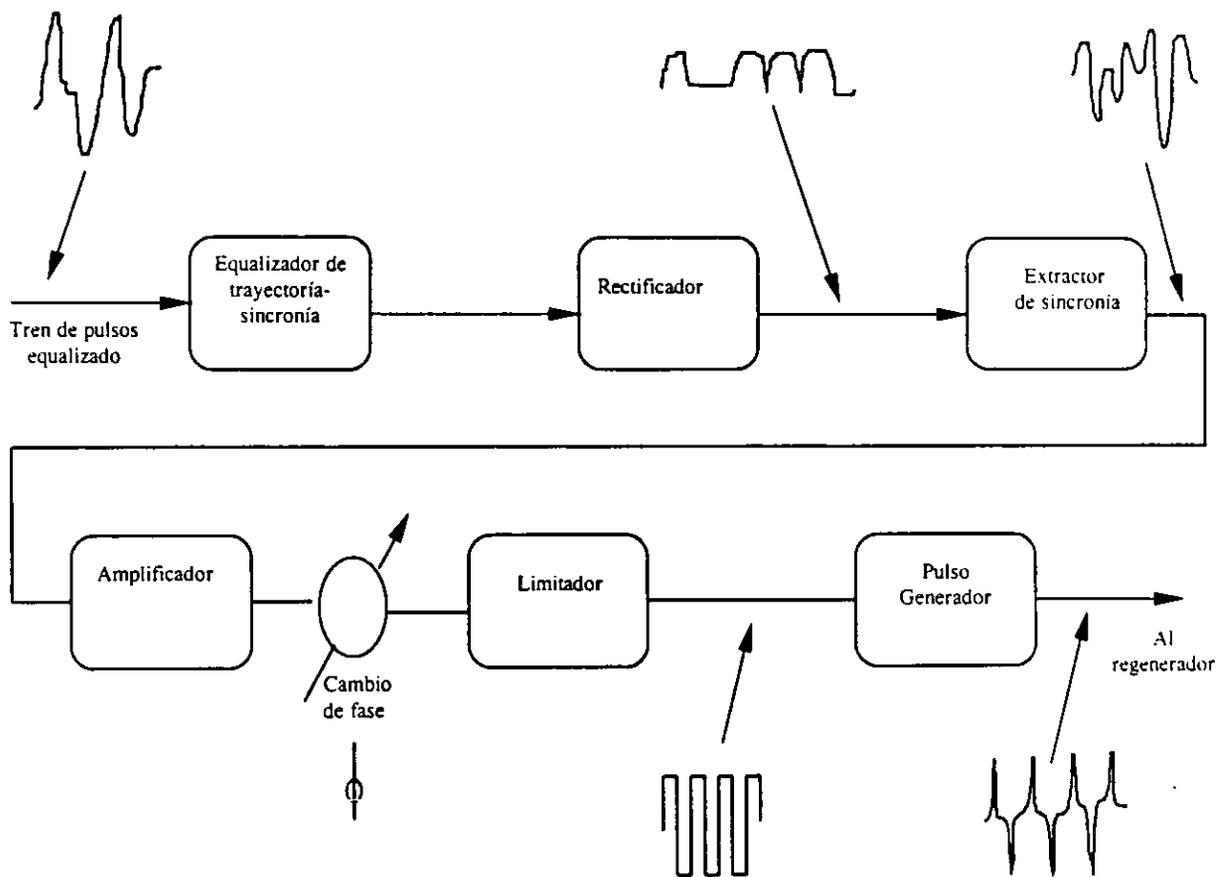
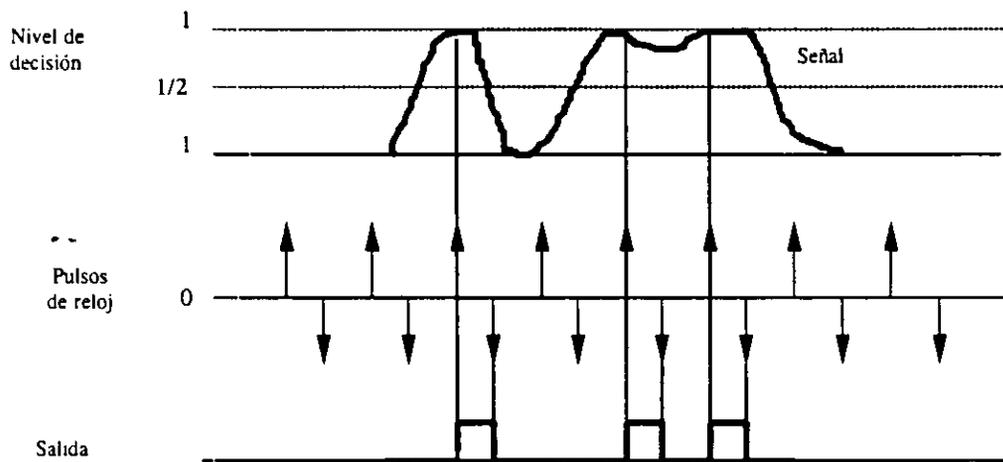


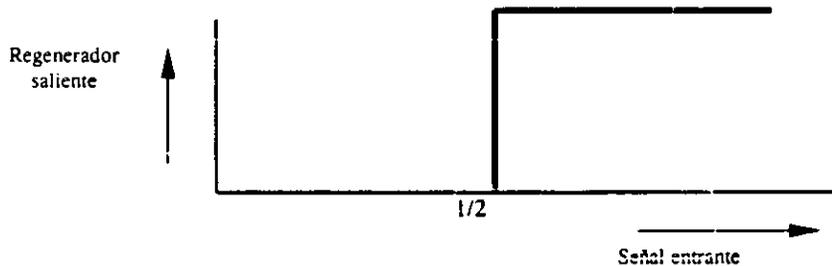
Fig. 3.6.1.1-Modelo repetidor trayectoria-sincronía

La sincronía extraída saliente es sinusoidal, pero esta es amplificada y la fase puede fluctuar como los cambios de pulsos recibidos en el modelo. La sincronía extraída saliente es topada con una amplificación limitativa que elimina las variaciones de amplitud produciendo una saliente que es accidentalmente una onda cuadrada. De este modo las variaciones de fase, o jitter, permanecen como un deterioro. Este método de obtener una señal de reloj es llamado sincronía suplente, hacia adelante, y el repetidor digital se dice que es auto sincronizado. Auto sincronizado se refiere a el factor en que la sincronía es recuperada de los mismos pulsos de información, en vez de una forma de onda sincronizada que es direccionada en la señal o de una trayectoria de sincronía separada. Esto es sólo posible teniendo sincronía suplente - hacia atrás. Sincronía suplente hacia atrás es un método en que la onda de sincronía es obtenida del tren de pulsos reconstruido en el regenerador saliente y el fed back en un punto interno de el repetidor.

Si el pulso es saliente se debe tener un 50 por ciento del ciclo (en el más común caso), el borde positivo de la señal de reloj es usado en un tren de pulsos angosto cuyo tren de pulsos es encaminado al tren de pulsos equalizado de el regenerador. El borde negativo del pulso de reloj es usado en cambiar el regenerador apagado. Así es controlado el ancho de los pulsos. Esta acción se conoce como envío completo con control de ancho de pulsos y se muestra en la siguiente figura:



a) Sincronía completa con control ancho-pulso



b) Salida contra entrada características para una regeneración ideal

Fig. 3.6.1. 2. - Métodos de sincronía

3.6.2. - Fuentes de Jitter de Sincronía

La modulación de fase fortuita, o variación de fase, introducida en cada repetidor se acumula en una cadena de repetidores y puede inducir una interferencia y distorsión en la señal analógica reconstruida. En un sistema de conmutación digital la variación de las líneas entrantes es una fuente potencial de deslizamientos. Las fuentes de variación de sincronía pueden ser clasificadas como sistemáticas y no sistemáticas según si hay o no vinculado un pulso modelo. La fuente de variación sistemática induce a la variación que degrada el tren de pulsos en el mismo camino en cada repetidor en la cadena. Las fuentes sistemáticas incluyen interferencia entre símbolos, pulso de ancho finito y umbral de reloj compensado. La fuente de variación no-sistemática tal como distorsión e interferencia resultan en la degradación de sincronía que está al azar de repetidor a repetidor. El ruido de impulso y térmico no contribuyen seriamente a la variación de sincronía. Si el total de ruido en el regenerador de salida es bastante pequeño para permitir al regenerador operar con un bajo índice de error, el ruido pasado por el extractor de sincronía de banda angosta es ordenado de menos magnitud, por lo tanto insignificante. En un largo camino del repetidor, la variación total acumulada es dominada por componentes producidos por fuentes sistemáticas.

3.6.3. - Ancho de pulsos finitos y efectos patrón

Cuando los pulsos excitados en un circuito extractor de sincronía sintonizado a high-Q no son impulsados o el 50 por ciento deben ser repeticiones de pulsos, la forma de onda conduce el circuito sintonizado, este no es cero cuando en la sincronía la forma de onda va hasta cero. El resultado es que el cero intersectado de la forma de onda saliente puede ser perturbado de su posición nominal. La magnitud de la perturbación depende del pulso patrón y es una forma de conversión amplitud - fase.

3.6.4. - Interferencia entre símbolos

La equalización imperfecta debido a temperatura y otros cables sistemáticos y variaciones de repetidores pueden afectar la forma de pulso equalizado y, por tanto, la cantidad de interferencia entre símbolos en el mismo camino y en un largo número de repetidores. El resultado es que la posición del pulso máximo en una ranura de tiempo dada depende de los alrededores del pulso patrón. Este cambio en el resultado máximo en las variaciones de fase resulta en las variaciones de fase en la salida del extractor de sincronía.

3.6.5. - Efectos de umbral de reloj

En la trayectoria de sincronía mostrada en la figura 3.6.1.1, los pulsos de reloj son generados en el cero de distorsión de la señal de límite saliente. Si el umbral de generación de pulsos de reloj no está exactamente en cero, entonces la fase de la señal de reloj depende de la amplitud de onda de sincronía, entonces, la pendiente en el cero intersectado es proporcional a su amplitud. Como vemos, esta amplitud puede variar con el pulso patrón.

3.6.6. - Distorsión

La distorsión del extractor de sincronía puede resultar en ambos errores de fase, estáticos y dinámicos. El cambio de fase estático, $\nabla\phi_0$, es directamente proporcional a Q y a una fracción de distorsión $\nabla f_0/f_0$. La relación está dada por:

$$\tan \nabla\phi_0 = 2 Q \nabla f_0 / f_0$$

La distorsión también causa fluctuaciones dinámicas de fase debido a los cambios al azar del tren de pulsos entrante. El valor rms de esta variación es proporcional a el producto de la base cuadrada de Q y la distorsión fraccional. Esto es cerradamente relatado en la densidad de pulsos de la señal y decrece substancialmente como la

densidad de pulsos se incrementa. Si asumimos que todos los extractores de sincronía están distorsionados en la misma dirección. Esto puede mostrar que la propagación sistemática de variación en un largo cambio repetidor es limitado a aproximadamente dos veces la aparición de variación en un solo repetidor.

3.6.7. - Interferencia

La señal de interferencia de otro sistema digital puede introducir cambios de fase en la sincronía del repetidor de onda. Este cambio de fase es generalmente no sistemático porque existen diferencias en interferencia de repetidor a repetidor.

3.6.8. - Acumulación de Jitter de sincronía

La acumulación de jitter de sincronía en un largo cambio de repetidores digitales es primeramente causado por fuentes sistemáticas relatadas en el pulso patrón. Como resultado, un simple modelo es generalmente más usado que uno más preciso, el modelo complejo considera cada fuente de jitter individualmente. El modelo de acumulación de jitter usado en cada uno de los análisis aproximado es mostrado en la siguiente figura de la página opuesta:

La señal digital no está representada, ya que esta actúa sólo como una portadora de la forma de onda de sincronía. Retardos entre repetidores son eliminados, ya que estos no afectan el modo de acumulación de jitter. Un número de suposiciones debe ser hecha para realizar un módulo tratable.

Tenemos:

1. - La misma variación es inyectada en cada repetidor, esto se asume es basado en el factor de que la fuente de variación es relatada en el pulso patrón, y el mismo modelo aparece en cada repetidor.

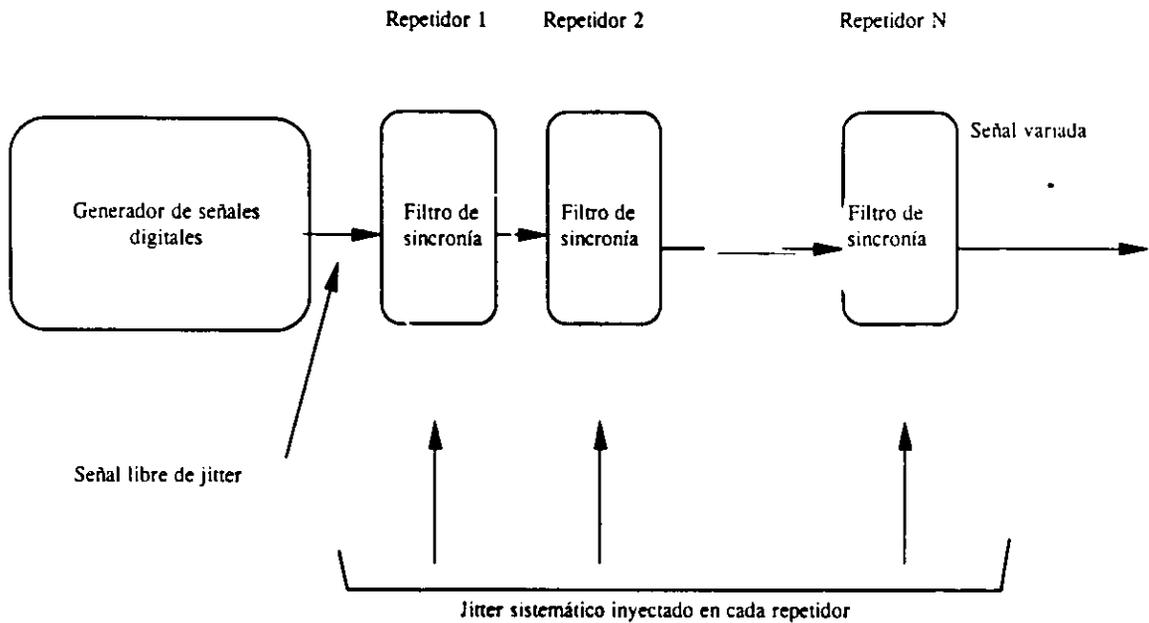


Fig. 3.6.3. - Modelo de acumulación Jitter- sincronía

2. - Todo significado en la fuente de variación en la entrada de cada extractor de sincronía puede ser representada por una fuente de pasos de transiciones entre dos modelos fijos por una fuente de ruido - blanco de un modelo cualquiera.
3. - La variación adicional coherente de repetidor a repetidor, porque el mismo patrón aparece en cada repetidor.
4. - La sincronía extraída en cada repetidor es asumida a ser un sólo circuito sintonizado resonante en el pulso de repetición de frecuencia f_0 . El modelo puede ser adaptado a otro extractor de sincronía como un puente de fase bloqueada si es necesario.
5. - Por modulación de fase, el circuito sintonizado puede ser representado como un filtro pasa - bajo en una frecuencia correspondiente a la mitad del ancho de banda de el circuito sintonizado.

3.7. - La tasa de errores (BIT ERROR RATE- BER)

3.7.1. - Análisis de la calidad de un sistema digital por medio de la evaluación de la tasa de error.

RECOMENDACIÓN G.821 DEL CCITT.

.La recomendación G.821 establece las condiciones de tasa de error (BER) que deben cumplir los sistemas de transmisión digital para garantizar la calidad necesaria en las señales transmitidas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE UN SISTEMA DIGITAL

En los sistemas de comunicación analógicos, uno de los principales parámetros que permiten determinar la calidad del sistema, es la relación señal a ruido (S/N). La señal analógica transmitida tiene en la banda de frecuencias de operación una densidad espectral de potencia característica y una potencia rms. El ruido acumulado producido por factores externos adicionado al ruido intrínseco introducido por los componentes electrónicos del sistema a través del medio de comunicación, tiene igualmente una densidad espectral de potencia y una potencia rms. La magnitud de la relación entre estas dos señales respecto a un nivel de umbral es indicativo de la calidad de la transmisión.

En los sistemas de comunicación digital el ruido no es acumulado a través del medio de transmisión debido a la aplicación de criterios para la determinación de un valor lógico discreto y su regeneración. En el caso de los sistemas digitales un parámetro muy importante para la determinación de la calidad de la transmisión es la cantidad de errores que se producen en el enlace.

La recomendación G.821 establece tres términos para la cuantificación de errores generados durante la operación del sistema de comunicaciones los cuales son:

SEGUNDO ERRADO (ES). -Intervalo de tiempo igual a un segundo en el que se presenta cuando menos un error.

SEGUNDO SEVERAMENTE ERRADO (SES). -Intervalo de tiempo igual a un segundo y que presenta una tasa de error mayor a 1×10^{-3}

MINUTO DEGRADADO (DM).-Intervalo de tiempo igual a un minuto y que presenta una tasa de error mayor a 1×10^{-6}

Las condiciones que determinan si el sistema cumple con esta recomendación está dado por los siguientes criterios de acuerdo con los tres términos anteriores:

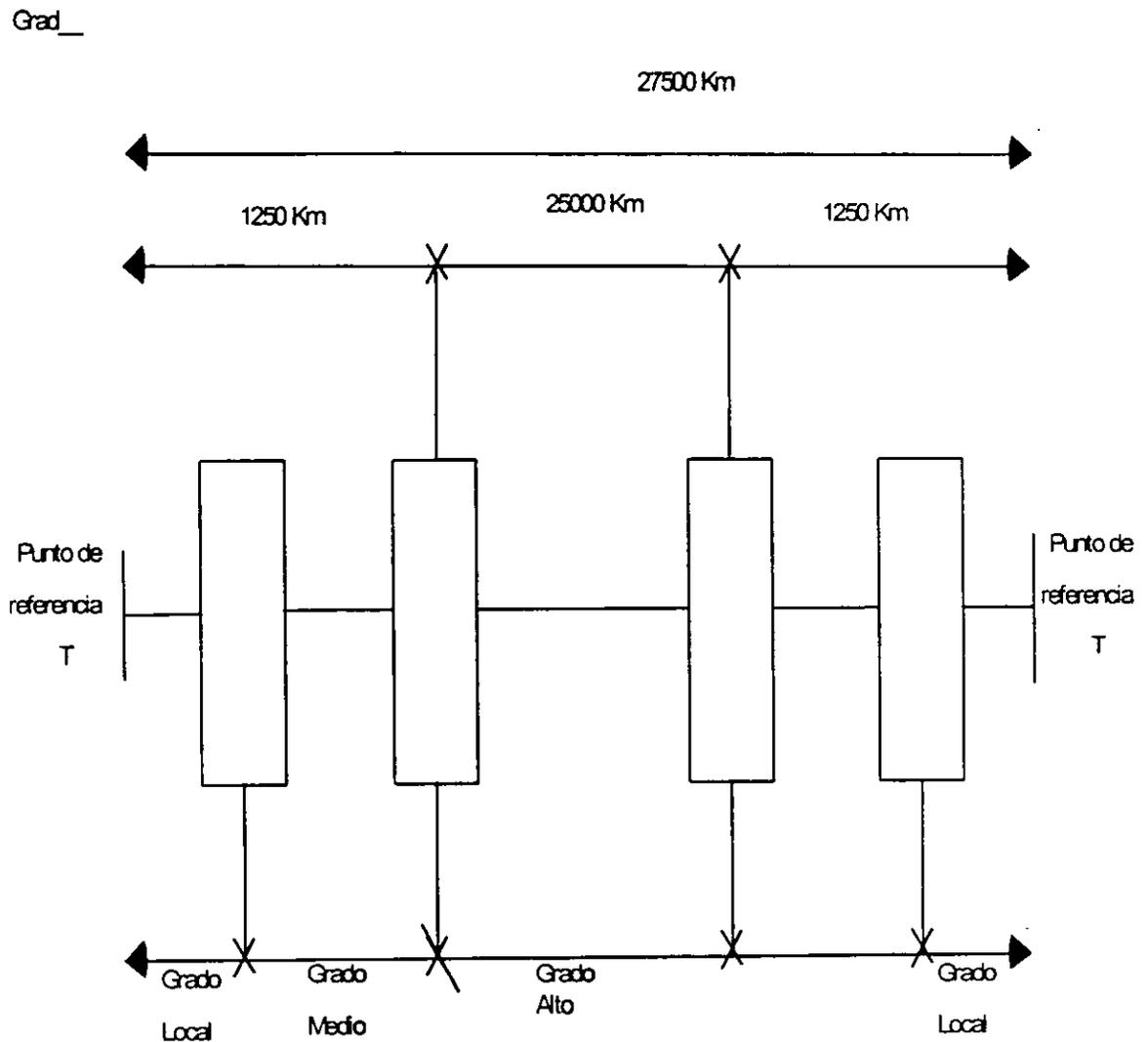
SEGUNDOS ERRADOS.-Menos del 8% de los segundos considerados

SEGUNDOS SEVERAMENTE ERRADOS.-Menos del 0.2 % de los segundos considerados

MINUTOS DEGRADADOS.-Menos del 10% de los minutos considerados.

3.7.2. - Circuito hipotético de referencia

Dada la necesidad de la aplicación de la recomendación G.821 a enlaces de distancias variables y debido a los niveles de ruido que caracterizan al enlace dependiendo de su distancia, el CCITT ha definido un Circuito Hipotético de Referencia (HRX0 que permite establecer parámetros de confiabilidad que sirven de referencia en la determinación de los parámetros equivalentes de un circuito particular. La siguiente figura muestra la representación esquemática del Circuito Hipotético de Referencia del CCITT.



El límite entre el Grado Local y el Grado Medio Puede Establecerse de acuerdo a los requerimientos de la administración telefónica

Fig. 3.7.1. Circuito Hipotético de Referencia (HRX)

Como se observa, el circuito Hipotético de Referencia en la figura está constituido por tres grados de enlace de comunicaciones, es decir, se encuentra subdividido en circuitos de longitud menor denominados:

- Grado Local
- Grado Medio
- Grado Alto

Debido a que cada una de las distancias asociadas a los diferentes grados es susceptible de ser proporcionalmente afectada por el ruido, se han distribuido los criterios de error para Segundos Errados, Segundos Severamente Errados y Minutos Degradados a cada extremo de la conexión, para conseguir que los errores acumulados a través de la totalidad de la conexión sean compatibles con el requisito de la calidad mínima y sea considerada la introducción de errores que puede provocar el transmisor, el receptor y el medio de comunicación.

Los criterios de reparto se muestran en las siguientes tablas:

| CLASIFICACION DEL CIRCUITO | REPARTO DE MINUTOS DEGRADADOS Y SEGUNDOS ERRADOS |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| GRADO LOCAL | 15% del criterio para cada extremo |
| GRADO MEDIO | 15 % del criterio para cada extremo |
| GRADO ALTO | 40 % (Equivalente a 0.0016 % por kilómetro) |

Tabla 3.7.1. Criterio de reparto de minutos degradados y segundos errados para los tres grados de conexión

La administración Telefónica puede distribuir el 30 % de los dos extremos, siempre que no se exceda el 30% total. Este criterio se aplica también al reparto del objetivo para los Segundos Severamente Errados.

| CLASIFICACION DEL CIRCUITO | REPARTO DE SEGUNDOS SEVERAMENTE ERRADOS |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|
| GRADO LOCAL | 15 % del criterio para cada extremo |
| GRADO MEDIO | 15 % del criterio para cada extremo |
| GRADO ALTO | 0.04 % (Equivalente a 0.004 % por cada 2500 Km) |

3.7.2. Criterio de reparto de segundos severamente errados

Para el caso en el que el grado alto contenga un enlace satelital, el reparto del objetivo deberá ser del 0.02 %.

La primera tabla especifica la distribución de 0.1 % del requerimiento total de 0.2 %. El 0.1 % restante se asigna a las secciones de grado medio y alto para tomar en cuenta las condiciones adversas en las rutas de transmisión en los momentos más desfavorables del año. La distribución de este 0.1 % se explica más adelante.

3.7.3. -Tiempo disponible y tiempo indisponible

La recomendación G.821 define un período de Tiempo Indisponible como un intervalo de 10 segundos con una tasa de error superior a 10^{-3} durante cada segundo. Un periodo de tiempo disponible está definido como un intervalo de tiempo de 10 segundos con una tasa de error menor a 10^{-3} .

Para efectuar la evaluación de los ES, SES y DM el Tiempo Indisponible total debe restarse del Tiempo Disponible.

3.7.4. - Aclaraciones referentes al cálculo de la calidad de un sistema digital.

Las pruebas de calidad de un sistema digital deben considerar los distintos componentes que constituyen al sistema y su importancia relativa. Dado que los

análisis para los segmentos de grado local, medio y alto están asociados a distintos niveles jerárquicos, los objetivos para los grados medio y alto tendrán que ser especialmente estrictos. De acuerdo con esta consideración el CCIR ha dividido el estudio para el caso de segmentos de longitud menor y mayor a 280 Km en los grados local y alto respectivamente.

3.7.5. - Determinación de los SES, DM y ES.

El CCIR ha dividido el objetivo de calidad en una mitad atribuible a los equipos y la otra mitad a las condiciones que puedan presentarse en el medio de transmisión por condiciones adversas. Dada esta condición los criterios de distribución son los siguientes:

SES

Del 0.2 % de SES asignado a la totalidad del circuito, el 0.1 % del criterio es asignado a factores de equipo y 0.1 % a factores de transmisión, el cual a su vez es dividido en un 50 % para el grado alto y un 50 % para el grado medio en ambos extremos. Dado que la mayoría de los sistemas para análisis no exceden 2500 Km de longitud, el segmento de grado alto de 25000 Km ha sido dividido en 10 segmentos de 2500 Km de longitud designados como HRDP (Hypothetical Reference Digital Path). La distribución del 0.1 % atribuible a factores de equipo se muestra en la siguiente figura:

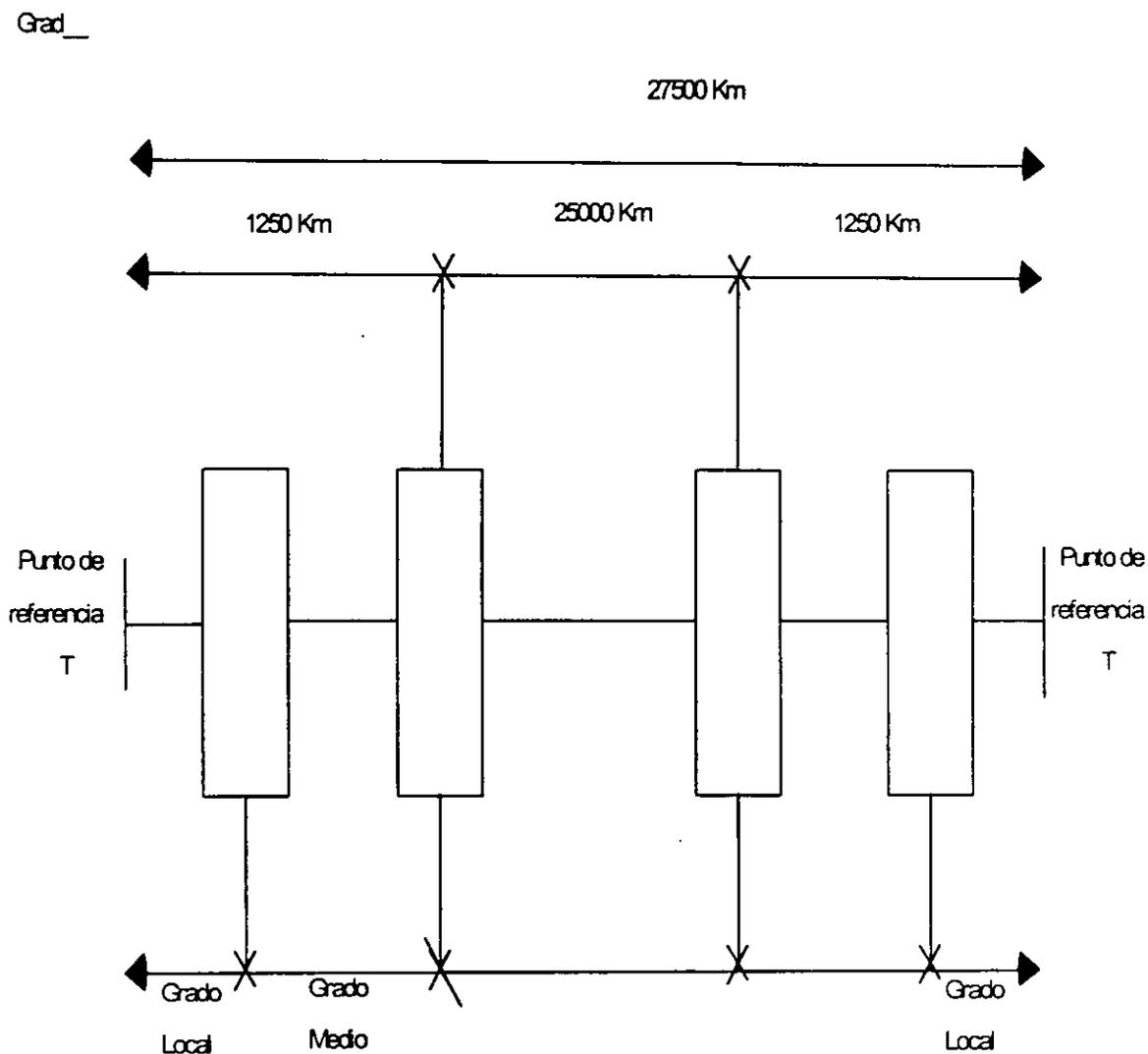


Fig. 3.7.2. Distribución del 0.1 % del criterio para SES

Se observa que el porcentaje correspondiente a un HRDP con una longitud de 2500 Km es de 0.004 %. Considerando que la participación del 0.1 % debido a condiciones adversas en la transmisión es de 0.05 % para el segmento de grado alto, el porcentaje del criterio total para SES que corresponden a un HRDP es $(0.05 \% + 0.004 \%)$ es decir 0.054 %.

Dada la consideración del límite de 280 Km por el CCIR para clasificar un enlace, se establece que el objetivo de calidad % SES para un enlace de longitud L donde:

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

Se obtiene de la ponderación de L de acuerdo con la siguiente expresión:<

$$\% \text{ SES} = (L \times 0.054)/2500$$

donde L = [Km]

Para una longitud de enlace L donde:

$$50 \text{ Km} < L < 280 \text{ Km}$$

la magnitud de L se considerará de 280 Km, el CCIR continúa realizando estudios para determinar el objetivo de calidad.

DM

La siguiente figura muestra la distribución del 10 % del criterio para DMs:

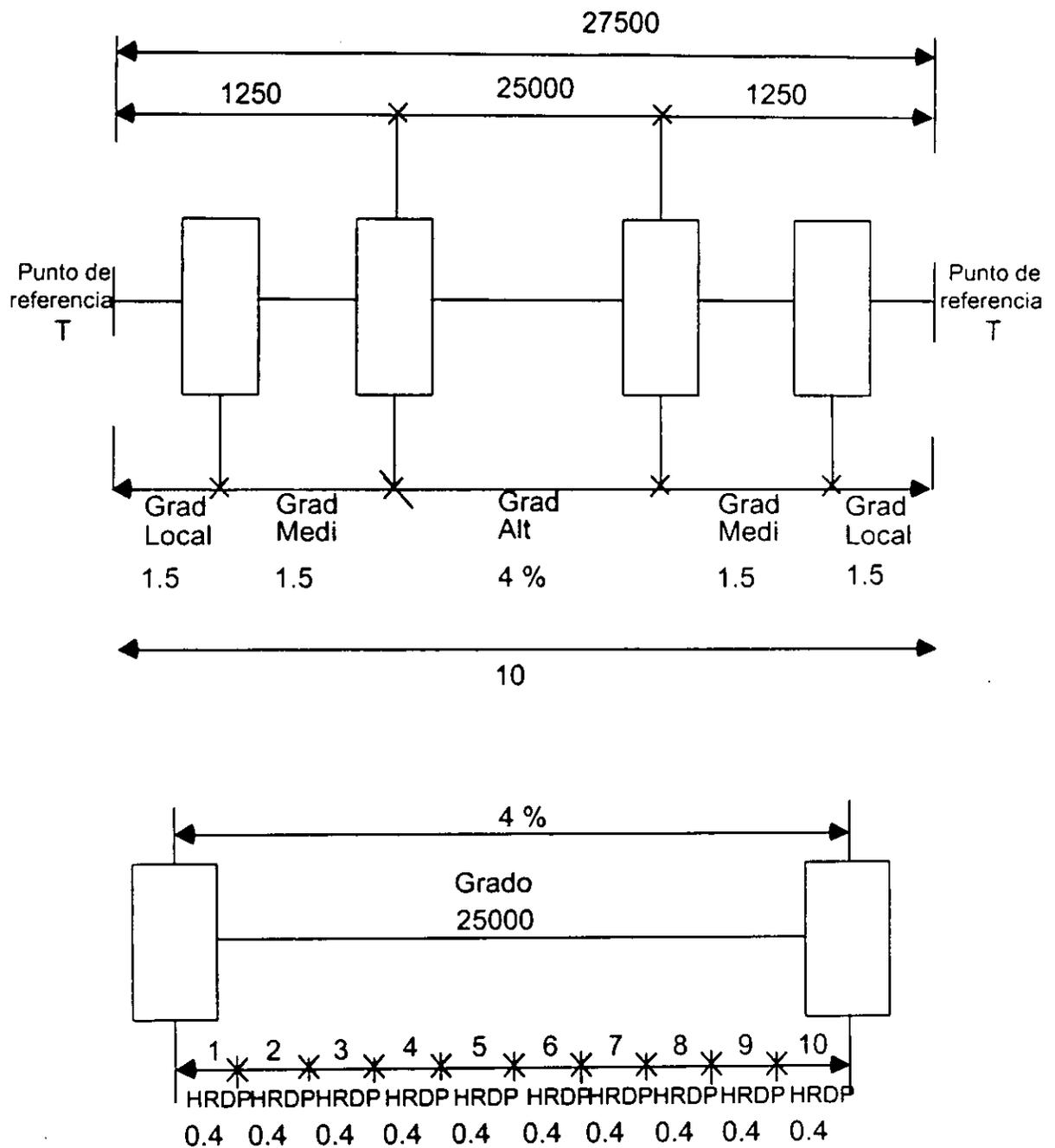


Fig. 3.7.3. Distribución del 10 % del criterio para DM

El procedimiento para obtener el criterio de DM para circuitos de longitud menor a 2500 Km se obtiene de la ponderación de L en forma similar al aplicado para SES.

Para un enlace de longitud L donde:

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

el criterio se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\% \text{ DM} = (L \times 0.4)/2500$$

donde $L = [\text{Km}]$.

Para una longitud de enlace L donde:

$$L < 280 \text{ Km}$$

la magnitud de L se considerará de 280 Km, obteniéndose de la expresión anterior que $\% \text{ DM} = 0.0448 \%$.

ES

La siguiente figura muestra la distribución de 8% del criterio para ES:

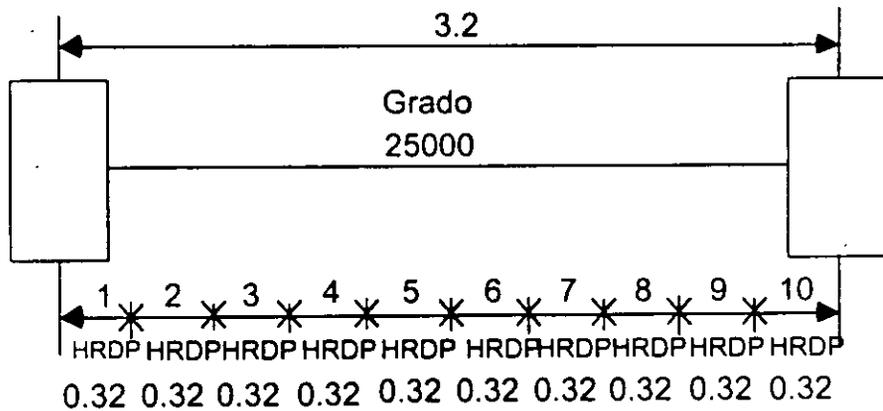
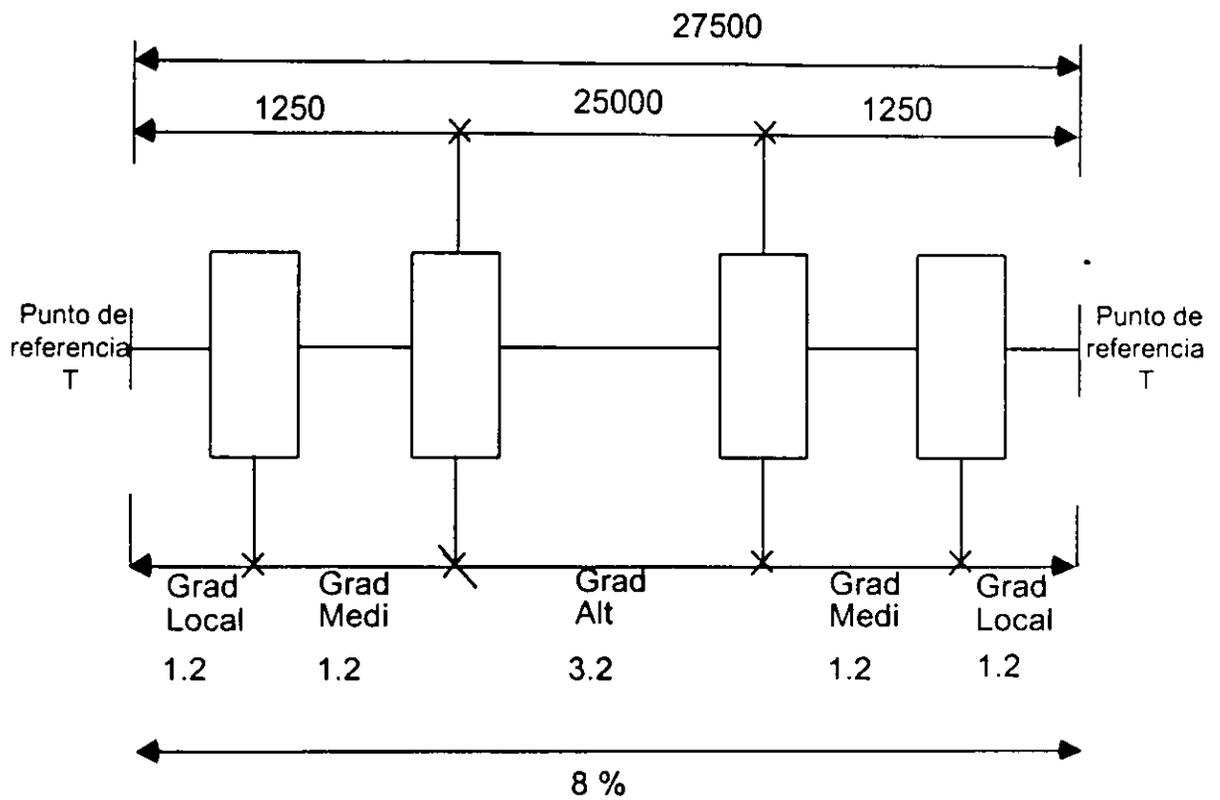


Fig. 3.7.4. Distribución del 8 % del criterio para ES

El procedimiento para obtener el criterio de ES para circuitos de longitud menor a 2500 Km se obtiene nuevamente de la ponderación de L.

Para un enlace de longitud L donde:

análisis para los segmentos de grado local, medio y alto están asociados a distintos niveles jerárquicos, los objetivos para los grados medio y alto tendrán que ser especialmente estrictos. De acuerdo con esta consideración el CCIR ha dividido el estudio para el caso de segmentos de longitud menor y mayor a 280 Km en los grados local y alto respectivamente.

3.7.5. - Determinación de los SES, DM y ES.

El CCIR ha dividido el objetivo de calidad en una mitad atribuible a los equipos y la otra mitad a las condiciones que puedan presentarse en el medio de transmisión por condiciones adversas. Dada esta condición los criterios de distribución son los siguientes:

SES

Del 0.2 % de SES asignado a la totalidad del circuito, el 0.1 % del criterio es asignado a factores de equipo y 0.1 % a factores de transmisión, el cual a su vez es dividido en un 50 % para el grado alto y un 50 % para el grado medio en ambos extremos. Dado que la mayoría de los sistemas para análisis no exceden 2500 Km de longitud, el segmento de grado alto de 25000 Km ha sido dividido en 10 segmentos de 2500 Km de longitud designados como HRDP (Hypothetical Reference Digital Path). La distribución del 0.1 % atribuible a factores de equipo se muestra en la siguiente figura:

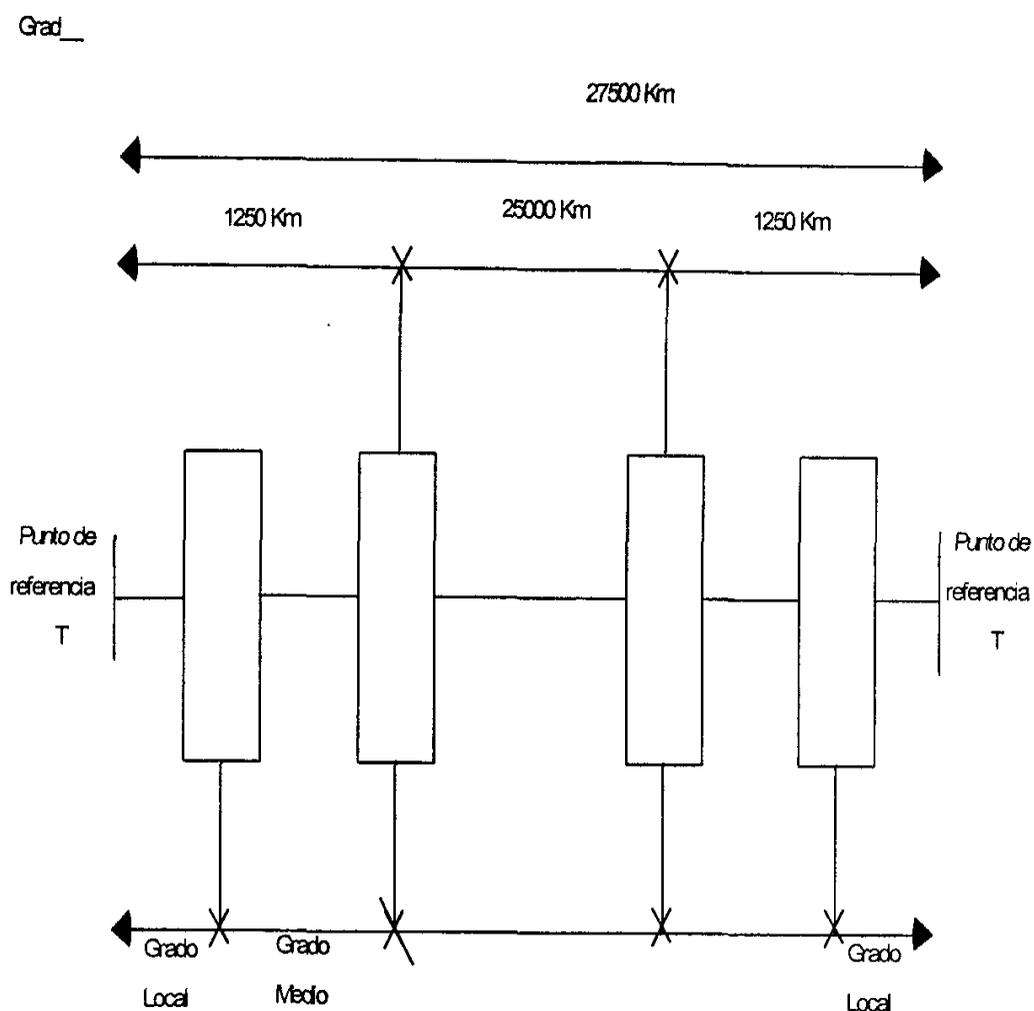


Fig. 3.7.2. Distribución del 0.1 % del criterio para SES

Se observa que el porcentaje correspondiente a un HRDP con una longitud de 2500 Km es de 0.004 %. Considerando que la participación del 0.1 % debido a condiciones adversas en la transmisión es de 0.05 % para el segmento de grado alto, el porcentaje del criterio total para SES que corresponden a un HRDP es $(0.05 \% + 0.004 \%)$ es decir 0.054 %.

Dada la consideración del límite de 280 Km por el CCIR para clasificar un enlace, se establece que el objetivo de calidad % SES para un enlace de longitud L donde:

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

Se obtiene de la ponderación de L de acuerdo con la siguiente expresión:<

$$\% \text{ SES} = (L \times 0.054)/2500$$

donde L = [Km]

Para una longitud de enlace L donde:

$$50 \text{ Km} < L < 280 \text{ Km}$$

la magnitud de L se considerará de 280 Km, el CCIR continúa realizando estudios para determinar el objetivo de calidad.

DM

La siguiente figura muestra la distribución del 10 % del criterio para DMs:

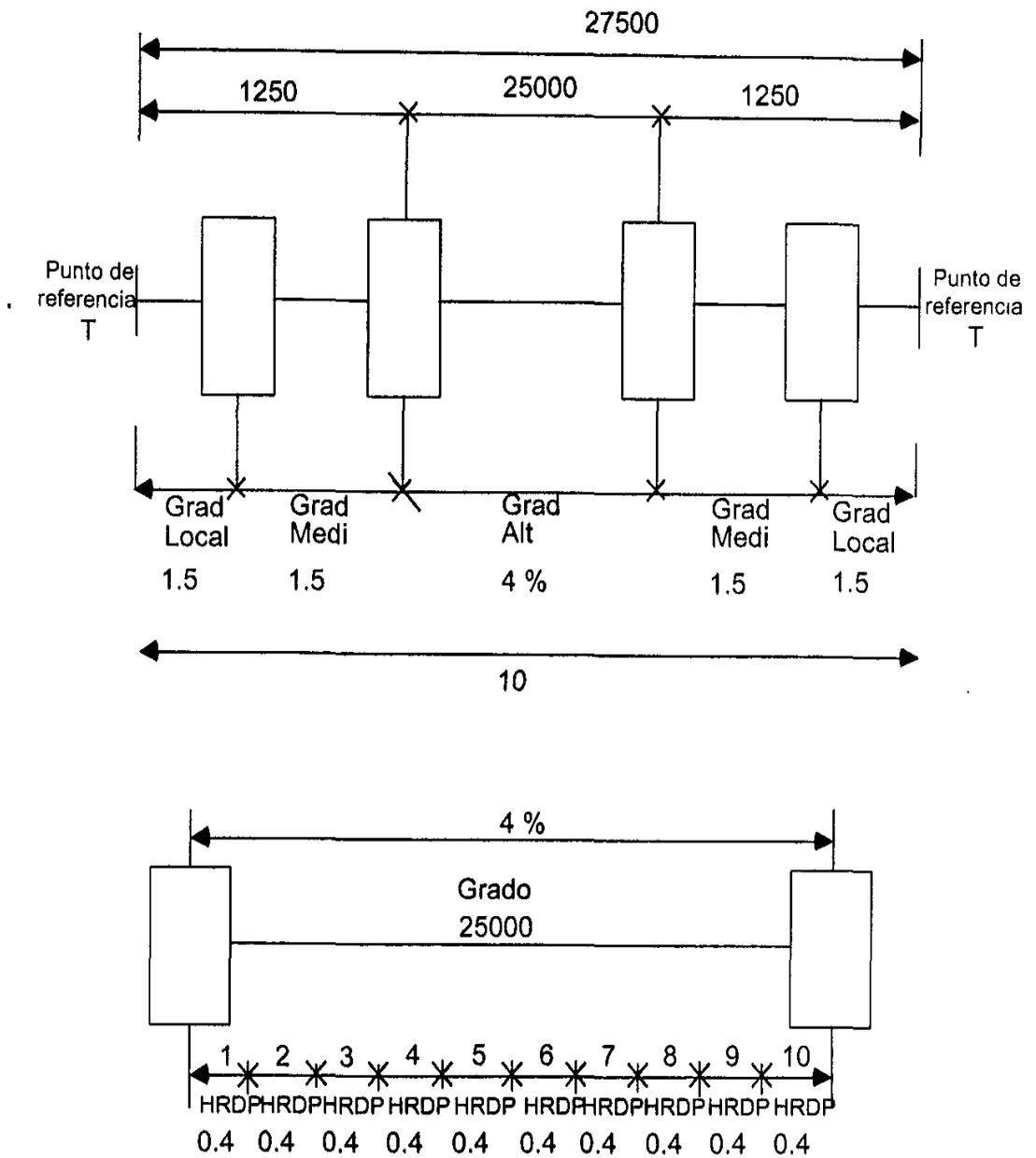


Fig. 3.7.3. Distribución del 10 % del criterio para DM

El procedimiento para obtener el criterio de DM para circuitos de longitud menor a 2500 Km se obtiene de la ponderación de L en forma similar al aplicado para SES.

Para un enlace de longitud L donde:

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

el criterio se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\% \text{ DM} = (L \times 0.4)/2500$$

donde $L = [\text{Km}]$.

Para una longitud de enlace L donde:

$$L < 280 \text{ Km}$$

la magnitud de L se considerará de 280 Km, obteniéndose de la expresión anterior que $\% \text{ DM} = 0.0448 \%$.

ES

La siguiente figura muestra la distribución de 8% del criterio para ES:

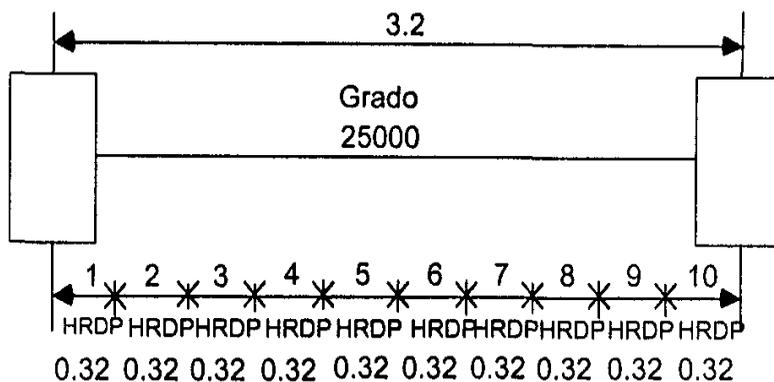
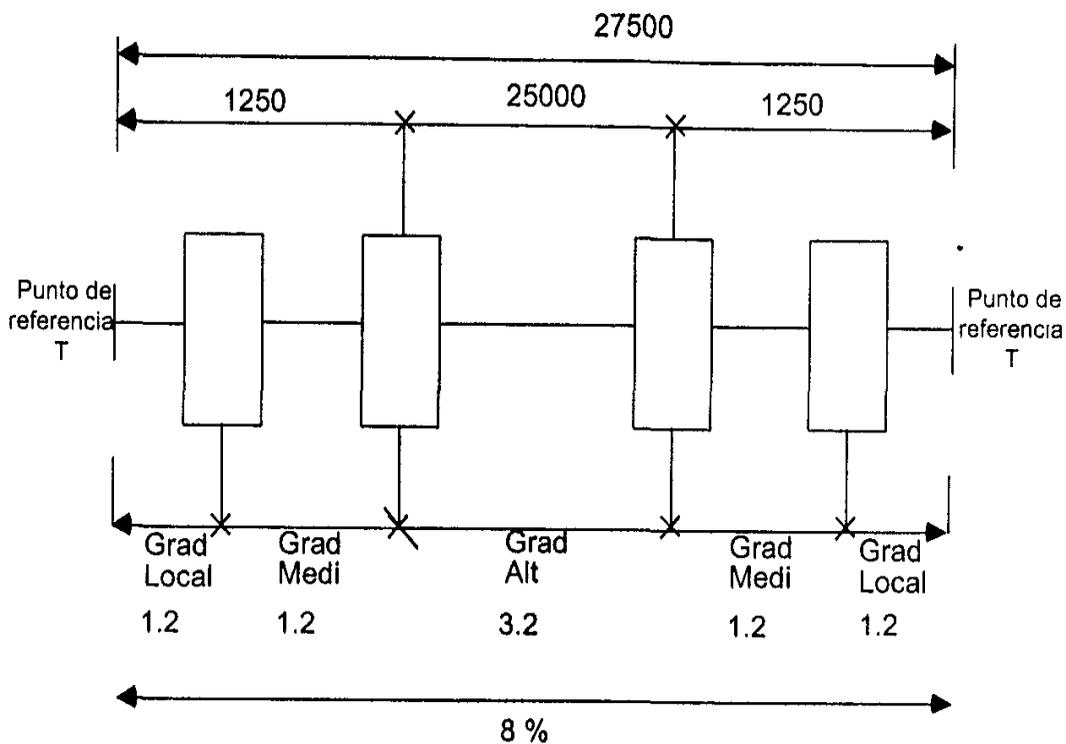


Fig. 3.7.4. Distribución del 8 % del criterio para ES

El procedimiento para obtener el criterio de ES para circuitos de longitud menor a 2500 Km se obtiene nuevamente de la ponderación de L.

Para un enlace de longitud L donde:

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

el criterio se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\% \text{ ES} = (L \times 0.32)/2500$$

donde $L = [\text{Km}]$.

Para una longitud de enlace L donde:

$$L < 280 \text{ Km}$$

La magnitud de L se considerará de 280 Km, obteniéndose de la expresión anterior que $\% \text{ ES} = 0.036 \%$.

CAPITULO 4

4. – Normas Internacionales

4.1. –Organización de los Estándares Internacionales

Las dos organizaciones más importantes en cuanto a actividades en relación a las Redes Digitales son la UIT (Unión Internacional de Telefonía) y la OSI (Organización de Estándares Internacionales).

La OSI (Organización de Estándares Internacionales), es la agencia internacional que se especializa en la estandarización y comprende todas las organizaciones de estandarización en el mundo. La OSI es el más importante foro para los estándares de sistemas de información y sus conclusiones son publicadas como estándares Internacionales.

La OSI está formada por una Asamblea General que se reúne cada tres años, un Consejo que se reúne cada año, un Presidente, un Vicepresidente, un Tesorero, un Secretario General, Comités Técnicos y cuando se necesitan Divisiones Técnicas.

La UIT se especializa en todos los aspectos de las Telecomunicaciones e incluye sistemas de información asociados, su propósito es el de prestar servicios internacionales junto con Comités Consultivos que realizan actividades de normalización junto con otras organizaciones.

La UIT se compone de una Conferencia Plenipotenciaria, un Consejo Administrativo, Conferencias Administrativas, el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR), el Registro Internacional de Banda de Frecuencia (RIBF), la Secretaría General, la Secretaria y la Dirección del CCIR.

$$280 \text{ Km} < L < 2500 \text{ Km}$$

el criterio se obtiene de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\% \text{ ES} = (L \times 0.32)/2500$$

donde $L = [\text{Km}]$.

Para una longitud de enlace L donde:

$$L < 280 \text{ Km}$$

La magnitud de L se considerará de 280 Km, obteniéndose de la expresión anterior que $\% \text{ ES} = 0.036 \%$.

Cabe hacer mención que la mayoría de las actividades que se relacionan con la RDSI se comisionan al CCITT.

4.1.1. - Infraestructura General del CCITT

El CCITT se compone de un Asamblea plenaria y numerosos grupos de estudio establecidos por la misma asamblea. La asamblea plenaria se reúne cada cuatro años. Los grupos de estudio tienen sus propios encuentros plenarios y se dividen en mesas, equipos de trabajo y observadores. Los observadores se dedican a resolver los problemas que se presentan. La jerarquía principal del CCITT es el director y los consejeros elegidos por la Asamblea Plenaria. Los consejeros dan asesoría cuando se presentan problemas y se asignan a grupos de estudio que los requieren para facilitar su trabajo.

Los grupos de estudio se dividen de acuerdo a la actividad que realizan:

| Grupo | Actividad |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | Aspectos de definición, Operación y Calidad en servicios de Telegrafía, Transmisión de datos y servicios Telemáticos |
| II | Operación de red telefónica y RDSI |
| III | Principios Generales sobre tarifas incluyendo informe de cuenta |
| IV | Mantenimiento de líneas de transmisión, circuitos y partes de circuitos, mantenimiento de redes automáticas y semiautomáticas |
| V | Protección contra daños y perturbaciones electromagnéticas |
| VI | Fabricación exterior |
| VII | Redes de comunicación de datos |
| VIII | Equipo terminal para servicios Telemáticos |
| IX | Redes telegráficas y equipo terminal |
| X | Lenguajes y métodos para aplicaciones de telecomunicación |
| XI | Señalización y conmutación para redes telefónicas y terminales |
| XII | Respuesta en transmisión de redes telefónicas y terminales |

| | |
|-------|----------------------------------------------|
| XIII | Sin conclusiones |
| XIV | Sin conclusiones |
| XV | Sistemas de transmisión |
| XVI | Sin conclusiones |
| XVII | Transmisión de datos sobre la red telefónica |
| XVIII | Redes Digitales incluyendo RDSI |

Tabla 4.1.1.1. - Grupos de estudio del CCITT

4.1.2. - Conclusiones del CCITT

Las conclusiones a las que llega el CCITT son las Recomendaciones. Cada campo de las Telecomunicaciones (con excepción del radio) se representan con una letra del alfabeto como se muestra en la siguiente tabla:

| Serie | Campo de las Telecomunicaciones |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A | Organización del CCITT |
| B | Significado de expresiones (definiciones, vocabulario, simbología, clasificación. |
| C | Estadísticas generales de tarifas |
| D | Principios generales de tarifas |
| E | Operación telefónica, Administración de red e ingeniería de tráfico |
| F | Operación Telegráfica y Tarifas |
| G | Líneas de transmisión, Circuitos Radio Telefónicos |
| H | Utilización de Líneas para Telegrafía y Foto telegrafía |
| J | Transmisiones de programas de Radio y Televisión |
| K | Protección contra interferencia |
| L | Protección contra corrosión |
| M | Mantenimiento de circuitos telefónicos y sistemas de portadora |
| N | Mantenimiento para transmisiones de televisión |
| O | Especificaciones de equipo de medición |
| P | Calidad en la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de línea local |
| Q | Señalización y conmutación telefónica |

| | |
|---|------------------------------------------------|
| R | Canales telegráficos |
| S | Aparatos alfabéticos para telégrafo |
| T | Aparatos de facsímil para telégrafo |
| U | Conmutación telegráfica |
| V | Transmisión de datos |
| Z | Lenguaje de programación para intercambios SPC |

Tabla 4.1.2.1. – Representación de cada campo de las Telecomunicaciones

Estas Recomendaciones se adoptan formalmente en cada Asamblea Plenaria y se reconocen de acuerdo al color del empastado que tiene el conjunto de volúmenes y fascículos, como un ejemplo mencionaré la Recomendación para el grupo de estudio VIII establecido en la asamblea plenaria de 1984 que se conoce como el Libro Rojo y se publicó en 1989 como Libro Azul.

4.2. - La Señalización N° 7 y su situación en el CCITT.

Las Recomendaciones que incluyen todo lo relacionado al Sistema de Señalización N° 7 se encuentra contenidas en las Recomendaciones de la serie Q.700 del CCITT en el Tomo VI del Libro Azul del CCITT Fascículo VI.7, VI.8, VI.9 elaborado en Ginebra 1989.

Estas Recomendaciones se encuentran seccionadas de acuerdo a los módulos funcionales en los que se encuentra dividido el protocolo del Sistema de Señalización N° 7 como se muestra a continuación:

La Parte de Transferencia de Mensajes (PTM) está contenida en las Recomendaciones Q.701 a Q.710 del CCITT en el Tomo VI del Libro Azul del CCITT, Fascículo VI.7, Ginebra 1989.

SECCION 1. Generalidades

Q.700.- Introducción al Sistema de señalización N°7 del CCITT

Descripción General del Sistema de Señalización N° 7, su arquitectura y elementos funcionales, las relaciones entre ellos y sus capacidades.

SECCION 2. Parte de Transferencia de Mensajes

Q.701 Descripción funcional de Parte de Transferencia de Mensajes del Sistema de Señalización Número 7.

Descripción funcional de la PTM con sus tres niveles y sus funciones, las estadísticas de la red de señalización, los servicios proporcionados por la PTM y cuestiones relativas al interfuncionamiento.

Q.702 Enlace de datos de señalización. Nivel 1 de la PTM con la definición de las características físicas, eléctricas y funcionales de un enlace de datos de señalización y la manera de acceder al mismo.

Q.703 Enlace de señalización. Nivel 2 de la PTM con las definiciones de las funciones y procedimientos necesarios para transferencia fiable de los mensajes de señalización por un enlace de datos de señalización.

Q.704 Funciones y mensajes en la red de señalización. Nivel 3 de la PTM, con la definición de las funciones y procedimientos de transporte que son comunes a (e independientes de) la explotación de enlaces de señalización, por ejemplo direccionamiento y encaminamiento, control de flujos, etc.

Q.705 Estructura de la red de señalización. Describe aspectos de la estructura de las redes de señalización nacionales e internacionales, cuestiones relativas al tráfico transfronterizo y procedimientos para impedir el uso no autorizado de un PTS.

Q.706 Calidad de señalización de la PTM. Describe los parámetros relacionados con la calidad de funcionamiento de la señalización y los valores requeridos de los mismos.

Q.707 Pruebas y mantenimiento. Describe aspectos relativos a las pruebas y mantenimiento, incluida la prueba del enlace de señalización.

Q.708 Numeración de códigos de los puntos de señalización internacionales. Define el plan de numeración de la red de señalización internacional.

Q.709 Conexión ficticia de referencia para la señalización. Describe la conexión ficticia de referencia para la señalización tanto enlace por enlace , como de extremo a extremo y especifica los valores de tiempos de señalización para señalización de extremo a extremo.

SECCION 3. Q.710 Parte de Transferencia de Mensajes simplificada.

Versión simplificada de la PTM para sistemas pequeños. Describe una versión simplificada de la capacidad (centrales automáticas privadas, por ejemplo) o para concentradores distantes que utilizan únicamente el nodo de señalización asociada.

La Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP) está contenida en las Recomendaciones Q.711 A Q.716 del CCITT. en el Tomo VI del Libro Azul del CCITT, Fascículo VI.7, Ginebra 1989.

SECCION 4. Parte de Control de la Conexión de Señalización (PCCS)

Q.711 Descripción funcional de la parte control de la conexión de señalización. Describe las funciones y servicios proporcionados por la PCCS.

Q.712 Definición y funciones de los mensajes de la parte de control de la conexión de señalización. Describe las funciones de los mensajes utilizados por la PCCS y sus parámetros.

Q.713 Formatos y códigos de la PCCS. Describe los formatos de los mensajes utilizados y los valores de sus parámetros.

Q.714 Procedimientos de la parte de control de la conexión de señalización. Describe los procedimientos para los servicios sin conexión y con conexión de la PCCS, incluidos el direccionamiento, el encaminamiento y los procedimientos de gestión de la PCCS.

Q.716 Comportamiento de la PCCS. Describe los parámetros de funcionamiento de la PCCS y sus valores asociados.

La Parte de Usuario de Telefonía se encuentra en las Recomendaciones Q.721 a Q.725 del CCITT, .Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.8, Ginebra 1989

SECCION 1. Parte Usuario de Telefonía (PUT).

Q.721 Descripción funcional de la Parte Usuario de Telefonía (PUT) del sistema de señalización N°7. Describe las funciones de la PUT y los servicios proporcionados por la misma.

Q.722 Función general de los mensajes y las señales de telefonía. Describe las funciones de los mensajes de la PUT y sus parámetros.

Q.723 Formatos y códigos. Describe el formato de los mensajes de la PUT y los valores de sus parámetros.

Q.724 Procedimientos de señalización. Describe los procedimientos de señalización utilizados por la PUT.

Q.725 Calidad de funcionamiento de la señalización en la aplicación a la telefonía. Describe los límites para llamadas infructuosas e indisponibilidad de un conjunto de rutas de señalización y los tiempos de transferencia desde la central.

La Parte de Servicios suplementarios de la RDSI se encuentra en la Recomendación Q.730 del CCITT, .Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.8, Ginebra 1989

SECCION 2. Servicios suplementarios de la RDSI

Q.730 Servicios suplementarios de la RDSI. Describe los servicios suplementarios de la RDSI de señalización de usuario a usuario, grupo cerrado de usuarios, presentación y restricción de la identidad de la línea llamante, marcación directa de extensiones y reenvío de llamada.

La Parte de Usuario de Datos (PUD) se encuentra en la Recomendación Q.741 del CCITT, .Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.8, Ginebra 1989

SECCION 3. Parte Usuario de Datos (PUD)

Q.741 Parte Usuario de Datos (PUD). Esta Recomendación aparece en el fascículo VIII.3 del Libro Azul como Recomendación X.61. La PUD define el control de la llamada para redes especializadas de datos con circuitos conmutados. Hasta ahora no se ha implantado la PUD de manera extensiva. Su funcionalidad está incluida en la parte usuario de la RDSI.

SECCION 4 - Falta en el Libro Azul

La Parte de Usuario de La Red Digital de Servicios Integrados (PUSI) se encuentra en la Recomendación Q.761 a la Q.766 del CCITT, .Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.8, Ginebra 1989

SECCION 5. Parte usuario de la red digital de servicios integrados (PUSI) .

Q.761 Descripción funcional de la parte usuario RDSI del sistema de señalización N° 7. Describe las funciones y servicios proporcionados por la PUSI, incluida la señalización de extremo a extremo y los servicios que prestará la PTM.

Q.762 Funciones generales de los mensajes y señales. Describe las funciones de los mensajes de la PUSI y sus parámetros.

Q.763 Formatos y códigos. Describe el formato de los mensajes de la PUSI y los valores de sus parámetros.

Q.764 Procedimientos de señalización que describe los procedimientos básicos de señalización y control de la llamada utilizados por la PUSI, así como la señalización de extremo a extremo.

Q.766 Objetivos de comportamiento en la aplicación red digital de servicios integrados.

La Parte Aplicación de Capacidades de Transacción (PACT) se encuentra en la Recomendación Q.771 a la Q.775 del CCITT, .Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.9, Ginebra 1989

SECCION 1. Parte Aplicación de Capacidades de Transacción (PACT)

Q.771 Descripción funcional de capacidades de transacción. Da una visión general y describe los servicios proporcionados por CT basadas en un servicio de red sin conexión.

Q.772 Definiciones de los elementos de información de las capacidades de transacción. Describe las funciones de los mensajes PACT y sus parámetros.

Q.773 Formatos y codificación de las capacidades de transacción. Describe la estructura del mensaje PACT y los valores de los parámetros de los mensajes.

Q.774 Procedimientos de las capacidades de transacción. Describe los procedimientos de las capacidades de transacción basadas en un servicio sin conexión incluyendo el direccionamiento.

Q.775 Directrices para la utilización de capacidades de transacción. Proporciona una orientación a los usuarios con respecto a las capacidades de transacción.

Las especificaciones de las pruebas de Señalización N°7 se encuentran en la Recomendación Q.780 a la Q.783 del CCITT, Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.9, Ginebra 1989

SECCION 2. Especificaciones de las pruebas

Q.780 Especificaciones de las pruebas del sistema de señalización N° 7 - Descripción general. Describe los principios y el alcance de las especificaciones de las pruebas y su campo y método de aplicación.

Q.781 Especificación de las pruebas del nivel 2 de la PTM. Describe la configuración y el entorno de prueba y las pruebas del nivel 2 de la PTM.

Q.782 Especificación de pruebas de nivel 3. Describe la configuración de prueba y las pruebas del nivel 3 de la PTM.

Q.783 Especificación de las pruebas para la parte usuario de telefonía del sistema de señalización N° 7. Describe la configuración de prueba y las pruebas de la PUT.

La Supervisión y mediciones de Señalización N°7 se encuentran en la Recomendación Q.791 en el Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.9, Ginebra 1989.

SECCION 3. Supervisión y mediciones

Q.791 Supervisión y mediciones en redes que emplean el sistema de señalización N° 7. Describe las mediciones para la PTM y la PCCS.

La Parte Operaciones, Mantenimiento y Administración (POMA) se encuentran en la Recomendación Q.795 en el Tomo VI del Libro Azul del CCITT, fascículo VI.9, Ginebra 1989.

SECCION 4. Parte Operaciones, Mantenimiento y Administración (POMA)

Q.795 Parte Operaciones, Mantenimiento y Administración (POMA). Describe los procedimientos de operaciones, mantenimiento y administración para la red del sistema de señalización N° 7.

CAPITULO 5

5. -SEÑALIZACION UTILIZADA EN RDSI EN ACCESOS BASICO Y PRIMARIO Y SU COMPATIBILIDAD CON SS#7.

5.1. - La señalización por Canal Común

La señalización que se utiliza en la Red Digital de Servicios Integrados tanto en el Acceso Básico 2B+D, como en el Acceso Primario 30B+D (ya vistos en el inciso 1.9 del capítulo primero), es la señalización por Canal Común (CCS), esta señalización a diferencia de la Señalización por Canal Asociado (CAS), utiliza un canal diferente a los usados para la transmisión de información de los usuarios. Este canal independiente transporta señalización que suministra control interno y administración a la red. La Señalización por Canal Común (CCS) ya ha sido detallada en los incisos 1.2 y 2.1.1 de este capitulado.

Al ser el Acceso Primario la capa 1 del Sistema de Señalización N.7, se puede deducir que el SS#7 también es una señalización por Canal Común estandarizada que comunica a las centrales RDSI. El acceso primario circula por todos los nodos de una red RDSI y también es una señalización por Canal Común. Podemos decir por lo tanto que el Acceso Básico como el Primario son totalmente compatibles con el Sistema de Señalización N.7 en una red RDSI.

5.1.2. – Desventajas de la Señalización por Canal Asociado CAS con respecto a la Señalización por Canal Común CCS utilizada en el SS#7.

La principal desventaja de la Señalización por Canal Asociado CAS con respecto a la Señalización por Canal Común CCS, es que en el sistema de señalización por Canal Asociado CAS se utiliza el mismo canal para transmitir tanto señalización como la información del usuario. Esto origina que un canal de usuario sea ocupado primero para la señalización y después para la información propia del usuario y se puede

crear un desperdicio de un canal ya que puede que el usuario llamado no se encuentre, pero el canal va a ser ocupado hasta que no se tenga conocimiento en el sistema de que esto ocurre. A diferencia de esto tenemos una llamada originada con una Señalización por Canal Común CCS, en este tipo de señalización el canal de usuario no se ocupa hasta que en el canal de señalización independiente se ha originado la llamada y el sistema sabe que el usuario llamado va a responder.

En la Señalización por Canal Asociado CAS cada circuito o línea tiene su canal de señalización y mientras el circuito esté siendo utilizado por un proceso de información del usuario no se puede efectuar ningún tipo de señalización, por lo tanto el proceso de señalización se vuelve demasiado lento en comparación con el proceso de Señalización por Canal Común CCS, en el que se puede llevar a cabo la señalización que se requiera durante la llamada, además de que en este tipo de señalización se cuenta con más de una ruta de señalización y por lo tanto la transferencia de señalización se enruta de la forma más óptima y rápida, de aquí viene que el proceso de Señalización por Canal Común CCS sea mucho más rápido que el de Señalización por Canal Asociado CAS.

En conclusión la Señalización por Canal Común CCS nos ofrece amplias ventajas con respecto a la Señalización por Canal Asociado; ya que nos permite:

- Optimizar las operaciones de la red en cuanto a velocidad, calidad y confiabilidad, ya que la señalización independiente de la red controla el enrutamiento, la secuencia y la correcta transferencia de información de señalización.
- Nos permite una variedad de servicios que no requieren líneas de tráfico, solo enlaces de señalización. Como por ejemplo la consulta de una base de datos en un sistema de software de una red.

5.2. - El R2 y su integración en SS#7

5.2.1. - Señalización R2 MFC.

Como referencia véanse las Recomendaciones Q.421, Q.422, Q.424, Q.424, Q.440, Q.480 del Libro amarillo del CCITT 1980.

La señalización R2MFC es originalmente utilizada como señalización entre centrales, generalmente se utiliza para líneas conmutadas de larga distancia.

SEÑALIZACIÓN DE LÍNEA.

La señalización de línea indica y supervisa los estados del enlace, controla el grado de avance en el establecimiento de las llamadas y utiliza el canal de señalización (Ranura de tiempo 16). A la velocidad de 2.048 Mbps. la señalización de línea se transmite en el canal 16 (ver capítulo 1). En 1.544 Mbps. se transmite con base a los bits a y b. En los cuadros siguientes se pueden ver los esquemas de señalización.

| | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------|---------------------|
| PARTE TRANSMISORA | a_f | b_f | c_f | d_f | a_f | b_f | c_f | d_f | (HACIA ADELANTE) |
| | "m ₁ " | "m ₂ " | 0 | 1 | "m ₁ " | "m ₂ " | 0 | 1 | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------|------------------|
| PARTE RECEPTORA | a_b | b_b | c_b | d_b | a_b | b_b | c_b | d_b | (HACIA ATRAS) |
| | "e ₁ " | "e ₂ " | 0 | 1 | "e ₁ " | "e ₂ " | 0 | 1 | |

| SEÑAL O ESTADO DEL ENLACE | a_f | b_f | a_b | b_b |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | "m ₁ " | "m ₂ " | "e ₁ " | "e ₂ " |
| LIBRE | 1 | 0 | 1 | 0 |
| TOMA | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | |
|-----------------------------------------------|---|---|---|---|
| ACUSE DE RECIBO DE TOMA | 0 | 0 | 1 | 1 |
| CONTESTACION | 0 | 0 | 0 | 1 |
| DESTINO CUELGA | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ORIGEN CUELGA | 1 | 0 | 0 | 1 |
| REGRESO A LIBRE | 1 | 0 | 1 | 0 |
| INDIC. DE BLOQUEO EN DESTINO | 1 | 0 | 1 | 1 |
| DESBLOQUEO, REGRESO A LIBRE | 1 | 0 | 1 | 0 |
| INDIC. DE BLOQUEO EN ORIGEN | 1 | 1 | 1 | 0 |
| RECONOCIMIENTO DE BLOQUEO | 1 | 1 | 1 | 1 |
| DESBLOQUEO | 1 | 0 | 1 | 1 |
| RECONOCIMIENTO DE DESBLOQUEO, REGRESO A LIBRE | 1 | 0 | 1 | 0 |

Tabla 5.2.1. - Esquema de Señalización de Línea canal 16

Las señales de línea R2MFC contemplan desconexiones en caso de interrupción en el proceso por motivos de marcación incompleta o incongruente.

SEÑALIZACIÓN DE REGISTRO

Permite enviar diferentes informaciones a nivel de canal habilitado de voz, como los dígitos del destino y origen de la llamada, indica el estado del usuario destino, y utiliza el canal de voz que le corresponde.

Tenemos 15 señales de registro básicas. Hay tres grupos llamados I, II y III hacia adelante y tres grupos A, B y C hacia atrás.

Señales hacia Adelante o de Avance

Las señales hacia adelante en el esquema de señales de Teléfonos de México, emplea 15 señales hacia adelante y 6 señales hacia atrás.

Existen 3 grupos de señales que comprenden:

Grupo I.- Señales numéricas que contienen un elemento de información decimal (1, 2,.....9,..0) del número solicitado.

Grupo II.- Suministra información sobre la naturaleza del solicitante.

Grupo III.- Indica la identificación del origen de la llamada.

En el siguiente cuadro podemos ver el significado de las señales hacia adelante en el sistema de señalización MFC para México.

| SEÑAL N° | GRUPO I INFORMACION DE DESTINO | GRUPO II CATEGORIA DE LLAMADA | GRUPO III IDENTIFICACION DEL ABONADO QUE LLAMA |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | Dígito 1 | Operadora interurbana. Posibilidad de ofrecimiento interurbano en caso de línea ocupada. | Dígito 1 |
| 2 | Dígito 2 | Abonado normal | Dígito 2 |
| 3 | Dígito 3 | Aparato de pago | Dígito 3 |
| 4 | Dígito 4 | Reserva (TAC) | Dígito 4 |
| 5 | Dígito 5 | Reserva (ATME) | Dígito 5 |
| 6 | Dígito 6 | Equipo de mantenimiento | Dígito 6 |
| 7 | Dígito 7 | Reserva | Dígito 7 |
| 8 | Dígito 8 | Reserva (Operadora intercepción, conexión vía operadora al abonado a pesar de intercepción de la línea) | Dígito 8 |
| 9 | Dígito 9 | Reserva | Dígito 9 |
| 10 | Dígito 0 | Reserva | Dígito 0 |
| 11 | Reserva | Reserva | No usado |

| | | | |
|----|-----------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Acceso a servicio de intercepción | | |
| 12 | Reserva (Indicación de tránsito) | Reserva | No usado |
| 13 | Acceso al equipo de mantenimiento | Reserva | No usado |
| 14 | Reserva | Reserva | No usado |
| 15 | Reserva | Reserva | Fin de número iniciado con señal A6. Vuelta a transmisión del número mediante C1, C2 ó C6. |

Tabla 5.2.2. - Significado de las señales hacia adelante del grupo I, II y III en el sistema de señalización MFC para México.

SEÑALES HACIA ATRÁS O DE MANDO

Para control de la emisión de las señales de multifrecuencia hacia adelante se emplean 3 grupos de señales hacia atrás A, B y C.

Grupo A.- Este grupo contiene información de solicitud de envío de dígitos de la categoría del abonado que llama y del estado de la línea.

Grupo B.- Contiene información sobre el estado de la línea e información para servicios especiales sobre llamadas maliciosas.

Grupo C.- Contiene información de interpretación de las señales del grupo A e información de mando para solicitar la repetición de algún dígito que no se haya interpretado de manera correcta.

En la siguiente tabla podemos ver el significado de las señales Hacia atrás:

| SEÑAL N° | GRUPO A Señales de control para transmisión del número llamado | GRUPO B Estado de la línea del abonado llamado | GRUPO C Señales de control para transmisión del número del abonado que llama |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Emita el próximo dígito | Libre, con tasación | Emita el primer (próximo) dígito del grupo III (1) |
| 2 | Emita el primer dígito | Ocupada | Emita el primer dígito del número llamado (vuelva a las señales A) |
| 3 | Emita señal del grupo II y cambie a señales de Gpo. B | Reserva (Interceptada) | Emita señal de grupo II y cambie a señales B |
| 4 | Congestión | Congestión | Congestión |
| 5 | Reserva | Reserva (Libre, sin tasación) | Emita el próximo dígito (n+1) del número llamado. n es el dígito que se emitió al iniciarse la identificación. Vuelva a señales A. |
| 6 | Emita señal de grupo II y cambie a señales C | Reserva. (Libre, el abonado llamado que contesta retiene la conexión. En tráfico interurbano, se convierte la señal B6 en B1 en el registro interurbano entrante) | Repita el mismo dígito (n) del número llamado, vuelva a señales A. |

Tabla 5.2.3. - Señales hacia atrás de los grupos A, B y C.

5.2.2. - Interfuncionamiento del sistema de señalización N°7 con el sistema de señalización R2

Como un ejemplo de interfuncionamiento entre los sistemas de señalización N.7 y R2 tenemos una llamada completada en tráfico local entre dos centrales locales, A y C, a través de una central de tránsito B.

En las siguientes secuencias de la figura podemos ver el caso de interfuncionamiento entre el sistema de señalización N°7, el sistema R2 y los tipos de llamada asociados.

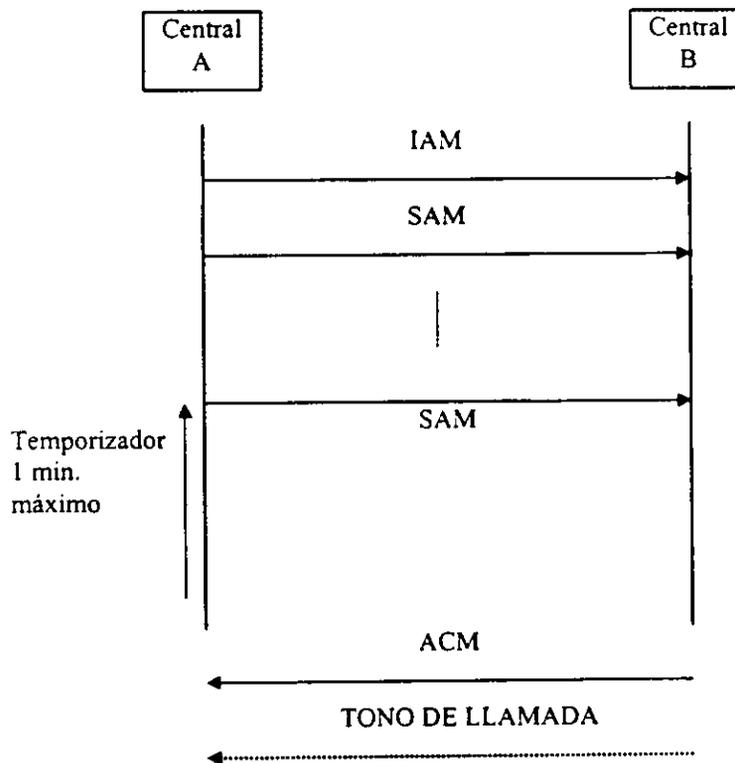


Fig. 5.2.1. (a). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

Como se puede ver en la figura, de la central A hacia la central B se envía un Mensaje de Dirección Inicial (IAM) que sirve para ocupar un canal útil y encaminar hacia la central destino; después se envían Mensajes de Dirección Subsiguiente (SAM) donde se envían las cifras marcadas, en un minuto máximo se recibe un Mensaje de Dirección Completa (ACM) indicando que se ha obtenido acceso a la central de destino y enseguida se recibe el tono de llamada. Como se ve en la figura siguiente de la central B hacia C se envía un mensaje de toma seguido de la primera cifra del abonado llamado, enseguida se recibe una señal A1 (señal de grupo I) que pide emitir el próximo dígito del abonado llamado y así sucesivamente hasta que se manda la última cifra del abonado llamado, entonces se recibe una señal A3 que

solicita emitir la categoría del abonado que llama y la siguiente señal hacia atrás, después se manda una señal de grupo II que envía información sobre la naturaleza del solicitante, enseguida se recibe una señal B6 que indica que la línea llamada se encuentra libre y se recibe el tono de llamada.

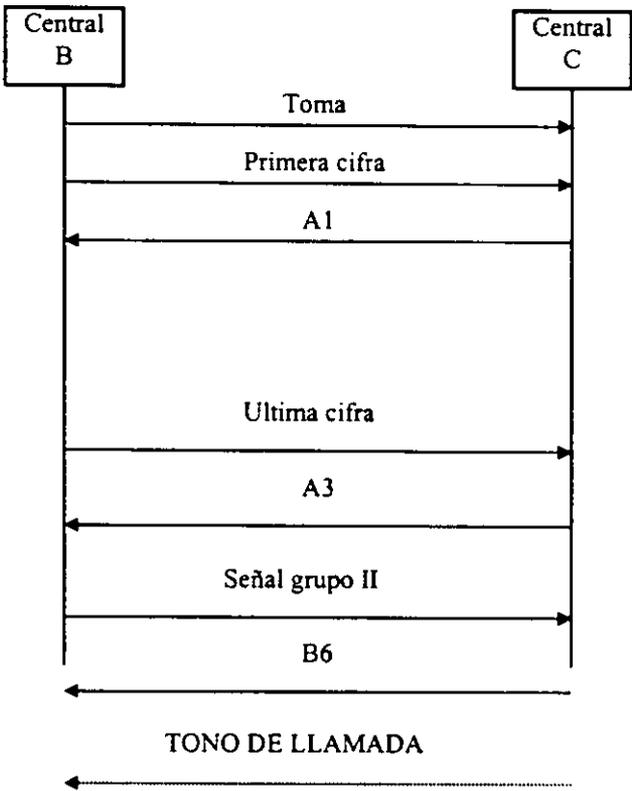


Fig. 5.2.1. (b). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

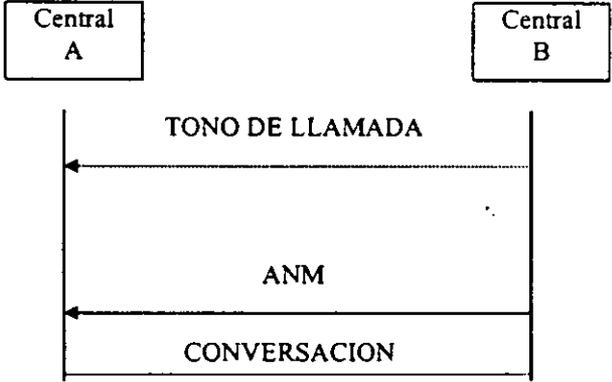


Fig. 5.2.1. (c). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

Como se pudo ver en la figura, después de que se recibe el tono de llamada de la central A hacia la B se recibe una señal ANM que es una señal de respuesta y enseguida empieza la conversación.

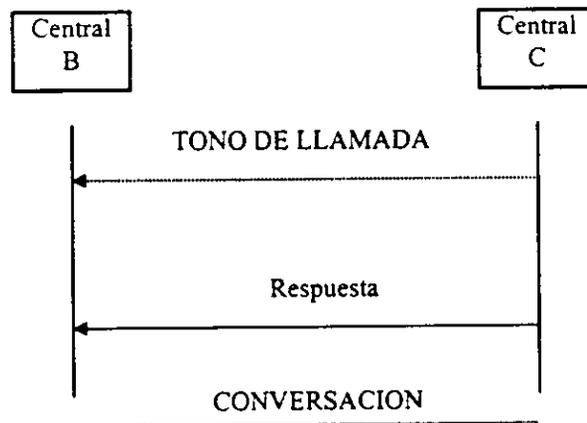


Fig. 5.2.1. (d). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

De la central B hacia la C se recibe una señal de respuesta después del tono de llamada y también comienza la conversación.

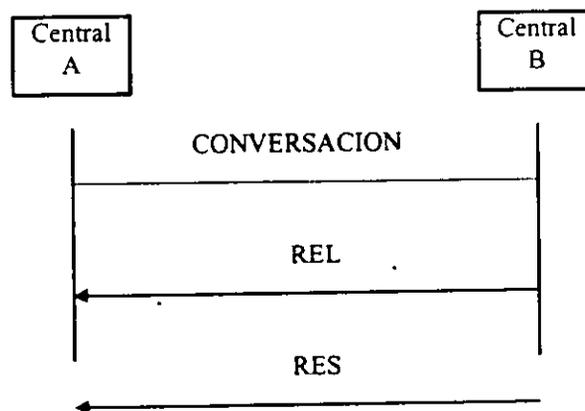


Fig. 5.2.1. (e). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

Como podemos ver en la figura, en el caso de que el usuario llamado o sea el usuario de la central B cuelgue primero, después de la conversación, de la central A hacia la B se recibe una señal REL que indica a la central A que es la conclusión de

llamada, también se recibe una señal RES que indica que se va a reanudar todo el proceso para una nueva llamada.

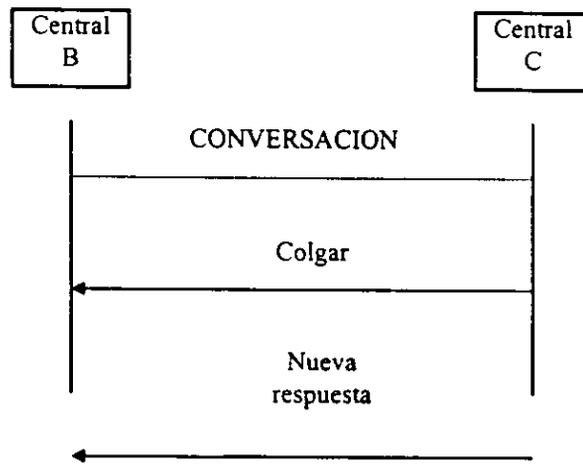


Fig. 5.2.1. (f). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

Como se puede observar en la figura, en el caso de que el usuario de la central C cuelgue primero se recibe de la central B hacia la C, una señal de colgar y enseguida se recibe una señal de Nueva Respuesta que indica que se espera otra señal de toma para iniciar otro proceso de llamada.

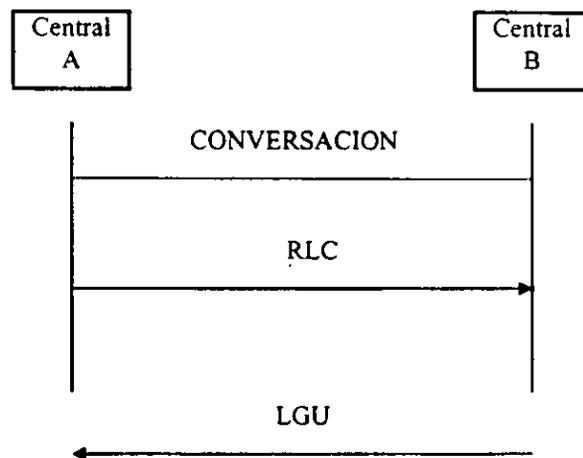


Fig. 5.2.1. (g). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

Como se ve en la figura anterior, en el caso de que el usuario llamante o sea el usuario de la central A cuelgue primero de la central A hacia la B se envía una señal de Conclusión de llamada Completa (RLC) y se recibe una señal de Liberación de Grupo de Usuarios (LGU) que indica que se libera el canal que se estaba utilizando en la conversación.

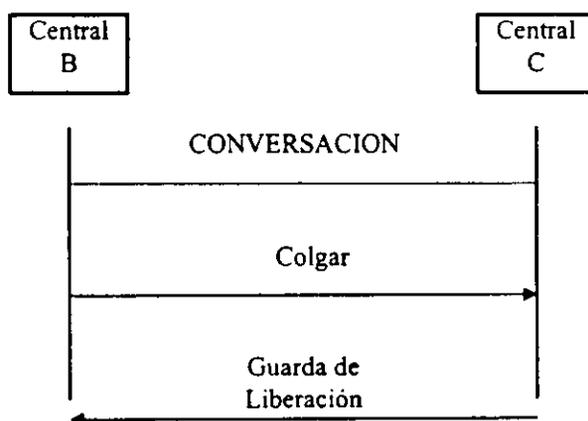


Fig. 5.2.1. (h). - Interfuncionamiento entre el SS#7 y el Sistema R2

En el caso de que el usuario que llama cuelgue primero de la central B hacia la C se envía una señal de Colgar y se recibe una señal de guarda de liberación que indica que el canal que se ocupaba en la conversación queda libre.

En la siguiente figura podemos ver toda la secuencia del funcionamiento entre los sistemas de señalización N°7 y R2 para una llamada completada en tráfico local.

CAPITULO 6

6. - ANALISIS COSTO BENEFICIO

Por medio de una Red telefónica RDSI, el usuario corporativo puede transportar información visual, auditiva o alfanumérica, en el momento que lo desee sin necesidad de contratar un servicio de uso particular como el que sería necesario por ejemplo, si se utiliza RDI (Red Digital Integrada corresponde a un modelo de redes superpuestas, por lo que solamente puede ser utilizada por aquel usuario que cuente con un enlace dedicado y privado). De tal manera la contratación de esta infraestructura implica una fuerte inversión inicial que se amortiza con el uso adecuado de la red. Para el usuario corporativo esta es la única forma local en que puede acceder - por medio de una línea privada de RDI- a señales de video, telefonía de alta calidad, circuitos digitales privados, buzón telefónico y red de paquetes de datos.

En la siguiente tabla podemos ver algunos ejemplos de los enlaces que se pueden emplear para este tipo de redes y sus costos aproximados actualmente:

| Tipo de servicio | Características | Costo de contratación | Costo de renta mensual | Total en un año |
|----------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Enlace E1-multipunto | enlace a 2,048 Mbps | 74,000.00 | 20,300.00 | 317,600.00 |
| Enlace DS0 | enlace a 64 Kbps | 13,500.00 | 7,550.00 | 104,100.00 |

Además tenemos que considerar que RDI no es un estándar mundial para los servicios digitales como lo es RDSI, que no ha podido ofrecer videoconferencia de bajo costo, debido a que se cuenta con un enlace de fibra óptica dedicado y que no

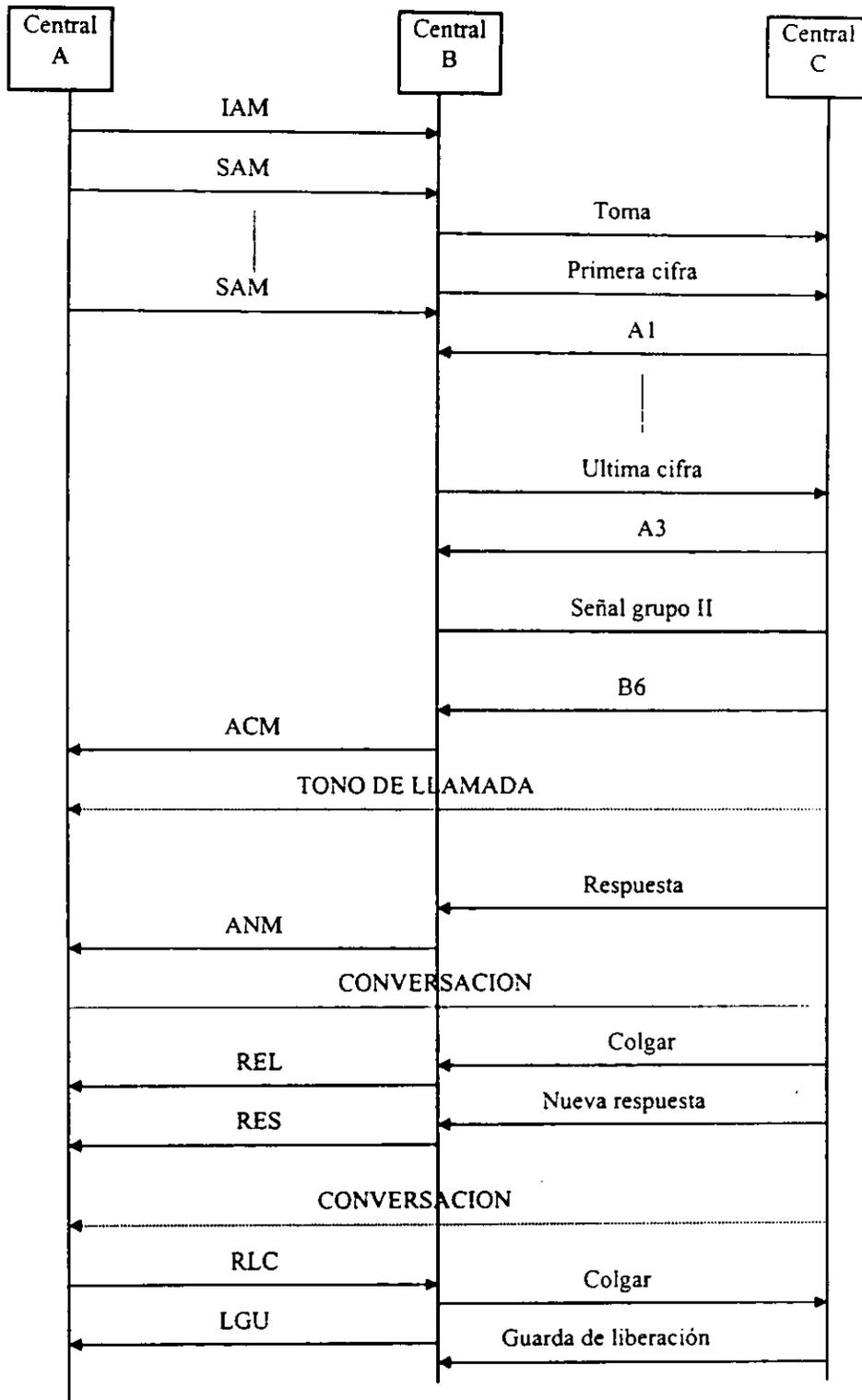


Fig. 5.2.2. Secuencia del Funcionamiento entre los sistemas de señalización N°7 y R2 para una llamada completada en tráfico local.

ofrece comunicación conmutada de alta velocidad para los usuarios que desean acceder a redes de datos conmutados para transferir información pesada entre centros operativos.

En cambio con RDSI cualquier usuario sin ser siempre necesario contratar un costoso enlace dedicado y por medio de la red telefónica pública puede acceder a enlaces telefónicos rápidos y dinámicos, puede tener amplia capacidad para transferir archivos, actualización rápida de bases de datos y aplicaciones de datos para respaldo y sesiones de videoconferencia a bajo costo, entre otros

Para poder contar con el servicio de RDSI tomemos en cuenta que se debe de adquirir equipo que soporte esta estructura de red y el medio por el cual se van a comunicar los diferentes puntos de la red podría ser con líneas telefónicas de cables de cobre (como las líneas de teléfono) y una central telefónica con capacidad de emigrar a RDSI (Todas las centrales tienen capacidad pero no tienen normalizadas las facilidades usuario - usuario –esto implica que un aparato telefónico de una marca no es compatible con otro-). La inversión del usuario entonces no será fuerte ni en cuanto al medio ni en cuanto a los equipos que se requieren solo se tendrán que canalizar los distintos servicios de comunicación e información hacia la terminal especializada correspondiente, ya que se controlarán terminales, teléfonos, maquinas de fax o conexiones de computadoras.

Tomemos en cuenta que en la misma Red Digital de Servicios Integrados podemos tener corriendo Voz, Datos, Vídeo y Fax al mismo tiempo por el mismo medio. Los beneficios son:

- Enlaces de voz y fax que pasan por la red pública telefónica pero no son tarifados en ésta y son más rápidos por el tipo de señalización (Señalización por Canal Común) empleada, ya que se ahorra mucho tiempo al efectuarse la señalización de control del enlace por un canal independiente del canal de voz del usuario; como por ejemplo podemos saber si podrá ser respondida la llamada aún

antes de haberse completado el proceso completo del enlace y el proceso de control de señalización de la llamada se lleva a cabo al mismo tiempo que es efectuado el intercambio de voz del emisor y el receptor, por lo que es más corto el tiempo real de la llamada telefónica para el usuario.

- En cuanto a la transmisión de datos se pueden lograr enlaces a altas velocidades y con gran fiabilidad con la menor pérdida de bits de datos; por lo que los usuarios logran prestigio y rentabilidad en los servicios que ofrecen sus empresas al lograr transacciones innovadoras rápidas y seguras que les reditúan grandes ganancias por estar a un alto nivel competitivo en el mercado, como por ejemplo una empresa que ofrece sus productos por televisión y el usuario marca el número telefónico que indica el anuncio para comprar el producto dando a una contestadora automática la clave del producto y el número de su tarjeta de crédito, en el mismo proceso de la llamada se checa la base de datos del banco del que proviene la tarjeta y se realiza la transacción del cargo de lo que cuesta el producto a la cuenta del banco y la compra junto con el apartado del producto.

- Con respecto a la facilidad de la Videoconferencia ésta nos trae grandes beneficios económicos ya que se logra un gran ahorro en enlazar en vídeo y voz a determinado número de personas que se estarían comunicando casi igual que si lo hicieran en una reunión personal, pero sin embargo si hubieran realizado esa reunión de manera personal sobre todo con personal de distintas regiones geográficas, se hubiera tenido un alto costo comparado al costo de la reunión vía videoconferencia, ya que si contemplamos costo de viáticos de las personas que se tienen que trasladar al punto de reunión, es un fuerte gasto para la empresa corporativa sobre todo si son reuniones que se requiere que sean muy frecuentes para beneficio de la empresa.

RDSI es una red superpuesta, por lo tanto en el caso de nuestro país se cree que la compañía telefónica predominante Telmex, solo tendría que equipar las centrales,

además se considera que es necesario que se utilicen Redes Digitales Integradas (RDI) para telefonía y así las redes evolucionen a partir de la incorporación de funciones adicionales y características de red incluidas como son las redes de datos con conmutación de circuitos y las redes de datos con conmutación de paquetes a fin de tener en cuenta los servicios actuales y los nuevos.

CONCLUSIONES

Es evidente que la evolución y demanda de las aplicaciones de los usuarios terminales, ha motivado el desarrollo de dispositivos poderosos en la "última milla". Sin embargo la evolución en los sistemas de transmisión se limitó en un tiempo al mejoramiento de técnicas de modulación y optimización de ancho de banda.

Es por ello que el surgimiento del Sistema de Señalización N. 7 viene a revolucionar el intercambio de información entre equipos y convierte éste en un modelo de referencia para la toma de decisiones en los propios conmutadores telefónicos de altas capacidades.

Dado que dicha tecnología aún sigue en evolución se prevee un campo vasto de estudio y análisis "a priori" con objeto de mantener el conocimiento actualizado de ésta técnica que viene a marcar una nueva era en la telefonía.

Por lo anterior el presente trabajo representa una herramienta útil para aquellos que desean acercarse al conocimiento de los actuales protocolos. Aunado a ello cabe comentar que el presente recopila una gran cantidad de información en un solo texto lo cual permite un acceso fácil de lectura, ya que a la fecha la información con que se cuenta está dispersa en diferentes literaturas y diferentes idiomas.

Personalmente, el realizar este trabajo y tratar de plasmarlo de la manera más sencilla para que pueda ser comprendido por el mayor número de lectores posible

además se considera que es necesario que se utilicen Redes Digitales Integradas (RDI) para telefonía y así las redes evolucionen a partir de la incorporación de funciones adicionales y características de red incluidas como son las redes de datos con conmutación de circuitos y las redes de datos con conmutación de paquetes a fin de tener en cuenta los servicios actuales y los nuevos.

CONCLUSIONES

Es evidente que la evolución y demanda de las aplicaciones de los usuarios terminales, ha motivado el desarrollo de dispositivos poderosos en la "última milla". Sin embargo la evolución en los sistemas de transmisión se limitó en un tiempo al mejoramiento de técnicas de modulación y optimización de ancho de banda.

Es por ello que el surgimiento del Sistema de Señalización N. 7 viene a revolucionar el intercambio de información entre equipos y convierte éste en un modelo de referencia para la toma de decisiones en los propios conmutadores telefónicos de altas capacidades.

Dado que dicha tecnología aún sigue en evolución se prevee un campo vasto de estudio y análisis "a priori" con objeto de mantener el conocimiento actualizado de ésta técnica que viene a marcar una nueva era en la telefonía.

Por lo anterior el presente trabajo representa una herramienta útil para aquellos que desean acercarse al conocimiento de los actuales protocolos. Aunado a ello cabe comentar que el presente recopila una gran cantidad de información en un solo texto lo cual permite un acceso fácil de lectura, ya que a la fecha la información con que se cuenta está dispersa en diferentes literaturas y diferentes idiomas.

Personalmente, el realizar este trabajo y tratar de plasmarlo de la manera más sencilla para que pueda ser comprendido por el mayor número de lectores posible

me permitió comprender la diferencia que hay entre la señalización comúnmente usada por las centrales telefónicas de nuestro país y la señalización por Canal Común que en otros países ya es usada cotidianamente y que en México la compañía telefónica Telmex apenas esta empezando a tratar de aprovechar los servicios que esta señalización ofrece. Comprender estos dos tipos de señalización y analizar el Sistema de Señalización N.7 me ha ayudado a tener una idea de cómo

funcionan este tipo de protocolos que día a día se van perfeccionando y van ofreciendo cada vez más facilidades y también más campos de estudio a los grupos que se dedican a perfeccionarlos y a los usuarios. Actualmente laboro en una empresa que utiliza RDI (Red Digital Integrada), utiliza Canal Asociado de Señalización y ya obtiene algunas facilidades de una red digital; este análisis me ha permitido comprender las ventajas y desventajas de este tipo de Red y de señalización y adquirir una mayor visión en la elaboración de un proyecto de red.

Por lo tanto pienso que es un deber de nosotros los profesionistas de este campo el tratar de actualizarnos, comprender y analizar las ventajas y desventajas de los protocolos y tecnologías de vanguardia así como su aplicación en la empresa a la que le estemos prestando nuestros servicios.

Por último cabe recordar al lector de este trabajo que para una mejor comprensión de este análisis al final de este documento se presenta un glosario de términos usados con frecuencia en este capitulo relacionados al Sistema de Señalización N. 7, así como para un análisis más detallado o alguna consulta en el capítulo 4to. de este documento se mencionan la Serie, Tomo, Fascículo y Temario de las Recomendaciones del CCITT relacionadas con el Sistema de Señalización N.7.

Glosario de Términos del Sistema de Señalización N° 7

| Sigla | significado | Relacionado a: |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| ACM | Mensaje de Dirección Completa | Tipo de Mensaje MSU |
| ANM | Mensaje de Respuesta | Tipo de Mensaje MSU |
| ANSI | Instituto Nacional de Estándares Americanos | |
| BIB | Bit indicador hacia atrás | Parámetro de nivel 2 |
| Libro Azul | CCITT recomendaciones Q.700 de SS7 (cubierta azul) | |
| BSN | Número de secuencia hacia atrás | Parámetro de nivel 2 |
| CAS | Señalización por canal asociado | Sistema de señalización |
| CCITT | Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía | |
| CCS | Canal Común de señalización ej. SS7 | Sistema de señalización |
| CIC | Código de Identificación de Circuito | Parámetro de nivel 3 |
| CRC | Código de Redundancia Cíclica | Parámetro de nivel 2 |
| DPC | Código de Punto de Destino | Parámetro de nivel 3 |
| erlang | Medida de tráfico de carga equivalente a % de MSU | |
| FIB | Bit indicador hacia adelante | Parámetro de nivel 2 |
| FISU | Unidad de señalización de relleno | Unidad de señalización |
| Flag | 01111110 (bandera de identificación de secuencia única) | |
| FSN | Número de secuencia hacia adelante | Parámetro de nivel 2 |

| | | |
|---------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|
| IAM | Mensaje de dirección inicial | Tipo de Mensaje MSU |
| ISDN | Red Digital de Servicios Integrados | |
| ISO | Organización de Estándares Internacionales | |
| ISUP | Parte de usuario ISDN | |
| LI | Indicador de Longitud | Parámetro de nivel 2 |
| LSSU | Unidad de señalización de estado | Unidad de señalización |
| MSU | Unidad de Señalización de Mensaje | Unidad de señalización |
| MTP | Parte de Transferencia de Mensajes | Nivel 1, 2 y 3 |
| Octeto | Equivalente a 8 bits | |
| OMC | Centro de Operación y Mantenimiento | |
| OPC | Código de Punto de Origen | Parámetro de nivel 3 |
| OSI | Interconexión de sistemas abiertos (modelo de 7 capas) | |
| REL | Conclusión de llamada | Tipo de mensaje MSU |
| SAM | Mensaje de dirección subsiguiente | Tipo de mensaje MSU |
| SCCP | Parte de Control de Conexión de Señalización | Tipo indicador servicio |
| SCP | Punto de Control de Servicio | Elemento N° 7 |
| SI | Indicador de Servicio | Nivel 4 |
| SLS | Enlace de Selección de Señalización | Nivel 3 |
| SNM | Administración de red de señalización | Tipo indicador de servicio |

- Ryoichi Komiya ISDN systems
Ed. Prentice Hall
- SCHWARTZ, Misha. Transmisión de Información Modulación y Ruido.
México, Ed. McGraw-Hill, 1990 (c1983)
- STREMBLER, Ferrel. Sistemas de Comunicación
México, Ed. Fondo Educativo Interamericano, 1989 (c1977)
- UYLESS, Black. Data Networks. Concepts, Theory and Practice.
New Jersey. Ed. Mac Graw-Hill, 1989 (c1989)
- SPRAGINS, John D. Telecommunications. Protocols and Desing
New York, Ed Addison-wesley, 1991
- Tomo VI del Libro Azul del CCITT Fascículo VI.7
Ginebra 1989.
- Tomo VI del Libro Azul del CCITT Fascículo VI.8
Ginebra 1989
- Tomo VI del Libro Azul del CCITT Fascículo VI.9
Ginebra 1989
- CCITT. UIT Directrices para la realización de una Red del Sistema de Señalización
Número 7. Manual (Rec. Q.790)
- GN Elmi Notas Técnicas N.3 Red Digital de Servicios Integrados
Dinamarca 1991
- Cisco System. Interconexión de Redes. Términos y Acrónimos

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| SSP | Punto de conmutación de servicios | Elemento N° 7 |
| SS7 | Sistema de Señalización N°7 | |
| PTS | Punto de Transferencia de Señalización | Elemento N° 7 |
| TCAP | Parte de Aplicación de Capacidad de Transacción | |
| TUP | Parte de usuario de Telefonía | Tipo indicador servicio |

BIBLIOGRAFIA

- STALLINGS, William Introduction a ISDN
New York, Ed. Macmillan Publishing,
- Fred R. Goldstein ISDN in perspective
Ed. Adison Wesley publishing Co.
- STALLINGS, William. Local and Metropolitan Area Networks
4 ed. New York, Ed. Macmillan Publishing,
- Hermann J. Helyert Integrated Services Digital Networks: Architectures, Protocols and Standars Ed. Adison Wesley publishing Co.
- Anthony M. Rutkowsky Integrated Services Digital Networks
Ed. Artech House Inc.

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| SSP | Punto de conmutación de servicios | Elemento N° 7 |
| SS7 | Sistema de Señalización N°7 | |
| PTS | Punto de Transferencia de Señalización | Elemento N° 7 |
| TCAP | Parte de Aplicación de Capacidad de Transacción | |
| TUP | Parte de usuario de Telefonía | Tipo indicador servicio |

BIBLIOGRAFIA

- STALLINGS, William Introduction a ISDN
New York, Ed. Macmillan Publishing,
- Fred R. Goldstein ISDN in perspective
Ed. Adison Wesley publishing Co.
- STALLINGS, William. Local and Metropolitan Area Networks
4 ed. New York, Ed. Macmillan Publishing,
- Hermann J. Helyert Integrated Services Digital Networks: Architectures, Protocols and Standars Ed. Adison Wesley publishing Co.
- Anthony M. Rutkowsky Integrated Services Digital Networks
Ed. Artech House Inc.