



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“PROTOSCOLOS DE LA TELEFONÍA CELULAR,
SERVICIOS Y SISTEMAS EN MÉXICO”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PRESENTA:

ESTEBAN/AGUILAR CARDOSO

ASESOR: ING. JORGE BUENDIA GÓMEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
 CUAUTITLÁN

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
 EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
 PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Protocolos de la telefonía celular, satelital y sistemas de
 México".

que presenta el pasante: Aracelis Aguilar Vardago
 con número de cuenta: 311455-5 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx a 23 de Mayo de 2002

PRESIDENTE Ara. José Luis Ríos y Lorenzo
 VOCAL Ing. Alejandro Martínez Morcote
 SECRETARIO Ing. Jorge Bianchi Gómez
 PRIMER SUPLENTE Ing. Raúl Marcos Roca Sierra
 SEGUNDO SUPLENTE Ing. Rosalío Xalhuantzi Parada

Yo, **Esteban Aguilar Cardoso**, dedico este presente trabajo a las siguientes personas, que de una forma u otra hicieron posible la realización del mismo y contribuyeron a mi formación profesional:

A MI MADRE: GUADALUPE CARDOSO MARÍN

A MI PADRE: ESTEBAN AGUILAR LÓPEZ

Quienes me han brindado todo su apoyo y cariño, me han dado la formación como persona y lo más importante "la vida", que con todo y regaños que no fueron muchos, me han tenido paciencia y me han llevado hasta donde estoy.

A MIS HERMANAS: MARIBEL Y DULCE

**A MIS PRIMOS: EL GALLO, ENRIQUE Y
HECTOR**

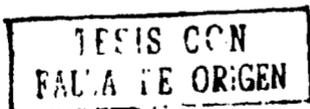
Quienes han compartido su vida conmigo y han sabido apoyarme en momentos difíciles y lo más importante es que me han dado su cariño.

**A MIS AMIGOS: DERICK, DENISSE, EDUARDO,
OSCAR Y MIGUEL**

Quienes me han brindado su amistad y apoyo incondicional y han compartido momentos importantes en mi vida.

A MI ASESOR: ING. JORGE BUENDIA GÓMEZ

Y demás familiares y amigos que con sus consejos estimularon la elaboración del presente estudio.



"Protocolos de la telefonía celular, servicios y sistemas en México"

INDICE:

PRÓLOGO

CAPITULO 1

"LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES"..... 1

CAPITULO 2

**"LOS ACTORES EN EL MUNDO DE LAS COMUNICACIONES
MÓVILES"..... 5**

CAPITULO 3

"TIPOS DE COMUNICACIONES MÓVILES"..... 9

- **SISTEMA DE COMUNICACIONES MÓVILES POR
SATELITES..... 28**

CAPITULO 4

"EL SISTEMA DE RADIO TELEFONIA CELULAR"..... 41

CAPITULO 5

"TELEFONIA MÓVIL ANALÓGICA"..... 53

CAPITULO 6

"TELEFONIA DIGITAL: RED GSM"..... 63

CAPITULO 7

"SISTEMAS DE LA TERCERA GENERACION"..... 87

CAPITULO 8

"CALIDAD Y SERVICIOS DE TELEFONIAS EN MÉXICO"..... 133

CONCLUSIONES..... 179

BIBLIOGRAFÍA..... 181

GLOSARIO 1

Prólogo

Las comunicaciones en la actualidad son muy importantes, debido a su gran demanda, ya sea por necesidad de trabajo, familia y amigos.

El trabajo de tesis trata de conformar una investigación y detallada acerca de la importancia de la comunicación en el mundo y en México, así como su evolución y explicación de algunos sistemas para la comunicación pero enfocados a la telefonía móvil.

Es necesario recalcar que este trabajo se enfoca también a los protocolos de las compañías de telefonía inalámbrica, así como los servicios que ofrecen a los clientes y la calidad de estas que existen en nuestro país.

Esta recopilación de información se encuentra muy dispersa y no muy clara, incluso ni en libros se puede encontrar, por eso la necesidad de crear una investigación que pudiera reunir todos los conceptos de las empresas que ofrecen dichos servicios.

Por eso es necesario e importante rescatar esta gama de las comunicaciones, ya que aplicándolas a la ingeniería tienen un gran potencial de desarrollo a corto y a largo plazo en la industria como en la vida común.

CAPITULO 1

“Los sistemas de comunicaciones móviles”

Introducción:

Por definición, el término “comunicaciones móviles” describe cualquier enlace de radiocomunicación entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o parado, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un terminal fijo, tal como una estación base.

Esta definición es de aplicación a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea móvil a móvil o fijo a móvil. El enlace móvil a móvil consiste muchas veces en un enlace móvil a fijo a móvil.

El término móvil puede referirse a vehículos de todo tipo - automóviles, aviones, trenes... - o, sencillamente, a personas paseando por las calles.

El Reglamento de Radiocomunicaciones define el servicio móvil como un servicio de radiocomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrestres (fijas) o entre estaciones móviles únicamente. Además, en función de dónde se sitúa habitualmente el terminal móvil, el Reglamento diferencia tres tipos de servicio:

- Servicio móvil terrestre.
- Servicio móvil marítimo.
- Servicio móvil aeronáutico.

Es importante destacar que al hablar de comunicaciones móviles se está pensando, generalmente, en un sistema de comunicaciones punto a punto. Aunque también es posible en algunas circunstancias efectuar comunicaciones punto a multipunto, se trata de una configuración especial del servicio que sirve a aplicaciones particulares.

Antecedentes

La radiocomunicación pública requiere técnicas sofisticadas y, por tanto, su evolución ha estado siempre ligada al progreso de la electrónica. La idea de comunicación instantánea independientemente de la distancia es parte de los sueños más antiguos del hombre, y su sueño se hizo realidad tan pronto como se lo permitió la tecnología. La primera utilización de las ondas de radio para comunicarse se efectuó a finales del siglo diecinueve para radiotelegrafía (en 1880, Hertz realiza una demostración práctica de radiocomunicaciones; en 1897, Marconi realiza una transmisión de radio a más de 18 millas de distancia).

Desde entonces, la radio se convirtió en una técnica ampliamente utilizada en comunicaciones militares. Las primeras aplicaciones públicas de la radio fueron de difusión (primero sonido, luego imágenes): esto es mucho más sencillo que la radiotelefonía, dado que el terminal móvil es sólo un receptor. El auge real de los sistemas públicos bidireccionales de radiocomunicaciones móviles tuvo lugar justo después de la segunda guerra mundial, cuando el uso de la modulación de frecuencia y de la tecnología electrónica, como la válvula de vacío, permitieron el desarrollo de un servicio de telefonía a escala real para vehículos. El primer servicio telefónico móvil real nació oficialmente en St. Louis (Missouri, EE.UU.) en 1946. Europa, que se estaba recuperando de la guerra, le siguió algunos años después.

Las primeras redes móviles de telefonía se operaban manualmente; es decir, era necesaria la intervención de un operador para conectar cada llamada a la red fija. Además, los terminales eran muy voluminosos, pesados y caros. El área de servicio estaba limitada a la cobertura de un único emplazamiento de transmisión y recepción (sistemas unicejulares). Había muy poco espectro de radio disponible para este tipo de servicios, dado que éste se asignaba fundamentalmente a propósitos militares y a radiodifusión, en particular, televisión. En consecuencia, la capacidad de los primeros sistemas era pequeña y la saturación de los mismos fue muy rápida, a pesar del alto costo de los terminales. La calidad del servicio empeoró rápidamente debido a la congestión y la capacidad de procesar llamadas caía algunas veces hasta paralizar la red.

Entre 1950 y 1960 los sistemas evolucionaron hasta automatizarse y los costos disminuyeron gracias a la introducción de los semiconductores. La capacidad se incrementó un poco, aunque aún era demasiado escasa para la demanda existente: la radiotelefonía pública seguía siendo un lujo para unos pocos.

Durante los años '70, la integración a gran escala de dispositivos electrónicos y el desarrollo de los microprocesadores abrió las puertas a la implementación de sistemas más complejos. Dado que el área de cobertura de una antena está fundamentalmente limitada por la potencia de transmisión de las estaciones móviles, los sistemas se plantearon con varias estaciones receptoras para una única estación transmisora. Se permitía así la cobertura de un área mayor a costa de una mayor complejidad en la infraestructura. Pero la verdadera revolución se produjo con los sistemas celulares, donde hay numerosos emplazamientos que tanto transmiten como reciben y sus respectivas áreas de cobertura se solapan parcialmente.

En lugar de intentar incrementar la potencia de transmisión, los sistemas celulares se basan en el concepto de reutilización de frecuencias: la misma frecuencia se utiliza en diversos emplazamientos que están suficientemente alejados entre sí, lo que da como resultado una gran ganancia en capacidad.

Por contra, el sistema es mucho más complejo, tanto en la parte de la red como en las estaciones móviles, que deben ser capaces de seleccionar una estación entre varias posibilidades.

Además, el costo de infraestructura aumenta considerablemente debido a la multiplicidad de emplazamientos.

El concepto celular se introdujo por los laboratorios Bell y se estudió en varios lugares durante los años 70.

En forma muy general, se puede decir que un sistema celular está compuesto por varios elementos: la central celular, las celdas de cobertura y los aparatos celulares de los clientes.

Una vez que el cliente esté suscrito a la compañía que administra el sistema celular y el aparato está programado con los parámetros técnicos adecuados, entonces el teléfono celular es capaz de despedir una señal hacia la central celular, la cual lo identifica como cliente y le autoriza ejecutar la comunicación.

Inmediatamente, según los datos recopilados, la central identifica si se trata de una llamada hacia un celular, hacia un teléfono fijo o si es internacional. Lo anterior permite que la señal se canalice a la central telefónica correspondiente y se haga efectiva la comunicación.

CAPITULO 2

“Los actores en el mundo de las comunicaciones móviles”

Conceptos

Regulación: Proceso que permite la sana competencia en un mercado en donde existen diversas entidades que proveen el mismo servicio, o bien servicios complementarios.

Beneficios de la regulación:

- Definición de las reglas que afectarán a una empresa que pretende entrar a competir a un mercado determinado.
- Definición de los alcances de los diferentes servicios ofrecidos por los operadores.
- Garantías contra prácticas anticompetitivas para proveedores y usuarios de servicios de telecomunicaciones.
- Control de las empresas con un poder dominante o sustancial sobre un mercado particular.
- Atención a los derechos y obligaciones de los consumidores de servicios de telecomunicaciones.

Estandarización: Proceso que permite la compatibilidad entre dispositivos y sistemas de diferentes fabricantes, empresas o naciones. También se le conoce como normalización.

Beneficios de la estandarización:

- Reducir los costos de los equipos y servicios de telecomunicaciones.
- Incremento del número de opciones para los consumidores.

Reguladores nacionales e internacionales

Son los encargados de establecer “las reglas del juego”. Dado que las comunicaciones móviles utilizan un recurso escaso, como es el espectro radioeléctrico, y al tratarse de un bien público, se deben dictar unas normas mínimas que protejan no sólo a consumidores y usuarios, sino también que determinen las reglas que aseguren una competencia leal entre empresas.

También se debe asegurar la buena utilización del recurso escaso puesto a disposición de los operadores. A nivel mundial, la WRC (World Radio Conference), uno de los brazos de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), determina cada dos años la utilización que se debe hacer del espectro radioeléctrico. Cada Administración nacional, basada en las recomendaciones de la WRC, determina su propio uso del espectro.

En lo que se refiere a los derechos de la competencia y la defensa de los consumidores, cada país depende también de su administración. En México las instituciones encargadas son COFETEL Y PROFECO.

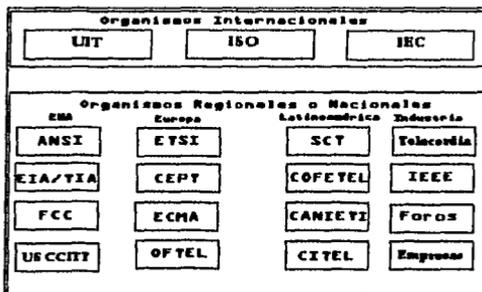


Figura 2-1: Organismos de Estandarización

Fabricantes

Son los encargados de materializar los productos y sistemas que permitirán que un operador disponga de una red y que los usuarios dispongan de equipos para conectarse a dicha red. Juegan un papel muy importante en la definición de los sistemas y en el desarrollo de los mismos.

Operadores

Se trata de aquellas empresas que han conseguido licencia o autorización de su Administración nacional y, por tanto, han podido instalar y operar una red de telecomunicaciones.

Su misión consiste en mantener lista la infraestructura que permita el tránsito de tráfico.

Los operadores “fabrican” minutos de servicios de telecomunicación que venden a los proveedores de servicio.

Proveedores de Servicio

Son aquellas empresas que funcionan como intermediario entre los operadores de red y los clientes. Los proveedores de servicio adquieren minutos de tráfico a uno o varios operadores de red y configuran paquetes de servicios de telecomunicación, con diferentes características y precios, que venden a los clientes finales.

Los proveedores de servicio deben soportar los sistemas de facturación y de atención al cliente.

Clientes y usuarios

Los clientes y usuarios son el último, o primer, eslabón en la cadena. Adquieren servicios de telecomunicación a los proveedores de servicio según sus necesidades. La

diferencia entre cliente y usuario es que el primero es el que adquiere los servicios, siendo el segundo el que los utiliza.

Los clientes y usuarios son los que definen los requisitos finales de servicios de telecomunicación que debe configurar su proveedor de servicio.

CAPITULO 3

“Tipos de comunicaciones móviles”

Tal como otros aparatos de uso cotidiano, un teléfono móvil es un verdadero misterio para la mayoría de las personas. En verdad, un teléfono móvil no es realmente un teléfono, pero si un aparato de radio que funciona de modo análogo a un CB portátil.

Antes de la invención de los celulares, las personas usaban radioteléfonos que transmitían para una antena central en cada ciudad con 25 canales disponibles. Una antena aislada de esta manera exigía un transmisor potente, o suficiente para transmitir a 60 o 80 kilómetros. Todo esto significaba que no todos podían usar radioteléfonos: no sólo era caro si no simplemente no existían frecuencias suficientes.

Existen muchas formas de clasificar los sistemas de comunicaciones móviles. Una de ellas, tal como hace el Reglamento de Radiocomunicaciones, es en función del entorno en el que se utilizan - terrestre, marítimo o aeronáutico. Otra posibilidad es clasificarlos según su capacidad de comunicación, en uno o ambos sentidos. Con este criterio, los sistemas móviles se clasificarían en:

Sistemas simplex

La transmisión y la recepción se efectúan en forma secuencial, en un sentido cada vez. Para hablar, se debe “solicitar permiso”, lo que se hace pulsando el botón del terminal denominado PTT, “Push To Talk” o “Pulsar Para Hablar”. Dentro de los sistemas simplex se encuentran los que funcionan a una o a dos frecuencias. Los primeros son aquellos que utilizan la misma frecuencia para transmisión y recepción.

Presentan como principal inconveniente la alta probabilidad de captura de una comunicación por otra, debido a una alta interferencia co-canal; sin embargo, permiten la comunicación entre móviles, sin pasar por la base. Este tipo de sistemas se utiliza para soportar las comunicaciones de seguridad en los servicios móviles marítimo y aeronáutico.

Los sistemas a dos frecuencias separan la transmisión de la recepción. Ofrecen mayor protección a la interferencia co-canal pero obligan a que todas las comunicaciones pasen necesariamente por la estación base, al no poder los móviles hablar entre sí.

Sistemas semi-dúplex.

Este sistema utiliza frecuencias diferentes de transmisión y de recepción. Es una mejora del sistema simplex a dos frecuencias, donde se incorpora un duplexor a la estación de base. En este caso, la estación base funciona en dúplex y los terminales móviles lo hacen en simplex. La estación base se limita a retransmitir las comunicaciones que recibe, a lo que se denomina "Talk Through" (TT).

Para identificar una solicitud de comunicación frente a posibles interferencias, se manejan tonos de control a frecuencias "sub-audio" (< 300 Hz) que acompañan a la comunicación. Así, sólo se activará la estación base cuando reciba una señal, en la frecuencia de recepción adecuada, acompañada del todo "sub-audio".

Sistemas dúplex.

En estos sistemas la estación base transmite en una frecuencia f_1 y recibe en una frecuencia f_2 mientras que el móvil transmite en una frecuencia f_2 y recibe en f_1 . Tanto estación base como móvil disponen de duplexor que permite la transmisión y recepción simultáneas. En este sistema no es posible tampoco la comunicación directa móvil - móvil, sin pasar por la estación base. La implementación de estos sistemas es más cara y compleja que la de los anteriores.

Si bien esta clasificación es útil a la hora de comprender las particularidades de cada sistema de comunicaciones móviles, para el desarrollo de esta asignatura se cree más conveniente considerar la clasificación de sistemas según un conjunto de características que les confieren cierta operatividad.

Además de las particularidades de la comunicación - simplex, semidúplex o dúplex - dentro de este conjunto de características se consideran otras como el tipo de gestión de la comunicación, la canalización, etc. Se trata de agrupar los sistemas en relación con las facilidades de comunicación que permiten.

Radiotelefonía de Corto Alcance (RTCA)

También denominados radiotelefonía convencional o "Walkie-Talkies", son sistemas de comunicación simplex, a una o dos frecuencias, o semidúplex, a los que se les asigna una serie de frecuencias para que cualquiera pueda utilizar siempre que estén libres. Este sistema, en principio, no permite ninguna privacidad al usuario.

Hoy en día hay miles de sistemas de radio convencional funcionando en todo el mundo. Estos sistemas, por su simplicidad, son la manera más popular de comunicaciones bidireccionales vía radio que existe.

En un principio, el protocolo de gestión de las comunicaciones y de la utilización del canal o canales asignados es muy sencillo: se basa en la utilización del botón PTT ("Push To Talk" o Pulsar Para Hablar) que existe en los equipos terminales y que sirve para conmutar entre receptor y transmisor. Los sistemas convencionales actuales ofrecen muchas posibilidades además de los básicos "hablar y escuchar".

Los sistemas de radio convencional varían en tamaño y complejidad. En función del tamaño, los sistemas se dividen en mono-emplazamiento y multi-emplazamiento. Los sistemas mono-emplazamiento contienen una única estación base o repetidor y operan según la distancia que cubre dicha base. Los sistemas multi-emplazamiento contienen múltiples emisores y transmisores que extienden el área de cobertura más allá de un sistema mono-emplazamiento convencional. Para ello, se utilizan diversas técnicas:

Voting -

Para extender la cobertura de un área, se añaden múltiples receptores remotos al sistema. Dichos receptores pueden incorporarse a áreas remotas o edificios que están fuera del alcance normal del sistema.

Simulcast

Provee cobertura en una amplia área introduciendo varios transmisores que emiten la misma frecuencia de forma simultánea. Dado que los emplazamientos "simulcast" suelen solaparse, los usuarios pueden recibir comunicaciones independientemente de donde se hallen en el sistema.

Multicast

Similar al "simulcast", éste proporciona un amplio área de cobertura a través de múltiples emplazamientos que se solapan y que utilizan conjuntos diferentes de frecuencias.

En estos sistemas RTCA, existen bastantes probabilidades de ser interferido o de captar la señal de un transmisor cercano. La figura 3-1 muestra gráficamente este hecho. Por tanto, la aparente simplicidad de este tipo de sistemas trae aparejados otra serie de problemas, como son la seguridad en las comunicaciones, el control de las mismas y la utilización eficiente del espectro radioeléctrico.

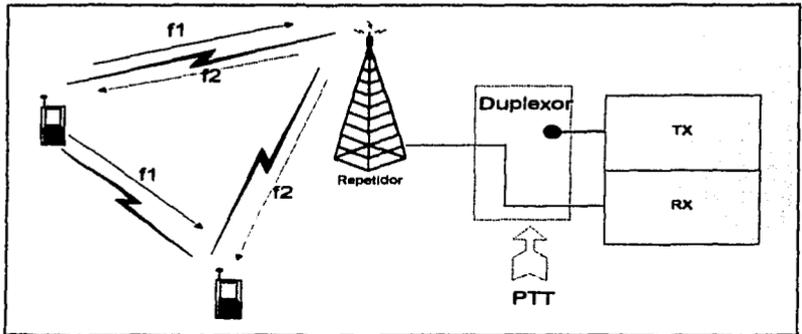


Figura 3-1: Sistema RTCA

La simplicidad de este tipo de sistemas hace que existan tantos equipos o “normas” como fabricantes. No obstante, dentro del seno del ETSI (“European Telecommunications Standards Institute”) se intenta la normalización de este tipo de servicio. El objetivo final de esta normalización es que todos los fabricantes cumplan con un mismo estándar y, de esta manera, que todos los equipos sean compatibles o “interconectables” entre sí.

Digital Short Range Radio (DSRR)

Esta norma, denominada “Digital Short Range Radio (DSRR)”, define un transceptor de radio de baja potencia del servicio de radio móvil privada, diseñado para ofrecer comunicaciones, tanto de voz como de datos, vía radio en distancias cortas y capaz de trabajar en modo simplex a una frecuencia, para lo que se le asigna la banda de 933-935 Mhz, y/o en modo semidúplex con dos frecuencias en la banda 933-935 Mhz emparejada con 888-890 Mhz.

El sistema DSRR consiste de 2 canales de control y 76 canales de tráfico, con una separación de 25 kHz en cualquier banda de frecuencias. Para la operación a dos frecuencias, cada canal en la banda de frecuencias inferior está asociado a un canal de la banda superior, separado del primero 45 Mhz.

Se utiliza una modulación directa de la portadora para enviar el "Selective Signalling Code" - SSC o código de señalización selectivo - y los mensajes de voz y/o datos. El sistema DSRR utiliza diferentes velocidades de transmisión y tipos de modulación para los mensajes de señalización y para las comunicaciones de voz y datos.

El sistema DSRR utiliza una técnica de acceso multi-canal automático que funciona sin la ayuda de un controlador central en operación simplex a una frecuencia. En la operación a dos frecuencias, los repetidores y las unidades maestras toman control de la asignación de canales para los equipos que necesiten comunicar. En el modo de operación a una frecuencia, el equipo que inicia la llamada es responsable de asignar el canal de tráfico para la comunicación.

Como puede observarse, este sistema añade ciertos elementos de control que permiten no sólo la compartición de fabricantes sobre un mismo sistema, sino la gestión más eficiente del espectro radioeléctrico mediante el diseño de un protocolo de señalización algo más completo.

Radiotelefonía de Grupo Cerrado (RTGC)

También denominados sistemas "trunking". Son sistemas en los que un conjunto de canales de radio soporta a todo un colectivo de usuarios móviles, gracias a un sistema dinámico de asignación de frecuencias. El concepto es que muchos usuarios utilicen un mismo conjunto de radiocanales.

Estos canales se asignan a los usuarios, según demanda, para el establecimiento de una llamada y, a medida que las llamadas se completan, se devuelven los canales al "almacén" para que puedan ser asignados a otros usuarios. Para que este sistema tenga sentido, el número de usuarios debe ser muchas veces el número de enlaces o canales disponibles.

Las características que diferencian este tipo de sistemas podrían resumirse en dos:

1. Es que estos sistemas funcionan según asignación dinámica de frecuencias, permitiendo así su utilización por un gran número de usuarios a la vez. Además, estos sistemas permiten al usuario "esperar" cierto tiempo desde que éste solicita el canal hasta que dicho canal le es asignado: son los denominados sistemas de colas.
2. Característica importante en estos sistemas es que posibilitan realizar llamadas a varios miembros de un grupo de usuarios, haciéndolos por tanto muy convenientes para aplicaciones de gestión de flotas o grupos cerrados de usuarios (policía, bomberos, cuerpos de seguridad, etc.).

Existen varias soluciones de sistemas trunking en funcionamiento. Actualmente, en Europa, la norma más extendida es la denominada MPT1327 y sus derivadas. Además, el ETSI ha estandarizado un sistema de comunicaciones trunking digital, al que denomina TETRA.

MPT1327

Esta norma es un estándar de señalización para los sistemas de radio privada terrestre tipo "trunking". Este estándar fue desarrollado por el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido (DTI - Department of Trade and Industry).

El estándar puede utilizarse para implementar una gran variedad de sistemas. El protocolo ofrece un gran abanico de opciones y facilidades para el usuario. No obstante, no es necesario implementar todas las funciones de que dispone este estándar, bastando sólo un subconjunto que configure los requisitos mínimos del cliente.

El estándar sólo define la señalización sobre el interfaz aire, e impone unas restricciones mínimas sobre el diseño final del sistema. Este protocolo permite realizar las siguientes funciones:

- Llamadas de voz.
- Llamadas de datos, para la transmisión de señalización no pre-definida.
- Llamadas de emergencia.
- Introducción en una llamada en curso.
- Mensajes de estado.
- Mensajes cortos.

El protocolo utiliza señalización a 1200 bps, con modulación de subportadora en FFSK (Fast Frequency Shift Keying). Está diseñado para trabajar con unidades de radio a dos frecuencias semidúplex y un centro de control que trabaja en dúplex.

La señalización para establecer llamadas se transmite sobre un canal de control. Un centro de control puede configurarse para trabajar según dos estrategias diferenciadas: canal de control dedicado, en cuyo caso el canal de control está permanentemente dedicado a la señalización con los móviles; y, canal de control no-dedicado, donde el sistema puede asignar el canal de control para cursar tráfico.

Uno de los problemas de la señalización vía radio es el colapso de mensajes provenientes de varias unidades radio que transmiten a la vez. Estos problemas de colapso se controlan mediante un protocolo de acceso que ofrece alta eficiencia, estabilidad y flexibilidad: un Protocolo de Acceso Aleatorio.

El protocolo está diseñado para ser utilizado por sistemas que ponen en cola aquellas llamadas que no puedan establecerse de forma inmediata. El protocolo tiene también una facilidad de registro para ayudar a la implementación de sistemas y redes multiemplazamiento: una unidad puede informar a la unidad de control de su posición cuando transita entre diferentes emplazamientos o sistemas.

TETRA (Trans-European Trunked Radio system)

El ETSI ha definido un sistema de trunking, al que se ha denominado TETRA, que soporta voz y datos. Para ello, ha especificado el interfaz aire, la interconexión entre redes TETRA y otras redes mediante nodos intermedios ("gateways"), el interfaz de equipo terminal en la estación móvil, los aspectos de seguridad en la red, los objetivos de calidad de la misma y los servicios suplementarios que se proporcionan adicionalmente a los servicios de voz y datos.

Una red TETRA podrá estar conectada a otra red que puede también seguir el estándar TETRA o no; esta segunda red podría incluso ser una RDSI. La red TETRA puede ofrecer varios servicios de telecomunicación, en diferentes puntos de acceso.

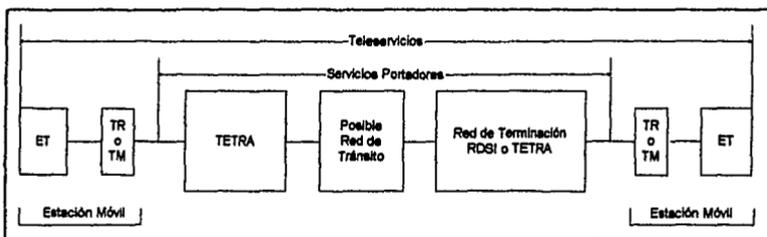


Figura 3-2. Esquema de bloques de interconexión de una Red TETRA

Uno de los aspectos diferenciales en la especificación del sistema TETRA es la definición del estándar radio. El subsistema radio proporciona una serie de canales lógicos, que representan el interfaz entre el protocolo y el radio. En la figura 3-3 se muestra una configuración de referencia de las funciones radio.

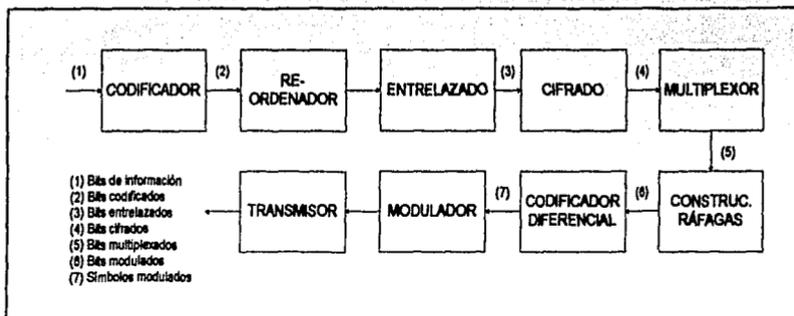


Figura 3-3: Parte Radio de una Red TETRA

(El esquema es muy similar al especificado en el sistema GSM.)

El acceso radio en el TETRA es TDMA (Time Division Multiple Access), con 4 canales físicos por portadora. La separación entre portadoras es de 25 kHz.

El recurso radio básico es un "timeslot", que dura 14,167 ms (85/6 ms), que transmite información a una velocidad de 36 Kbps. Esto significa que la duración del timeslot, incluyendo tiempos de guarda y rampa, es de 510 bits (255 símbolos). Al igual que ocurre en el GSM, el acceso radio define una estructura de hipertrama, multitrama, trama, timeslot y ráfaga. Igualmente existe un emparejamiento entre canales lógicos y físicos. Aunque esto se explicará con mayor detalle cuando se hable sobre GSM, en la figura siguiente se muestra la estructura del acceso radio.

El recurso físico disponible al subsistema de radio es una asignación de parte del espectro radioeléctrico (223 a 235 Mhz). Este recurso se divide en frecuencia y en tiempo. La frecuencia se divide según radiocanales mientras que el tiempo se divide en timeslots y tramas TDMA, tal y como muestra la figura 3-4. Se definen aquí dos tipos de canales físicos: el canal de tráfico (TP), que transporta principalmente canales de tráfico, y el Canal de Control (CP) que lleva exclusivamente la señalización de la comunicación.

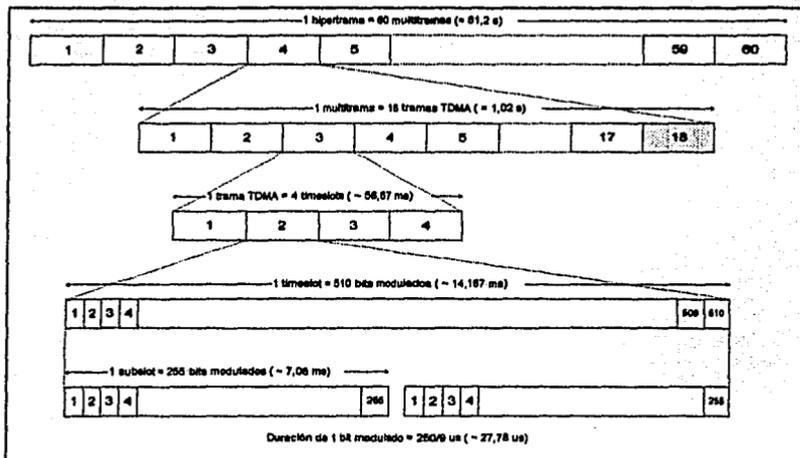


Figura 3-4: Tramas en TETRA

El canal de control lleva mensajes de señalización y datos en modo paquete. Se definen cinco categorías de canal de control:

- **Canal de difusión (BCCH, Broadcast Control Channel)**, que es un canal unidireccional para uso común de todas las estaciones móviles y que lleva información general.
- **Canal de alineación (LCH, Linearization Channel)**, utilizado por las estaciones móviles y estaciones base para alinear/ajustar sus transmisores.
- **Canal de Señalización (SCH, Signalling Channel)**, compartido por todas las estaciones móviles pero que puede llevar información particular a un grupo de ellas. Puede ser up-link o down-link (desde MS a BS o viceversa).
- **Canal de Asignación de Acceso (AACH, Access Assignment Channel)**, donde se indica la asignación de slots para la comunicación entre estación base y estación móvil (up-link y down-link).
- **Canal "Robado" (STCH, Stealing Channel)**, que es un canal asociado a un canal de tráfico que se "roba" temporamente para enviar información de control.

Como puede observarse, la especificación de este sistema es suficientemente compleja, siendo esto lo que permite, por otra parte, mayor flexibilidad a la hora de operar el sistema, así como mayor efectividad en la utilización de los recursos disponibles.

Radiomensajería (Paging)

La radiomensajería es una forma barata y popular de comunicaciones móviles. Por definición, radiomensajería es la transmisión unidireccional de un mensaje desde el originador hasta el terminal destino.

Hay varios tipos de mensajes que pueden originarse: desde un único tono o señal, donde el receptor sólo "pita" al recibir un mensaje, pasando por la radiomensajería numérica, donde el terminal recibe un código en forma de dígitos (generalmente, con un máximo de 20 dígitos por mensaje) y, por último, la radiomensajería alfanumérica, donde se pueden enviar al receptor mensajes de hasta 1000 caracteres (dependiendo del sistema elegido y de la configuración que el operador haya hecho de su red).

La arquitectura general de una red de radiomensajería, para cualquiera de estos sistemas, se basa en:

- **Unidades de Control**, cuya misión es la recogida de avisos y mensajes para su distribución, una vez procesados y codificados, hacia los Controladores de Zona, Estaciones de Base u otras Unidades de Control;
- **Controladores de Zona**, que se encargan de sincronizar el funcionamiento de los transmisores por él atendidos ("simulcast");
- **Estaciones de Base**, que son las infraestructuras en las que se ubican los equipos transmisores dedicados a la emisión radioeléctrica de los mensajes.
- **Transmisores**, equipos destinados a la transmisión radioeléctrica de los mensajes. Transmiten las señales codificadas en el intervalo de tiempo marcado por la Unidad de Control a través de los Controladores de Zona.
- **Receptores**, elementos en poder del cliente en los que se reciben los mensajes.

En la figura 3-5 se muestra un ejemplo de arquitectura de una red de radiomensajería.

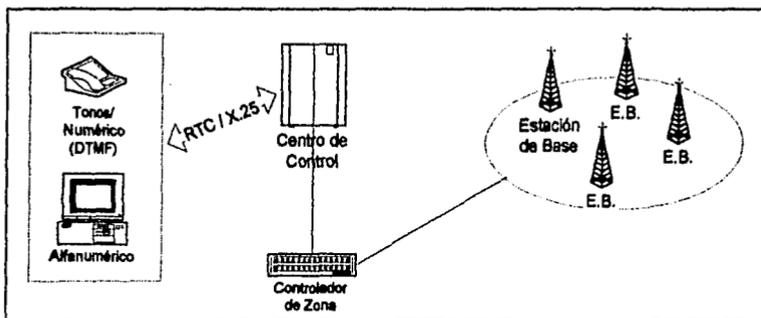


Figura 3-5: Arquitectura de una Red de Radiomensajería

Por la naturaleza de la radio, hay problemas en la recepción de señal si dicha señal se recibe a través de dos o más transmisores de manera simultánea fuera de fase. Los lugares donde se da esta posibilidad se denominan áreas de solape. Hay tres maneras fundamentales para superar este problema:

1. Se utiliza una división en frecuencia, es decir, cambiar la frecuencia de transmisión en transmisores adyacentes para que no se produzcan solapes de cobertura en la misma frecuencia.
2. Se transmite en turnos. En este método, hay varios grupos de transmisores situados de tal forma que cuando un grupo transmite, sus transmisores no se interfieren el uno al otro. En la segunda fase, transmite un segundo grupo y así sucesivamente.

Ambas propuestas presentadas tienen como objetivo final evitar que existan áreas de solapamiento.

3. La última de las soluciones se basa en la sincronización de los transmisores y la emisión simultánea, o "simulcast". Esta es la técnica más utilizada actualmente por los sistemas de radiomensajería. El "simulcast" ofrece dos ventajas: en primer lugar, el radiocanal tendrá una capacidad entre 4 y 8 veces superior a la transmisión "por turnos"; en segundo lugar, la suma de las señales mejorará la recepción en las áreas de solape.

Los antiguos conceptos sobre radiomensajería están desapareciendo poco a poco. Hoy en día se puede hablar de tres sistemas de radiomensajería básicos: el POCSAG, el ERMES y el FLEX. Los tres utilizan la técnica de "simulcast". A continuación se esbozan las diferencias entre ellos.

POCSAG

El código de radiomensajería denominado POCSAG (Post Office Code Standard Advisory Group) es actualmente un estándar mundial "de facto". También se le conoce como el sistema de radiomensajería Nº1 de la UIT-R (antiguo CCIR). El POCSAG permite la difusión simultánea - simulcast - con velocidades de datos de 512 y 1200 bps.

Este es el sistema más extendido en la actualidad.

ERMES

El ETSI ha desarrollado las especificaciones de un completo sistema de radiomensajería al que denomina ERMES - "European Radio Message System". Este sistema se presenta como la nueva generación de sistemas de radiomensajería en Europa. Este sistema, al igual que el POCSAG, también está basado en la técnica de "simulcasting", aunque utiliza una mayor velocidad para la transmisión de los datos (6,25 Kbps).

Además de las funciones básicas de envío y recepción de mensajes de aviso (tono), numéricos o alfanuméricos, en el sistema ERMES se definen una serie de servicios adicionales. Entre los principales objetivos a cubrir por el sistema destacan:

- Dar a los usuarios los servicios básicos de otros sistemas de radiomensajería, además de un servicio de transmisión de datos en modo transparente.
- Soportar una serie de servicios suplementarios y facilidades que pueden ofrecerse por los distintos operadores de acuerdo a su política.
- Soportar llamadas individuales, llamadas de grupo y servicios de radiodistribución.
- Permitir a los usuarios utilizar sus terminales en "roaming" internacional.

Entre la lista de servicios suplementarios que ofrece el ERMES se encuentran los siguientes:

- Confirmación de recepción del mensaje.
- Asignación de prioridades - hasta tres niveles - para la entrega de los mensajes.
- Servicios para la tarificación.
- Posibilidad de restringir llamadas.
- Servicios relacionados con el destino de la llamada; etc.

FLEX

Mientras en Europa se desarrollaba el estándar común ERMES, en los Estados Unidos se trabajaba en otro protocolo diferente para soportar el servicio de radiomensajería. Este protocolo está basado fundamentalmente en una evolución del actual POCSAG. El protocolo FLEX es capaz de utilizar la infraestructura de los sistemas existentes, básicamente POCSAG, integrándose con los actuales componentes.

Este protocolo funciona con tres velocidades diferentes de transmisión: 1600, 3200 y 6400 bps, sobre anchos de banda de 25 o 50 kHz. Mediante este protocolo, se pretende asegurar mayor eficiencia y fiabilidad que su antecesor POCSAG, además de una mayor capacidad.

Sobre el protocolo FLEX se ha construido el denominado ReFLEX, protocolo más avanzado que permite diseñar un sistema de radiomensajería bidireccional. El ReFLEX añade un canal de respuesta a 12,5 kHz al sistema de radiomensajería convencional, pudiéndose

transmitir a 800, 1600, 6400 o 9600 bps. No sólo se permite confirmación de recepción del mensaje, como ocurre con el ERMES, sino que es posible enviar un texto corto de vuelta.

Telecomunicación sin hilos

La telecomunicación sin hilos está diseñada para usuarios cuyos movimientos están delimitados a un área bien definida. El usuario de la telecomunicación sin hilos hace llamadas desde un terminal portátil que se comunica por señales de radio a una estación de base fija. La estación de base está conectada directa o indirectamente a la red telefónica conmutada (RTC).

El área restringida cubierta por un sistema de telecomunicación sin hilos puede ser desde una casa o apartamento privados hasta un distrito urbano o un bloque de oficinas. Cada aplicación tiene sus necesidades específicas.

CT0, CT1 y CT2

Las denominaciones CT se corresponden con "Cordless Telecommunications". Las denominaciones CT0 y CT1 corresponden a los estándares de primera generación de este tipo de sistemas.

Partiendo de una estación de base, cargador y terminal, y enfocados principalmente al uso doméstico, estos sistemas estuvieron disponibles a principios de los 80. Con un radio de cobertura de 100 a 200 metros, utilizan técnicas analógicas de transmisión radio sobre dos canales independientes: uno para transmitir y otro para recibir voz. El inconveniente es que el número limitado de frecuencias disponibles para estos sistemas puede provocar interferencias entre terminales, a pesar de la baja densidad relativa de usuarios.

También pensado para el usuario residencial, se desarrolla el CT2, que es una versión mejorada del CT0 y CT1. Utilizando FDMA (Frequency Division Multiple Access) como técnica de acceso, el sistema CT2 genera capacidad dividiendo el ancho de banda en varios radiocanales en el dominio de la frecuencia. Al establecer una llamada, el terminal buscará los canales disponibles y se sintonizará en uno desocupado para esta llamada. Basado

en la técnica de TDD (Time Division Duplexing), la llamada se dividirá en bloques que se alternarán entre transmisión y recepción.

DECT

El DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) se está desarrollando en el ETSI casi desde el principio de la existencia de esta institución. El DECT es esencialmente una tecnología genérica de acceso radio para comunicaciones sin hilos en distancias cortas.

Al ser una tecnología de acceso radio, el DECT define un interfaz aire diseñado para utilizarse como medio de acceso a muchos tipos de redes distintas - RTC, RDSI, GSM, redes privadas y centralitas, entre otras. El DECT no define una arquitectura de red soporte ("backbone"), al contrario que, por ejemplo, el GSM. Por ello, para poder conectarse a cualquier tipo de red, el DECT viene provisto de una completa serie de protocolos en su estándar básico.

El DECT es un sistema diseñado para soportar altas densidades de tráfico, a distancias reducidas - típicamente 300 metros, aunque podría ampliarse considerablemente para aplicaciones específicas. El DECT se aplica a cualquier tipo de comunicaciones sin hilos, no sólo a telefonía convencional. Actualmente, el DECT permite el envío de mensajes de texto, acceso RDSI básico 2B+D o, utilizando los perfiles de datos de DECT, velocidades de transmisión de hasta 522 Kbps para aplicaciones multimedia.

El DECT se diseñó para ser fácil de construir, fácil de instalar, pero, a la vez, ofreciendo alta capacidad y calidad de voz, equivalente a la de las redes fijas. Algunas de las características de este sistema son las siguientes:

- 10 frecuencias entre 1880 y 1900 Mhz, con 24 timeslots en cada canal, ofreciendo un total de 240 timeslots o 120 canales (TDMA).
- Alta capacidad: 10.000 E/m2.
- Selección dinámica de canal; el terminal DECT decide cuando y hacia donde realiza el handover.

- No es necesario planificar frecuencias, lo que permite una instalación relativamente sencilla.
- Alta calidad de voz gracias al uso de la modulación ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) a 32 Kbps.
- Handover automático.

Uno de los bloques funcionales básicos del DECT es el denominado GAP (Generic Access Profile). Éste define un conjunto mínimo de requisitos para soportar telefonía vocal. También define los componentes básicos del protocolo DECT que son necesarios para permitir que cualquier terminal DECT pueda conectarse a cualquier parte fija DECT que soporten este protocolo. Este perfil permite movilidad dentro del sistema DECT, además de encriptación de la señal.

ETSI está desarrollando en estos momentos otro proyecto basado en DECT al que denomina CTM (Cordless Telecommunications Mobility), cuyo objetivo es proporcionar movilidad a las redes fijas existentes. Gracias a este nuevo desarrollo, serán posibles las funcionalidades de roaming y handover entre distintos sistemas y redes DECT. El GAP cubre las funcionalidades exigidas en la primera fase del CTM. Para la fase 2, se está desarrollando un nuevo perfil denominado CAP (CTM Access Profile), donde ya se contienen las facilidades de roaming y handover entre distintas redes DECT.

PHS

Mientras en Europa se trabaja sobre el sistema DECT y su evolución, en Japón ya se está comercializando con bastante éxito un sistema de telecomunicaciones sin hilos al que denominan PHS (Personal Handy-phone System).

Como puede identificarse en la figura siguiente, el sistema PHS define algo más que el acceso radio, al contrario de lo que hace el DECT. Este sistema identifica también elementos de red, tales como el Servidor PHS, el HLR (Home Location Register) o registro de posición de base, el CDR (Call Detail Recorder) o base de registros de llamada, el NMS

(Network Management System) o sistema de gestión de red y la BC/SDM (Billing Centre/Subscriber Data Management) o centro de explotación.

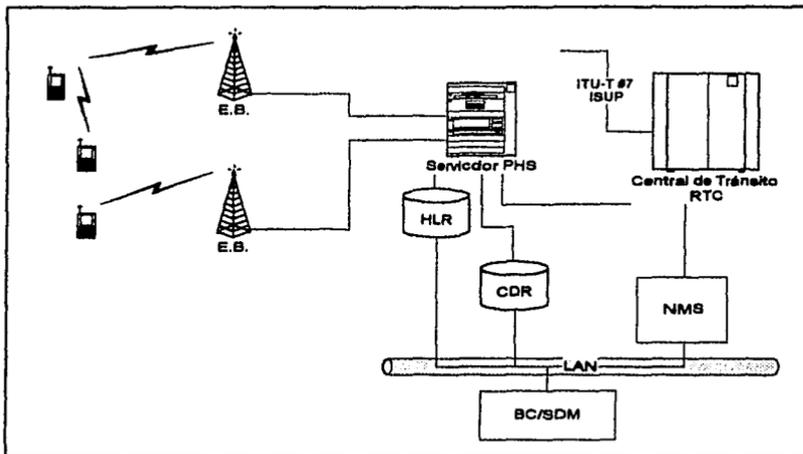


Figura 3-6: Sistema PHS

Este sistema se ha construido sobre la base de tecnologías de acceso radio digital y una arquitectura de red microcelular. El PHS utiliza una técnica de asignación dinámica de canales, que unido a técnicas descentralizadas de control de los radiocanales permiten al operador utilizar las frecuencias de forma flexible y eficiente.

El interfaz aire está totalmente estandarizado por la Asociación de Industrias y Empresas de Radio (ARIB, Association of Radio Industries and Businesses), que es una organización japonesa encargada de estos temas. El interfaz de red entre estaciones de base y red digital está estandarizado por el Comité Técnico de Telecomunicaciones, que es el órgano japonés responsable de los estándares de red. Este interfaz de red está basado en la RDSI, modificado para permitir funciones específicas del PHS, tales como el registro, la autenticación y el handover.

Algunas de las características básicas de este sistema son las siguientes:

- Funciona en la banda de 1898 a 1918 Mhz.
- Utiliza la técnica de acceso TDMA/TDD, igual que el DECT.
- Alta calidad de voz gracias al uso de la modulación ADPCM (Adaptative Differential Pulse Code Modulation) a 32 Kbps.
- Selección dinámica de canal; el terminal PHS decide cuando y hacia donde realiza el handover.
- No es necesario planificar frecuencias, lo que permite una instalación relativamente sencilla.
- Handover automático.
- A diferencia del resto de sus competidores, permite la comunicación entre terminales sin necesidad de utilizar el resto de la red.

Sistemas de comunicaciones móviles por satélite

Los servicios de comunicación móvil por satélite han crecido de forma acentuada en los últimos años, de tal manera que se estima que cerca de mil satélites en órbita cubra el globo en 2004.

Establecer un sistema de cobertura global no es, sin embargo, una tarea fácil. Las abultadas inversiones, del orden de los billones de dólares, solo son posibles a través de la constitución de grandes conglomerados internacionales. La experiencia muestra que la viabilidad de los proyectos no es fácil de alcanzar.

Con terminales portátiles de tamaño variable pero que, en lo esencial, con un peso medio rondando los 200 gramos, se aproximan estética y funcionalmente de los móviles GSM, los móviles por satélite combinan normalmente la conexión a la red orbital con la posibilidad de *roaming* con las redes GSM.

Así pues, dependiendo del modo de funcionamiento que elija, el utilizador puede hacer las llamadas por satélite; por GSM (cuando este disponible) o dejar el aparato escoger la

mejor solución. Cuando hace una llamada con base en la red por satélite, el móvil contacta con el artefacto espacial más próximo que orienta la llamada, en función del caso, directa o indirectamente por intermedio de uno o más satélites de la misma constelación, para un *gateway* (estación de rastreo) en el suelo. El *gateway* se encarga de insertarla en la red por cables convencionales.

Las redes que ofrecen servicios de telefonía móvil por satélite y trabajan en función del tipo de órbita de los satélites, que son de dos maneras: usando constelaciones con órbita geostacionaria y usando satélites no geostacionarios.

En la actualidad están teniendo gran auge los sistemas de comunicaciones móviles vía satélite, gracias al gran desarrollo de la tecnología y al gran mercado potencial que estos sistemas parecen tener.

Se pueden diferenciar tres tipos de sistemas, en función de cual es la órbita en que han situado, o van a situar, sus satélites. Así hay:

- Sistemas geostacionarios, con satélites situados en órbitas geostacionarias, a unos 36.000 km de altura.
- Sistemas de órbitas medias, o MEOs (Medium Earth Orbit), con satélites situados entre los 10.000 y 15.000 km de altura.
- Sistemas de órbitas bajas o LEOs (Low Earth Orbit), con satélites situados a menos de 3.000 km de altura.

Todos los sistemas de comunicaciones por satélite basan su funcionamiento en la sustitución de la estación de base terrestre por una “estación base” situada a varios kilómetros sobre la Tierra. Por ello, aunque estos sistemas ofrecen una gran superficie de cobertura, son muy susceptibles a desvanecimientos y a sombras de cobertura debido a obstáculos del terreno, bien naturales o artificiales.

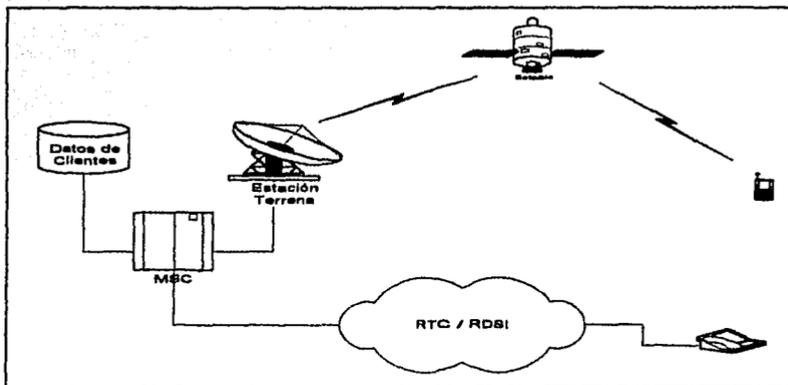


Figura 3-7: Comunicación por Satélite

Sistemas no geoestacionarios

Los sistemas no geoestacionarios, como los usados por Iridium y por Globalstar, utilizan satélites en órbitas bajas (700 a 1500 Km por encima de la superficie) o medianas (10000 Km, como los ICO). En movimiento permanente, estos satélites pueden tener períodos orbitales - de rotación alrededor de la Tierra - tan pequeños como 100 minutos. Gracias a su proximidad, ofrecen la ventaja de no necesitar de emisores muy potentes, siendo posible ofrecer teléfonos móviles poco mayores que los convencionales GSM, tan solo con antenas mayores.

Como están en movimiento, en cada instante la zona de la corteza terrestre deberá estar cubierta por al menos uno, normalmente más. El utilizador establece la llamada con un satélite y esc, cuando desaparece sobre el horizonte, transfiere la llamada para otro. Esta técnica hace posible evitar la ocultación por edificios y árboles, o debida a la morfología del terreno o movimiento del utilizador, de modo a que exista siempre cobertura.

Sistemas de órbitas geoestacionarias

Otra concepción de la cobertura por satélite es la que utilizan los sistemas geoestacionarios.

Es, básicamente, un artefacto espacial colocado en tal punto en el espacio que adquiere sincronía con el propio movimiento terrestre, cubriendo permanentemente una determinada zona del globo. Para un utilizador en el suelo, un satélite geoestacionario mantendrá siempre la misma posición relativa en el cielo. Es, por ejemplo, el caso de los satélites emisores de canales de televisión.

Pero, como ocurre con los receptores de TV, los sistemas basados en una constelación geoestacionaria, caso del Inmarsat y de los Thuraya, fuerzan al utilizador a recurrir a unidades móviles más voluminosas.

Esto se debe al hecho de la órbita geoestacionaria, normalmente sobre el ecuador terrestre, solo ser posible a distancias aproximadas a la Tierra de 36.000 Km.

A este inconveniente se añade el problema de que, debido a la fracción temporal que la señal tarda entre el teléfono, el satélite y la estación terrestre que lo recibe y lo retransmite hacia el destinatario, y viceversa, este sistema suele introducir un pequeño efecto de retardo en la comunicación.

Hasta la fecha, si se omiten los sistemas denominados regionales, que sólo dan cobertura a un país o grupo de países determinados, sólo existe un consorcio que pueda ofrecer sistemas de comunicaciones móviles comercialmente a nivel global: Inmarsat. A través de sus distintos productos, denominados Standard A, B, C, D, E M y mini-M, Inmarsat ofrece distintos servicios de comunicaciones, dirigidos básicamente a instalaciones en vehículos.

Los sistemas Inmarsat están basados en su constelación de 4 satélites geoestacionarios, que ofrecen cobertura en todo el planeta, entre los 70° de latitud norte y sur.

El sistema Inmarsat nació con la necesidad de dotar de comunicaciones a los grandes barcos transatlánticos y de aumentar la seguridad en casos de desastre marítimo. Es por ello que la mayoría de los usuarios de estos equipos son grandes embarcaciones.

Cada uno de los equipos Inmarsat ofrece unas características y capacidad de comunicación diferentes. Así tenemos:

- Inmarsat-A; introducido en 1982 y proporcionando servicio de telefonía, fax, datos, telex y correo electrónico.
- Inmarsat-B; lanzado en 1993, es el sucesor digital del Inmarsat-A (que todavía está operativo). Ofrece servicios similares al Inmarsat-A pero a precios más reducidos, gracias a su mejor aprovechamiento espectral.
- Inmarsat-C; considerado el primer servicio de comunicaciones personales vía satélite y uno de los más populares. Permite enviar mensajes de datos mediante terminales portables.
- Inmarsat-D; es un servicio de radiomensajería, por tanto unidireccional, vía satélite.
- Inmarsat-E; utilizado para dar servicio de alerta en desastres marítimos, combinando la capacidad de comunicación de los satélites Inmarsat con la determinación de la posición mediante el sistema de satélites GPS.
- Inmarsat-M; el primer teléfono personal portable vía satélite que permite transmisión de voz, datos, fax y servicios de llamada de grupo a través de un terminal del tamaño de un portafolio. La versión marítima de este sistema incorpora una antena con un radomo de unos 70 cm de diámetro.
- Inmarsat Mini-M; diseñado para explotar las posibilidades de la nueva generación de satélites Inmarsat-3, con antenas de haces reducidos ("spot-beam"). Es el más pequeño de los terminales Inmarsat, con un tamaño equivalente al de un ordenador portátil ("Notebook").

Sistemas de órbitas medias (MEOs) y bajas (LEOs)

En este grupo se encuentran todas las nuevas generaciones de satélites, que tienen previsto su lanzamiento comercial entre 1998 y el 2001. La principal diferencia entre MEOs y LEOs es la altura de la órbita y, por ello, la planificación en cuanto a número de satélites necesarios para ofrecer cobertura global y la manera de gestionar dicha red.

Al estar los satélites más próximos a la tierra, esto facilita el diseñar equipos terminales más pequeños y con menor consumo (menor distancia implica antenas de menor ganancia, menor potencia radiada y, por tanto, menor consumo y menor tamaño de batería requerido). Además, al no ser necesario aumentar la ganancia en el equipo mediante antenas directivas, se pueden utilizar antenas omnidireccionales en los terminales, lo que les confiere verdadera movilidad personal frente a los más complejos terminales de sistemas geoestacionarios.

A continuación se muestran los cuatro proyectos de sistemas globales que más posibilidades tienen de convertirse en sistemas comerciales.

Iridium

Sistema basado en una constelación de 66 satélites en órbitas bajas (740 km), situados en 11 planos polares, que pretende dar cobertura global. El sistema Iridium está controlado por una serie de estaciones de telemetría y control y se comunica con las redes terrestres a través de una serie de centrales de conmutación, que cumplen básicamente con el estándar GSM.

Los satélites se comunican con los móviles en la banda de 1,6 GHz (banda L), y utilizan como técnica de acceso el TDMA.

El sistema Iridium es el único capaz de conmutar llamadas entre sus propios satélites, es decir, una llamada entre dos terminales Iridium no tiene porqué pasar a través de una red conmutada terrestre.

Globalstar

Al igual que Iridium, se trata de un sistema de órbita baja (LEO). Su constelación la componen 48 satélites a 1.410 km de altitud y situados en 8 planos orbitales inclinados 52° respecto al ecuador.

Globalstar ofrece servicios de datos, voz y GPS - cubriendo cerca de 80% de la superficie terrestre.

En este caso, los satélites actúan como espejos, haciendo que la señal se transporte entre el terminal y la estación terrena sin ningún proceso intermedio. En la estación terrena existe una central de conmutación tipo GSM que manejará el tránsito de las llamadas en ambos sentidos.

La comunicación entre satélites y terminales se realiza en la banda de 1,6 GHz (banda L), mediante la técnica de acceso CDMA; cada terminal utiliza la señal de dos satélites simultáneamente, lo que mejora considerablemente la calidad de la comunicación.

ICO

Este proyecto es el que antiguamente se denominaba Inmarsat P-21 y que, con el cambio estructural de su accionariado y, por ende, de empresa operadora, cambió también el nombre del sistema.

El proyecto ICO está basado en una constelación de satélites en órbitas medias (MEOs). Necesita de 10 satélites (más dos de reserva) situados en dos órbitas a 10.355 km sobre la tierra e inclinadas 45° respecto al ecuador.

Al estar situados en órbitas más elevadas que los MEOs, necesitan de menor número de satélites para ofrecer cobertura global. La comunicación entre móvil y satélite se realiza en la banda de 1,6 GHz (banda L) utilizando como técnica de acceso el TDMA.

Odyssey

Es un proyecto muy similar al ICO. También se basa el sistema en una constelación en órbitas medias (MEO), a 10.354 km de altitud. Consiste dicha constelación en 12 satélites situados en tres planos orbitales con una inclinación de 50° respecto al ecuador.

La comunicación entre móvil y satélite se realiza en la banda de 1,6 GHz (banda L) utilizando como técnica de acceso el CDMA.

Thuraya

Thuraya es el nombre de un consorcio, constituido en 1997 y localizado en los Emiratos Árabes Unidos, que reúne varias decenas de empresas de telecomunicaciones, mayoritariamente en el área del Medio Oriente y de África.

La empresa va a utilizar un único satélite (con otro de reserva), en órbita geostacionaria para prestar un servicio combinado de telefonía móvil y GPS a una área cubriendo 99 países.

Con el lanzamiento del Thuraya 1, el satélite comercial más pesado de la actualidad, el 21 de Octubre de 2000, desde una plataforma rusa en la línea del Ecuador, se espera que la empresa inicie la comercialización del servicio eminentemente. Con una antena con 12 metros de diámetro, el satélite tiene capacidad para soportar 13.500 llamadas simultaneas.

Los teléfonos móviles Thuraya serán fabricados por la empresa Hughes y por Ascom. También será prestado servicio a terminales fijos y móviles para fijar en vehículos.

Técnicas de Acceso Múltiple

Las técnicas de acceso múltiple se utilizan para permitir que varios usuarios móviles puedan compartir un cierto ancho de banda del espectro de radiofrecuencias.

Existen tres técnicas principales que son utilizadas y estas son:

1. FDMA (Frequency Division Multiple Access)
2. TDMA (Time Division Multiple Access)
3. CDMA (Code Division Multiple Access)

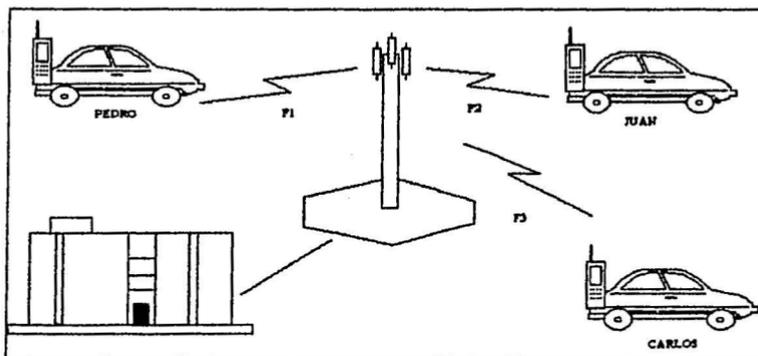


Figura 3-8: Múltiple Acceso por División de Frecuencia (FDMA)

Utiliza un usuario por frecuencia.

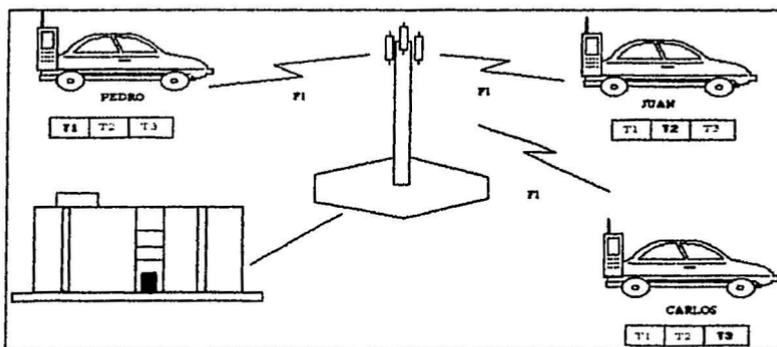


Figura 3-9: Múltiple Acceso por División de Tiempo (TDMA)

Se asigna un instante de tiempo para que transmita cada usuario en la misma frecuencia.

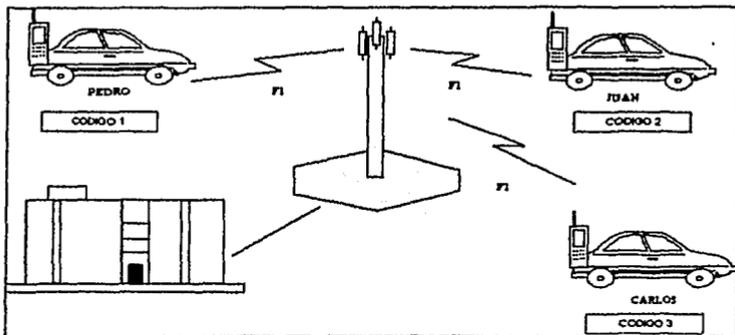


Figura 3-10: Acceso Múltiple por División de códigos (CDMA)

CDMA

Es una tecnología de comunicación celular totalmente digital. CDMA son las siglas en inglés de Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Códigos). Se asigna un código para que transmita cada usuario en la misma frecuencia y al mismo tiempo.

Duplexing o Comunicación Full Duplex

Para los sistemas de comunicaciones inalámbrica es deseable que sea posible transmitir al mismo tiempo que recibir (Sistema Full Duplex). A este efecto se le conoce como Duplexing y puede ser realizado en el dominio de la frecuencia o en el dominio del tiempo:

- **FDD (Frequency Division Duplexing).**- Para este método se asignan dos bandas de frecuencias, para Tx y Rx respectivamente. Se requiere un dispositivo duplexor en la estación móvil y la estación base que permita transmitir y recibir al mismo tiempo.

- TDD (Time Division Duplexing).**- en este método se utiliza tiempo en lugar de la frecuencia, sobre la misma frecuencia se asigna un instante de tiempo determinado para transmitir y otro para recibir. En términos estrictos la comunicación no es FDX, sin embargo, si el tiempo entre los dos instantes de tiempo es lo suficiente pequeño la transmisión y recepción aparenta ser simultánea.

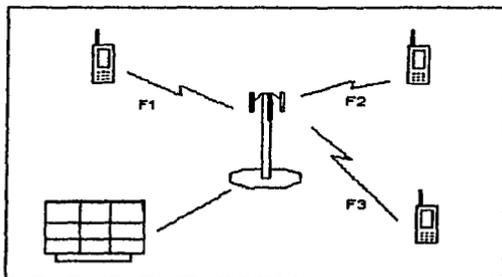


Figura 3-11: FDD (Frequency Division Duplexing)

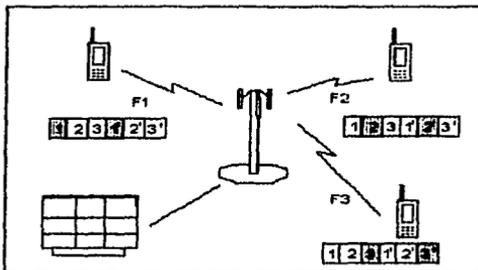


Figura 3-12: TDD (Time Division Duplexing)

Técnicas de modulación

Modular es hacer variar algún parámetro de una señal en función de otra señal. A la primera se le conoce como señal modulada y a la segunda como señal moduladora.

Es el proceso mediante el cual se agrega información a la portadora de radio y en donde el ancho de banda de ésta se expande.

Existen diversos esquemas de modulación utilizados en comunicaciones inalámbricas:

- Analógicos: FM
- Digitales: ASK, FSK, PSK, MSK, GMSK, $\pi/4$ DQPSK, BPSK, QPSK, OQPSK.

Modulación 2PSK (BPSK)

Empleada en sistemas de baja y media capacidad. Con cada bit ocurre un cambio de fase. A cada símbolo (un bit en este caso), y a la cantidad de símbolo por segundo se llama baudios (bauds).

Modulación 4PSK (QPSK)

La relación entre velocidad binaria y velocidad de símbolos (baudios) es 2 a 1 con la correspondiente reducción del ancho de banda requerido. A la modulación 4 PSK también se le conoce como QPSK (Quaternary PSK).

Modulación $\pi/4$ DQPSK

La constelación cuenta con 8 fases y tiene una relación de 2 bits por símbolo. No requiere detección coherente. Desde cualquier punto de la constelación se hace un cambio de fase o transición de una magnitud dependiente del símbolo.

Símbolo	Transición
00	45 deg
01	135 deg
10	-45 deg
11	-135 deg

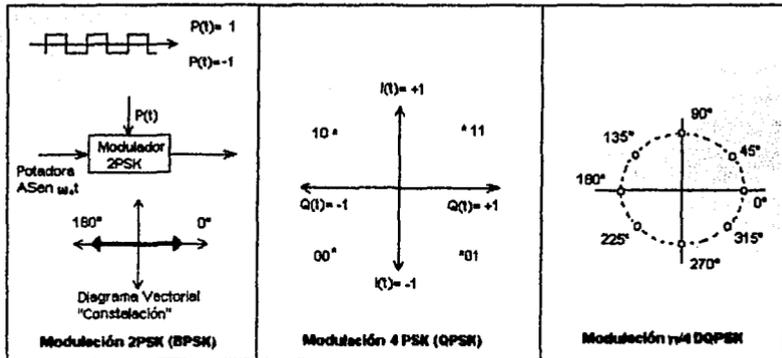


Figura 3-13: Técnicas de Modulación

CAPITULO 4

"El sistema de Telefonía celular"

En los sistemas de telefonía móvil celular la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células, a las que se asigna un cierto número de radiocanales.

Hasta ahora, se han descrito una serie de sistemas que podrían englobarse dentro de este epígrafe. No obstante, sólo se considerarán aquí aquellos sistemas que cumplan los siguientes objetivos:

- Gran capacidad de abonados.
- Calidad telefónica similar al servicio telefónico convencional.
- Utilización eficaz del espectro.
- Conmutación automática de radiocanales.
- Capacidad de expansión.
- Gran movilidad.
- Poder constituir una red de comunicaciones completa en sí mismos.

Conceptos básicos

A continuación se describen los conceptos o definiciones básicas, cuyo concepto debe estar bien claro a la hora de hablar de telefonía celular. En primer lugar, el nombre de telefonía celular proviene de que la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células o celdas. La mayoría de los conceptos que se relatarán a continuación podrían ser aplicables a otros sistemas de radiocomunicaciones, como podría ser la cobertura.

Célula o celda

Célula es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular. Cada célula contiene un transmisor - que puede estar en el centro de la célula, si las antenas utilizadas son o utilizan un modelo de radiación omnidireccional, o en un vértice de la

misma, si las antenas tienen un diagrama directivo - y transmiten un subconjunto del total de canales disponibles para la red celular a instalar. Cada célula, además de varios canales de tráfico, tendrá uno o más canales de señalización o control para la gestión de los recursos radio y la movilidad de los móviles a ella conectados.

Una celda está formada por un grupo de transmisores y receptores fijos que sirven de enlace entre la central celular y el usuario y que permiten a partir de esta unión que pueda generar o recibir una llamada. Una celda está capacitada para atender en forma compartida a una gran cantidad de usuarios ubicados dentro del área de cobertura.

En las décadas de 70 y 80 fue inventado el sistema de células. Alguien se acordó, un día, que las ciudades podrían ser divididas en espacios más reducidos, círculos de transmisión llamados células, lo que permitía el uso extensivo de las frecuencias en todas las ciudades, sin problemas, a través de la reutilización.

El proceso consiste en que la operadora reparte el área en varios espacios, en varias células, normalmente hexagonales (forma geométrica que permite ocupar todo el espacio y se aproxima mucho a la circunferencia), como en un juego de tablero, creando una inmensa red de hexágonos. En cada célula existe una estación base transmisora, típicamente, una simple antena. Cada célula consigue utilizar varias decenas de canales, lo que da la posibilidad de varias decenas de personas comunicaren simultáneamente en cada célula. Cuando una persona se mueve de una célula para otra, pasa a utilizar la frecuencia de la nueva célula, dejando libre la célula anterior para ser usada por otra persona.

Como las distancias de transmisión no son muy grandes, los teléfonos móviles pueden transmitir con poca energía, luego, con pequeñas baterías que permiten un tamaño y un peso reducido.

Son, por tanto, las células, que tornan posibles los teléfonos móviles como los conocemos hoy, por ello la expresión: teléfonos celulares.

Proceso de pasaje entre células (Handoff)

Cuando el operador recibe una llamada, intentará encontrar el teléfono móvil a que se destina.

Antes del roaming, el operador llama al teléfono a través de una señal masiva para todas las células, de la región que opera, hasta encontrar el teléfono, y informa el teléfono móvil y la estación base de la célula de la frecuencia en que operar. Cuando el aparato móvil se aproxima del límite de la célula, la estación se percibe que la señal está más flaca, mientras la estación de la célula siguiente descubre que la señal se está fortaleciendo. Por fin, el teléfono móvil recibe el orden de pasar de la frecuencia de la primera célula para otra frecuencia en la célula siguiente. A esta operación se llama el handoff.

Existen 3 tipos de Handoff:

1. Soft Handoff
2. Softer Handoff
3. Hard Handoff

El primer caso ocurre cuando las bases celulares, tanto la nueva como la anterior operan en el mismo canal de frecuencia de CDMA. El Softer Handoff se presenta cuando el Handoff ocurre dentro de la célula entre los sectores de un sitio celular. Finalmente el Hard Handoff se refiere cuando el Handoff se da entre una llamada CDMA y una Analógica.

La programación de un teléfono

Programar un teléfono celular consiste en introducirle una serie de parámetros necesarios para el funcionamiento adecuado del aparato. Posteriormente dicha información se incluye en la base de datos del sistema celular, permitiendo que el usuario pueda a partir de ese momento efectuar o recibir llamadas

“Cluster” o “Racimo”

Lo forman un conjunto de células. Entre todas, agrupan la práctica totalidad de las frecuencias disponibles por la red celular. Sumando varios racimos es como se alcanza la cobertura final del sistema celular, reutilizándose de esta manera las mismas frecuencias en todos los racimos.

Cobertura

En sentido genérico, se entiende por cobertura la zona desde la cual un terminal móvil puede comunicarse con las estaciones de base y viceversa. Es en el primer parámetro en que se piensa al diseñar una red de comunicaciones móviles: es la zona que se va a dar servicio a los terminales móviles.

En primer lugar, la cobertura o el alcance radio de una red es la composición del alcance radio de la suma de todas sus estaciones de base. A la hora de planificar una red, desde el punto de vista de la cobertura, el primer dato que se necesita saber es la zona que se desea cubrir, o zona de servicio.

Si se parte de esta única hipótesis, dado un área a cubrir, sería necesario un número de células tal que la suma de las áreas cubiertas por dichas células, a una altura determinada h y transmitiendo a su máxima potencia, fuera igual al área a cubrir.

No solo basta con realizar el cálculo de potencia en el sentido estación base a móvil; también es necesario que el móvil, en función de su capacidad de transmisión, pueda llegar hasta la estación de base. Por ello, la cobertura de la red debe planificarse teniendo en cuenta las condiciones de transmisión en las que se encuentra el móvil: es a lo que se denomina realizar un balance de enlace. Actualmente, las redes se diseñan teniendo en cuenta varios tipos de móviles: la máxima cobertura se ofrece para terminales instalados en vehículos, con antena exterior, y también se realizan previsiones para equipos portátiles en el exterior y en interior de vehículos, sin antena externa.

Debido a las características particulares del trayecto radioeléctrico, únicamente puede hablarse de cobertura en sentido estadístico. Esto implica que, las áreas que se representan teóricamente cubiertas, lo están en un determinado porcentaje de ubicaciones y de tiempo.

Existen gráficas, obtenidas de medidas empíricas sobre propagación, que muestran las correcciones en atenuación que se deben realizar para calcular correctamente el área de cobertura de un transmisor radio, así como la probabilidad de cobertura asociada a dichas correcciones.

Hasta aquí todo es aplicable a casi cualquier sistema que tenga la radio como medio de transmisión. Lo que diferencia a un sistema celular es que, en zonas de alta densidad de tráfico, es capaz de utilizar más eficientemente que otros sistemas el limitado espectro radioeléctrico que tiene asignado. Esto implica un diseño de red radio denominado "celular", que es lo que le da el nombre al sistema.

El "truco" consiste en dividir el área a cubrir en un número de células suficientemente grande, que permita la reutilización de frecuencias. Desde el punto de vista de cobertura, lo que esta división en pequeñas células implica es que la cobertura de cada célula va a estar limitada por interferencia; es decir, el diseño se hará de forma tal que las células que utilizan los mismos canales de radio emitan a una potencia suficientemente baja para no interferirse entre sí y, a su vez, no interferir a los móviles a los que están dando servicio. En definitiva, el máximo alcance de una célula sólo se podrá conseguir en lugares de poca densidad de tráfico, que no son los más adecuados para este tipo de sistemas.

Capacidad

Es la cantidad de tráfico que puede soportar este tipo de sistemas. El diseño de una red celular está pensado para soportar, gracias a la compartición de canales y a la división celular, una gran capacidad de tráfico.

Al ser un sistema de concentración de canales, la capacidad por cada bloque de canales se calcula mediante la aplicación de la fórmula de Erlang B, es decir, como un sistema de llamadas perdidas (sin colas).

El tráfico se calcula con base en el número de llamadas y su duración, mediante la siguiente operación:

$$A = \lambda * t_m$$

En donde:

λ = Número de llamadas

t_m = Duración en minutos por llamada

Para el cálculo completo, el número de llamadas y su duración se deben referir a un período de observación. Para la medición del tráfico existen varias unidades, de las cuales la más utilizada es la que se conoce como Erlang B.

Ejemplo:

En una hora:

λ = 10 llamadas

t_m = 3 minutos por llamada

$$T = (10 \times 3) / 60 = 0.5 \text{ Erlangs}$$

La capacidad que aporta este tipo de sistemas es función del número de canales utilizado, o ancho de banda disponible, del tamaño de las células y de la configuración en racimos o "clusters". La capacidad será mayor cuanto mayor ancho de banda se disponga, cuanto menor sea la célula y cuantas menos células sean necesarias por "cluster". Este último parámetro estará fuertemente ligado a la relación de interferencia co-canal que el sistema sea capaz de soportar.

Respecto al tamaño de la célula, este estará limitado por la capacidad del protocolo de gestión de la movilidad y por la velocidad a la que se desplacen los móviles en la zona de servicio.

El diseño de la capacidad de los sistemas se realiza por zonas, tomando cada estación de base independientemente, suponiendo el caso de tráfico más desfavorable; es decir, el tráfico en la hora cargada.

Reutilización de frecuencias

Esta es la técnica que permite diferenciar a los sistemas de concentración de canales frente al resto. Se trata de tomar todo el grupo de frecuencias asignado a la red y, dividiendo el grupo en varios subgrupos - células - y ordenándolo según una estructura celular - racimo - se pueden construir grandes redes con las mismas frecuencias sin que estas interfieran entre sí.

Señalización

Por señalización se entiende toda comunicación dedicada a gestionar los recursos del sistema para permitir la comunicación. Al hablar de comunicaciones celulares, se va a tratar de forma diferente la señalización asociada a la transmisión de radio y la relativa a la propia estructura de red. Ambos "tipos" de señalización sirven a los mismos propósitos, y sólo se diferencian por el tipo de entidades a las que ponen en comunicación. Funcionalmente, se podría distinguir entre:

- Señalización destinada a la gestión de los recursos de radio.
- Señalización destinada a la gestión de la movilidad.
- Señalización destinada al establecimiento de la comunicación, que, además, puede ser común con otros sistemas de comunicación y, en particular, debe ser compatible con las redes fijas a las que las redes celulares se conectan.

"Hand-over" o "Traspaso"

Es como se denomina al proceso de pasar una comunicación de un mismo móvil de un canal a otro. Es lo que diferencia a un sistema celular de otro tipo de sistemas de

radiocomunicaciones de concentración de enlaces. En función de la relación entre los canales origen y destino de la comunicación, los handover pueden clasificarse en:

- Handover intercelular, si el canal destino se encuentra sobre otra frecuencia distinta a la del origen, pero en la misma célula.
- Handover interBSC, cuando hay cambio de célula pero ambas células se encuentran dentro del mismo sistema controlador de estaciones base.
- Handover interMSC, cuando hay cambio de célula y de controlador de estaciones base (BSC), pero ambos BSC dependen de la misma central de conmutación móvil (MSC).
- Handover entre MSCs, cuando hay cambio de célula y ambas células dependen de MSCs distintas.

HLR

Son las siglas de “Home Location Register” o base de datos donde se contiene toda la información del usuario pertinente para la provisión del servicio de telefonía móvil. Los sistemas de altas y bajas de los operadores actuarán contra esta base de datos para actualizar las características del servicio de cada cliente. También hay en el HLR información actualizada sobre la situación actual de sus móviles.

VLR

Corresponde a las siglas “Visitor Location Register” o base de datos donde se contiene toda la información del usuario necesaria para la provisión de los servicios durante la utilización de los mismos. El VLR tiene una copia de parte de los datos del HLR, referidos a aquellos clientes que se han registrado en la zona controlada por dicho VLR.

Área de Localización

Está formada por un conjunto de células, y determina el área donde se encuentra el móvil y las células a través de las cuales se emitirá un mensaje de búsqueda para este móvil, en caso de llamadas entrantes al mismo.

Registro

Es el proceso mediante el cual un móvil comunica a la red que está disponible para realizar y recibir llamadas. La red, por su parte, llevará a cabo una serie de intercambios de información con sus bases de datos antes de permitir o "registrar" al móvil. Gracias a este registro, la red sabrá en cada momento dónde localizar dicho móvil en caso de llegarle una llamada entrante.

"Roaming" o "Itinerancia"

Es la capacidad que ofrece una red móvil para poder registrarse en cualquier VLR de la red. Actualmente, este concepto está comúnmente asociado al registro de un móvil en una red distinta de la propia.

En los sistemas modernos, el teléfono móvil recibe una Identificación del Sistema del operador cuando se enciende. Si, en ese momento, el teléfono móvil detecta que la Identificación del Sistema no es la de su operador, es porque está en roaming, o sea, está usando los servicios prestados por otro operador, un sistema que permite usar el mismo teléfono móvil en diferentes países.

Cuando es encendido, el móvil también transmite un pedido de registro. A partir de ahí, la red se mantendrá el contacto y tendrá siempre presente en qué célula está el teléfono móvil y no tendrá problemas en encontrarlo en caso de recibir una llamada. A medida que el teléfono pasa de una célula para otra, la red hará un registro. Si el móvil descubre que no está registrado, es porque está fuera del alcance de la red y dirá que «No tiene red».

Activación

La activación es un proceso que se realiza en presencia de cada cliente, ya que una vez incluida toda la información en la base de datos de la central celular, el usuario efectúa inmediatamente una llamada que da por habilitado su teléfono.

Para que la comunicación telefónica se lleve a cabo, el cliente debe visualizar en su aparato la señal de reconocimiento proveniente de la estación celular base.

La estructura de la red celular

Se compone de diferentes subsistemas que consta cualquier red celular, teniendo en cuenta sus características básicas.

Radio

El subsistema de radio, o la radio, es el que realiza el enlace entre los terminales móviles y las redes terrenas. El diseño de esta red es tremendamente importante en la configuración de una red celular, y gran parte del éxito o fracaso de la calidad de una red pasa por la planificación adecuada de este subsistema.

Conmutación

La conmutación o estructura de red es el subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación base a la que se conecta el móvil hasta su conexión con la red destino de la llamada (generalmente la red fija) o hacia otra estación base a la que se encuentra conectado otro móvil. Se incluyen dentro de los sistemas de red todas aquellas bases de datos que apoyan a las distintas funciones del sistema.

Central de Conmutación

La función principal consiste en el establecimiento de las llamadas. Para cumplir esta función, la central lleva a cabo dos procesos:

- La Conmutación
- La señalización
- Adicionalmente, una función no menos importante es la tarificación de las llamadas

Conexión a clientes mediante interfaces analógicas o digitales.

Transmisión

Es la estructura de enlaces que soporta las comunicaciones entre los diversos elementos de red. Es un elemento importante en la planificación, dado que implica grandes costos de explotación, y al que no se presta la debida importancia por ser poco "llamativo" cuando se explican las funcionalidades y capacidades de una red celular. Este subsistema es común a cualquier red de telecomunicación.

Operación y Mantenimiento

Otro de los subsistemas importantes en una red celular es el subsistema de operación y mantenimiento. Suele quedar fuera de todos los planes de estudio, dado que el funcionamiento teórico de la red no necesita de este subsistema. No obstante, no sería posible mantener en un correcto funcionamiento una red de telecomunicaciones sin un sistema de operación y mantenimiento que permita detectar y corregir o, al menos, ayudar a corregir los posibles fallos que se producen a diario en cualquier red.

Explotación

Al igual que el anterior, el subsistema de explotación no suele aparecer en los libros de texto. Es más, los fabricantes de equipos de red sólo dotan a estos de un interfaz hacia el subsistema de explotación, que debe ser comprado o, en el mejor de los casos, desarrollado a medida para el operador.

El subsistema de explotación es el que permitirá al operador cobrar por el uso de su red, así como administrar la base de datos de sus clientes y configurar sus perfiles de usuario en función de las políticas comerciales desarrolladas.

CAPITULO 5

“Telefonía Móvil Analógica”

Telefonía Celular Analógica

En general, decimos que es un sistema celular analógico por que la fuente de información, la voz, es modulada directamente para ser transmitida sobre los canales de RT asignados en cada sistema.

Los sistemas celulares analógicos utilizan como método de acceso la técnica FM/DA, por lo cual es común establecer que un sistema FM/DA debe de ser analógico y no necesariamente.

Características

- Ancho de banda angosto, baja eficiencia en el uso del espectro.
- Baja seguridad, se requieren duplexores.
- Principales problemas: IM en el sitio celular, la potencia y el numero de canales son limitados.

AMPS (Advanced Mobile Telephone Service)

- Introducido en los años 70 en los Estados Unidos.
- Se la conoce como el sistema americano.
- Su uso se ha adoptado en prácticamente todo el continente americano, así como en algunos otros lugares del mundo, por ejemplo Australia, China y Corea.
- En México es utilizado actualmente por todos los proveedores del servicio celular en el país. Introducido en 1990 por Telcel y Iusacell.

Características del sistema AMPS

Relacionados con el sistema

- Numero de canales duplex: 2 grupos de 416
- Radio de celdas: 2-20 Km
- Rango de frecuencias: MS-BS (824-849 Mhz) y BS-MS (869-894 Mhz)
- Esparcimiento entre canales: 30 KHz.
- Método de acceso: FDMA/FDD
- Transmisión de voz: FM
- Señalización: Datos FSK a 10 Kbps
- Numero de celdas: 50 (típico)
- Máxima potencia radiada por Estación Base: 100 W por canal
- Separación entre canales Tx y Rx: 45 Mhz

Sistema de comunicación

- Calidad de voz: Similar a la telefonía convencional
- Procesamiento de voz: Compasor silábico 2:1
- Grado de servicio: Probabilidad de bloqueo del 2 %

Unidad móvil

- Potencia de Tx: 1-3 W (Nominal)
- Control de potencia de Tx: 10 pasos con 4 dB de atenuación cada uno
- Sensibilidad de Rx: 116 dB para una fuente de 50 W

La red TACS

Antecedentes

El Sistema de Comunicaciones de Acceso Total (TACS, Total Access Communications System) es un sistema de comunicaciones para telefonía móvil celular dúplex en la banda de 900 Mhz.

El precursor del sistema TACS es el sistema AMPS (American Mobile Phone System), desarrollado en los EE.UU. por los laboratorios Bell en la década de los 70, y puesto en servicio en la primera mitad de la década de los 80. El sistema TACS fue desarrollado por el Reino Unido, adaptando el sistema AMPS a los requisitos europeos (especialmente en los aspectos de banda de frecuencia y canalización), y puesto en servicio en 1985.

En el Reino Unido se concedieron dos licencias para operar cada una con su red propia. Para ello, la banda original (890-915 Mhz y 935-960 Mhz) de 1000 canales se dividió en dos segmentos de 300 canales cada uno, dejando la subbanda 905-915 Mhz y 950-960 Mhz para la introducción posterior del sistema GSM. Posteriormente, se amplió la banda añadiendo los rangos 872-890 Mhz y 917-935 Mhz para otorgar la capacidad requerida. Esta nueva banda toma la denominación de

E-TACS (Extended TACS).

A principio de esta década de los 90, otros países como Austria, Italia y España adoptaron también este sistema. En Telefónica Móviles, este sistema se denomina comercialmente "MoviLine".

Algo importante que se debe tener en cuenta es que el estándar TACS define tan sólo el protocolo de acceso radio entre una estación móvil y su correspondiente estación base. La gestión de la movilidad o lo que es igual, las facilidades de "handover" y "roaming" soportadas por el sistema, así como la estructura y comunicaciones entre los distintos elementos de la red quedan a criterio del fabricante.

Arquitectura

La arquitectura de una red TACS se basa en una serie de estaciones de base, cada una de las cuales se compone de equipos de radio (transmisor y receptor) y un controlador de estación base (BSC) encargado del interfaz entre el equipo de radiofrecuencia y la central de conmutación móvil o EMX (Electronic Mobile Exchange). Esta última debe proporcionar la capacidad de conmutar llamadas entre las distintas estaciones base y hacer de tránsito entre la red móvil y otras redes a las que esta última se conecte.

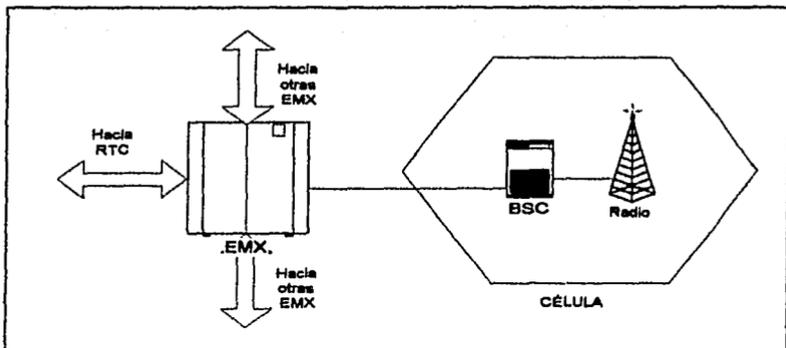


Figura 5-1: Red TACS

Cada BSC controla una sola célula. Una EMX se conecta, a través de líneas de voz y de datos a varias estaciones de base o células.

Subsistema de radio

Es el responsable de establecer el enlace entre la red y las estaciones móviles. Los elementos que componen el subsistema de radio son las estaciones de base.

La banda celular del sistema / banda TACS/E-TACS se divide en dos subbandas. En la figura 5-2 se muestra esta división.

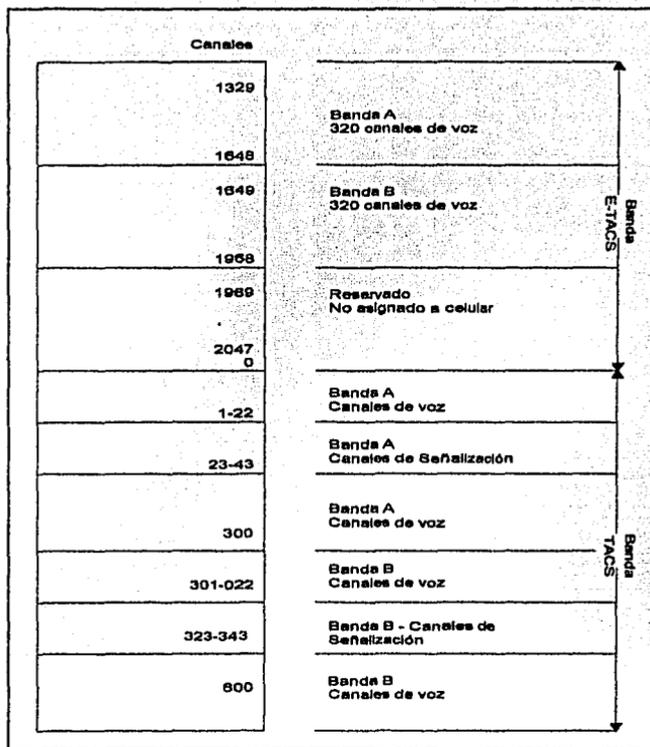


Figura 5-2: Subbandas de TACS/ETACS

La separación entre canales es de 25 kHz. Existe la banda B, lo que permite hasta 640 canales de voz (320 en la banda TACS y otros 320 en la banda E-TACS).

Subsistema de conmutación

El sistema de conmutación está compuesto por una o varias centrales de conmutación, denominadas EMX (Electronic Mobile Exchange), cuyas funciones principales son las siguientes:

- Encaminar las llamadas originadas en los móviles hacia el destino adecuado.
- Finalizar en el móvil adecuado las llamadas a él dirigidas.
- Coordinar el proceso de handover.
- Registrar todo el tráfico que gestiona el sistema.

Cada EMX tiene la capacidad de interconectarse con la RTC, para lo que utiliza enlaces dedicados a 2 Mbps. El sistema de señalización utilizado dependerá de la capacidad de las centrales a las que se conecta la EMX, pudiendo así manejarse UIT-T n°7, R2, DTMF, etc. Esta señalización debe ser suficiente para soportar el control de la llamada.

Además, cada EMX se conecta directamente a otras EMX, formando lo que se denomina una "red celular cooperante" o DMX (Distributed Mobile Exchange). La conexión entre centrales puede obedecer a un protocolo de señalización propietario. Si se requiere introducir centrales de otros fabricantes, o si se necesita que los clientes propios puedan hacer uso de otra red, es necesario implementar el protocolo estandarizado de señalización IS-41 entre las centrales.

Las funciones de HLR y VLR están integradas en cada una de las EMX, aunque en los últimos años se ha desarrollado la posibilidad de implementar un HLR independiente.

La estación móvil

Es el elemento final del sistema. Existe una gran variedad de diseños posibles, pero en general, se distinguen cuatro categorías:

- Estaciones montadas sobre vehículos.
- Estaciones transportables.
- Estaciones portátiles de bolsillo.
- Estaciones fijas (utilizadas para permitir acceso radio en bucle de abonado, también denominado WLL, que complementa a la telefonía fija en zonas de difícil acceso mediante par de cobre).

En todos los casos, en la estación móvil es necesario programar los datos específicos del cliente, entre los que se encuentra el número de abonado.

Procesos básicos

Registro

Cada teléfono móvil posee su propia identidad, y está asignado a un área de localización. Esto permite que los mensajes de control sean enviados a un solo móvil a través de los canales de control del área de localización. Cada teléfono móvil está asignado a una central EMX (en el HLR) que guarda, además de los datos relativos a la suscripción, la información de la localización (dirección de la EMX/VLR) de sus móviles activos. Cada vez que el teléfono móvil se mueve entre áreas de localización, éste envía automáticamente un mensaje para actualizar el área de localización en la que se encuentra. Esto permite un uso eficiente de los canales de control y mejora la capacidad de tratamiento de las llamadas.

Cuando se enciende el teléfono móvil, éste explora los canales de control del sistema y sintoniza aquél cuya señal es más fuerte, permaneciendo sintonizado a dicho canal hasta que la señal baja de un cierto umbral. El sistema utiliza los canales de control para dos tipos de mensajes:

- Información general del sistema, para todos los móviles.
- Información de control dedicada a un teléfono móvil en particular.

La información general del sistema contiene la identificación de la red, detalles de los canales disponibles en esta área, servicios y requisitos especiales y el código de área. Comparando el código de área recibido con el memorizado, el móvil determina cuando es necesario realizar un nuevo registro.

La información de control dedicada incluye mensajes de búsqueda para notificar a un móvil particular de la entrada de una llamada y mensajes de asignación de canal durante el establecimiento de la comunicación.

Roaming

Es el proceso de cambiar desde el área de localización de la central propia al área de localización de otra central. El móvil visitante se registra en la EMX/VLR visitada, para lo cual dicha EMX/VLR debe solicitar los datos de la suscripción de dicho cliente a su EMX/HLR. Si todo es correcto, la EMX/VLR permitirá el servicio al cliente visitante, mientras que la EMX/HLR registrará la nueva dirección de su cliente.

Establecimiento de llamada

El usuario marca el número de teléfono en la unidad móvil y activa la función de envío.

El móvil espera a que el canal de control le dé la indicación de libre. Cuando el móvil detecta esta condición de disponibilidad, transmite su identificación y el número de teléfono marcado en el canal de control.

En la recepción de la petición de llamada, la EMX comprueba el estado del móvil y comienza el proceso de dicha llamada. Se envía un mensaje al móvil, asignándole un canal de voz, y el móvil se resintoniza a éste. La EMX conecta el canal de voz por la ruta disponible y comienza la conversación.

Cuando finaliza la llamada, se desactivan las conexiones y el móvil retorna a su estado de reposo.

Hand-over

Durante la conversación, la estación de base comprueba el nivel de señal recibida y se envían mensajes al móvil para ajustar la potencia de transmisión. Si el nivel recibido llega a ser muy bajo, la EMX muestrea las estaciones de base próximas para determinar cuál puede dar un mejor servicio. Se avisa al móvil sobre el nuevo canal que va a ser usado y la EMX realiza la conmutación a la nueva estación. La conmutación se realiza automáticamente y sin que la conversación se interrumpa. Este proceso se puede repetir tantas veces como sea necesario durante la llamada.

Recepción de llamada

Cuando a EMX recibe una petición de llamada para un determinado teléfono móvil, da orden a las estaciones de base del área de localización donde se encuentra para que envíen un mensaje de búsqueda. Cuando la estación móvil recibe el mensaje, ésta informa al sistema de que ha recibido el mensaje a través de un determinado canal de control y espera la asignación de un canal vocal. Con la respuesta del móvil, la EMX determina qué estación de base está más cerca del móvil y conecta la llamada de entrada a un canal vocal de ésta. Se indica al móvil que sintonice el canal vocal asignado y active su dispositivo de aviso (timbre). Cuando el usuario contesta, se conectan las dos partes y comienza la conversación.

Cuando la llamada termina, la EMX desactiva las conexiones y el móvil retorna a su estado de reposo.

Servicios básicos que soporta el sistema

Este capítulo será variable en función del fabricante del equipo. Dado que el TACS sólo especifica los accesos radio, todos los servicios que pueda soportar el sistema se basan en la capacidad de diseño e implementación del propio fabricante así como la utilización de los métodos de transmisión de señalización disponibles en el estándar entre el móvil y la red. Servicios generalmente implementados son:

- La multiconferencia.
- La llamada en espera.
- El desvío, condicional o incondicional.

Para activar estas funciones, el usuario debe enviar a la red a través de un proceso de establecimiento de llamada, un código especial, que generalmente está compuesto de dígitos y precedido de un carácter especial.

Operación y Mantenimiento

Análogamente a lo comentado hasta ahora, el sistema de Operación y Mantenimiento es propietario del fabricante que haya suministrado el equipo. En el mejor de los casos, el fabricante podrá poner a disposición del operador herramientas o la interfaz que permitiría a este desarrollar su propio sistema de operación y mantenimiento, aunque no suele ser recomendable.

Explotación

Igual que ocurre con el sistema de Operación y Mantenimiento, es el fabricante del sistema el que determina las variables que pueden extraerse del sistema para su explotación, así como los métodos de obtener dichos datos. No obstante, los fabricantes de sistemas de conmutación no suelen fabricar además sistemas de explotación, por lo que el fabricante de conmutación proporciona la interfaz de explotación con el sistema.

CAPITULO 6

“Telefonía Móvil Digital: la red GSM”

Teléfonos móviles Digitales

El sistema analógico tiene la tendencia para el congestionamiento. A pesar de que varias decenas de personas puedan utilizar la misma célula, hay siempre un límite para el número de personas, una vez que hay un número límite de frecuencias.

Los teléfonos digitales, pese a usaren la misma tecnología radio ya explicada, convierten la voz en códigos digitales de 1s y 0s y la comprimen, de forma que cada llamada telefónica ocupa 3 a 10 veces menos espacio que una llamada analógica, además de permitir una mayor manipulación de datos para encajarlos en espacios adecuados, lo que aumenta drásticamente la capacidad de los sistemas.

Transmisión de Impulsos

En un futuro reciente, surgirán los teléfonos con transmisión de impulsos. Mientras que los teléfonos de 1ª Generación (Analógicos) y de 2ª Generación (Digitales) transmiten a través de un flujo continuo de ondas de radio, los móviles del futuro transmitirán en minúsculos ciclos de información.

Con esta tecnología, los móviles operan como si transmitiesen en Código Morse a alta velocidad, en que cada ciclo corresponde a un trazo o un punto y en que la velocidad corresponde a 40 millones de trazos y puntos por segundo.

De esta manera, los teléfonos móviles consiguen transmitir enormes cantidades de información usando poca energía para obtener mejor calidad de transmisión. Los móviles modulares asumen un flujo constante de información, de modo que la señal tiene que sobreponerse al ruido, exigiendo más energía. Con transmisión de impulsos, el sistema puede ignorar la existencia del ruido y, luego, usar menos energía, y además permite una facilidad

de manipulación de señales que vuelve casi inagotable el espacio de transmisión, ya que las antenas no interfieren unas con las otras, pudiendo ignorar las señales unas de las otras como ruido.

Antecedentes

Desde principios de los '80, después de que el NMT comenzase su operación comercial, se hizo evidente para algunos países europeos que los sistemas analógicos existentes tenían limitaciones.

En primer lugar, la demanda potencial para los servicios móviles, aunque estaba siendo sistemáticamente subestimada, era mayor que la capacidad de las redes analógicas existentes.

En segundo lugar, los diferentes sistemas existentes no ofrecían compatibilidad para sus usuarios: un terminal TACS no puede acceder a una red NMT ni viceversa. Lo que es más, el diseño de un sistema celular nuevo requiere tal inversión que ningún país europeo puede acometer tal inversión de forma independiente si el único retorno esperado está sólo en su propio mercado nacional.

Todas estas circunstancias apuntaban hacia el diseño de un sistema nuevo, desarrollado en común entre varios países.

El mayor requisito para un sistema de radio común es un ancho de banda común. Esta condición se cumplía unos años antes, en 1978, cuando se decidió reservar una banda de frecuencia de dos veces 25 Mhz en torno a los 900 Mhz para comunicaciones móviles en Europa.

La necesidad estaba clara y el mayor obstáculo había sido eliminado. Sólo quedaba organizar el trabajo. El mundo de las telecomunicaciones en Europa siempre estuvo dominado por la estandarización. La CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) es un foro de estandarización que, en los primeros años 80, incluía a las Administraciones

europas de Correos y Telecomunicaciones de más de 20 países. Todas estas circunstancias llevaron a la creación en 1982 de un nuevo organismo de estandarización en la CEPT, cuya labor consistía en especificar un sistema único de telecomunicaciones para Europa, en 900 Mhz. El recién creado "Groupe Spécial Mobile" (GSM) tuvo su primera reunión en diciembre de 1982, en Estocolmo.

En 1990, bajo petición del Reino Unido, se añadió a los objetivos del grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM adaptada a la banda de frecuencias de 1800 Mhz, con una asignación de 2 veces 75 Mhz. Esta variante que se conoció con el nombre de DCS1800 Digital Cellular System 1800, que tiene como objetivo proporcionar mayor capacidad en áreas urbanas.

La elaboración del estándar GSM llevó casi una década. En la siguiente figura 6-1 se muestran los principales puntos de su proceso.

Fecha	Logro
1982	Se crea el "Groupe Spécial Mobile" en la CEPT
1986	Se establece un núcleo permanente
1987	Se eligen las técnicas básicas de transmisión por radio, basadas en la evaluación de prototipos (1986)
1989	El GSM se convierte en un comité técnico de ETSI
1990	Se congelan las especificaciones técnicas fase I del GSM900 (escritas entre 1987 y 1990)
1991	Funcionan los primeros sistemas (exposición Telecom '91) Se congelan las especificaciones DCS1800
1992	Los principales operadores GSM900 europeos inician la operación comercial del servicio

Figura 6-1: Tabla de puntos en la elaboración del estándar GSM

La Historia del GSM

En el inicio de los años 80 los primeros sistemas de comunicaciones celulares móviles aparecieron en el mundo. El gran destaque en ese tiempo iba para la posibilidad de instalar redes locales, analógicas, que eran específicas de cada país. En Europa eso significaba que un teléfono móvil apenas funcionaba en el país en que era comprado, debido a la incompatibilidad de los diversos sistemas. No es necesario decir que por ese tiempo el "roaming" era apenas un miraje en el horizonte.

El aislamiento de los varios sistemas comenzó tempranamente a preocupar los responsables, conscientes de los problemas que irían surgir en el futuro. La propia capacidad de las redes era limitada, debido a ser analógica y no poder soportar el aumento creciente del número de utilizadores.

Los costos relacionados con la investigación y desarrollo de la tecnología móvil eran muy elevados, lo que incitó los fabricantes y operadores a consideraren sistemas globales, de forma a que se pudiesen crear economías de escala. De esta forma sería posible soportar los costes elevados y un aumento de la producción conduciría a una disminución de los precios, a través de la creación de padrones que pudiesen ser vendidos a escala internacional. En 1982 nació la CEPT (Conférence des Administrations Européennes des Postes et Télécommunications), la manera encontrada para responder a estas cuestiones, compuesta por las administraciones de las operadoras públicas de 26 países europeos. Los miembros que componían esta organización eran empresas estatales, que tenían el monopolio de las telecomunicaciones en sus países y que consideraban los intereses nacionales como su primer objetivo. Pese a lo que su primera acción fue alegar la necesidad de acción concertada de forma a garantizar la supervivencia económica de los sistemas móviles. Con ese objetivo, fue creada por la CEPT el Groupe Spéciale Mobile (GSM), con el propósito de desarrollar especificaciones técnicas para una red europea de telecomunicaciones móviles capaz de soportar los millones de futuros clientes del nuevo servicio. Los problemas que el grupo enfrentaba eran varios: técnicos, políticos y económicos. No obstante, las recompensas serían elevadas y no existía otra solución aceptable para el problema.

El Grupo definió los siguientes requisitos para la segunda generación de móviles:

- Buena calidad de servicio
- Terminales y servicios baratos
- "Roaming" internacional
- Posibilidad de utilización de terminales portátiles
- Soportar futuros nuevos servicios
- Eficiencia de espectro
- Compatibilidad con los sistemas RDIS

Desde los inicios que el Grupo tenía la idea de que el nuevo estándar debía utilizar la tecnología digital al envés de la analógica y operar en la frecuencia de 900 Mhz. Así, sería posible ofrecer una transmisión de alta calidad y utilizar de manera más eficiente el corto espectro electromagnético disponible, posibilitando más llamadas simultáneas. El sistema también posibilitaba el desenvolvimiento de características como las llamadas inexpugnables y la transmisión de datos. La tecnología digital también posibilitaba terminales más pequeños y más baratos.

El desarrollo del sistema

El siguiente paso llevaba a que fuese necesario que los potenciales operadores se comprometiesen con el futuro sistema, de forma a que se pudiese comenzar a establecer la red. Esto llevó a que se crease el Memorandum of Understanding (MoU), un acuerdo por parte de las operadoras.

El 7 de Septiembre de 1987, fue rubricado el primer MoU, que incluía 15 signatarios, entre los cuales Telefónica, totalizando 13 países. En 1986 el Groupe Spéciale Mobile (Grupo) se había nombrado como responsable por el desarrollo del GSM, siendo creado un Núcleo Permanente, con sede en París.

A partir de ese momento comenzaron a ser testadas las soluciones tecnológicas posibles para los sistemas de 2ª generación. Varios modelos de transmisión y división de las frecuencias fueron experimentados, culminando con la elección de la tecnología TDMA (Time Division Multiple Access).

Esta decisión fue esencial, ya que era apoyada por los principales fabricantes, como Nokia, Ericsson y Siemens. Las pruebas realizadas comprobaron que el sistema funcionaría y en Febrero de 1988 los operadores signatarios del MoU adoptaron una combinación del TDMA con el FDMA (Frequency Division Multiple Access).

Pese a esto, faltaba elaborar todas las especificaciones técnicas, una tarea casi imposible por los plazos establecidos años antes, cuando no había noción ni de la escala ni de la complejidad del trabajo necesario. Para tenerse una idea, en 1997, los manuales con las especificaciones del GSM ya tenían 8000 páginas.

En 1989 el proyecto tuvo un impulso, con la creación del ETSI (European Telecommunications Standards Institute), que sustituyó el Núcleo Permanente del Grupos Spécial Mobile. En el año siguiente fueron divulgadas la mayoría de las especificaciones de la primera fase del GSM, que sería lanzada en el día 1 de Julio de 1991, cubriendo las principales ciudades y aeropuertos europeos.

Entretanto, en el Reino Unido, dos operadoras habían decidido lanzar un servicio móvil conocido como Personal Communications Networks, operando en la banda de los 1800 Mhz. Las empresas decidieron adoptar el GSM, de una forma ligeramente modificada. El ETSI quedó responsable por el desenvolvimiento de este sistema, conocido como DCS1800. En 1997 el sistema fue redesignado como GSM1800, siendo actualmente una de las frecuencias utilizadas por los móviles "dual band".

Antecedentes

Cuando se introdujo el sistema en 1991, las operadoras tenían en manos un problema de falta de terminales. Los equipos desarrollados por los fabricantes necesitaban de pasar por varios exámenes exhaustivos, para verificar que poseían completa compatibilidad con el sistema GSM. El problema era que un teléfono móvil no homologado podría causar daño a las redes. Una de las características de los móviles actuales que nació de esta necesidad fue el establecimiento de un IMEI (International Mobile Equipment Identity) individual para cada equipo, de forma a que la red pudiese identificar que modelo de teléfono móvil estaba intentando comunicar. La solución final para esta cuestión apareció en Abril de 1992, a través de la introducción del Intern Type Approval (ITA). Los teléfonos móviles no tenían que ser completamente compatibles, apenas eran testados para asegurar que no causarían problemas a las redes.

Por esto, el GSM solo fue realmente extendido en la segunda mitad de 1992, con Movistar y Airtel situadas entre las primeras operadoras europeas a utilizar el sistema. El 17 de Junio de 1992 el primer acuerdo de "roaming" fue firmado entre Telecom Finland y Vodafone en el Reino Unido. Al final de 1993, ya existían un millón de utilizadores GSM en Europa, con el número de signatarios del MoU ascendiendo a 70 miembros, originarios de 48 países, habiendo sido firmados 25 acuerdos de "roaming".

El aparecimiento del GSM tuvo un impacto todavía mayor al nivel de las telecomunicaciones: la apertura de los mercados a operadoras privativas. Los nuevos actores trajeron consigo estrategias de marketing agresivas y una lógica comercial al sector. Como consecuencia, las tarifas practicadas bajaron la calidad del servicio. En 1993 el primer servicio DCS1800 fue lanzado por Mercury One-2-One en Inglaterra.

Expansión mundial

Otro aspecto notable fue la adopción de la operadora australiana Telstra del GSM en 1992. Algunos años más tarde, el sistema ya se había expandido para India, África, Asia y Medio Oriente. En 1995 el MoU ya poseía 156 miembros, divididos por 86 países, con 12 millones de clientes. En ese mismo año la segunda fase del GSM fue estandarizada,

posibilitando el envío de datos, fax y vídeo a través del GSM. En los Estados Unidos, la FCC (Federal Communications Commission) decidió abrir partes de la frecuencia de los 1900 Mhz para usos móviles, con la elección del sistema por parte de las operadoras. El PCS1900 fue entonces desarrollado, una variante del GSM para aprovechar la oportunidad recién-abierta en el mercado norte-americano (en el que la mayoría de las operadoras utiliza el CDMA). En Noviembre de 1995 el primer servicio PCS1900 fue lanzado en EUA. El significado de la sigla GSM fue, mientras tanto, alterado para Global System for Mobile telecommunications.

Actualmente los sistemas GSM900/1800/1900 son utilizados en 135 países, con 345 millones de utilizadores diseminados por 366 redes. El reciente lanzamiento de terminales tribanda (que operan en la frecuencia 900,1800 y 1900 Mhz) posibilita capacidades de roaming cada vez mayores, ya que los utilizadores pueden utilizar las tres frecuencias disponibles en los cinco continentes.

A pesar del lanzamiento de la tercera generación de telefonía móvil, que utilizará el sistema UMTS, no compatible con el TDMA, el GSM será todavía durante años el sistema dominante. Una nueva fase se está procesando, los designados sistemas de segunda generación y media, destinados a hacer el puente entre las dos generaciones, como el HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), GPRS (General Packet Radio Service) y otros protocolos, destinados a aumentar la velocidad de transferencia de datos del sistema GSM e que permitirán funciones como la compatibilidad con el Internet Protocol que permitirá Internet, vídeo, entre otras funciones

Arquitectura

La arquitectura del sistema GSM descrita en las especificaciones técnicas no describe los nodos y elementos que se pueden encontrar en el sistema, primero porque se ha dejado cierto grado de libertad a los fabricantes para el desarrollo de estos y, segundo, porque dichas especificaciones sólo cubren una pequeña parte de la especificación de una máquina real. La arquitectura puede verse como la descripción de un modelo de red que sirve como plantilla para su implementación. Lo que sí se describe con total detalle en las especificaciones son las interfaces entre dos "modelos" de máquina.

La arquitectura GSM distingue claramente dos partes: el BSS (Base Station Subsystem o Subsistema de Estación de Base) y el NSS (Network and Switching Subsystem o Subsistema de Red y Conmutación). El BSS está encargado de proporcionar y gestionar el interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto del GSM. El NSS debe gestionar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a las redes adecuadas o a otras estaciones móviles. El NSS no está en contacto directo con las estaciones móviles y el BSS tampoco está en contacto directo con otras redes externas.

El interfaz entre el BSS y la estación móvil es el denominado interfaz radio (Um) mientras que el interfaz entre el BSS y el NSS se ha denominado interfaz A en las especificaciones.

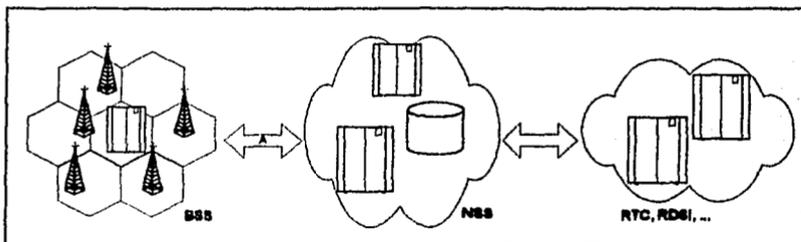


Figura 6-2: Subsistemas de la Red GSM

Subsistema de radio

En términos generales, el Subsistema de radio, Subsistema de Estaciones de Base o BSS agrupa las máquinas específicas a los aspectos de radio y celulares del GSM. El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través del interfaz radio. Como tal, incluye los elementos a cargo de la transmisión y recepción del trayecto radio y la gestión del mismo. Por otro lado, el BSS está en contacto con las centrales de conmutación del NSS. La función del BSS se puede resumir como la conexión entre estaciones móviles y el NSS y, por tanto, la conexión entre un usuario móvil con otro usuario de telecomunicaciones.

El BSS incluye dos tipos de elementos: la Estación de Base (BTS, Base Transceiver Station), en contacto con las estaciones móviles a través del interfaz radio, y el Controlador de Estaciones de Base (BSC, Base Station Controller), este último en contacto con las centrales de conmutación del NSS. La división funcional es básicamente entre un equipo de transmisión, la BTS, y un equipo de gestión, el BSC.

Una BTS contiene dispositivos de transmisión y recepción, incluyendo las antenas, y también el procesado de señal necesario para el interfaz de radio. La BTS pueden considerarse como módems de radio complejos, teniendo pocas funciones adicionales.

El interfaz radio del GSM utiliza una combinación de Acceso Múltiple por División en Frecuencia (FDMA) y Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), con una pizca de Salto en Frecuencia (FH, Frequency Hopping).

El concepto básico es que la unidad de transmisión es una serie de bits modulados y se denomina ráfaga. Las ráfagas se envían en ventanas de frecuencia y tiempo que denominamos ranuras o slots. Las frecuencias centrales de los slots se sitúan cada 200 kHz en la banda de frecuencias del sistema (aspecto FDMA), y ocurren durante 0.577ms, o más exactamente 15/26 ms (aspecto TDMA).

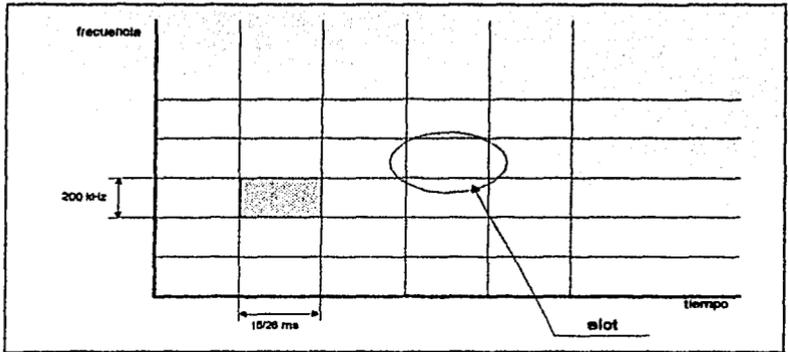


Figura 6-3: Distribución Frecuencia-Tiempo de los canales

Con esta unidad básica, asumiendo una sola ventana de frecuencias, el aspecto TDMA del sistema de transmisión se agrupa en tramas, multitramas e hipertramas, organizándose así el envío de información por el aire. La distribución de estos slots es como muestra la figura 6-4.

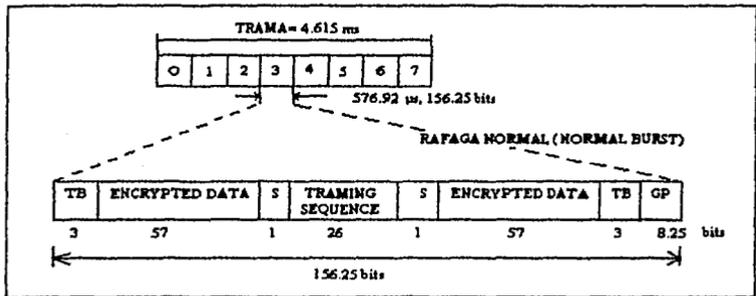


Figura 6-4: Trama TDMA en GSM

Dentro de esta organización, se agrupan los distintos canales lógicos soportados en el sistema GSM para el transporte de información entre usuarios, o sencillamente información de control del propio sistema.

De acuerdo con la información transportada, se definen dos tipos de canales lógicos: canales de control y canales de tráfico. Los canales de tráfico se utilizan exclusivamente para transportar la información del usuario. El uso principal de los canales de control es transferir la información de señalización. Los canales de control pueden dividirse en canales de control comunes y canales de control dedicados.

Canales de Control Comunes

Según sus funciones, existen cuatro tipos de canales de control:

- El Canal de Control de Difusión (BCCH, Broadcast Control Channel), es un canal unidireccional en sentido red a móvil. Se utiliza para difundir información del sistema. Incluye información específica de la célula e información relativa a células vecinas, que se utiliza para orientar al móvil en la red de radio.
- El Canal de Búsqueda (PCH, Paging Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil que se utiliza para "buscar" al móvil (llamadas terminadas).
- El Canal de Acceso Aleatorio (RACH, Random Access Channel) es un canal unidireccional con sentido móvil a red que se utiliza por las estaciones móviles para acceder a dicha red.
- El Canal de Acceso Garantizado (AGCH, Access Grant Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil, utilizado por la red para asignar un canal dedicado de control tras un acceso aleatorio exitoso.

Canales de Control Dedicados

Los canales de control dedicados se asignan a una única estación móvil para comunicación punto a punto con la red. Pueden ser canales de control autónomos (stand-alone control channels) o asociados a otro canal dedicado. Los canales definidos son:

- El Canal de Control Dedicado Autónomo (SDCCH, Stand-alone Dedicated Control Channel), que es un canal de control independiente.
- El Canal de Control Asociado Lento (SACCH, Slow Associated Control Channel), siempre asociado a un canal de tráfico (TCH, Traffic Channel) o un SDCCH. Se utiliza en particular para transmitir información variable de las condiciones de la interfaz radio, por ejemplo, control de potencia, medida de calidad, etc.
- El Canal de Control Asociado Rápido (FACCH, Fast Associated Control Channel) se asocia a un canal de tráfico y se consigue “robando” tramas, que se identifican por un “flag”.

Organización de los canales

La organización de los canales de tráfico en las tramas es como sigue:

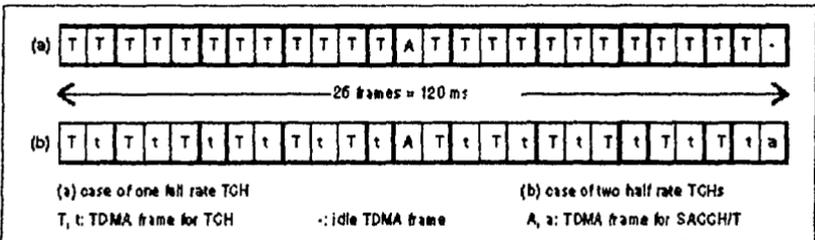


Figura 6-5: Organización de los canales de tráfico en las tramas

Por otra parte, los canales de control se organizan de la siguiente manera:

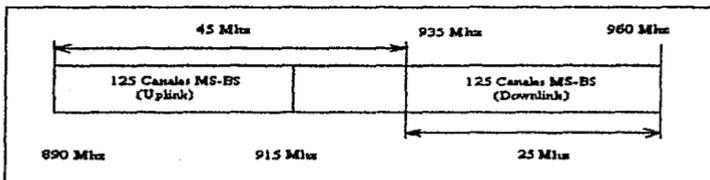


Figura 6-6: Organización de los canales de control en las tramas.

De acuerdo con la figura 6-6, tenemos:

- Se tienen en total 50 Mhz asignados para GSM.
- 125 canales full duplex de 200 kHz c/u. Se enumeran del 0 al 124 y el canal 0 no se utiliza y se reserva como guarda.

Subsistema de conmutación

El subsistema de red y conmutación (NSS) incluye las funciones básicas de conmutación del GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de usuario y la gestión de la movilidad. La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicación.

Dentro del NSS, la función básica de conmutación se realiza en la MSC (Mobile services Switching Centre), cuya misión principal es coordinar el establecimiento de llamadas desde y hacia usuarios GSM. La MSC tiene interfaces con la BSS de un lado (a través de la cuál está en contacto con los usuarios GSM), y con las redes exteriores por otro. La interfaz con redes externas para comunicarse con usuarios fuera del GSM puede requerir un elemento de adaptación (IWF, Interworking Functions), cuya labor puede ser más o menos importante en función del tipo de información de usuario y de la red con la que se interconecte. Generalmente se utiliza para conectar la red GSM a las redes de datos.

El NSS también necesita conectarse con redes externas para hacer uso de su capacidad de transportar datos de usuario o señalización entre entidades GSM. En particular, el NSS hace uso de una red soporte de señalización, al menos en parte externa al GSM, siguiendo los protocolos del Sistema de Señalización por Canal Común UIT-T nº 7 (generalmente referida como la red SS7); esta red de señalización permite interoperatividad entre entidades del NSS dentro de una o varias redes GSM. Las interfaces externas del NSS quedan representadas en la figura 6-7.

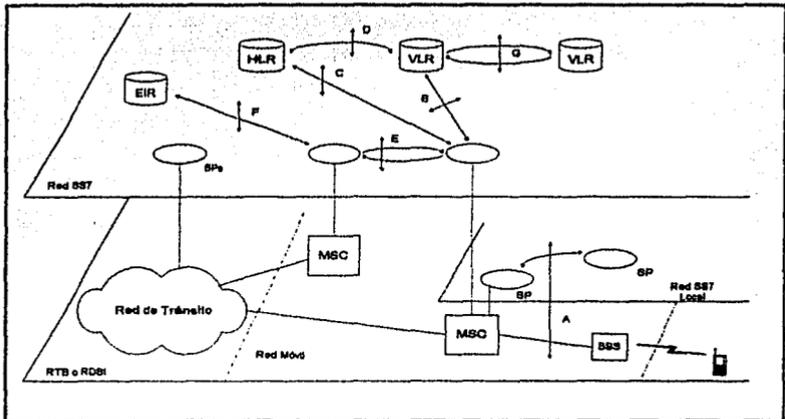


Figura 6-7: Interfaces del NSS

La estación móvil

La estación móvil suele representar el único elemento del sistema que el usuario llega a ver.

Además de las funciones básicas de radio y de proceso necesarias para acceder a la red a través de la interfaz radio, una estación móvil debe ofrecer un interfaz al usuario (tal como micrófono, altavoz, pantalla y teclado), o un interfaz hacia otros equipos terminales (tal como un interfaz hacia un PC o una máquina de fax).

Un aspecto fundamental de la estación móvil GSM, que la diferencia de las estaciones móviles del resto de sistemas, es el concepto de "módulo de usuario" o SIM (Subscriber Identity Module). La SIM es básicamente una tarjeta inteligente, que sigue los estándares ISO, que contiene toda la información referente al usuario almacenada en la parte de usuario de la interfaz radio. Sus funcionalidades, además de esta capacidad de almacenar información, se refieren también al tema de confidencialidad. El resto de la estación móvil contiene todas las capacidades básicas de transmisión y señalización para acceder a la red. El

interfaz entre la SIM y el resto del equipo está totalmente especificado y se denomina sencillamente interfaz SIM-ME, donde ME significa terminal móvil (Mobile Equipment).

El concepto de un dispositivo extraíble con los datos del usuario tiene en sí mismo grandes consecuencias. En otros sistemas celulares, la personalización de cada estación móvil requería una intervención nada trivial, que sólo se realizaba a través de especialistas técnicos. Esto implicaba que una estación móvil sólo podía venderse a través de distribuidores especializados. Además, si alguna estación móvil fallaba, era difícil dotar al usuario de otra que la remplazase durante el periodo de reparación, y casi imposible permitir que el usuario mantuviese su mismo número de teléfono durante este periodo.

La tarjeta SIM simplifica estos asuntos y también ofrece otras ventajas. Un usuario potencial puede comprar un equipo móvil, pero también lo puede alquilar o pedir prestado por un periodo de tiempo determinado, y cambiarlo cuando desee sin necesidad de procesos administrativos. Todo lo que necesita es su propia SIM, obtenida a través de un distribuidor o de un proveedor de servicio, independientemente del equipo que desee adquirir. Los últimos pasos de la personalización de la SIM pueden realizarse fácilmente a través de un pequeño ordenador y un sencillo adaptador.

Procesos básicos

Registro

Si una estación móvil desea obtener servicio desde una célula y, en particular, recibir llamadas en ésta, debe cerciorarse de que su usuario (representado por la SIM) se registra en el área de localización de dicha célula. El estado de registro del usuario, excepto en casos de fallos en la red o tras un largo tiempo de inactividad, sólo puede modificarse a iniciativa de la estación móvil. El resultado del último intento de registro se almacena en la SIM, así como la identidad del área de localización.

Cuando el móvil se desplaza a un lugar mejor cubierto por una célula perteneciente a otra área de localización, o cuando el móvil intenta obtener servicio en otra red, la estación móvil debe intentar registrar al usuario en esta nueva zona.

La información de registro se almacena en dos lugares diferentes de la infraestructura GSM: en el HLR y en la MSC/VLR visitados. De hecho, la misma información está disponible en tres lugares diferentes del sistema, siendo la SIM el tercer lugar. Esta información puede cambiar y se necesitan una serie de procedimientos para guardar coherencia entre las tres entidades.

La razón fundamental para cambiar es cuando la estación móvil decide que el área de localización que mejor le sirve debe cambiar. Entonces, la estación móvil notifica a la MSC/VLR a la que pertenece la nueva célula. Esta MSC/VLR puede ser la misma que la de antes, si controla ambas áreas de localización, o una nueva. En el último caso, cambio de MSC/VLR, la nueva MSC/VLR notifica al HLR el cual, a su vez, notifica a la MSC/VLR anteriores.

Además de los registros debidos a cambios de área de localización, se define un registro periódico de manera que la estación móvil pueda notificar su presencia en la red a intervalos de tiempo determinados. Este registro periódico es un parámetro que determina el operador, pudiendo incluso eliminarlo.

Roaming

La facilidad de roaming entre diversas redes sólo puede ofrecerse si se cumplen ciertos condicionantes técnicos y administrativos que lo permiten. Desde el punto de vista administrativo, deben resolverse asuntos como la tarificación, cobros, acuerdos de suscripción, etc. entre operadores.

La libre circulación de estaciones móviles también requiere que los cuerpos reguladores acuerden el reconocimiento mutuo de homologaciones. Desde el punto de vista técnico, algunos temas son consecuencia de los asuntos administrativos, tal como la

transferencia de cargos por llamadas o la información de suscripción entre redes. Otros temas se necesitan simplemente para que el roaming sea posible, tal como la transferencia de datos de localización entre redes o la existencia de un único interfaz de acceso.

Este último punto es muy importante. Requiere que un usuario tenga un único equipo que le permita acceder a diferentes redes.

Además, existen otros sistemas basados en la tecnología GSM, como son el DCS1800 y el PCS1900 (actualmente denominados GSM1800 y GSM1900). Hasta la reciente aparición de equipos duales GSM900 - GSM1800 y GSM900 - GSM1900, no era posible hacer roaming entre redes GSM900, GSM1800 y GSM1900 con el mismo equipo terminal. En cualquier caso, gracias a la tarjeta SIM, es posible obtener un equipo que funcione en la banda deseada e introduciendo la tarjeta SIM en el mismo, poder utilizar la misma suscripción y número de teléfono sobre la nueva red.

Establecimiento de llamada

En primer lugar, el usuario introduce el número destino y el tipo de servicio que desea (voz, fax...) y pulsa la tecla de envío. La estación móvil pasará esta información a la MSC.

Cuando la MSC recibe el mensaje de establecimiento, analiza la petición y comprueba si puede aceptarla. La aceptación de la misma depende de la capacidad de la MSC/VLR para proveer este servicio (de forma compatible con la estación móvil que lo solicita), en las características de suscripción del cliente (determinado de forma local gracias a la información del cliente que el HLR envió a la MSC/VLR en el proceso de registro) y en la disponibilidad de recursos. Si alguno de estos requisitos falla, se aborta la llamada. Si todo está bien, la MSC comienza el establecimiento a través de la red y notifica a la estación móvil de este evento.

Transcurrido un tiempo, la MSC recibirá de la red exterior información sobre la petición de llamada realizada, tal y como lo ve la central a cargo de la persona llamada. Tal información puede indicar que el terminal de la persona llamada está siendo alertado, o que la

llamada ha sido abortada por cualquier motivo (congestión, ocupado, no localizable,...). Esta información es transferida directamente al usuario móvil y, en su caso, la MSC abortará la llamada.

Cuando el cliente destino responde a la llamada, la MSC recibe un mensaje indicándolo. Cuando esto ocurre, se establece un camino de voz entre los dos usuarios (hasta ahora todo había sido señalización). Entonces, la estación móvil interrumpe la indicación de llamada, responde a la red y establece el circuito a través de la interfaz radio.

Hand-over

Existen tres motivos por los que se puede producir un handover:

- El primero y más visible es la necesidad de que la conversación se lleve a través de otra célula dado que, por el movimiento del móvil, es necesario para poder continuar dicha comunicación.
- El segundo caso viene referido a la necesidad de mejorar substancialmente el comportamiento de la red, disminuyendo el nivel de interferencia en la misma, al proporcionar al móvil acceso a una célula a través de la cual la comunicación se puede producir con menor nivel de señal, sin que esto implique que haya perdido cobertura de la primera célula.
- Por último, aunque es algo más complejo, aquel handover que se produce para mejorar las condiciones de tráfico de una célula permitiendo el handover de móviles en servicio bajo esta célula hacia células vecinas.

En cualquiera de los casos que se requiera un handover, la decisión de realizar dicho handover corresponde a la BSC que controla en estos momentos la llamada. En función de la célula destino, el handover puede ser:

- Intracelular, cuando sólo se hace un cambio de frecuencia dentro de la misma célula.
- Intra-BSC, cuando las células origen y destino del handover los controla el mismo BSC.

- Inter-BSS, intra-MSC, cuando además de cambiar de célula, también se cambia de BSC, siempre con el control de una misma MSC.
- Inter-MSC, cuando las células origen y destino dependen de MSCs diferentes.

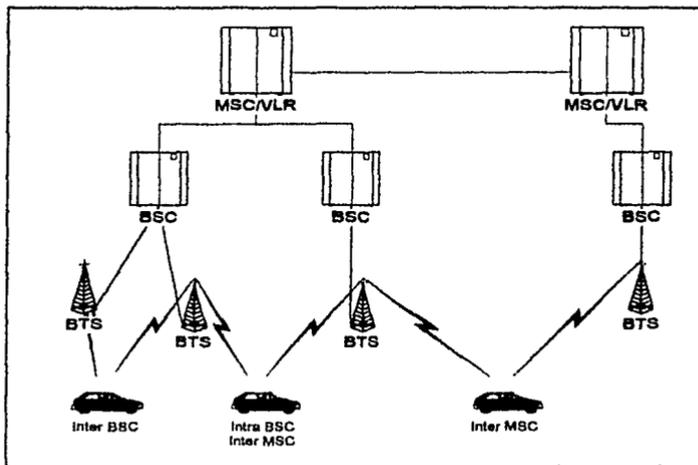


Figura 6-8: Tipos de handover

Recepción de llamada

Una llamada terminada llega a la MSC a través de los interfaces de ésta con las redes externas. Realmente, dicha llamada habrá sido enrutada desde la GMSC (Gateway MSC, o central que actúa de puente entre la red GSM y redes externas) hacia la MSC/VLR que está sirviendo en estos momentos al móvil, mediante consulta al HLR acerca de los datos de localización del móvil considerado.

Si el móvil no está ocupado en una llamada, el siguiente paso consiste en “buscar” a la estación móvil, es decir, ver si la estación móvil está en cobertura y, en este caso, solicitarle que establezca un enlace de señalización con la MSC. Cuando esta y otras tareas auxiliares se han realizado, se envía un mensaje a la estación móvil indicándole muchos detalles de la

llamada, que incluyen el tipo de servicio solicitado y, en su caso, el número de teléfono del usuario llamante. La estación móvil comprueba si puede soportar el tipo de servicio solicitado y, si no, abortará la llamada.

Si la estación móvil puede aceptar el servicio, alertará al usuario con un timbre o señal de llamada. Cuando esta señal ha comenzado, la estación móvil informa a la MSC la cual refleja este estado del móvil a la red externa.

El siguiente paso es la aceptación de la llamada por parte del usuario móvil, que ocurre cuando éste pulsa la tecla de envío. En este punto, se establece la comunicación vocal entre los usuarios.

Gestión de la Seguridad

La transmisión vía radio es, por naturaleza, más susceptible de ser vulnerada que la transmisión por línea. El GSM ha incorporado serias mejoras a la seguridad de la interfaz radio.

Las funciones de seguridad implementadas en el sistema GSM cumplen dos objetivos fundamentales: es evitar el acceso no autorizado a la red y proteger el carácter privado de las comunicaciones. Las funcionalidades del sistema que permiten conseguir estos objetivos son las siguientes.

Autenticación

El primer método de autenticación que se implementa en GSM es el código PIN necesario para tener acceso a la tarjeta SIM. No obstante, el nivel de protección ofrecido por este sistema no es lo suficientemente seguro.

Pero, además, el GSM utiliza un método mucho más sofisticado de autenticación en la red, basado en señalización que se produce entre esta última y la tarjeta SIM del cliente.

El método se basa en una secuencia aleatoria de números, denominada RAND en las especificaciones; una clave de seguridad k_i que está grabada en la tarjeta SIM del cliente y

en el centro de autenticación de la red, de forma que nadie tiene, en principio, acceso a esta clave - única para cada cliente; y, en un algoritmo, denominado A3 en las especificaciones, y que calcula una supuesta respuesta a partir de RAND y k_i .

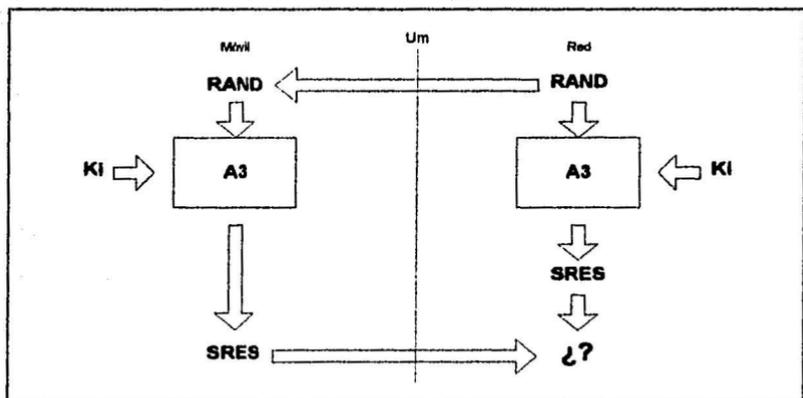


Figura 6-9: Mecanismo de autenticación

La red envía el RAND por el interfaz aire hacia el móvil. Tanto red como estación móvil calculan, basados en el RAND, en el algoritmo A3 y clave k_i una secuencia de respuesta SRES que el móvil devuelve a la red. Si lo que recibe la red desde el móvil coincide con lo que la propia red ha calculado, se permite el acceso del cliente a la red.

Encriptado

El proceso de encriptado se utiliza para evitar que las comunicaciones puedan ser interceptadas en el trayecto radio. Para ello, antes de radiar la información, el sistema somete dichos datos a un proceso de encriptación mediante un algoritmo, denominado A5, y otra clave distinta de k_i a la que se denomina k_c .

La obtención de la clave k_c está ligado a la clave k_i y a un tercer algoritmo de cálculo denominado A8. El proceso de cálculo de k_c se muestra en la figura 6-10.

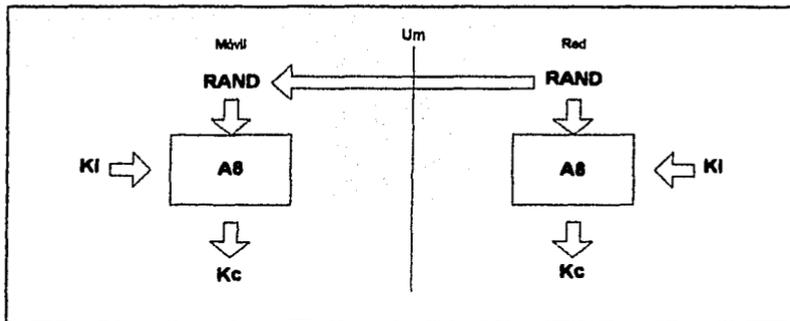


Figura 6-10: Mecanismo de cifrado

Tanto la red como el móvil llegarán a la misma K_c para el cifrado y descifrado de las comunicaciones entre ellos.

Protección de la Identidad del Usuario

Para evitar que la identidad del usuario, que es lo que va a permitir el acceso a la red, viaje por el aire, siendo susceptible de ser capturado, la red GSM ha implementado un método de asignación de identidades de usuario temporales, (TMSI, Temporary Mobile Subscriber Identity), ligadas no sólo al usuario sino también al área de localización de éste.

Servicios básicos que soporta el sistema

A diferencia del estándar TACS, el GSM define un sistema completo, incluyendo no sólo la interfaz radio, sino también una arquitectura completa de red. Esto ha permitido que sobre el estándar GSM se hayan desarrollado y se sigan desarrollando multitud de nuevos servicios que ofrecen grandes posibilidades a la hora de utilizar el servicio.

Además, los servicios están especificados de forma tal que, aunque los fabricantes tienen libertad en la manera de implementarlos, siempre deben cumplir unas normas muy estrictas en lo que se refiere al funcionamiento y operación de dichos servicios.

Por último, gracias al alto grado de definición de la red GSM, es relativamente sencillo desarrollar servicios a medida del cliente, bien utilizando variaciones sobre las posibilidades que permite el propio estándar, bien añadiendo nuevos módulos y máquinas que pueden interconectarse a los diferentes elementos de red y entablar diálogo con ellos para la provisión de dichos servicios. El único inconveniente de esta última opción es que dichos servicios, al estar fuera de estándar, no serán soportados fuera de la red donde hayan sido implementados o, de otra manera, no funcionarán en roaming.

Operación y Mantenimiento

El asunto de la Operación y el Mantenimiento va mucho más allá del ámbito del GSM y de cualquier sistema celular. La mayoría del trabajo realizado en este área dentro de la comunidad de las telecomunicaciones presenta un punto de vista mucho más extenso y tiene como objetivo todos los sistemas de telecomunicación.

El centro de esta área es lo que se denomina Red de Gestión de Telecomunicaciones, que diseña métodos de interconectar toda la infraestructura de la red a una red de gestión y, por último, a emplazamientos centralizados donde estaciones de trabajo permiten a poco personal controlar todo el sistema.

Aunque el GSM está dentro de este concepto, sus especificaciones no incluyen toda esta red de gestión. No obstante, la serie 12 de las especificaciones se dedica exclusivamente a aplicar el concepto anteriormente expuesto a cada detalle particular de la red GSM.

Explotación

En este apartado es aplicable lo comentado en el párrafo anterior y lo que se explicaba en el capítulo homólogo dedicado a la red TACS. No obstante, debido a la importancia del roaming internacional como característica diferenciadora del sistema GSM, la Asociación GSM MoU ha especificado una interfaz que permite la transferencia de datos de facturación de forma automática entre operadores.

CAPITULO 7

“Sistemas de la Tercera Generación”

Tercera Generación (sistemas inalámbricos)

Introducción

Hace 5 años atrás la palabra Internet era el último grito de la moda, sin embargo, aunque aún estaba comenzando, (al menos su interfaz masiva) muchos sabían que era el futuro. El factor más importante en el éxito de los sistemas inalámbricos de tercera generación, ha sido la existencia de un amplio mercado. Tomando en cuenta cuatro diferentes escenarios:

- **Escenario 1:** Considerado de evolución lenta y caracterizado por proveer aplicaciones limitadas y elevados precios en los servicios y equipos, debido a la liberación incompleta de los estándares.
- **Escenario 2:** En él los servicios multimedia tienen su mayor penetración en el sector empresarial y no en el de los consumidores, debido a la falta de aplicaciones innovadoras.
- **Escenario 3:** Caracterizado por la aparición de un mercado masivo dentro del ámbito multimedia, debido a que los equipos y aplicaciones han desarrollado un conjunto de características a la medida de las necesidades personales.
- **Escenario 4:** En el cual un mercado masivo real en el ambiente multimedia, ha surgido rápidamente, conjuntando ambos grupos, el empresarial y el de los consumidores. La diferencia principal de este último escenario, con respecto a los demás, es la accesibilidad del usuario a los recursos y la reducción en los costos.

1ª Generación	2ª Generación	3ª Generación
Voz analógica	Voz digital, velocidades de datos < 64 Kbps	Multimedia Velocidades <2Mbps
Sistema : NMT, AMPS, TACS, etc.	Sistema: GSM, IS-95, IS-136, PDC	Sistemas: IMT-2000
Décadas: 1980-1990	Décadas: 1990-2000	Décadas: 2000 en adelante

Figura 7-1: Tabla de la Evolución de los sistemas celulares

Arquitectura de los Sistemas de Tercera Generación

En los sistemas de tercera generación, el servicio en cualquier lugar y tiempo representa una parte fundamental de la funcionalidad. A ésta puede añadirse la necesidad de ampliar el área de servicio, unificar diversas tecnologías, integrar redes fijas y móviles, etc. Se puede esperar, entonces, que la diversidad de servicios que ofrecen los sistemas de tercera generación, represente un desafío para la arquitectura de los sistemas regulados por ITU.

Ningún sistema en el pasado había pretendido proveer tan amplia gama de servicios de operación global y tan elevado nivel de capacidad y desempeño. Se simplifican los alcances de los sistemas de tercera generación, donde se pueden ver distintos sistemas operando simultáneamente, desde un ambiente de alta capacidad en picoceldas y servicios de voz, hasta un ambiente de cobertura satelital y servicios multimedia.

ITU ha progresado en la estandarización de los sistemas de tercera generación, en una primera y segunda fases del IMT-2000, las cuales consideran conmutación de datos en circuitos y paquetes a velocidades que superan incluso los 20 Mbps, incluyendo servicios de audio, vídeo, voz, datos, multimedia, servicios suplementarios de búsqueda, ambientes virtuales, vocero y seguridad, en configuraciones punto a punto, punto multipunto con terminales fijas o móviles.

En la figura 7-2 se listan las principales características de los sistemas de tercera generación y las diferencias con los de segunda generación.

Aspectos	Sistemas de Segunda Generación	Sistemas de Tercera Generación
Tecnología Digital	Tecnología digital para modulación de voz, codificación de canal e implementación de canales de control y tráfico.	Incremento en el uso de tecnologías digitales incluyendo radios programables.
Operación en Distintos Ambientes	Están optimizados para operar en algunos ambientes, como vehicular y pedestre en redes fijas y móviles.	Se busca la operación multiambientes.
Bandas de Frecuencia	800Mhz. 900Mhz., 1.5Ghz y 1.8Ghz.	Uso de una banda de frecuencia global para sistemas terrestres y satelitales.
Servicio de Datos	Velocidades menores a 100kbps	Altas velocidades y servicio de datos en conmutación de circuitos o paquetes.
Servicio de Búsqueda (Roaming)	Limitado a una región específica.	Búsqueda Global con la disponibilidad de cobertura satelital.

Figura 7-2: Tabla de Comparación de los Sistemas de Segunda y tercera generaciones

Características Operacionales

La causa principal del desarrollo de los sistemas de tercera generación, ha sido la implementación de servicios a elevadas tasas de bits. Los sistemas de tercera generación deben ser capaces de ofrecer al menos 144 Kbps.

Las elevadas tasas de datos de la tecnología de tercera generación, juegan un papel muy importante en el establecimiento de diversos servicios, de los cuales los más genéricos se mencionan a continuación: servicios de voz, básicos y mejorados, que incluyen aplicaciones como audio conferencias y correo de voz; servicios de tasa de bits baja, que soportan correo

de mensajes, correo electrónico, entre otros; servicios de tasa de bits media, los cuales soportan transferencia de archivos y acceso a Internet, a velocidades del orden de los 64-144 Kbps, y servicios de tasa de bits alta, que soportan transmisión de datos por conmutación de circuitos o en paquetes, a una alta velocidad, video conferencia y aplicaciones de cómputo en la red, a velocidades que van de los 64 Kbps a los 2 Mbps.

Adicionalmente a estos servicios, los sistemas de tercera generación proporcionarán servicios multimedia, mediante los cuales se soportarán aplicaciones interactivas de voz, datos y video, para distintos requerimientos de calidad de servicio.

IMT-2000

El IMT-2000 ha sido definido por el ITU como un estándar abierto internacional con alta capacidad en los sistemas móviles de telecomunicaciones incorporando sistemas de radio terrestres y satelitales.

Características del sistema IMT-2000

1. Servicios de multimedia
2. Servicio a nivel global con capacidades de Roaming mundial
3. Optimización en el uso del espectro
4. Componentes Terrestres y Satelitales
5. Diversidad de servicios y terminales de usuarios
6. Aplicaciones públicas/privadas y fijas/móviles
7. Compatibilidad con los sistemas de 2ª generación
8. 2 Mbps para uso en interiores
9. 384 Kbps para peatones
10. 144 Kbps para vehículos
11. 9.6 Kbps para servicios satelitales móviles

Conclusiones del IMT-2000

El desarrollo de los sistemas de tercera generación IMT-2000, el cual involucra un servicio de comunicación de cualquier persona a cualquier persona, en cualquier lugar y tiempo sin retardo, de cualquier forma y en cualquier medio para un nivel adecuado de calidad y seguridad, se ha convertido en el principal objetivo de los sistemas de comunicaciones actuales. En este contexto los sistemas de tercera generación han permitido extender los servicios de los sistemas de segunda generación, esto, a áreas de cobertura más amplias y altas tasas de transmisión.

La evolución de los servicios provistos por los sistemas de segunda generación, implica la consideración de técnicas de control de acceso al medio y señalización más sofisticadas, que permiten sustentar servicios de transmisión de datos a altas velocidades, no sólo en aplicaciones de banda ancha (voz, vídeo datos y multimedia), sino que ésta considera la eficiencia y flexibilidad requeridas, para orientar la infraestructura del sistema celular a la aplicación en diversos ambientes de radio.

Casi coincidiendo con la llegada al mercado de los primeros teléfonos que incorporan tecnología WAP, protocolo de licencia libre que permite a los usuarios de teléfonos u otros terminales móviles acceder e interactuar de forma fácil y segura con diversos servicios accesibles a través de Internet, empezamos a oír hablar de la tercera generación de telefonía móvil, especialmente de los aspectos económicos derivados de su implantación (concesión de licencias, etc.) más que de su vertiente tecnológica. Sin embargo, su periodo de gestación, como ocurriera con los sistemas anteriores, dura ya diez años.

A principios de 1998 se presentaron y aprobaron las diferentes propuestas para Europa, Estados Unidos y Asia continuándose en la actualidad la fase de especificación y estandarización del sistema bajo el nombre de International Mobile Telecommunications by the year 2000 (IMT-2000), a nivel mundial, y como Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) en Europa.

La nueva generación de telefonía móvil

Las comunicaciones móviles se han convertido en uno de los campos de la tecnología que más rápida y extensamente se han desarrollado en los últimos años. La tercera generación supone una nueva revolución, equivalente a la protagonizada por GSM cuando incorporó la tecnología digital al entorno móvil. La nueva generación introduce sistemas conceptualmente nuevos que permitirán a los usuarios acceder a una amplia variedad de servicios multimedia personalizables, con calidad garantizada y velocidades de hasta 2 Mbps, todo ello garantizando la movilidad global tanto de terminales, como de personas y de servicios.

Sus principales ingredientes han sido el deseo de movilidad en la comunicación y la ruptura de las conexiones físicas (alámbricas) a la red. La visión de los beneficios de los sistemas inalámbricos futuros se resume en escenarios que posibilitarán servicios múltiples, que irán desde una simple conversación telefónica, hasta la transferencia de archivos o videoconferencia, sin restricciones de lugar y tiempo. Diversas tecnologías y sistemas han sido propuestos para proveer servicios de comunicación inalámbrica.

- La Telefonía Inalámbrica que aparece en los años 70 para proveer servicios de baja movilidad, potencia y, principalmente, servicios económicos dentro de pequeñas áreas de cobertura
- Los Sistemas Móviles Celulares, diseñados para proveer servicios de alta movilidad, en amplias, medianas e incluso pequeñas áreas de cobertura a bajas potencias.
- Servicios de Localización y Mensajería (Paging/Messaging), cuyo crecimiento también ha alcanzado niveles espectaculares en muchos países del mundo.

Desde el comienzo en 1979 de la era de la telefonía celular, las comunicaciones móviles han experimentado un enorme crecimiento. Los sistemas móviles de primera generación, como la Compañía de telefonía y telegrafía de Japón (NTT), el Servicio de Telefonía Móvil Avanzada (AMPS), el Sistema de Comunicaciones de Acceso Total (TACS) y la Compañía Telefónica Nórdica (NMT), caracterizados por la transmisión analógica de

servicios de voz, fueron introducidos a principios de los años 80. En los sistemas de segunda generación, Sistema Global para Comunicación Móvil (GSM), Sistema Personal de Comunicaciones Digitales (PDC), los estándares IS-136 e IS-95 se caracterizan por la transmisión digital de voz y datos a tasas bajas y medias de transmisión (hasta 100 Kbps). El explosivo crecimiento de la Internet y el continuo incremento en la demanda de servicio, está dando origen a nuevos e innovadores servicios de banda ancha, los cuales son los impulsores de los sistemas de tercera y cuarta generación.

En las comunicaciones móviles, también conocidas como sistemas personales de comunicación, la creciente necesidad de introducir aplicaciones adicionales a las de voz, como datos y vídeo, dieron origen a los sistemas de tercera generación, cuyos objetivos van más allá de los que caracterizaban a los sistemas de segunda generación IS-54, GSM o IS-95, en aspectos como:

- Una amplia gama de servicios: voz, vídeo y datos, a altas tasas de transmisión de al menos 144 Kbps, preferentemente de 384 Kbps para usuarios de alta movilidad, en una amplia zona de cobertura, y de 2 Mbps para usuarios de baja movilidad, en un área de cobertura local.
- Altos niveles de calidad en el requerimiento de los servicios relacionados, con tasas de error (BER) menores a 10^{-6} .
- Operación en múltiples escenarios (macro, micro, pico, etc.) y diferentes ambientes.
- Alta eficiencia espectral y flexibilidad en la asignación y manejo de los recursos.
- Alta flexibilidad para introducir nuevos servicios.

La estandarización de los sistemas de tercera generación

La estandarización de los sistemas de tercera generación ha progresado rápidamente en la mayor parte del mundo. Los estándares de tercera generación se aprobaron por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) en Noviembre de 1999 como Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000) y, bajo el Instituto de Estandarización Europea de Telecomunicaciones (ETSI) como Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) para extender los servicios provistos por los sistemas de segunda generación en Europa y Japón, en América el Instituto de Estandarización Americana (ANSI), como se observa en la figura 7-3.

Estándares		
ITU (IMT-2000)	ETSI (UMTS o UTRA)	ANSI
IMT-DS (Direct Spread)	W-CDMA UTRA FDD (Europa y Japón)	
IMT-MC (mult-Carrier)		CDMA-2000
IMTC-TC (Time Carrier)	TD-SCDMA y UTRA TD	
IMT-SC (Single Carrier)	UWC-136 EDGE	
IMT-FT (frequency time)	DECT (Europa)	

Figura 7-3:Tabla de Estandarización de Sistemas de Tercera Generación.

La tecnología seleccionada para los sistemas de tercera generación, depende de factores técnicos que involucren el requerimiento de la velocidad de transmisión y desempeño, de factores políticos que involucren los acuerdos alcanzados por los diferentes estándares en distintos países y de su compatibilidad con las tecnologías preexistentes.

Tanto ETSI, como ANSI e ITU, han reconocido a los sistemas de tercera generación, que involucren la evolución de los sistemas de segunda generación. En Europa la estandarización del sistema UMTS se hizo considerando la evolución del GSM y la red de servicios integrados, con la idea de soportar los nuevos servicios y los provistos por GSM. En

estados Unidos la evolución de IS-95, cdma2000, está basada en la utilización de tecnología de banda ancha para garantizar los requerimientos impuestos por IMT-2000, proveyendo una transición suave de los sistemas de segunda generación hacia los de tercera.

Por el momento sólo se reciben mensajes, pero en unos años más se podrá controlar hasta el refrigerador por medio del teléfono móvil conectado a Internet. Imaginemos un mundo en donde no sólo se puede chatear a través de los teléfonos celulares, sino que además se puede comprar las entradas para el cine, cargar la cuenta corriente o una tarjeta de crédito, ver el estado del clima y consultar las noticias en tiempo real. Yendo más lejos aún, con la tecnología Bluetooth, se podrá controlar cualquier aparato eléctrico con el teléfono personal, mediante Internet. De esta forma, un usuario podrá accionar el microonda desde su oficina, apagar la regadora de pasto si va a llover, o bien recibirá un mensaje de su refrigerador, avisando de que falta algún alimento. El que por supuesto será encargado al supermercado de forma online.

Los prototipos

Como es de esperarse, los teléfonos de tercera generación en estos momentos sólo los poseen ejecutivos de las compañías fabricantes o aparecen de vez en cuando, en algunas revistas especializadas. Nokia, Ericsson, Motorola, Sony, Samsung, Qualcomm, entre otras compañías ya poseen sus propios prototipos. Incluso, la nipona Sony, está creando un nuevo concepto en el que el teléfono 3G no sólo realizará una serie de funciones, sino que también, será un mini-centro de entretenimientos portátil, en el cual su podrá escuchar música, jugar, etc.

La empresa Merlin Telecom, por su parte, acaba de terminar un teléfono que permite navegar en Internet Mediante la voz, además de escuchar los contenidos de las páginas en WAP y los correos electrónicos, gracias a una amable secretaria digital. Sin ir más lejos, en Japón, no sólo el Chat en WAP ha tenido éxito. A una de las empresas de telecomunicaciones de esa nación, se le ocurrió desarrollar un Karaoke en línea a través de los teléfonos WAP. De esta forma, miles de japoneses programan su canción favorita para practicar. Por el auricular del teléfono escuchan la música y por la pantalla ven la letra.

Las restricciones de los terminales

Siempre existirá una diferencia entre los requerimientos de la Internet fija y las capacidades de un terminal móvil. Podemos hacer una breve comparativa entre ambas estrategias:

- **Ancho de banda:** a día de hoy, el que ofrecen las redes de comunicaciones móviles dista mucho del que nos pueden ofrecer las redes de cable, por lo menos como capacidad máxima.
- **Memoria y procesador:** aquellos de que disponen los terminales móviles son bastante menos potentes que los de un PC, o cualquier otro DTE (equipo terminador de red).
- **Display:** La resolución no es muy buena. Son de unas dimensiones reducidas y por ahora escasean y resultan prohibitivos los que soportan una paleta de colores más o menos aceptable.
- **Teclado:** es difícil de manejar y además tedioso. Actualmente están pensados para realizar llamadas, no para realizar una navegación óptima. Si queremos introducir cualquier URL puede que se agote nuestra paciencia.
- **Autonomía:** la de estos terminales es limitada por su batería y a pesar de que se ha evolucionado mucho en la producción de estas últimas todavía resulta incómodo.

Estas restricciones en las prestaciones de los terminales móviles condicionan el diseño del protocolo de acceso inalámbrico, y es con estas premisas con las que se creó WAP. Se trataba de la optimización de los recursos existentes de forma que se pudiera cubrir una necesidad que se hacía cada día más manifiesta.

Es evidente que las comunicaciones móviles tienen una serie de grandes condicionantes debido al entorno en el que se producen. Es un medio que presenta numerosos

obstáculos debido a los sistemas de transmisión empleados en la actualidad (GSM). Este tipo de barreras son:

- Una velocidad de transmisión máxima de 9600 bps para datos de usuario.
- Factores que en Internet no se plantean, como el grado de cobertura.

Es aquí donde entra WAP, pretende ser ese estándar óptimo para la "Internet Móvil".

El estándar WAP:

WAP corresponde a las siglas de Wireless Aplicación Protocol (Protocolo de Aplicaciones Móviles) y como su propio nombre indica permite la conexión a contenidos de Internet desde un terminal móvil, con los condicionantes fundamentales de velocidad de acceso, capacidad de proceso y pantalla e interfaz de usuario. El estándar WAP fue nació en un congreso de cuatro grandes compañías: Nokia, Ericsson, Motorola y Unwired Planet. Estas últimas fundaron el WAP Forum como foro de debate encaminado a recomendar estándares a distintos organismos de estandarización (ETSI, ANSI, W3C, TIA, ECMA, IETF). Actualmente está constituido por más de 200 empresas de todo el mundo, y por supuesto, Telefónica ocupa uno de esos lugares.

WAP está basado en el modelo Web de Internet, es decir, en el WWW. Es un estándar abierto, lo que permite el desarrollo y la incorporación de diferentes soluciones. Además, esto supone:

- Un notable incremento de la innovación.
- Una gran competencia entre suministradores en o que se refiere a aplicaciones.
- Asegura la interoperabilidad.

Objetivos:

Podríamos enumerar los siguientes objetivos que persigue el estándar WAP:

- Entregar contenidos de Internet a cualquier tipo de terminales móviles, ya sea teléfonos, PDAs o cualquier otro dispositivo similar.
- Ofrecer servicios de valor añadido de todo tipo, desde banca móvil (banking) a información en tiempo real de los horarios de trenes. (ver sección soluciones profesionales).
- Conseguir una especificación de protocolos global que permita acceder y trabajar desde cualquier tipología de red, como se hace en Internet, donde da igual que el terminal esté conectado a través de RDSI, ATM, vía módem, etc.
- Permitir la escalabilidad de las distintas aplicaciones para las diversas opciones de transporte y tipos de dispositivos.
- Definir los protocolos, no los productos que los implementan, abriendo un amplio abanico de posibles soluciones.
- Conseguir que algunas de las funcionalidades de un ordenador puedan hacerse mediante un terminal móvil, añadiendo las ventajas que este presenta frente al ordenador.

Especificaciones del estándar:

El estándar WAP está basado en el modelo Cliente-Servidor como Internet. Pretende conservar el formato de navegación existente en la Web. Para ello debe entablar una serie de peticiones y respuestas con el servidor, que ha de entregarle contenidos ya sean estáticos o sean dinámicos.

Contará con un lenguaje específico, WML, conforme al ya existente XML, que le permita no depender del tipo de terminal en la creación de aplicaciones. Su característica esencial será la de ser muy ligero y adaptarse a las restricciones de presentación y ejecución de instrucciones del usuario. Además de este lenguaje, se define WMLScript como un complemento robusto, orientado al procesado más que al interfaz de usuario.

Otro elemento importante será el micro-browser que permitirá traducir WML y WMLScript en el terminal para así poder presentarlo en pantalla. Sin embargo, no se define con toda precisión, se dan más bien ideas generales, su aspecto funcional, para que los fabricantes de equipos puedan tener mayor libertad a la hora de diseñar los terminales.

Un marco de trabajo para aplicaciones de telefonía móvil resulta también necesario. Proporciona funciones que los operadores pueden usar para integrar las funciones de teléfono y de micro-browser del terminal WAP. Ello permitiría por ejemplo que los operadores escribieran en WML un servicio de desvío de llamadas, de correo por voz, etc.

Para paliar los déficits actuales, WAP aprovecha al máximo el ancho de banda, reduciendo el envío de paquetes redundantes, y optimizando el número de tramas enviadas al canal radio. Lo hace mediante una pila de protocolos mucho más ligera. Incluye además compresión automática de todas las transacciones.

Internet

```
<HTML> HTTP/HT
<HEAD>
<TITLE>NNN Interactive</TITLE>
<META HTTP-EQUIV="Refresh"
CONTENT="1800, URL=/index.html">
</HEAD>
<BODY BGCOLOR="#FFFFFF"
BACKGROUND="/images/9607/bgbar5.gi
f" LINK="#0A3990" ALINK="#FF8000"
VLINK="#FF0000" TEXT="000000"
ONLOAD="if(parent.frames.length!=0)to
```

```
<HTM
I>
<HEAD
>
<TITL
E>NNN
Interact
ive</TI
TLE>
<MET
A
HTTP-
EQUIV
="Refr
```

Red GSM

```
<WML>
<CARD>
<DO TYPE="ACCTA"
WAP
<GO
URL="/submit?Name=SN"/
>
</DO>
```

Content encoding

```
010011
010011
110110
010011
011011
011101
010010
```

Figura 7-4: Arquitectura TCP/IP

Como podemos observar en la figura 7-4, la arquitectura TCP/IP, es decir la "Internet fija", utiliza 17 paquetes en una sesión típica. Por su parte, la arquitectura WAP emplea 7 paquetes para realizar la misma comunicación. Ello muestra hasta qué punto es ligero el protocolo WAP, lo que era indispensable para que pudiera ser soportado en una transmisión por un canal radio a 9600 bps.

Versiones del estándar WAP:

- **v 1.0** (Noviembre '98).

Sin implementación comercial. Los terminales correspondientes a ese periodo se conocen como terminales Pre-WAP.

- **v 1.1.** (Junio 99).

1. Algunos problemas de seguridad
2. Interoperabilidad y conformidad de los terminales
3. Plataformas mal definidas
4. Modificaciones del WML para compatibilizarlo con XHTML

- **v 1.2.** (Diciembre 99).

1. Disponible comercialmente mediados del 2000.
2. Seguridad mejorada con el incremento de potencia de WTLS.
3. Mejoras WTA.
4. Servicios Push.
5. Test de interoperabilidad móviles/plataformas.
6. Navegación Proxy - Corporate Proxy
7. Incluye soporte para redes con nuevas tecnologías de transporte

Torre de Protocolos WAP:

El Protocolo de Aplicaciones Móviles nace con la convergencia Internet-móvil y pretende proporcionar servicios avanzados. Para conseguirlo, el terminal debe estar contar con un micro-browser. Este dispositivo traduce los datos que recibe del Gateway que es quien recibe las peticiones de información y las dirige al servidor pertinente.

La existencia de 2 tramos en la comunicación WAP, un tramo GSM y un tramo Internet, con el Gateway como intermediario pone de manifiesto la necesidad de diseñar un protocolo parejo al de Internet. La capa de WML es "emparejada" con su equivalente de Internet. La idea que está detrás de este tipo de modelos en capas, es que cada una de las

capas pasa sus datos a la capa inmediatamente superior. Cada capa tiene un cometido, una funcionalidad asociada y a medida que se sube por la torre de protocolos, se cubre todos los requisitos del estándar.

Todo esto dar lugar a un entorno escalable y extensible para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, estructurado en capas, de forma que cada capa es accesible para la superior y para otros servicios mediante interfaces muy definidos.

Entorno de Aplicación Inalámbrico (WAE)

Se conoce como la capa de Aplicación, define un entorno de aplicación de propósito general y el interfaz de usuario en el terminal. Esta característica de entorno de propósito general facilita el desarrollo de servicios y aplicaciones avanzadas que puedan ser soportados por múltiples portadores, a los operadores, fabricantes y proveedores de contenidos. Para conseguirlo, WAE cuenta con Wireless Markup Language (WML), muy similar a HTML, WMLScript, un micro-lenguaje en scripts similar a JavaScript, la Wireless Telephony Application (WTA), servicios de telefonía e interfaces de programación, así como un conjunto de formatos predefinidos (de imágenes, de entradas a la agenda, etc.). Son estas las herramientas que permiten el desarrollo de aplicaciones basadas en WAP.

Protocolo de Sesión Inalámbrico (WSP)

Una capa intermedia que une la capa WAE con dos servicios de sesión, uno orientado a conexión que opera por encima de la capa WTP y otro servicio no orientado a conexión que opera por encima de la capa WDP.

También permite configurar servicios orientados a la navegación con su parte WSP/B. Esta última se ha diseñado para que un Proxy WAP pueda conectar un cliente WSP/B a un servidor HTTP estándar. Añade además facilidades de "push".

Protocolo de Transacción Inalámbrico (WTP)

Corre sobre un servicio de Datagramas como por ejemplo UDP (equivalente no fiable del protocolo estándar TCP/IP) para proporcionar un protocolo sencillo adaptable a estaciones móviles con ancho de banda estrecho.

WTP ofrece 3 clases de servicio de transacción: una petición unidireccional no fiable, una petición unidireccional fiable y una respuesta bidireccional fiable. Resulta interesante el hecho de que WTP soporte concatenación de PDUs (Protocol Data Unit) y retraso de asentimiento para poder reducir así el número de mensajes enviados.

Este protocolo procura pues optimizar la satisfacción del usuario entregándole la información cuando la necesita. Por ejemplo, podría resultar confuso recibir una confirmación de entrega de mensaje cuando lo que realmente se esperaba era la información en sí. Al poder juntar varios mensajes, el usuario podría tener más rápidamente una mejor impresión de la información que se transmite.

Además esta capa proporciona seguridad adicional extremo a extremo y transacciones asíncronas.

Seguridad en la Capa de Transporte Inalámbrica (WTLS)

La capa de seguridad (WTLS) incorpora características de seguridad basadas en el ya establecido estándar de Internet SSL optimizado para los canales de comunicación de banda estrecha, y que proporciona integridad y privacidad para los datos, así como servicios de autenticación y de protección por "rechazo de servicio" en el Gateway.

Protocolo de Datagramas Inalámbrico (WDP)

Permite que WAP sea independiente del portador adaptando la capa de transporte del portador subyacente. Se consigue entonces trabajar independientemente del tipo de red inalámbrica que da soporte al sistema (GSM, GPRS, CDMA...). WDP presenta un formato de datos consistente a las capas superiores de la pila protocolo WAP. Se consigue así para quienes desarrollen aplicaciones la ventaja de la independencia de portador.

Portadores

El protocolo WAP ha sido diseñado para operar sobre una gran variedad de portadores. En la lista de portadores encontramos por ejemplo SMS, CSD (circuitos conmutados), Datagramas (conmutación de paquetes). Los portadores ofrecen distintas calidades de servicio. WAP está pensado para tolerar esas variaciones de nivel de servicio. Como la capa WDP es la que asegura la convergencia entre los servicios de portador y el resto de la pila de protocolos, son sus especificaciones las que dan la lista de portadores permitidos y las técnicas utilizadas para que WAP repose sobre cada uno de ellos. Obviamente esta lista cambiará a medida que surjan nuevas tecnologías.

HTTP

Esta interfase sirve para recuperar el contenido WAP en Internet

El entorno de aplicación WAE:

El Micro-browser: Se trata de un elemento residente en el terminal cuya función principal es la de traducir aquello que recibe y adaptarlo a las características del aparato

- Al igual que un navegador HTML, es quien se encarga de transmitir las peticiones y recibir las respuestas
- Incorpora además intérpretes de WML y WMLScript. Se encarga de extraer la información que le llega código binario y presentarlo lo mejor posible en la pantalla del terminal
- Conoce el uso de las URL ya que es este mecanismo el que permite realizar las peticiones. Para ello, se comunica con las capas inferiores de la torre de protocolos. Puede entonces disparar peticiones, establecer comunicaciones seguras...
- Contiene una Caché, del mismo modo que la tienen los navegadores Web convencionales. Esta caché le permitirá asegurar una navegación más rápida, almacenando el contenido de cartas en memoria para no tener que volver a bajarlas así como almacenar variables, que en WML pueden tener un tiempo de vida relativamente largo.

- Una pila. Es una porción de memoria en la que almacena por ejemplo las URLs más recientemente visitadas (el Histórico), el contexto de cada página que permitirá volver a publicarla en el display con los datos de la caché
- Necesita conocer algo el protocolo HTTP 1.1 con el fin de incorporar a sus peticiones los encabezados adecuados, si bien es papel del Gateway realizar la conversión de protocolos
- Tiene que ser capaz de realizar las funciones que le son atribuidas con las limitaciones de RAM, ROM, pantalla, capacidad de entrada de datos, procesado...

WML: Este lenguaje se basa en Etiquetas (Tags) y se diseñó para trabajar sobre un Hardware con serias limitaciones en sus prestaciones, un ancho de banda pequeño y terminales móviles con escasa capacidad de entrada y salida.

Por otra parte se estructura los datos en cartas, que corresponden en principio a lo que se presenta en pantalla, agrupadas en barajas. Una carta contiene contenidos visibles y a lo sumo una lista de opciones, un formulario o la navegación a otra carta. La idea es que el terminal en sí sea transparente a WML, para darles más posibilidades de desarrollo a los fabricantes.

WML debe asegurar las siguientes prestaciones:

- Texto e imágenes
- Entrada de datos, como texto, listas de opciones, códigos, comandos del tipo Get, Submit...
- Navegación, para poder moverse dentro de las cartas de una baraja o entre barajas. Cada terminal incorporará un Histórico que permita una navegación suplementaria mediante un botón Atrás por ejemplo
- Uso de varios idiomas
- Gestión de Estado y Contexto, que permita pasar de una baraja a otra las variables más importantes, sustituir variables y gestión de la Caché

WMLScript: Es un lenguaje de Scripts ligero pero extensible, que podría realizar funciones similares a JavaScript en HTML. WML maneja entradas y salidas, entregas de contenidos y eventos pero, todo ello, sin capacidad sería de procesado. WMLScript pretende compensar esa deficiencia.

WMLScript aporta la potencia del uso de expresión de lenguajes de alto nivel, como If...Then, For..., asignaciones, llamadas a funciones, el uso del tipo Booleano y enteros además de operadores lógicos, aritméticos, etc. Por otra parte también puede recurrir a librerías WMLScript 1.1 pudiendo entonces utilizar puntos flotantes, strings, URLs, librerías de dialogo con el micro-browser, librerías de lenguajes...

Se deja en manos de terceros el desarrollo de nuevas APIs.

La interfaz de aplicación telefónica móvil (WTAI):

Los terminales que soportan WAP son en la mayoría de las ocasiones teléfonos móviles. Puede pues resultar interesante añadirles características y funciones. Este es el papel de la WTAI que define las API adecuadas. Se accede a estas API a través de WML y WMLScript.

Es más cómodo, para el operador, crear las API y dejarlas residentes en el terminal antes que escribir aplicaciones específicas para terminal y meterlas en la ROM. Este sistema permite actualizar las versiones de las aplicaciones residentes prestando así los mejores servicios posibles. Además estas versiones pueden ser genéricas para todos los terminales. Se basa la programación de dichas aplicaciones WTAI en modelos dirigidos por eventos asíncronos (señales), lo que se asemeja mucho más al entorno de telefonía. Un ejemplo de evento asíncrono puede ser una sencilla llamada recibida por el terminal. Para que una terminal soporte esta mejora debe tener la posibilidad, mediante el operador, de acceder al servidor WTA con una conexión directa sobre la red GSM, es decir, sin pasar por la Web, sin pasar por el Proxy.

Arquitectura de una red Wap:

El modelo WWW:

El modelo que sigue la Red WAP es el de la World Wide Web. Resulta ser una arquitectura muy flexible y potente. Se basa en el principio de Cliente-Servidor.

Las aplicaciones y contenidos se presentan en formatos de datos estándar (HTML, JavaScript...) y se almacenan en unidades llamadas servidores. Los usuarios visitan dichos contenidos y aplicaciones mediante una herramienta denominada "Navegador". Al requerir un documento especifican la dirección en la que se encuentra dando su URL (todos los servidores y contenidos en la Web tienen una URL asociada), la máquina del usuario realiza una petición al servidor que responde con los datos tan pronto como los ha encontrado. Estos intercambios entre cliente y servidor se pueden regir por diversos protocolos (HTTP, FTP...).

El modelo WAP:

Obviamente, resulta necesario adaptar la red a un acceso inalámbrico, optimizándola todo lo posible debido a las pérdidas generadas en la transmisión radio con la consiguiente limitación de velocidad binaria. Para ello se contará con una interfaz que adapte los protocolos de GSM a WWW.

Como lo muestra la figura 7-5, se definen entonces dos partes bien diferenciadas, la primera entre el terminal móvil y el Gateway, donde se seguirá el protocolo WAP, y el lenguaje será WML, y la segunda, entre el Gateway y la dirección deseada de datos por visitar, que seguirá el protocolo HTTP.

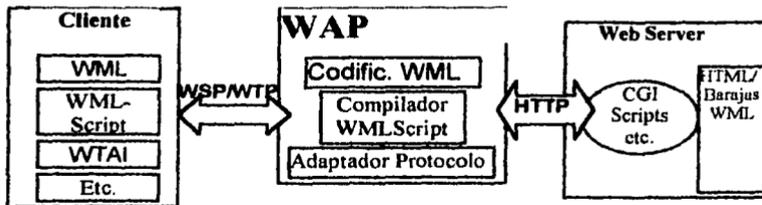


Figura 7-5: Protocolo WAP

Los pasos que sigue una petición desde el terminal son los siguientes:

- La petición viaja vía radio hasta la estación base la que se encuentra conectado el terminal.
- La red GSM la encamina al Gateway que da acceso a WAP. Hasta este momento la información estaba codificada formato compacto en WML binario, para reducir el volumen de datos con el fin optimizar el rendimiento de la conexión con el móvil.
- El Gateway al que también denominaremos Proxy, descodifica estos datos mediante sus codificadores/decodificadores. La función de Proxy del Gateway consiste en que recibe las peticiones del terminal, comportándose de cara a este último como un servidor, y realiza él las peticiones al servidor deseado, comportándose así como un cliente. Es pues un intermediario que no deja que el terminal vea el servidor final y viceversa. Por otra parte, en ocasiones, los contenidos solicitados se encuentran en el servidor Web final en formato WML por lo que se mandan directamente al terminal a través del Gateway que los codifica como ya avanzamos. Pero puede ocurrir que los contenidos requeridos se encuentren en formato HTML (porque el proveedor de contenidos no haya pensado en su acceso por WAP), y sea necesario el empleo de un filtro, que suele encontrarse en el Gateway, que traduzca de HTML a WML los contenidos (adaptador de protocolos en la figura).
- El servidor recibe la petición, la procesa y responde.

En primer lugar el servidor WTA (servicios WAP del operador), cuyo papel es el de dar acceso WAP a ciertas funciones de la red de móviles que ofrece el operador (véase el apartado "Entorno de Aplicaciones", dentro de "El Estándar WAP"). El acceso a este servidor es directo, no se pasa por un Gateway/Proxy.

En segundo lugar también se abre la posibilidad de prestar acceso a la Intranet de una empresa a través de móviles, si está conectada a la Web.

Los componentes de la arquitectura:

Entre los componentes actuales encontramos:

- **Terminales:** Para poder acceder y visualizar las diferentes páginas de forma remota debemos disponer de un terminal adecuado. Este tipo de terminales puede ser teléfonos móviles con soporte para WAP; PDAs o handhelds conectados a alguna tarjeta que permita enviar y recibir datos vía radio.

Los terminales presentan tienen las siguientes características:

1. Lleva incorporado un micro-browser, que es el que realiza la traducción de las páginas WML, y las presenta en pantalla. Interpreta los hipervínculos mediante los que el usuario quiere saltar a otras páginas. Se encarga de generar la secuencia de acciones que lleve consigo un posible código WMLScript. Carga las imágenes que contenga la página (formato *.wbmp). Es decir es el encargado de que podamos realizar la navegación a través del terminal móvil, comportándose de forma similar a los navegadores (browsers) desarrollados para PCs como el Netscape Communicator o el Internet Explorer.
2. El estándar permite un alto grado de libertad a la hora de implantar los micro-navegadores.

Esta variabilidad implica diferencias en la presentación de las páginas, lo que supone que una página que tenga un diseño óptimo para un determinado terminal, no pueda observarse con la misma calidad en otro terminal con diferente micro-browser.

- No todos los terminales se ajustan al estándar, lo que hace difícil el desarrollo de aplicaciones válidas para cualquier equipo.
- En la actualidad coexisten distintas versiones de WAP, por lo que existirán terminales con versiones más antiguas del estándar su micro-browser, que no podrán visualizar las mejoras añadidas por las nuevas versiones del estándar. La solución parece obvia, basta con cambiar el software del terminal, aunque quienes realicen el desarrollo no deben olvidar de este inconveniente, que por otro lado también presenta la "Internet fija".
- La pantalla tiene limitaciones debido a su reducido tamaño, a su resolución y a la calidad. Ello restringe el uso de imágenes en color o con gran resolución.
- Algo que todavía no se ha logrado solucionar es facilitar la configuración del terminal para acceder a la red basada en WAP:
- Es complejo de modificar por el usuario, y no siempre es posible porque algunos fabricantes de equipos lo configuran de fábrica y no permiten su alteración.
- El interfaz de usuario presenta ciertas características que deben considerarse a la hora de diseñar aplicaciones Wap. Bien sea la baja reusabilidad del teclado, el número de botones, el número de líneas y caracteres que puede visualizarse sin realizar un scroll por la página, etc.
- Presenta una amplia interoperabilidad con otros servicios y portadores.

Gateway/Proxy

- Es el punto de acceso a la Web desde la red móvil
- Adapta los protocolos WML (ligero) y HTML (Web), descodificando los datos provenientes del terminal y codificando aquellos que vienen del servidor o traduciendo los contenidos de HTML a WML si es necesario
- Puede presentar interoperabilidad ineficiente, con terminales y aplicaciones. No siempre adapta los contenidos del mismo modo. En principio, procura reconocer el terminal con el que trabaja pero puede suceder que no sea adecuada la adaptación que realiza sin ser este un problema que genere el terminal en sí. También puede ocurrir con ciertas aplicaciones, que vean sus prestaciones degradadas debido a incompatibilidades originadas en el Gateway.
- Garantiza la conexión segura
- No existe interconexión de gateway.
- Costo: el de una llamada de datos (circuitos conmutados)
- Asume la responsabilidad de realizar el auto-provisioning que consiste en que un usuario no necesite estar dado de alta para acceder al servicio WAP. Basta con que llame para que la primera vez que se conecte, el sistema le registre.
- Se encarga (uno de sus módulos) de interpretar las URLS y redireccionar las peticiones de los usuarios

Servidor: Almacena los contenidos que se ofrece en la Web. No tiene porqué ser propiedad del operador que ofrece el servicio WAP. Los contenidos almacenados pueden estar en formato HTML o WML, en función del interés del proveedor de contenidos y del proveedor de servicios por que estén disponibles en WAP o únicamente en acceso Web. De no estar en este último formato se requerirá una traducción en el Gateway.

Un servidor establece su plan de negocio sobre la publicidad buscando generar el máximo tráfico posible a través de sus páginas. La publicidad puede ser vendida a terceros como "banners" o consistir en auto-promoción si quién gestiona el servidor es la propia empresa.

La propuesta de Telefónica Móviles:

WAP soporta diversas tecnologías como ya hemos visto. Telefónica Móviles está trabajando y analizando:

- **CSD:** (Circuitos conmutados)
 - Limitaciones: el establecimiento analógico puede llegar a los 30 segundos.
- Movistar realiza el establecimiento digital en 8 segundos.
 - Velocidad: 9600 bps.
 - Es la única tecnología en funcionamiento a día de hoy.

- **SMS:** (mensajes cortos)
 - Funcionamiento totalmente asíncrono.
 - Limitaciones: lentitud de respuesta.
 - Costo muy elevado.
 - No es viable para WAP.

- **GPRS:** (red de paquetes radio)
 - Red de paquetes para datos GSM.
 - Velocidad: hasta 171 Kbps teóricamente
 - Otras ventajas:
 - Establecimiento en menos de 1 segundo.
- **C**
 - Tiempo de respuesta muy bajos.
- **UMTS:** (red móvil de 3ª generación)
 - Red basada en la tecnología WCDMA
 - Velocidad: hasta 2 Mbps teóricamente
 - Disponibilidad: Agosto de 2001

La situación actual propone un sistema de acceso basado en circuitos conmutados, siguiendo el modelo tradicional de la telefonía. Sin embargo, se prevé el paso paulatino a la

conmutación de paquetes, el modelo en el que se basa Internet, en las futuras generaciones por su mejor uso de los recursos disponibles.

La oportunidad del sector empresarial

No es difícil presagiar a estas alturas que una buena planificación en la empresa de las tecnologías de la Información puede suponer el ahorro de muchos recursos de la misma, optimizando los procesos que se realizan, que como último fin supone un menor gasto de capital, o lo que es lo mismo, el crecimiento de la compañía al poder destinar su activo circulante hacia negocios en sí. Además permite a la empresa diferenciarse respecto de sus competidores, extender su base de clientes y sus canales a la industria móvil y desarrollar nuevas alianzas.

Pero no es que los abonados naveguen en su teléfono como en el computador y menos con un browser como el Netscape o el Explorer.

El WAP permite visualizar la información de Internet en forma de categorías o subcategorías que el usuario va profundizando, según su elección. Eventualmente se incluyen pequeños y simples dibujos en blanco y negro, siempre que el modelo de teléfono lo permita. De esta forma, los sitios Web de contenidos y servicios deben adaptar su información, para que puedan ser visualizados en WAP. Luego, el Proveedor Telefónico instala un servidor especial para tal efecto.

Por último, el usuario recibe la información en su teléfono, fabricado para visualizar contenidos en WAP.

Los competidores de WAP

La competencia en protocolos WAP puede venir de numerosos frentes:

- **SIM Toolkit** es un método de desarrollo de aplicaciones que gira alrededor de la Tarjeta Inteligente (Smartcard). Permite la instalación de aplicaciones sobre GSM y SMS así como USSD. Las aplicaciones se distribuyen en Tarjetas Inteligentes. Su uso está

bastante extendido (aproximadamente 2/3 de los móviles en Movistar la tienen incorporada). Cuatro de los mayores vendedores de Tarjetas Inteligentes son miembros del Foro Wap y existen en la actualidad grupos de trabajo cuyo objetivo es el desarrollo de interfaces entre las dos tecnologías (Wap, SIM-T). El papel que desempeñarán las Tarjetas Inteligentes en el futuro parece pasar por la seguridad y la personalización del usuario/operador en Wap.

- **Windows CE**--Es un sistema operativo multitarea con procesamiento en tiempo real, propiedad de Microsoft diseñado para terminales con restricciones de espacio y capacidad. Tiene funcionalidad multimedia y navegación por Internet con un servidor Web incorporado así como un browser.
- **Javacard-Sun, Microsystems, JavaCard y JavaPhone™ API**, que incorpora una máquina virtual Java™ (KVM). Se fabrican ya terminales celulares móviles que podrán descargar funciones y características extra de Internet evitando así que los usuarios tengan que cambiar de aparatos con la frecuencia que se hacía hasta ahora cuando querían mejorar las prestaciones de los suyos y evitando una conexión permanente con el servidor para manejo de aplicaciones. Comprende ya un software personalizable según los recursos que se deseen emplear. Es un diseño seguro con un gran número de aplicaciones, copias de seguridad, que conserva el micro-browser, con conexión a PC. Rompe con el concepto de Cliente-Servidor.
- **MEXE** es un estándar de entorno del terminal móvil de ejecución de aplicaciones por parte del operador o de los proveedores de servicios. Soporta una Máquina Virtual de Java en el móvil del usuario. La idea es la misma que en el Javaphone: descargar la aplicación una sola vez, ejecutarla después cuando se desee, donde se desee. Se prevé que Wap termine asociándose a MEXE.

Las posibles mejoras del estándar WAP

WAP por su carácter de estándar abierto e intencionadamente dinámico, ofrece un sinfín de posibilidades de desarrollo. De hecho esta es la idea que intentaron preservar quienes

realizaron el diseño del protocolo: dar libertad a los fabricantes de equipos, a los desarrolladores de aplicaciones y servicios así como a los operadores. Pretende pues el estándar WAP saber integrar los cambios en su entorno de modo que sus prestaciones mejoren incesantemente.

Se manejan varias líneas de trabajo en dichas mejoras:

- Integración de SIM Toolkit, tarjeta inteligente y WAP
- Integración de MexE y WAP
- Compresión
- Aplicaciones sobre la capa de seguridad Descarga de aplicaciones
- APIs de habla
- APIs para cada capa
- Streams multimedia para portadores con mayor ancho de banda
- Descarga de Librerías WMLScript
- Servicios basados en localización
- Transporte de datos orientado a conexión
- Integración adicional con la Red Telefónica
- Una arquitectura de seguridad más amplia, con tarjetas inteligentes, tiene mejoras en la seguridad extremo a extremo, jerarquías de autoridades certificadoras
- Multicast de datos

Conclusiones del WAP

- WAP proporciona una solución inteligente y específica al problema del acceso a Internet desde un terminal móvil.
- Proporciona la posibilidad de establecer una conexión segura
- Optimiza los protocolos para la interfaz radio mediante transmisión binaria que permite mayor compresión y resulta óptima para grandes retardos y anchos de banda estrechos.
- Optimiza los protocolos para la interfaz de usuario.
- Engloba a la casi totalidad del sector en el organismo que lo promueve: el WAP Forum
- Al ser un estándar abierto se favorece el desarrollo y la mejora continua del mismo.
- Incorpora, entre otros, protocolos de Internet como TCP/IP, UDP/IP, SMS, USSD, HTTP, SSL.
- WAP cuenta con un entorno de desarrollo (WAE) sencillo que permite crear servicios y aplicaciones avanzados
- WAP incorpora la tecnología del lenguaje estándar en Internet, el XML
- Reutiliza los servidores Web HTTP 1.1 así como todos los lenguajes asociados (ASP, CGI, Java, NSAPI, Servlets...)
- Mantiene una relación estrecha con otros organismos: ETSI, W3C (consorcio WWW), IETF (Internet Engineering Task Force)...
- Puedo obtener información en tiempo real, es decir, cuando quiera, donde quiera y como quiera.

Está principalmente destinado al comercio electrónico y a la consulta de información de carácter específico. Por ejemplo, se puede saber de manera inmediata el horario de los trenes con un destino determinado e incluso comprar los billetes, y todo ello sin desplazarse a ningún lugar, simplemente con un terminal móvil.

WAP es hoy el prolegómeno del acceso a banda ancha desde terminales móviles de mañana

El Diente Azul (Bluetooth)

Uno de los problemas más dramáticos de la revolución tecnológica de los últimos años es la duplicación de componentes. Quizás nunca hayamos pensado en esto, pero la verdad es que transportamos y lidiamos constantemente con varias pantallas (una en teléfono móvil, otra en el ordenador portátil, otra en el PC, otra en la agenda electrónica, etc.), y con varios altavoces (uno en el móvil, otro en la computadora portátil, otro en el PC, etc.), y varios programas que hacen lo mismo, como las agendas con los números de teléfono (en el móvil, en el ordenador portátil, en el PC, en la agenda electrónica). Y son necesarias soluciones más ingeniosas y complicadas para hacer comunicar todos los aparatos entre sí: infrarrojos, líneas en red, zip drives, disquetes, CD-ROMs, correo electrónico.

El Bluetooth viene cambiar todo esto. En los próximos años, los teléfonos móviles empezarán a «hablar» con los ordenadores y con otros aparatos electrónicos a través de señales de radio. Una presentación multimedia recibida en el móvil podrá ser transferida directamente para la pantalla de un PC a través de señales de radio de corto alcance, en un radio de 10 metros. Y los números de teléfono digitados en el PC o en la agenda de mano podrán ser usados para hacer la llamada en el móvil con un clic del ratón.

Todo empezó en el inicio de 1998, cuando algunas de las más importantes empresas del mundo de los ordenadores y de las telecomunicaciones, incluyendo Intel, IBM, Toshiba, Ericsson y Nokia, se juntaron para desarrollar la tecnología con el nombre de código «Bluetooth»(diente azul). Revelado al mundo en Mayo de 98, este grupo, el SIG, rápidamente aumentó de volumen a medida que se le unió 3COM/Palm, Compaq, Dell, Motorola, Xircom y muchas otras empresas de gran peso.

Tecnológicamente hablando, el Bluetooth funciona a través de minúsculos y baratos transmisores / receptores de radio de corto alcance que son embutidos en los teléfonos móviles, PCs y todos los posibles aparatos electrónicos que conocemos hoy, directamente o a través de adaptadores como las PC Cards. El radio opera en una banda disponible en todo el globo sin necesidad de licencia (2.45GHz), transmitiendo hasta una distancia de 10 metros, y comporta velocidades de transferencia del orden de los 721Kbps, bien como tres canales de voz.

Características técnicas del Bluetooth

Frecuencia de operación en 2.4 Ghz

- Banda sin requerimientos de licencia
- Frequency Hopping, 1600 saltos/sec.
- Ancho de banda de 79 Mhz.
- 79 bandas de 1 Mhz c/u

Velocidad máxima de 721 Kbps

- Soporta hasta 3 canales de voz y una de datos.
- Se crecerá hasta 2 Mbps.
- Alcance 10 m.

Potencia de transmisión 1 mW

- Ahorro de energía
- No hay interferencia con otros dispositivos cercanos

Existen todavía algunos problemas a solucionar, como el precio de la tecnología y la posibilidad de controlar todas las funciones apenas en un chip.

Las compañías 3Com, Ericsson, IBM, Lucent Technologies, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba, junto con más de 1300 empresas de manufactura de todo el mundo, se juntaron para desarrollar a **Bluetooth** (Diente Azul).

Este chip o microprocesador, que promete revolucionar al mundo, es totalmente complementario con 3G, ya que permitirá comunicar a diferentes dispositivos sin usar cables, o sea de forma inalámbrica.

Los analistas prevén que para el año 2002 se comercializará de forma más masiva, una serie de dispositivos y artículos de uso común, pero con el Bluetooth incorporado, de tal forma de que puedan comunicarse entre sí, mediante una tecnología estándar. Se habla de millones de artículos en todo el mundo para esa fecha, y sin lugar a dudas, el teléfono móvil, será uno de los más famosos y usados.

Objetivo	Eliminar los problemas de conectividad usando cables o infrarrojo en dispositivos electrónicos.
Estándar	Es ideal para conectividad inalámbrica
Disponibilidad	Celulares Laptops Organizadores Otros dispositivos
Alcance	10 metros

Figura 7-6: Tecnología Bluetooth.

Demanda por la movilidad

Teléfonos Móviles, handhelds y PDAs serán, según todos los expertos del sector de las TIC, los dispositivos que no sólo reforzarán, sino que dominarán las comunicaciones del siglo XXI.

Dentro de la necesidad, cada vez mayor, que tenemos de comunicarnos, nos encontramos con la posibilidad de obtener múltiple y variada información sobre cualquier tema, a través de Internet. Por lo tanto, si este tipo de terminales quiere ser una referencia de futuro en los llamados: "personal communications systems", deben estar inmersos en la

Sociedad de la Información con todas sus consecuencias, es decir, pudiendo dar accesos a Internet.

Para empezar, el precio del ordenador es casi cuatro veces que el del equipo WAP. Además, debe añadirse componentes adicionales tales como un módem, un contrato de conexión a Internet, una línea telefónica, etc. Con un terminal WAP tan sólo se debe adquirir una tarjeta SIM. No debemos pasar por alto que para rentar la inversión de un PC sólo se dispondrá de un par de años, quizás tres. En un terminal WAP, esto no será tan acuciado, y además si uno se cansa de él transcurridos tres años siempre será más barato cambiarlo por otro que actualizar el PC. A ello, se deben de añadir la bajada de constante precios que ha acompañado a la venta de terminales desde el principio.

El tamaño es otro aspecto fundamental, si bien los ordenadores presentan la ventaja de poseer una pantalla de dimensiones grandes, los teléfonos móviles tienen una, bastante reducida, aunque otros dispositivos como los PDA's presentan un tamaño de pantalla mayor. Como desventaja los PC's ocupan mucho espacio y no son nada fáciles de transportar. Por el contrario los terminales WAP tienen la ventaja de ser pequeños y manejables.

Por último, usar un terminal WAP puede aprenderse un tiempo inferior al aprendizaje del manejo de un ordenador.

A pesar de estos inconvenientes transitorios, los usuarios demandan justamente lo contrario, es decir, quieren terminales lo más pequeños posibles, que se puedan llevar, lo que hace que los diseños actuales tengan unas dimensiones de pantalla de aproximadamente de 160x120 píxeles (8 líneas de 20 caracteres). También quieren un número aproximado de 15 teclas. La batería debería durar cuanto más mejor, lo que implica reducir el consumo de potencia, y para ello disminuir el ancho de banda, y el consumo que realizan la CPU, la memoria y el display. Por lo tanto no solo tenemos una limitación física, si no que son los propios usuarios los que apuestan por este tipo de terminales.

En otras palabras, se debe llegar a un compromiso entre calidad de servicio y valor añadido al cliente, a la hora de diseñar el sistema.

UMTS - La Tercera Generación de Teléfonos Móviles

El sistema promete beneficios significativos a los usuarios ofreciéndoles mayores velocidades de transmisión y una calidad de servicio comparable a la de la red fija en cualquier entorno (doméstico, móvil terrestre o satélite) y para cualquier grado de movilidad, además de una mejora en la seguridad de sus comunicaciones y acceso a servicios y aplicaciones más avanzados, algunos de los cuales ya estarán disponibles en los sistemas pre-UMTS (sistemas 2,5G), como puedan ser GPRS (General Packet Radio Service) y HSCSD (High Speed Circuit Data Service).

Tanto GPRS como HSCSD son sistemas que extienden las capacidades de GSM; en el primer caso incorporando conmutación de paquetes (sobre un mismo canal, aprovechando los silencios de un servicio, se transfieren datos de otro) con tasas de hasta 115,2 Kbps y sustituyendo a muchos de los servicios suministrados por SMS (Servicio de Mensajes Cortos), y en el otro incorporando conmutación de circuitos (un canal = un servicio) posibilitando la transmisión de vídeo o ficheros de gran tamaño. UMTS ofrecerá sin embargo mejoras significativas en la provisión del servicio al aumentar la calidad y las velocidades de transmisión hasta tasas de 2 Mbps en usuarios con baja movilidad, en interiores de edificios y oficinas; 384 Kbps en usuarios con limitada movilidad, en entornos urbanos; y tasas de 144 Kbps en cualquier entorno y a usuarios con completa movilidad (por ejemplo móviles circulando por un entorno rural).

El UMTS busca la eficiencia adecuándose a la naturaleza de los servicios que transporta. Contempla servicios simétricos y asimétricos (servicios en los que el volumen de información recibido por el móvil es superior al transmitido por él o viceversa) y define, en su propuesta de acceso terrestre, dos modos de operación situados en bandas de frecuencias diferentes: el WCDMA y el TD-CDMA. Este último permitirá definir capacidades diferentes para los dos sentidos de la comunicación (evidentemente se dispondrá de teléfonos duales capaces de operar en los dos modos). Dado que buena parte de los servicios no transfieren información de forma continua, sino más bien a ráfagas, se contempla además de la tecnología de conmutación de circuitos, ineficiente en estos casos, la conmutación de paquetes. Otro aspecto importante es la asignación de tasas de transmisión bajo demanda. La

conjugación de todos estos aspectos hará el sistema mucho más eficiente y barato, y eliminará muchas barreras técnicas para el usuario, que obtendrá beneficios como conexiones virtuales con la red todo el tiempo, asignación asimétrica y dinámica del ancho de banda en función de sus necesidades (los proveedores de servicios deberán establecer la calidad de servicio conveniente en términos de ancho de banda, máximo error, retardo) y modos alternativos de facturación (por sesión, por bit, o tarifa plana). En general los usuarios pagarán por las características del tráfico que cursen.

Los móviles se convertirán en ligeros terminales multimedia provistos de teclado, micrófonos, y otros accesorios a través de los cuales un usuario cualquiera podrá por ejemplo escuchar música bajo demanda, acceder a aplicaciones de videoconferencia, video-teléfono, e-mail, tener acceso a servicios de información Internet, comercio electrónico y otra serie de servicios especiales como telemedicina o monitorización de servicios de seguridad y ayuda.

Más allá de los servicios que puedan proporcionar la gran aportación de la tercera generación será la de permitir la movilidad global y universal, para lo cual es necesario un estándar y una banda de frecuencias común a nivel mundial, garantizar que un mismo terminal puede ser utilizado en cualquier lugar del mundo (movilidad de terminal), que un usuario pueda acceder a sus servicios sin estar restringido a utilizar un terminal en particular (movilidad de usuario) y que pueda hacerlo independientemente del terminal o la red que le esté sirviendo (movilidad de servicio) con una interfaz y una gestión totalmente personalizadas.

Dado que el acuerdo para la utilización de un único estándar a nivel mundial parece difícil, UMTS se ha concebido como un sistema global con componentes fijos, móvil terrestre y por satélite y con capacidad para integrarse con otros sistemas o redes, de tal forma que la disponibilidad global de los servicios UMTS se asegurará proporcionando la posibilidad de traspaso de comunicaciones entre los distintos estándares de IMT-2000 y entre los sistemas de segunda generación y UMTS. Esto último parece algo necesario si se tiene en cuenta que en una primera fase UMTS tendrá cobertura limitada y, por tanto, será necesario acceder a sus servicios a través de otras redes.

La provisión de servicios a través de múltiples redes y/o entornos se conseguirá con el desarrollo de terminales multimodo/multibanda, con una interfaz aire flexible y reconfigurables a través de la descarga de software vía radio. Terminales capaces de entenderse con distintas redes y de modo transparente para el usuario.

En UMTS se aplicarán los conceptos de perfil de terminal (servicios provistos desde ese terminal), perfil de servicio (servicios accesibles para usuario) y perfil de entorno (especifica si el entorno es doméstico, móvil terrestre o satélite). Una única tarjeta identificará a cada usuario independientemente del tipo de terminal utilizado, de tal forma que cuando éste se registre, será servido únicamente de acuerdo con su perfil de servicio, aunque con las limitaciones impuestas por las posibilidades del terminal y las características del acceso (terrestre o satélite). Esto quiere decir que un usuario dispondrá de un conjunto de servicios similares independientemente si se encuentran en su propia de red o en la de otro operador. La interfaz de usuario podrá ser totalmente configurable de tal forma que en caso de cambio de terminal podrá disponerse de los mismos menús, lo que facilitará su uso por parte del usuario. Un entorno local virtual (VHE Virtual Home Environment) asegurará el mantenimiento de todo el entorno de trabajo, independientemente de la localización del usuario o de su modo de acceso (terrestre o satélite). Los usuarios sentirán que se encuentran en su propia red incluso cuando hayan cambiado. UMTS posibilitará a los terminales negociar incluso funcionalidades nuevas con la red visitada, descargando software de forma segura y transparente a través de la mezcla de redes troncales y de acceso. Todos las redes, señalización, conexiones y registros resultarán transparentes para el usuario.

IMPLANTACION

La transición a UMTS se hará de manera gradual, de forma que habrá un escenario intermedio que pasará por aprovechar al máximo las capacidades de la segunda generación con la introducción de GPRS y HSCSD entre otros. La acogida que puedan experimentar los servicios de datos proporcionados por estos sistemas puede servir de test sobre el futuro de UMTS y para ganar experiencia. Posteriormente se incorporarán estaciones base UMTS en las redes en marcha y nuevos servicios basados exclusivamente en UMTS. El objetivo es combinar éstos de forma modular con los nuevos elementos de red y con los elementos de las

redes fijas y móviles pre-UMTS, en el supuesto de que éstas hayan realizado los procedimientos previos necesarios para permitir la evolución.

La implantación de UMTS en el mercado está prevista para el 2002 aunque se prevé una continua evolución del sistema en los años posteriores para ir incorporando y mejorando sus capacidades. De hecho, a día de hoy son muchos los aspectos que quedan por resolver o perfeccionar: la conexión inteligente de redes heterogéneas, la reconfigurabilidad de los terminales o la provisión de calidad de servicio extremo a extremo. En la actualidad la calidad de servicio entre extremos finales, entendida en términos de retardo y velocidad garantizados, es todavía inexistente y requerirá del uso de estrategias de asignación de recursos distribuidas y de la adaptabilidad de los protocolos de comunicaciones para poder atender calidades de servicio según el tipo de red. En el caso de los terminales móviles, la mayor complejidad computacional que soportarán para efectuar operaciones de compresión/descompresión, tratamiento de imágenes y audio, criptografía, etc. exigirá no solo mejorar la eficiencia de las baterías o el desarrollo de sistemas operativos específicos para móviles, sino también proponer nuevas arquitecturas de ordenadores que reduzcan el consumo de los terminales. En el terreno de la interconexión de redes existe la posibilidad de que penetre el concepto de Mobile IP para facilitar la movilidad entre redes heterogéneas.

Algunos empiezan a hablar incluso de una cuarta generación de móviles que en el fondo no haría más que alcanzar los niveles más altos en la gestión y en el aprovechamiento de los sistemas que ahora se ponen en marcha, resolviendo aquellos aspectos de UMTS que a corto plazo no encuentren una solución óptima.

Factores del UMTS

El éxito en una empresa de telecomunicaciones moderna depende del mercado disponible y del entorno inversor, en el que se asumen riesgos razonables en función de las oportunidades y proyectos analizados por los financieros.

Se esperan ocho millones de terminales en los primeros tres años de operación comercial, creciendo hasta 60 millones en 10 años. Habrá seguramente políticas de migración que asegurarán que los clientes de alto consumo cambien, sin excesivos costos a su cargo, el

anterior sistema por el nuevo, lo que permitirá que los operadores lleguen a invertir con cierta seguridad.

Se pretende establecer un calendario para la adopción de una estrategia que facilite la consecución del espectro necesario y que no penalice en exceso la adquisición de licencias. Esto es necesario para motivar a operadores y fabricantes a invertir en nuevas tecnologías.

Se promueve la creación de un conjunto unificado de estándares, con interfaces abiertas que permitan cualquier tipo de interconexión externa. Este conjunto de estándares tendrá una estructura modular que permita la evolución de servicios y sistemas a largo plazo.

El nuevo milenio en los teléfonos móviles

El UMTS (Universal Mobile TeleCommunication System) es el protocolo que será utilizado en Europa por la 3ª generación de teléfonos móviles. Integrado en el proyecto de crear un estándar que pueda ser utilizado mundialmente (al revés de la 2ª generación, cuyos sistemas americano y europeo son incompatibles), el UMTS deberá alterar la forma como los móviles son utilizados actualmente, al permitir capacidades multimedia y un acceso sin límites a Internet.

Con los adelantos tecnológicos de los últimos años dentro de Internet y de la telefonía móvil, se asiste ahora a una convergencia cada vez mayor entre estos dos medios de comunicación. El UMTS representará la unión de ambos en una única plataforma. También designado de 3G, o tercera generación de teléfonos móviles, este sistema permitirá que el utilizador pueda acceder a imágenes y videos, así como acceso rápido a Internet, calidad de voz casi igual a la de las redes fijas. Este sistema deberá pasar la actual segunda generación en cuestión de capacidad y de calidad, permitiendo el acceso a información móvil, personalizada y fácil de acceder.

UMTS: Características

El UMTS resulta de la necesidad de implantar una nueva generación de teléfonos móviles debido al aumento del número de utilizadores de este medio de comunicación. El suceso del sistema GSM, dentro de Europa, conllevó la saturación de las frecuencias de radio que le fueron originalmente atribuidas. Tal problema creó la necesidad de lanzar una nueva generación y, a través de esta, ampliar el espectro electromagnético disponible así como permitir el acceso a nuevos servicios.

La tecnología digital utilizada por el UMTS se designa de WCDMA (Wide Code Multiple Division Access). Los datos son transmitidos en banda ancha, siendo divididos en paquetes antes de la transmisión, los cuales son después reunidos por el terminal antes de presentar la información en la pantalla. Este sistema está basado en el protocolo americano de los teléfonos móviles de segunda generación (el CMDA), no siendo compatible con el GSM.

El UMTS será el sistema que lleve a las comunicaciones móviles hacia la nueva sociedad de la información. Proporcionará información, imágenes y gráficos directamente a los usuarios y además les proporcionará acceso a la próxima generación de servicios basados en la información. El UMTS es un sistema multimedia de banda ancha que soportará todo lo que actualmente puede ofrecer la tecnología, con o sin hilos.

Gracias a la política de liberalización de las telecomunicaciones en todo el mundo y, en particular, en la Unión Europea, se permitirá a un mismo operador ofrecer servicios móviles y fijos de telecomunicaciones. Estos cambios en el entorno regulatorio probablemente impondrá nuevos requisitos sobre la utilización del espectro.

La dimensión social del UMTS está bien establecida en términos de un incremento del poder adquisitivo, más facilidad para viajar, la migración rural, planes y horarios de trabajo flexibles y preocupación por la seguridad personal y de la familia.

Los operadores ya se están preparando para la convergencia de las redes móvil y fija. De esta manera, se beneficiarán de una infraestructura, inteligencia de red, creación de servicios y facturación comunes, así como de la posibilidad de ofrecer numeración personal.

En este sistema no sólo se produce la importante convergencia entre servicios de red fija o móvil: se incorpora como base fundamental del diseño la convergencia entre servicios de telecomunicación y las tecnologías de la información

Requisitos

Además de las funciones básicas a que estamos habituados en nuestro móvil, como simplemente telefonar a alguien o enviar / recibir mensajes, el UMTS permitirá acrecentar una nueva serie de características hasta ahora casi inaccesibles o apenas presentes en las películas de ciencia-ficción. El sistema permitirá el acceso a Internet a una velocidad más rápida que los módems normales, así como la transmisión de "faxes", imágenes, videos y datos. Al mismo tiempo que estaremos telefoneando será posible visualizar en la pantalla, en tiempo real, la persona con quien comunicamos, caso esta también posea un móvil UMTS. El acceso a Internet será bastante más rápido y sin límites, pudiéndose acceder a cualquier tipo de información, en cualquier lugar en que estemos. Información, comercio y entretenimiento multimedia estarán disponibles en pantalla, en un sistema que integrará las redes de telecomunicaciones móviles, fijas y por satélite. Además del "roaming" a escala mundial, el UMTS permitirá la convergencia de los varios tipos de redes existentes.

Según la Comisión Europea, los servicios UMTS deberán poseer las siguientes características:

- Capacidad multimedia y una gran movilidad
- Acceso eficiente a Internet
- Alta velocidad
- Portabilidad entre los varios ambientes UMTS (permitiendo el acceso a las redes UMTS terrestres y de satélite)

- **Compatibilidad entre el sistema GSM y el UMTS, debiendo los terminales poseer "dual band" o funcionar en ambos los sistemas.**

Conceptos básicos del UMTS

Hay una serie de conceptos que marcan la diferencia entre los actuales sistemas de segunda generación, GSM, y el UMTS. Se recogen a continuación los más relevantes, que configuran en parte los requisitos de partida para el proceso de estandarización.

VHE (Virtual Home Environment)

El VHE es un concepto de sistema que permite la portabilidad de servicios en el UMTS a través de las diferentes fronteras entre redes. Según este concepto, la red visitada emula para cada usuario particular las condiciones de su entorno de origen.

El concepto de VHE está propuesto como la base técnica para simplificar el manejo de los servicios por parte del usuario. Si se utilizan los terminales multimodo adecuados, los usuarios podrán conectarse a redes de segunda y de tercera generación de forma directa.

Interfaz radio flexible

La utilización de terminales con interfaz aire programable, que cubra un amplio margen de variación en las redes IMT2000, facilitará la provisión de servicios cuando se esté en roaming, fuera del entorno local.

Relación entre redes fijas y móviles

Hay es ya evidente que los operadores de red futuros y los proveedores de servicio deberán ofrecer acceso a servicios de comunicación a través de redes fijas y móviles.

Alta velocidad de transmisión

Entroncando con la integración de los sistemas de telecomunicación en el mundo de las tecnologías de la información, será necesario que los sistemas soporten la capacidad de

transmitir información a altas velocidades, en forma simétrica o asimétrica, según sea la necesidad, procurando con ello una mejor utilización del espectro radioeléctrico.

UMTS Y WAP: diferencias

El WAP es un sistema que permite el acceso a Internet a partir de un móvil. No obstante este acceso es bastante limitado ya que los móviles equipados con WAP tan solo pueden acceder a páginas escritas en WML, un lenguaje que, por ahora, apenas permite texto y datos. Esto significa que las páginas escritas en HTML, el lenguaje utilizado en la World Wide Web no pueden ser accedidas a través del WAP, estando sus utilizadores dependientes del desarrollo de contenidos propios.

El UMTS traerá múltiples ventajas sobre el WAP. La velocidad de transferencia de datos en un móvil GSM normal es de 9 kilobites por segundo. El UMTS permitirá un acceso de 144 kilobites por segundo, pudiendo attingir los 2 megabites. Además toda la información y servicios existentes en Internet podrán ser accedidos en un móvil UMTS, permitiendo hacer "downloads" de imágenes, música, etc., así como otras funciones.

La Tercera Generación y la Banda Ancha

En un reciente Informe sobre Banda Ancha publicado por Marketer, la Internet de Banda Ancha fue definida por velocidades de transmisión de 256 Kbps ó superiores y una velocidad de recepción de 56 Kbps, independientemente del dispositivo.

En el contexto de dispositivos wireless se habla mucho de la 3ª Generación (3G), considerando que no podrá satisfacer estos niveles por los menos durante los próximos 5 años, según el informe de Durlacher sobre UMTS.

Desde distintos medios, tanto on-line como off-line, se han dedicado a discutir las perspectivas de la próxima generación de dispositivos móviles. Esto es inconcebible si consideramos la vasta suma de dinero que las operadoras Europeas han invertido en la adquisición de las licencias para la 3G (UMTS). En un futuro no muy lejano (ya empieza a

estar presente), la banda ancha a través de dispositivos wireless nos permitirá comunicarnos y recibir información desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Actualmente la mayoría de la gente utiliza la 2G de tecnologías móviles que en muy raras veces superan los 20Kbps. En Japón tuvo una gran acogida el i-mode ("el Wap japonés") con una velocidad de 9.6 Kbps.

En EEUU la propiedad de las redes no es necesariamente las empresas que comercializan los servicios de telefonía, así que con vistas a proporcionar mayor ancho de banda al usuario, la mayoría de las redes wireless están ofreciendo GPRS, HSCDS y EDGE a las operadoras por un costo adicional limitado.

Mobile Data Bandwidth, 2006				
Mobile Generations	Mobile Technology	Theoretical Data speeds	Actual data speeds	Forecast data speeds 2006
2G	GSM	14.4kbps	7-9.6kbps	--
	HSCSD	36.6kbps	20kbps	30kbps
	PHS & PDC	64kbps	10 - 20kbps	--
	CDMA	64kbps	10 - 20kbps	--
2.5G	GPRS	115kbps	25kbps	60kbps
2.75G	EDGE	384kbps	36kbps	80kbps
3G	UMTS	2Mbps	40kbps	200kbps
4G	OFDM	20-54Mbps	Not expected until 2008	--
Source: Dunlacher, 2001				
024427 ©2001 eMarketer, Inc.			www.emarketer.com	

Figura 7-7: Generaciones de comunicaciones móviles

Las perspectivas para el GPRS a corto y medio plazo son bastante buenas porque el sistema de transmisión en paquetes (ver artículo sobre GPRS), alivia el problema de la capacidad de la red y permite que los operadores puedan ofrecer mayor ancho de banda y servicios y aplicaciones IP a los usuarios. Mientras que un índice de 115 Kbps es teóricamente posible con GPRS, Durlacher sugiere que la velocidad real que recibirá el usuario, estará más cercana a los 20 Kbps alcanzando los 60 Kbps en el año 2006.

La tecnología EDGE es otro desarrollo de las actuales redes de GSM, permitiendo teóricamente velocidades de datos de 384 Kbps. En realidad el usuario contará inicialmente con 36 Kbps, y superará los 80 Kbps en el 2006 según Durlacher.

La Tecnología UMTS (Sistema de Tecnología Móvil Universal)- 3G - incorpora diferentes soluciones. Las dos principales tecnologías de transmisión de datos capaces de ofrecer alta movilidad que se ajustan a los criterios fijados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones para UMTS son Wide-Band Code Division Multiple Access (W-CDMA) y CDMA2000. Esta tecnología de tercera generación alcanza teóricamente una velocidad de transmisión de datos de 2Mbps. En realidad, sin embargo, la velocidad actual de transmisión, que conseguirán los usuarios será de cerca de 40 Kbps llegando a los 200 Kbps en el 2006. Esto queda lejos de la definición de banda ancha y limita en gran medida, los servicios y aplicaciones.

Hay distintas interpretaciones en cuanto a cuáles son las tecnologías de la 4ª Generación. Durlacher sugiere que el siguiente paso en el desarrollo de tecnología wireless será la separación de la transmisión y recepción de datos. Las pruebas realizadas se han orientado hacia un sistema EDGE para la transmisión y OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) para la recepción. Otra configuración posible sería la combinación de GPRS o UMTS y una Intranet Wireless. Los rangos de intercambios de datos serían entre 20 y 54 Mbps. Sin embargo, la implantación de la 4G no se espera antes del año 2008, según Durlacher.

Tecnología

La tecnología hasta ahora utilizada (Amps y N-Amps) no es suficiente para incluir nuevos usuarios con la misma calidad de servicio. Es por ello que se tomó la decisión del cambio de tecnología para seguir ofreciendo el mejor servicio con mayor capacidad para nuevos clientes y agregar nuevos servicios de valor agregado tales como: Servicio de Mensajes Breves (S.M.S.: Short Message Service), FAX, Data, etc.)

Características

1. Mayor amplitud en el ancho de banda, pasando de 30 KHz en las bandas Amps, N-Amps y TDMA a 1.023 KHz en la banda CDMA, lo cual a su vez permite triplicar el número de usuarios respecto a la tecnología N-amps y aumentar de 9 a 10 veces la capacidad respecto a la tecnología Amps.
2. Óptima calidad de voz.
3. Comunicación sin interferencia y sin interrupción de la llamada, aún cuando el usuario se esté desplazando.
4. Mejor recepción.
5. Mayor seguridad, disminuyendo las posibilidades de usos fraudulentos del sistema, ya que los códigos digitales de CDMA son individuales y únicos. Adicionalmente existe la posibilidad de realizar codificaciones especiales (encriptación) ofreciendo mayores niveles de seguridad.
6. Ofrece la posibilidad de transmisión de voz, data, Fax y aviso de mensajes de correo electrónico simultáneamente, y en el futuro brindará servicios de conexión a Internet a través de la línea celular, transmisión de Vídeo, puntos de venta, servicios en la autopista de la informática, y posibilidades de generar un standard mundial.
7. Mayor duración de las baterías.

CAPITULO 8

"CALIDAD Y SERVICIOS DE TELEFONIAS EN MEXICO"

Situación de la telefonía Celular en México

El mercado de las comunicaciones móviles en México esta regulado por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (**COFETEL**), mientras que la legislación es generada por la secretaria de Comunicaciones y Transportes (**SCT**).

Las licencias para proveer servicios de telefonía celular (en la banda de 800 Mhz.), fueron subastadas en 1989, cuando el país se dividió en 9 regiones, cada una con dos franquicias: la banda A y la banda B, y estas 9 son: Ciudad de México, Sudeste, el sur del golfo, Central, Oeste, Norte, Noreste y Baja California. Fue otorgada una licencia en cada región a Telcel, la subsidiaria móvil de Teléfonos de México (TELMEX), y una fue vendida a un competidor privado.

Posteriormente en Mayo de 1998, Cofetel anuncia a los postores premiados en una subasta por 1900 Mhz de frecuencias en esta área, las licencias son entregadas 4 meses después. Una vez más se otorgaron a Telcel para operar en las 9 regiones, mientras otras 3 compañías tenían ofertas aceptadas en cada área.

Se ha atribuido el rápido incremento en la popularidad de los servicios móviles durante 1999 fue la introducción de los sistemas de pago.

El sector es dominado por Telcel, la empresa anteriormente subsidiaria de Telmex y que opera la banda B. Telcel lanzó su red analógica AMPS en 1989 y en 1998 introduce su infraestructura con equipo digital TDMA. Telcel atribuye su éxito a la continua popularidad de su servicio prepago Amigo, el cual es utilizado por la mayoría de sus subscriptores y es una de las mas utilizadas en América Latina.

Telcel ha suministrado a sus suscriptores con servicio de roaming global, permitiendo a los usuarios el acceso a cualquier red móvil o conexión a la infraestructura de la compañía satelital.

Actualmente, Telcel se encuentra en el proceso de instalación de una red GMS/GPRS.

El rival más cercano de Telcel para clientes móviles es Iusacell, que tiene licencia en la banda A en las 4 regiones centrales, incluyendo la ciudad capital, desde 1989 cuando lanzo su servicio AMPS, en mayo de 1998 la compañía empieza a comercializar sus servicios digitales CDMA. Teniendo concesiones ganadas para operar servicios PCS en 2 de las regiones norte del país. En febrero de 1999 firma contrato de 60 millones de USD con Lucent para la instalación de una red CDMA en 2 franquicias del norte.

Los propietarios de las licencias de la banda A para operar en las 4 regiones norte del país son: Cedetel, Bajatel, Movitel y Norcel, que comenzaron siendo subsidiarios del equipo Norteamericano Motorola y del hombre de negocios Eduardo Velázquez. Colectivamente las compañías usan el nombre de Cedetel. Durante 1998 los 4 operadores comienzan a introducir equipo CDMA. En 1999 las 4 compañías Cedetel le otorgan un contrato millonario a Motorola para la expansión de sus redes CDMA. Ahora estas compañías Cedetel (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), Bajatel (Baja California), Movitel (Noroeste, Sonora y Sinaloa) y Norcel (Chihuahua) fueron absorbidas por Cedetel, misma que ha sido adquirida recientemente por Telefónica de España.

Portatel, el propietario de la banda A en el sur de México, lanza su red AMPS en 1990. En 1999 Iusacell anuncia una fusión con ella.

Pegaso fue el primero de los nuevos operadores PCS en lanzar el servicio. Pegaso es una compañía de los medios de comunicación Grupo Televisa y varios proveedores financieros locales e internacionales. Pegaso, al cual le fueron otorgadas las licencias en las 9 regiones del país, opera su red digital CDMA en Tijuana en febrero de 1999. Esto fue seguido en agosto y septiembre en Guadalajara y Monterrey, donde los planes del operador son

invertir 350 millones de USD en 5 años. Un contrato inicial de 650 millones por una infraestructura de tres años fue firmado con Qualcomm en julio de 1998, mientras un suministro de equipo de 4 años se le otorga a Alcatel en noviembre de 1998.

Este ofrece una opción de 3 paquetes, como un servicio prepago y en agosto de 1999 introduce un cargo por segundo (el único operador que lo hace). Pegaso prevé esto, y acopla un servicio totalmente digital.

De las otras compañías a las que se les otorgaron licencias PCS en 1998, la única que lanza un servicio comercial a finales de 1999 es Unefon, poseída por un hombre de negocios mexicano Ricardo Salinas Pliego. Unefon gastó mucho tiempo de 1999 en una búsqueda mayúscula con que pagar por la licencia móvil y la fija inalámbrica que ganó en mayo de 1998. Cofotel tuvo que extender la fecha límite para pagar a 1999 y 2 meses después Unefon logra pagar la deuda. Unefon lanza su servicio inalámbrico digital para el año 2000 y espera atraer arriba de 2 millones de clientes en el 2004.

Una tercera licencia de PCS es arreglada para el operador Miditel, el cual obtiene concesiones para ofrecer servicios móviles en 4 regiones incluyendo la ciudad de México, un área con una población total de casi 50 millones de habitantes. Miditel como Unefon, tiene dificultades durante 1999 para encontrar el suficiente capital para pagar la licencia y en mayo de 1999 Cofotel revela que su concesión será retirada. Miditel apela contra la decisión, diciendo que la razón económica internacional que la había llevado a sus problemas financieros era un factor más allá de su mando. Actualmente aun la SCT no ha dado una solución a la solicitud de Miditel (subsidiaria de Miditel) respecto a la continuación en el proceso de licitación de frecuencias, algunos operadores, en especial Pegaso han presentado su inconformidad ante las autoridades con el fin de que no se liberen dichas frecuencias a Miditel.

Regiones	Estados	Coberturas			
		Iusacell	Telcel	Nextel	Pegaso
Región celular 1 (Baja California)	Baja California, Baja California Sur, San Luis Río Colorado, Sonora.				Zona metropolitana de Tijuana
Región celular 2 (Noroeste)	Sinaloa, Sonora.				
Región celular 3 (Norte)	Chihuahua, Durango, Coahuila, Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro Viesca.				
Región celular 4 (Noreste)	Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Cd. Valles, S. L. P.				Zona metropolitana de Monterrey
Región celular 5 (Occidente)	Colima, Michoacán, Nayarit, Jalisco.				
Región celular 6 (Centro)	Aguascalientes S. L. P., Zacatecas, Guanajuato, Querétaro, Jalisco, Huejuca, Sta. María de los Ángeles, Teocaltiche, Huejuquilla, Mesquite, Villa Guerrero, Bolaños Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco, Encarnación Díaz.	Aguascalientes, S. L. P., Zacatecas, Guanajuato y Querétaro		Quertaro	Zona metropolitana de Guadalajara
Región celular 7 (Golfo sur)	Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Lázaro Cárdenas, Michoacán	No incluye Lázaro Cárdenas, Michoacán		Puebla	
Región celular 8 (Sureste)	Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán, Campecho.				
Región celular 9 (México)	D. F., Edo. de México, Morelos e Hidalgo.			Toluca	Zona metropolitana del D. F. y Edo. de México

Figura 8-1: Cobertura de las compañías que ofrecen el servicio de telefonía celular

Tecnologías de radiotransmisión empleadas en México

México tiene una larga frontera terrestre con los E.U.A. y acuerdos de reciprocidad y protección de señales radioléctricas transfronterizas. La importancia de tender hacia un mercado común que nos obliga a alinear en lo posible la atribución de frecuencias nacionales con aquella de nuestros vecinos y principales socios comerciales. Por estas razones en 1995 se inicio en nuestro país el proceso de atribución y subasta de frecuencias para servicios de PCS en las mismas bandas en Estados Unidos y Canadá, de igual manera ya se habían concesionado en 1991 las frecuencias de telefonía celular en las bandas de 824 a 849 Mhz y de 869 a 894 Mhz.

En México han llegado recientemente nuevos proveedores cuyas tecnologías podríamos clasificarlas como de segunda generación, sin embargo aún se siguen utilizando servicios analógicos. Las principales tecnologías de telefonía celular en México son descritas en la figura 8-2 y 8-3.

Proveedor	Estándar	tecnología	Banda de Frecuencia (Mhz)	Tipo de Modulación	No.de usuarios por canal	Ancho de cada canal (Mhz)
Telcel	AMPS	FM	800	FM	1	30
Telcel	IS-136	TDMA	800/1900	$\pi/4$ DQPSK	3	30
Iusacell	AMPS	FM	800	FM	1	30
Iusacell	CDMA	CDMA	800/1900	QPSK	64	1.23
Pegaso	CDMA	CDMA	1900	QPSK	64	1.23
Unefon	CDMA	CDMA	1900	QPSK	64	1.23

Figura 8-2: Tabla de las Principales tecnologías de Telefonía Celular empleadas en México

Proveedor	Estándar	tecnología	Banda de Frecuencia(Mhz)
Nextel	IDEN	TDMA	800
Cedotel	CDMA/AMPS	CDMA/AMPS	800
Baja celular	CDMA/AMPS	CDMA/AMPS	800
Movitel	CDMA/AMPS	CDMA/AMPS	800
Norcel	CDMA/AMPS	CDMA/AMPS	800
Telcel	GSM	TDMA	1900

Figura 8-3: Tabla de otros operadores en México

El teléfono celular

Los teléfonos móviles son de los aparatos más complejos y sofisticados que encontramos en nuestro cotidiano. Para comprimir y descomprimir señales digitales codificadas, tienen que procesar millones de cálculos por segundo. No obstante, como máquina, son compuestos apenas de algunos componentes. Son estos:

- I. Un micrófono microscópico;
- II. Un altavoz;
- III. Una pantalla de cristales líquidos o plasma;
- IV. Un teclado;
- V. Una antena;
- VI. Una batería;
- VII. Una placa de circuitos.

El móvil posee un microprocesador que procesa cálculos a gran velocidad, llamado DSP, o «Digital Signal Processor» (Procesador Digital de Señales). Este procesador hará toda la compresión y descompresión de los datos a la velocidad de 40 MIPS (Millones de Instrucciones Por Segundo). El microprocesador trata de todas las tareas del teclado y del mostrador, gestiona los comandos y controla las señales de la estación de base, además de coordinar las demás funciones.

Algunos Problemas de los Teléfonos Móviles

Los teléfonos móviles son aparatos sofisticados que padecen de varios problemas, algunos son:

- Corrosión interna de algunos componentes por humedad excesiva o móvil mojado.
- Calor extremo, en un coche, por ejemplo, puede dañar la batería o los componentes electrónicos.
- Frío extremo puede causar la pérdida momentánea de la pantalla.
- Clonaje.
- Etc.

Clonaje

El clonaje ocurre cuando los impulsos de identificación del teléfono móvil son cogidos por un escáner ajeno. Los códigos de identificación así captados pueden entonces ser usados para hacer llamadas que son contadas en la cuenta del móvil original.

Características Básicas

Todos los móviles poseen una serie de elementos que influyen su comodidad de utilización y utilidad. Peso, dimensión, antena, autonomía, batería y teclado son las características físicas que definen la facilidad de uso y su funcionalidad. Otra característica esencial es el precio, que varía conforme las calidades del terminal. Regla a tener en cuenta: cuando más reciente sea el modelo, más leve y compacto será, pero también más caro, y podrá no tener las funciones avanzadas de un tope de gama más antiguo.

- **Autonomía:** indica el tiempo que se puede utilizar el móvil desconectado, tras haber sido total y correctamente cargado. Puede ser dividida en dos, la autonomía en conversación (o tiempo que el móvil aguanta hablando por teléfono) y la autonomía en espera (o período que el teléfono móvil puede estar ligado sin hablar). El tipo, la calidad y la condición de la batería son factores esenciales para la autonomía.

- **Batería:** almacena la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del aparato. Existen actualmente tres tipos de baterías: NiCd (Níquel / Cadmio), NiMH (Hidreto Metálico de Níquel) y Li-Ion (Iones de Litio). Cada teléfono móvil trae consigo un cargador de batería.
- **Peso:** un valor superior a 200 gramos es excesivo para el utilizador. Un peso inferior a 100 gramos está de acuerdo con los cánones actuales. El peso debe ser medido teniendo en cuenta la batería.
- **Antena:** capta y emite las transmisiones de radio. Puede ser interna o externa y, caso esté en el exterior del terminal, puede ser fija o telescópica.
- **Tarjeta SIM:** es el elemento esencial de un teléfono móvil GSM. Es necesario insertarla dentro del terminal para que el teléfono móvil se pueda ligar a una red GSM. La tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) identifica al cliente del servicio móvil dentro de la red y almacena una serie de informaciones, como el número de teléfono personal, la facturación etc. Puede también ser usado para guardar mensajes SMS y otros números de teléfono. También es responsable por todas las funciones de seguridad, al controlar el acceso a través del PIN y de contener el código necesario para tenerse acceso a la red GSM.

Existen además toda una serie de accesorios disponibles: bolsas de protección, cargadores para mecheros de coches, sistemas manos libres, cables de conexión a computadoras, teclados para escritura de mensajes SMS, etc.

Funciones de los Teléfonos Móviles

Dependiendo de las marcas y modelos, existen varias funciones dentro de un terminal. En algunos casos, ellas solo están accesibles caso la operadora las autorice dentro de su red. Las más importantes son:

- **Bloqueo de teclado:** evita que un movimiento no intencional active su móvil o, peor, haga una llamada sin que el utilizador lo perciba. Existen móviles que se bloquean automáticamente pasado algún tiempo, otros en que es necesario utilizar una

combinación de teclas y, finalmente, modelos en los que simplemente se cubre el teclado con una tapa activa.

- **Código PIN:** número de identificación personal constituido por cuatro números que funciona como código de acceso al SIM. Impide el uso de la tarjeta SIM en situación de robo o a utilizadores no autorizados. Si se introduce el PIN equivocado tres veces, es necesario utilizar otro código, el PUK, para poderse utilizar el teléfono móvil.
- **Marcación Rápida:** permite, presionando una o dos teclas, marcar automáticamente un número predefinido.
- **Toque por vibración:** en vez de utilizar una señal sonora para señalar que el teléfono está llamando, el terminal vibra, no haciendo ruido.
- **Escrita inteligente de mensajes:** el terminal está equipado con software que, mientras se escribe el mensaje SMS o e-mail, detecta cual la palabra que queremos introducir, bastando apenas un toque en cada tecla. Un ejemplo de este software es el T9.
- **Repetición de los últimos números marcados / recibidos:** permite conocer los números recientemente recibidos o marcados.
- **Control de Sonido:** permite ajustar el volumen del sonido de la llamada.
- **Reconocimiento vocal:** al pronunciarse un número o un nombre anteriormente memorizado con el micrófono, el terminal marca automáticamente. También es utilizado para activar determinadas funciones del teléfono móvil.
- **Aviso de llamada en espera:** cuando el receptor está utilizando el teléfono, esta función le indica si una tercera persona está intentando contactar, pudiendo coger esa llamada simultáneamente.
- **Teclas programables:** dan acceso rápido a funciones que sean utilizadas con mucha frecuencia por el utilizador del terminal.

- **Reenvío de llamadas:** puede darse un número alternativo para el cual son reencaminadas todas las llamadas recibidas caso el teléfono móvil que se pretendía alcanzar no esté disponible.
- **Otros:** algunas de las funciones más comunes que se pueden encontrar en los teléfonos móviles incluyen Juegos, Calculadora, Alarma, Agenda, Acceso a Internet por WAP, etc.

Operadores: Servicios, Características y Seguridad

Un operador de servicios móviles es una empresa que posee una red de emisión y recepción de radiofrecuencias, que es utilizada por los teléfonos móviles de sus clientes para realizar y recibir llamadas. Al conectar el móvil él indica en pantalla el nombre del operador a que se ha conectado. El pago de la suscripción del servicio de telefonía móvil es variable, existiendo varias modalidades, tal como los servicios que cada uno ofrece.

Servicios

Los operadores ofrecen muchas opciones junto al servicio básico de telefonía por voz. Para acceder a algunos de estos servicios puede ser necesario contactar previamente el operador para activarlos, pudiendo también ser necesario pagar una tasa adicional siempre que son utilizados. Las opciones normales son:

- **Identificación de llamadas:** Permite ver en pantalla el número de la persona que le está llamando. Es posible pedir al operador que proceda a la operación inversa, o sea, no-autorizar que los otros utilizadores visualicen su número de móvil permaneciendo anónimo.
- **Voice-mail:** También denominado por buzón de voz, permite grabar mensajes cuando el destinatario de la llamada está con el móvil desligado o no coge la llamada. El operador avisa después al destinatario que posee un mensaje nuevo en su caja de correo, normalmente a través del SMS. Este servicio puede pagarse o no.

- **SMS:** Servicio de mensajes cortos escritos. Permite enviar mensajes escritos con hasta 160 caracteres para otros móviles. La recepción está siempre activada (sin embargo pueden existir terminales antiguos, de la primera fase del GSM, que no permiten ni la lectura ni el envío), siendo necesario contactar previamente el operador y definir el número del centro de envío de los SMS para poderse enviar SMS desde el terminal. Cada mensaje enviado es más barato que una llamada telefónica.
- **Fax/Modem:** Algunos móviles están equipados para recibir y enviar faxes y funcionar como "modems" para ordenadores. Se puede transmitir información a un ordenador portátil si se conecta el terminal a una tarjeta PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association).
- **Dual Band:** Si la red del operador y el teléfono móvil están equipados para utilizar esta función, el utilizador podrá disfrutar de una mejor calidad de voz y cobertura de red. Los teléfonos con esta característica permiten al teléfono utilizar las frecuencias de la banda de los 900Mhz y de los 1800Mhz. Los móviles "uni-banda" tan solo utilizan la banda de los 900Mhz. Para acceder a la red de Amena es necesario un móvil con esta característica.
- **Roaming:** Es un acuerdo establecido entre operadores de países diferentes que posibilita el uso del teléfono móvil en redes de países extranjeros. El coste es dividido: quien llama paga como si estuviese haciendo una llamada normal a otro móvil; quien recibe paga un valor añadido, establecido por el operador.
- **WAP:** Tecnología que permite el acceso a servicios de Internet, entre los que se encuentran: el acceso al e-mail, operaciones bancarias, el tiempo, horarios, compra de tickets, etc. Es necesario que el terminal esté equipado con esta tecnología.
- **Difusión celular:** Los operadores poseen diversos canales de información noticiosa, que llega al móvil a través de mensajes SMS.
- **Reconocimiento de celda:** Permite saber la célula que el terminal está utilizando y, de ese modo, el indicativo telefónico y la área geográfica en la que el utilizador está.

Modalidades de pago

Los operadores nacionales poseen tres tipos de adhesión, permitiendo que el cliente elija la que más le conviene. También existen diferencias dentro de los planes de tarifas, cuando las llamadas son hechas durante la mañana, tarde, noche y fines de semana.

- **Contrato mensual:** el cliente paga un costo mensual fijo, que puede o no revertir en llamadas, y paga las llamadas que efectúa. El precio de los telefonemas realizados suele ser más bajo y existen más servicios, comparando con las otras opciones. Es un plan ventajoso para quienes efectúan muchas llamadas, ya que los costos por minuto son inferiores. El pago es efectuado tras la recepción de la factura de cada mes por correo.
- **Tarjeta prepago:** no hace falta pagar una suscripción mensual, pero los precios de las llamadas son superiores a los de los contratos. Es posible cargar las tarjetas en cajeros automáticos, comprando tarjetas de recarga o llamando a los servicios de recarga de los operadores. La frecuencia y el valor de los cargamentos son variables, pudiendo ser obligatorio recargar periódicamente la tarjeta. Los cargamentos son acumulativos.
- **Paquetes de minutos:** se paga una mensualidad que varía en función del número de minutos que el cliente prevé gastar en un mes. Si el cliente excede ese tiempo de conversación, paga los minutos adicionales.

Seguridad

Además del PIN y del PUK, que imposibilitan el uso de la tarjeta SIM por quien no conozca el código, los operadores utilizan otras formas de seguridad. Para asegurar que un móvil robado no sea utilizado en su red, cada terminal posee un número de identificación único, denominado de IMEI.

Cuando un móvil se conecta a la red, el operador verifica si el aparato es robado, verificando el IMEI en una base de datos. Puede existir además el PIN2, que es utilizado para acceder a funciones específicas de seguridad.

Finalmente, si un teléfono móvil ha sido subsidiado por el operador (vendido por un precio inferior al costo, con el utilizador pagando a través del uso del móvil y su fidelidad al operador) existen bloqueos que lo impiden de ser utilizado con otro SIM o por otro operador. De esta manera, el operador asegura que el costo total del móvil será pago por el utilizador, ya que este solo puede utilizarlo dentro de su red. El operador posee el código para desbloquear el terminal, pudiendo cederlo, tras el período de tiempo necesario para que el utilizador acabe por pagar el móvil.

SMS - El Sistema de Mensajes de Texto

El SMS (Short Messages Service) es una de las funciones normalmente disponibles en los teléfonos móviles de tecnología digital (como el GSM en Europa). Su uso consiste en la posibilidad de enviar mensajes cortos de texto (letras, números o alfanuméricos, una mezcla de ambos). Hasta 160 caracteres pueden ser enviados en cada mensaje. Cada operadora nacional ofrece este sistema con el servicio básico del contrato o tarjeta prepago, permitiéndonos saber cuando alguien nos deja un mensaje de voz en nuestra caja de correo o ofreciéndonos la posibilidad de enviarnos mensajes personalizados a otros móviles.

Forma de funcionamiento

Tras el envío de un mensaje, este no sigue directamente para el destinatario sino para un centro de mensajes, que lo almacena y envía posteriormente. Este centro hace también la cobranza posterior del servicio. El centro de mensajes reencamina después el mensaje para el destinatario, cuando el móvil esté ligado a la red. De esta manera y al contrario de los servicios de "pager" es posible tener la certeza que el mensaje llegó a su destino, porque el centro de mensajes puede notificar al remitente caso la operación falle.

Mientras que la voz, faxes y Internet son enviados por un canal de radio, los mensajes son enviados utilizando una otra frecuencia. Esto garantiza que, en caso de existir una sobrecarga de utilización de red (que provoca que los utilizadores no consigan línea para telefonar), los utilizadores del SMS poco serán afectados.

IMEI - El sistema de identificación de móviles

Definición: Todos los teléfonos móviles GSM poseen un código denominado de IMEI (International Mobile Equipment Identity), el cual permite la identificación del terminal dentro de la red. El IMEI consiste en un código de 15 números, el cual es transmitido cuando el teléfono móvil se conecta a la red. La operadora puede entonces verificar el estado del terminal, dentro de una base de datos, denominada de EIR (Equipment ID Register), dentro de la cual existen dos listas especiales. El EIR determina si el teléfono móvil se puede ligar a la red y hacer / recibir llamadas.

- Si el IMEI se encuentra en esta lista dentro del EIR la operadora puede haber hecho dos cosas:
- Colocó el código del terminal en la lista "gris". Todavía es posible utilizar el teléfono móvil, pero este puede ser monitorizado para descubrir la identidad del utilizador (a través de la información de las tarjetas SIM)
- Bloqueó completamente el uso del teléfono móvil en la red (la denominada lista "negra"). El terminal no puede ser utilizado en cualquier red donde este listado en el EIR.

Estructura IMEI

Un código IMEI se encuentra dividido en cuatro partes.

En el ejemplo de un IMEI nº 494905 33 095674 0 sería:

1) **494905** Type Approval Code (TAC). Los primeros dos números indican el país.

2) **33** Final Assembly Code (FAC). Indica el fabricante.

01, 02	AEG
07, 40	Motorola
10, 20	Nokia
35	Mitsubishi Trium
30	Ericsson
40, 41, 44, 52	Siemens
47	Opción Internacional
50	Bosch
51	Sony, Siemens, Ericsson
60	Alcatel
70	Sagem
75	Dancoer
80	Phillips
85	Panasonic

3) **095674** Número de serie del teléfono móvil.

4) **0** Número adicional, de reserva.

Baterías

Las baterías son los componentes de los teléfonos móviles que dan más problemas. Duran poco, es necesario cargarlas varias veces por semana, acaban exactamente en los momentos más necesarios, no se pueden cargar a medias y cuanto más las usamos menos duran. Pero, ¿cómo funcionan las baterías y porque dan tantos problemas?

Definición: Esencialmente, una batería es un recipiente de químicos que transmite electrones. Es una maquina electro-química, o sea, una maquina que crea electricidad a través de reacciones químicas.

Las baterías tienen dos polos, uno positivo(+) y otro negativo(-). Los electrones (de carga negativa) corren del polo negativo hacia el polo positivo, o sea, son recogidos por el polo positivo. A no ser que los electrones corran del polo negativo hacia el polo positivo, la reacción química no ocurre. Esto significa que la electricidad solo es generada cuando se le liga una carga, como un teléfono móvil ligado, y que la batería casi no se gasta si guardada en un cajón.

Las primeras baterías

La primera batería fue creada en 1800 por Alessandro Volta. Para tal, Volta construyó una pila con capas alternadas de Zinc, cartulina embebida en agua salada y plata. Este conjunto quedó conocido como la «pila voltaica».

En el siglo XIX, antes de la invención del generador eléctrico (que no fue perfeccionado antes de 1870), la célula Daniell era muy usada. La célula Daniell usaba líquidos como electrolitos (era una pila mojada), y usaba placas de cobre e zinc.

Las pilas modernas son generalmente pilas secas (usan sólidos como electrolitos) y pueden basarse en una gama muy variada de químicos.

Para los teléfonos móviles, existen tres tipos comunes de baterías: las NiCd, las NiMH y las de Litio.

NiCd

Las baterías de Níquel y Cadmio (NiCd) son unas de las baterías para teléfonos móviles más comunes en el mercado. En estas baterías, el polo positivo y el polo negativo se encuentran en el mismo recipiente, el polo positivo es cubierto con hidróxido de Níquel y el polo negativo es cubierto de material sensible al Cadmio. Son ambos aislados por un separador.

Las baterías NiCd van perdiendo su tiempo de vida. De cada vez que son recargadas, el período entre los cargamentos se va acortando. El voltaje del NiCd tiende a caer abruptamente, quedando descargadas de un momento para otro después de un período considerable de utilización.

NiMH

Las baterías de Níquel metal hidrido (NiMH), que usan Hidrógeno en su proceso de producción de energía, han nacido en los años 70 de las manos del químico Stanford Ovshinsky, pero solo recientemente fueron redescubiertas para los teléfonos móviles. La inusual tecnología de las NiMH permite el almacenamiento de mucho más energía. Típicamente, consigue almacenar alrededor de 30% más energía que una NiCd de idéntico tamaño, aunque algunos digan que este número está subestimado. Estas baterías tampoco usan metales tóxicos, por lo que se consideran amigas del ambiente.

Muchas de estas baterías son hechas con metales como el Titanio, el Zirconio, el Vanadio, el Níquel y el Cromo, y algunas empresas japonesas han experimentado, incluso, otros metales como el raro Lantano.

Este detalle torna las baterías NiMH mucho más caras que las NiCd.

Litio

Las baterías basándose en iones de Litio son las baterías más recientes en el mercado de los teléfonos móviles. Consiguen un almacenamiento muy superior de energía, aumentando considerablemente el tiempo de acción del teléfono móvil. Son también muy leves, pesando cerca de la mitad de una NiCd equivalente.

A pesar del precio elevado las ventajas de las baterías de Litio las han popularizado y han hecho que se tornen equipos de serie para muchos modelos de teléfonos móviles.

La medida estándar para la capacidad de una batería (mAh)

La medida estándar para la capacidad de una batería recargable es el miliAmper/hora (mAh). Esto significa que si la corriente eléctrica producida por una batería es 1 mAh, habrá producido un milésimo de amper en una hora. Las baterías normales de NiCd comportan entre 500 e 650 mAh, pero hay baterías que permiten llegar de los 1200 a los 1500 mAh. Son, no obstante, mayores, más pesadas y más caras.

Ciclos Carga / Descarga

Los ciclos carga / descarga definen la vida funcional de las baterías. A medida que una batería es recargada y descargada, su capacidad sufre alteraciones y tras un cierto número de ciclos, la batería pierde la validez y no consigue completar con suceso las reacciones químicas.

Una batería NiMH normal se gasta al final de 400 a 700 ciclos, en cuanto que una NiCd, si bien utilizada, puede durar varios millares de ciclos. General Electric testó baterías NiCd para los satélites y consiguió baterías capaces de trabajar durante 17 años y 70 000 ciclos. No obstante, las baterías NiCd para teléfonos móviles no llegan cerca de estos valores, ya que la concentración de los productos químicos para que adquieran grandes capacidades de energía lleva a la disminución dramática de los ciclos, que pueden reducirse a algunas centenas.

Cuanto a las baterías de Litio, duran entre 150 y 300 ciclos.

Por otro lado, las recargas de las baterías NiMH y Litio tardan mucho más tiempo que las de las baterías NiCd.

El Efecto de Memoria

El efecto de memoria es famoso por su inconveniencia. En las baterías de NiCd los procesos de carga deben ser realizados con cuidado. Típicamente, si la batería es recargada aún conteniendo 30% de carga, pasará a conseguir usar apenas los restantes 70% de capacidad. Si es recargada con 60%, la capacidad queda reducida a 40%. ¿Por qué sucede esto?

En una batería de NiCd, los elementos activos, Níquel y Cadmio, existen en forma de cristales. Cuando las baterías son recargadas antes de descargadas totalmente, ocurre el efecto de memoria y los cristales crecen y se acumulan en formaciones, haciendo que la batería pierda gradualmente su capacidad. Rigurosamente no es el efecto de memoria (que vuelve los cristales mayores), pero sí el efecto de cristalización (que produce acumulaciones de cristales) el verdadero problema de las baterías. En estado de degradación adelantados, las formaciones de cristales pueden hasta romper el separador aislante provocando niveles altos de auto-descarga o un cortocircuito.

En realidad, el problema no es tan preocupante. No es necesaria una disciplina férrea y solo recargar la batería cuando está totalmente descargada. Normalmente, basta que la primera carga sea larga (alrededor de 15 horas) y que la batería sea entonces completamente descargada.

Después debe recargarse la batería totalmente por lo menos una vez por semana. Esta operación deberá bastar para mantener los cristales en actividad y no permitirles crear formaciones.

Las baterías de NiMH y de Litio no tienen problemas de cristalización, luego, no sufren con el efecto de memoria.

Auto-descarga

Las baterías sufren también de un efecto de auto-descarga, o sea, pierden alguna energía cuando no son utilizadas. Por lo general, las baterías no consiguen mantener toda la energía que contienen. Una batería de NiCd puede perder cerca de 10% de la energía en las primeras 24 horas (aunque continúe a perder apenas 10% por mes), y las baterías de NiMH tienen una tasa de auto-descarga todavía mayor, debido a los átomos de Hidrógeno en fuga. Si la auto-descarga es muy alta la batería puede estar dañada. Uno de los problemas puede ser un separador dañado, lo que es irreparable. Normalmente, una batería con una tasa de auto-descarga superior a 30% al día deberá ser reciclada.

Exceso de Carga

La carga en exceso puede también ser perjudicial. Las baterías deben ser cargadas apenas lo necesario, especialmente las baterías de NiMH. Una carga de una noche cuando apenas algunas horas bastarían, puede encurtar considerablemente la vida de una batería. Según Jerry Wiles, de Batteries Plus, «hay más baterías estropeadas por exceso de carga que por abusos de otro orden».

El Futuro de las Baterías

La tecnología de las baterías es una tecnología complicada y cara y esa es una de las razones por las cuales su precio no ha decrecido como el precio de otros componentes. El futuro de las baterías podrá pasar por el uso de polímeros, o de micro-células de metanol que aumentarían la capacidad de las baterías en alrededor de 50 veces. Por otro lado, algunas entidades están desarrollando chips capaces de disminuir considerablemente las necesidades de energía de los teléfonos móviles.

Lo que ya existe

De hecho, las baterías de polímeros de Litio ya son una realidad. Utilizadas inicialmente por Ericsson y ahora difundidas por los demás fabricantes, son muy semejantes a las baterías de Litio ya conocidas, siendo la flexibilidad su principal ventaja, prometiendo revolucionar no apenas el mercado de las baterías sino también el diseño futuro de los teléfonos móviles, ya que estas nuevas "perlas" moldeables podrán ser producidas en laminas

con el espesor de un milímetro, lo que se traducirá posiblemente en teléfonos móviles con un diseño más vanguardista. Poseen además un ciclo de carga / descarga superior a su congénere rígida, o sea menos espacio, menos peso y más autonomía.

Nuevas baterías (baterías de alcohol)

Los investigadores de Motorola Labs han adelantado más una etapa en el desarrollo de una nueva tecnología de baterías. Han construido y presentado en la Power 2000 Conference en San Diego un prototipo de una micro batería apta a producir energía a partir del metanol, también designado de alcohol. El funcionamiento consiste en la mezcla de oxígeno y metanol dentro de un envoltorio cerámico, que genera energía a la temperatura ambiente. El objetivo es crear una batería pequeña y barata, con una autonomía muy superior a la de las baterías de Litio, y que en el futuro pueda por ejemplo alimentar un móvil durante un mes. Fue testada durante varias semanas sin que presentase señales de degradación relevantes. Pero esta tecnología no se quedará por los teléfonos móviles, todo que sea portátil podrá un día ser aún más pequeño y fácilmente transportable.

“SERVICIOS DE TELEFONIA EN MEXICO”

Para conocer los servicios de telefonía celular es necesario saber los planes y tarifas de las compañías de telefonía celular y satelital, los requisitos que debe cumplir al contratar, las opciones de servicio y precio que se puede encontrar en México.

La información de los planes incluidos se recopiló durante el mes de abril del año 2000, por lo que posiblemente al publicarse los datos, por ejemplo las tarifas, no sean los mismos, pero le servirán como referencia.

¿Sistema análogo o digital?

En este tipo de telefonía existen dos modalidades de comunicación: celular y satelital. En el caso de la telefonía celular funcionan dos sistemas: el análogo y el digital.

El sistema análogo fue el primero que se ofreció en el mercado de la telefonía celular por las compañías **Iusacell** y **Telcel** (inicia operaciones en nuestro país en el año de 1984). Posteriormente, con el avance de la tecnología se ha dado la transición al sistema digital, que ya brindan todas las compañías de telefonía celular en México, lo cual redundará en una mayor disponibilidad y eficiencia de los servicios que ofrecen.

Una de las características del sistema análogo es que las llamadas realizadas salen una por una, por lo cual el sistema se satura con mucha facilidad, sobre todo en horas de mucha demanda o afluencia de llamadas, además la transmisión de mensajes escritos es imposible, y las llamadas sufren frecuentes «caídas» o interrupciones.

En el sistema digital las llamadas se realizan con mayor eficiencia, pues una sola central puede atender simultáneamente varias llamadas, por lo que el servicio resulta altamente confiable. Otras ventajas son, por ejemplo, que puede recibir mensajes escritos, la recepción de la conversación es muy clara y prácticamente no existen interrupciones, como en el sistema análogo, además de que la conexión es muy rápida.

Dados los avances en telefonía es recomendable adquirir el sistema digital, para no quedarse fuera de las modernas formas de comunicación celular.

Las compañías de telefonía celular ofrecen la modalidad de contratación por mensualidades o tarifario.

Ventajas de la tecnología digital:

- Mejor calidad de voz
- Precios más bajos
- Menor número de llamadas caídas o interrumpidas
- Seguridad y privacidad totales en cada llamada
- Posibilidad de transmitir simultáneamente voz (datos) e imágenes (Internet)

Las compañías de telefonía celular que operan en México son básicamente tres: **Telcel, Iusacell y Pegaso.**

Requisitos de contratación

Existen dos variantes de contratación de telefonía celular, el sistema tarifario (por contrato) y el sistema de prepago (uso de tarjetas).

Para contratar un sistema tarifario las compañías, tanto celulares como satelitales, solicitan requisitos como comprobante de domicilio y de ingresos, identificación oficial y un depósito que varía dependiendo del plan que desee contratar, sin embargo, si usted cuenta con tarjeta de crédito no deberá realizar dicho depósito.

Para contratar el sistema de prepago sólo hay que adquirir el aparato y las tarjetas prepagadas con caducidad de dos meses. Las tres compañías ofrecen ambos sistemas.

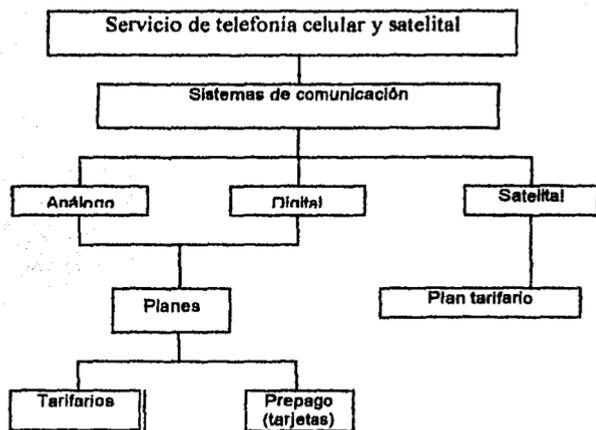


Figura 8-4: Esquema de telefonía celular y modalidades de acceso

Planes por contrato

Las compañías de telefonía celular ofrecen la modalidad de contratación por mensualidades o tarifario.

Esta modalidad ofrece al cliente un servicio continuo por el que se debe pagar una renta mensual que depende del plan contratado, es decir, el cliente se obliga a cubrir un plazo determinado de mensualidades forzosas que deberán ser cubiertas en su totalidad, si no quiere que le sean aplicados los cargos por cancelación que varían según el plan contratado y el número de meses restantes (véase cuadro referente a cargos por cancelación).

Tarifas

Las compañías ofrecen diversos planes con la finalidad de satisfacer las necesidades de los consumidores. En general, a mayor número de minutos incluidos, mayor es el pago de renta mensual y menor la tarifa por minuto adicional que se cobra y viceversa.

En cuanto a las llamadas locales, todas las compañías cobran exclusivamente las de salida; sólo en el caso de las llamadas de larga distancia cobran tanto las de entrada como las de salida.

En el caso de llamadas locales recibidas, el sistema «el que llama paga», que opera desde el 1º de mayo de 1999, ofrece al usuario que recibe llamadas a su teléfono celular el beneficio de que éstas no le serán cobradas, ya que la persona que hace la llamada es quien paga por ella, marcando el prefijo 044 asociado al número del teléfono móvil.

Sin embargo, aquellos que deseen continuar con la modalidad 'El que recibe paga' deberán manifestarlo a su operador telefónico» (COFETEL).

La tarifa de las llamadas realizadas de un teléfono celular a un teléfono fijo las cobra totalmente **Telmex**, a razón de \$ 2.50 por minuto, de los cuales pagará a las compañías de telefonía celular \$ 1.90. Esta tarifa es independiente del cargo por servicio medido cobrado por cada llamada que **Telmex** incluirá en su recibo telefónico; asimismo, en el caso de las tarjetas **Ladatel** que operan en teléfonos públicos, el costo por minuto o fracción para cada llamada a teléfono celular es de \$ 4.00.

Cabe señalar que si usted tiene un teléfono análogo, el servicio seguirá vigente, sin embargo, las compañías ya no lo ofrecen en sus planes. Por ello, si usted va a adquirir un equipo de telefonía celular por primera vez procure elegir uno de sistema digital.

Tarifa por minuto según los planes que ofrecen las compañías de telefonía celular			
Compañía	Planes que ofrece		Tarifa por minuto adicional*
Iusacell	Digitales	Contacto	\$ 2.57
		ITT Digital	\$ 2.75 (0 - 50 min.)
			\$ 2.35 (51 - 100 min.)
			\$ 1.35 (más de 100 min.)
		Nuevo Milenio	\$ 2.90 (0 - 20 min.)
			\$ 2.60 (21 - 40 min.)
			\$ 2.35 (más de 40 min.)
		Milenio Alfa	\$ 2.60 (0 - 20 min.)
			\$ 2.35 (21 - 40 min.)
			\$ 2.10 (más de 40 min.)
		Milenio Beta	\$ 2.30 (0 - 20 min.)
			\$ 2.10 (21 - 40 min.)
			\$ 1.90 (más de 40 min.)
		Milenio Gamma	\$ 1.80 (0 - 50 min.)
			\$ 1.65 (51 - 100 min.)
\$ 1.50 (más de 100 min.)			
Milenio Delta	\$ 1.65 (0 - 50 min.)		
	\$ 1.50 (51 - 100 min.)		
	\$ 1.35 (más de 100 min.)		
Telcel	Análogos	Tarjeta Viva	\$ 4.35
		Estándar	\$ 2.48
			\$ 2.94 (1 a 200 min.)
			\$ 2.25 (201 a 400 min.)
			\$ 2.09 (401 a 600 min.)
		Seguridad	\$ 1.82 (601 en adelante)
			\$ 3.94
			\$ 2.35
		Práctico	\$ 2.52
			\$ 2.45
			\$ 2.20
		Premier	\$ 1.95
			\$ 2.45
			\$ 3.40
		Funcional	\$ 2.45
\$ 2.20			
\$ 1.95			
Dinámico	\$ 1.95		
	\$ 2.20		
	\$ 3.40		
Master	\$ 1.95		
	\$ 2.20		
	\$ 3.40		
Protección Digital	\$ 1.95		
	\$ 2.20		
	\$ 3.40		

Tarifas por minuto según los planes que ofrecen las compañías de telefonía celular			
Compañía	Planes que ofrece		Tarifa por minuto adicional*
		Clásico	
		Digital 90	\$ 2.57
		Junior	\$ 2.30
		Integral	\$ 2.00
		Digital 300	\$ 1.80
		Global	\$ 1.80
		Digital 700	\$ 1.70
		Oro	\$ 1.40
		Diamante	\$ 1.55
		(Tarjeta) Amigo Kit	\$ 1.35
		Pegaso 100	\$ 4.35
Pegaso	100 % Digitales	Pegaso 300	\$ 2.50
		Pegaso 500	\$ 1.95
		Pegaso 900	\$ 1.70
		Tarjeta (Pegaso)	\$ 1.40
		Tarjeta (Pegaso)	\$ 5.00

Figura 8-5: Tabla de tarifas por minutos

En la figura 8-6 se presentan los planes que tienen la mayor cantidad de minutos incluidos.

Compañía	Sistema	Plan	Tarifa por minuto*	Renta mensual	Plazo forzoso	Minutos incluidos	Cargos por cancelación
Iusacell	Digital	Milenio Delta	\$ 1.65	\$ 1,599.00	18 meses	1000	Variable
Telcel	Digital	Diamante	\$ 1.35	\$ 1,536.00	18 meses	950	5 rentas
Pegaso	Digital	Pegaso 900	\$ 1.40	\$ 1,500.00	N/A	900	N/A
Telcel	Digital	Digital 700	\$ 1.40	\$ 1,329.00	18 meses	700	5 rentas
Telcel	Digital	Oro	\$ 1.55	\$ 1,099.00	18 meses	580	5 rentas
Telcel	Digital	Digital 700	\$ 1.40	\$ 1,329.00	18 meses	700	5 rentas

N/A: No aplica.

Precios más IVA.

Fuente: Dirección de Mercadotecnia Social, General de Investigación y Divulgación, PROFECO

Figura 8-6: Tabla de Planes por contrato de minutos incluidos más altos

Compañía	Sistema	Plan	Tarifa por minuto*	Renta mensual	Plazo Forzoso	Minutos incluidos	Cargos por cancelación
Telcel	Digital	Protección Digital	\$3.40	\$159.00	18 meses	15	16 rentas
Telcel	Análogo	Estándar	\$2.48	\$289.00	18 meses	30	14 rentas
Telcel	Digital	Clásico	\$2.57	\$240.00	18 meses	50	*20 rentas
Iusacell	Digital	Contacto	\$2.57	\$279.00	24 meses	60	Variable
Telcel	Digital	Digital 90	\$2.30	\$329.00	18 meses	90	14 rentas

N/A: No aplica.

* Precios más IVA.

Fuente: Dirección de Mercadotecnia Social

Coordinación General de Investigación y Divulgación, PROFECO.

Figura 8-7: Tabla de Planes por contrato de minutos incluidos más bajos

Cargos por cancelación

Una de las situaciones que puede presentarse y que suele provocar sorpresa a los consumidores es el **cargo por cancelación**.

La mayoría de las compañías establecen cargos por cancelación en caso de que el consumidor dé por finalizado su contrato antes de que éste llegue a su término. El monto de

estos cargos varía de una compañía a otra, así como los criterios de aplicación. Esta cantidad por lo regular se determina de acuerdo con el número de meses restantes para el cumplimiento del contrato.

En este sentido, **Pegaso** es la única compañía que no establece cargos debido a que sus planes no están sujetos a un plazo forzoso.

En el caso de **Iusacell**, el porcentaje depende del mes en que el usuario decida cancelar, por ejemplo, si contrató un plan de 18 meses y decide cancelar entre el décimo y el doceavo mes, el porcentaje será del 60 por ciento sobre el monto total más IVA.

En **Telecel**, además de liquidar los cargos por cancelación, deberá devolver el equipo, mientras que en **Iusacell**, el aparato pasa a ser propiedad del usuario.

Sistema de prepago (tarjeta)

Otra opción que ofrecen las compañías de telefonía celular es el pago anticipado, en el cual el consumidor debe adquirir el equipo de su preferencia y las respectivas tarjetas, las cuales se comercializan en diversas denominaciones. La ventaja principal de este sistema es que no es forzoso contratar un plazo determinado, ya que cada persona elige el monto económico y el tiempo requerido de uso; este sistema es conveniente para personas que sólo quieren estar localizables, pero que no necesitan realizar demasiadas llamadas, ni por tiempo prolongado; es necesario hacer notar que en este sistema las tarifas por minuto están por arriba de las ofrecidas en los planes por contrato.

Tarifas bajo el sistema de prepago	
	Tarifas por minuto*
Iusacell (Viva)	\$ 4.35
Pegaso**	\$ 5.00
Telcel (Amigo Kit)	\$ 4.35

Precios más IVA.

** Pegaso: En el sistema de tarjeta o prepago, las llamadas menores de 20 segundos tienen un cargo fijo de \$ 1.67 más IVA.

Figura 8-8: Tabla de Tarifas de sistema prepago

Monto de las tarjetas de prepago

La tarjeta de prepago de menor costo es la de \$ 100.00 y la ofrecen las compañías Iusacell, Telcel y Pegaso. A su vez, el monto máximo es de \$ 500.00, ofrecido por las primeras dos compañías señaladas.

Sin importar si el usuario contrata un plan o se encuentra en el sistema de prepago, las tres compañías iniciarán el cobro de llamadas desde el momento en que le contestan.

Monto de tarjeta telefónica	Iusacell (Viva)	Telcel (Amigo Kit)	Pegaso
\$ 100.00			
\$ 150.00	*		
\$ 200.00			
\$ 250.00	*		
\$ 500.00	*		

* Iusacell otorga descuento en la adquisición de estas tarjetas, además de ofrecerlas en promociones de prepago digital

Figura 8-9: Tabla de monto de tarjetas telefónicas

Cobertura

En la República Mexicana las regiones celulares están divididas en nueve.

Telcel ofrece cobertura en las nueve regiones celulares del país, los Estados Unidos y Canadá; en el caso de **Iusacell**, que ofrece el mismo servicio, lo hace con cobertura propia o de otras empresas.

Pegaso tiene cobertura solamente en parte de la región 9, así como en las ciudades de Tijuana, Monterrey y Guadalajara.

Es importante aclarar que para usar los sistemas celulares existen restricciones geográficas, como los tramos carreteros y lugares cercanos a montes o cerros; y/o físicas, como edificios, elevadores, puentes, etcétera, que no permiten la transmisión de las ondas propias de las comunicaciones telefónicas, por lo que para realizar una conexión efectiva deberá procurar que sus llamadas salgan desde áreas con menor interferencia, como en la calle, el automóvil y, en su caso, cerca de ventanas y balcones si se encuentra en un edificio.

Servicios adicionales

Al contratar un plan, las compañías ofrecen diversos servicios adicionales al consumidor. De las compañías **Iusacell**, **Telcel** y **Pegaso** sobresalen los siguientes:

- Identificador de llamadas
- Transferencia de llamadas
- Correo de voz
- Llamada en espera
- Conferencia tripartita
- Mensajes escritos
- Consulta de saldos
- Seguro contra robo de celular (con violencia)

Estos servicios y sus precios varían según el plan seleccionado, es decir, en algunos sólo se cobra el tiempo aire y en otros un cargo adicional.

Con respecto al sistema de prepago, los servicios adicionales están más limitados por las empresas **Telcel** y **Pegaso**, ya que solamente ofrecen identificador de llamadas, Rescatel básico y transferencia de llamadas sin costo.

Iusacell es la empresa que ofrece la gama más variada de servicios adicionales e integrados, como guía de entretenimiento, recibo desglosado, servicio especial de taxi, asistencia médica, servicios para viajes, entre otros.

En el caso del servicio de identificación de llamadas, éste le permite al usuario saber quién y de dónde le llaman; en el caso específico de las largas distancias tiene la posibilidad de contestar o no, lo que significa una medida de ahorro.

Larga distancia de un teléfono celular

Si usted desea utilizar el servicio de larga distancia en su teléfono celular, solamente las compañías **Telcel** y **Iusacell** lo ofrecen como tal, ya que **Nextel** sólo cubre las regiones mencionadas, mientras que **Globalstar** cubre estas llamadas, en áreas de difícil acceso, a través de la modalidad satelital y en las ciudades se conecta la red celular contratada.

Para el caso de **Telcel** usted tendrá que pagar el tiempo aire de su celular y la larga distancia que aplica Telmex.

Telcel ofrece un sistema para las personas que viajan al extranjero, como es el caso de Europa, que por supuesto tiene un costo adicional. Para mayor información deberá consultar cualquier centro de atención a clientes.

Si usted contrata con **Iusacell** puede utilizar el servicio de roaming internacional, mediante el cual podrá realizar llamadas a E. U. y Canadá como si fueran llamadas locales o, en su caso, para comunicarse usando su tarjeta de prepago, puede acceder con costo al sistema de servicio a clientes y convertir los minutos de su tarjeta en minutos larga distancia; la

diferencia es que los minutos «normales» valen a razón de \$ 4.35 por cada uno, mientras que los de larga distancia \$ 5.50, en ambos casos usted deberá agregar el IVA.

Servicios de comunicación especial

Además del servicio de telefonía celular existen dos compañías más que ofrecen servicios de comunicación especializada, cuya característica primordial es la de establecer contacto, ya sea como herramienta de comunicación para las empresas que operan con o sin equipos móviles de trabajo, en el caso de Nextel, o en áreas de difícil acceso como es el caso de Globalstar.

Nextel

Esta compañía, que opera en la industria de la comunicación digital integrada, llegó a México desde agosto de 1998 y ofrece en su red digital una herramienta que soluciona las necesidades de comunicación de cualquier empresa que opere con grupos móviles de trabajo.

Nextel forma parte de Nextel Communications Inc., con oficinas corporativas en Reston, Virginia, y es proveedor de comunicaciones inalámbricas integradas en el mundo y ha construido una red digital en E. U. que tiene cobertura en miles de comunidades de ese país.

Esta compañía ofrece en un mismo equipo los siguientes servicios:

- Conexión directa. Radio digital de dos vías que permite una conexión inmediata, proporciona el acceso a llamadas individuales o de grupo con sólo oprimir un botón, y otorga la posibilidad de elegir entre dos modalidades para realizar la llamada: auricular y altavoz.
- Acceso a la red telefónica para hacer y recibir llamadas a cualquier teléfono de México y del mundo. Ofrece la opción de llamada en espera, directorio hasta para 100 miembros e indicador de correo de voz.
- Ofrece además el servicio de recepción de mensajes de hasta 140 caracteres en la pantalla del equipo, en una o varias computadoras de su empresa, a través de la

instalación del software especializado, en la página de Internet (<http://www.nextel.com.mx>) y un centro de envío de mensajes con operadora.

Globalstar

En México, esta compañía inició sus operaciones el 15 de enero del 2000. Por sus características, este sistema de comunicación se recomienda para las regiones rurales, en las cuales no se cuenta con comunicación telefónica, personas que trabajan en la industria de la construcción, los que viajan constantemente por carretera y caminos aislados, en la ganadería, agricultura, petróleo, minería, reporteros, dependencias de gobierno, protección civil y rescate, escuelas rurales, entre otras.

En las ciudades, **Globalstar** funciona como teléfono celular, para lo cual el usuario deberá contratar este servicio, por ejemplo, con **Iusacell**. En las zonas fuera del área de cobertura o incomunicadas, el servicio funciona a través de la red satelital, con sólo desplegar la antena especial de la unidad de telefonía.

Si usted contrata los servicios de **Globalstar** y de **Iusacell** simultáneamente para acceder al servicio celular satelital, la facturación de los servicios llegarán a su hogar por separado.

En este sentido hay que tomar en cuenta que realmente la compañía **Globalstar** le proporciona el sistema de conexión satelital, mientras que la de red celular será facturada por otra compañía, por lo que el pago debe realizarse a las dos compañías.

Por supuesto, los equipos fijos y móviles deben ser adquiridos en **Globalstar**; los equipos móviles deberán ser instalados en el área que lo requiera, para lo cual no es necesaria una instalación especial.

Globalstar no maneja plazo forzoso, en su lugar ofrece paquetes tan flexibles en tiempo como el usuario requiera, pues se puede adquirir desde uno hasta un número indeterminado de meses.

Por las características del servicio que ofrecen estas dos compañías, el precio tanto de los equipos como de las tarifas puede resultar elevado; sin embargo, la cobertura del servicio de comunicación ofrecido y lo complejo de los enlaces lo convierte en un sistema especializado de comunicación, por lo que recomendamos que antes de contratar cualquiera de los servicios ofrecidos se informe y valore cuál cubre mejor sus necesidades.

Por sus características, en el caso de las compañías **Nextel** y **Globalstar** el cobro de cada llamada dará inicio desde el momento en el que se envía la llamada, es decir, desde que empieza a llamar.

Cobertura

Nextel cubre sin alcanzar sólo algunas de las ciudades de las regiones 9, 6 y 7. Globalstar cuenta con cobertura en prácticamente todo el mundo.

El sistema que usa se caracteriza porque en las ciudades funciona como teléfono celular, mientras que en las áreas de difícil acceso funciona como teléfono satelital, con el que se cubre casi la totalidad del globo a excepción de los polos, debido a que por las características geográficas de estas áreas no llegan las ondas.

El 24 de febrero del 2000, la COFETEL y PROFECO anunciaron que a los usuarios de telefonía celular se les bonificaría el 20 por ciento de su consumo por mal servicio, aplicable en los meses de abril y mayo.

Tales acciones serán llevadas a cabo especialmente por las compañías **Iusacell** y **Telcel**, y la compensación se aplicará a los usuarios de la denominada región 9, es decir, el área metropolitana de la ciudad de México y las zonas de los estados circunvecinos, tanto en la modalidad de contratos como en la de tarjetas de prepago, que concentra a 5'320,000 personas (70%) y afiliados 2'280,000 usuarios (30%).¹

Por ejemplo, un usuario que ocupa 100 minutos en sus llamadas tendrá derecho a 20 minutos adicionales durante abril y mayo.

Los consumidores que cuenten con un teléfono celular bajo la modalidad de tarjeta de prepago (70%) recibirán cinco minutos de tiempo aire como compensación, equivalente a \$ 25.00.

Las compensaciones no tomarán en cuenta a los usuarios de teléfonos fijos que han pagado llamadas frustradas a celulares.

Las autoridades verificarán próximamente los servicios en Monterrey, Tijuana y Guadalajara.

Marcas y modelos

Los aparatos que tienen mayor presencia en el mercado son **Nokia, Motorola, Qualcomm, Samsung y Ericsson**, los cuales presentan diversos modelos para que los consumidores elijan aquel que se ajuste mejor a sus posibilidades y necesidades.

Compañía	Sistema	Paquetes	Renta *	Minutos incluidos
Iusacell	Digital	ITT Digital	\$ 139.00	0
		Contacto	\$ 279.00	60
		Nuevo Milenio	\$ 379.00	120
		Milenio Alfa	\$ 449.00	180
		Milenio Beta	\$ 649.00	290
		Milenio Gamma	\$ 999.00	550
		Milenio Delta	\$ 1,599.00	1000
Telcel	Análogo	Estándar	\$ 289.00	30
		Práctico	\$ 362.00	100
		Premier	\$ 399.00	120
		Funcional	\$ 483.00	150
		Dinámico	\$ 749.00	240
		Master	\$ 918.00	300
		Digital	Protección digital	\$ 159.00
		Clásico	\$ 240.00	50
		Digital 90	\$ 329.00	90
		Junior	\$ 429.00	150
		Integral	\$ 539.00	190

CONTINUACIÓN

Compañía	Sistema	Paquetes	Renta*	Minutos incluidos
		Digital 300	\$ 669.00	300
		Global	\$ 950.00	500
		Digital 700	\$ 1,329.00	700
		Oro	\$ 1,099.00	580
		Diamante	\$ 1,536.00	950
Pegaso	100% Digital	Pegaso 100	\$ 300.00	100
		Pegaso 300	\$ 600.00	300
		Pegaso 500	\$ 900.00	500
		Pegaso 900	\$ 1,500.00	900

Nota:

Telcel: Todos los planes incluyen un teléfono, el cual estará sujeto a disponibilidad.

Pegaso: Requiere comprar el equipo. No existen pluzos forzosos

* Precios más IVA.

Figura 8-10: Tabla de Datos básicos de los servicios por contrato

Empresa	Sistemas	Paquetes	Plazo forzoso	Cargo** por cancelación (rentas)	
Iusacell	Digital	ITT Digital	18 meses	*	
		Contacto	24 meses	*	
		Nuevo Milenio	18 meses	*	
		Milenio Alfa	18 meses	*	
		Milenio Beta	18 meses	*	
		Milenio Gamma	18 meses	*	
		Milenio Delta	18 meses	*	
Telcel	Análogo	Estándar	18 meses	14 rentas	
		Práctico	18 meses	14 rentas	
		Premier	18 meses	10 rentas	
		Funcional	18 meses	10 rentas	
		Dinámico	18 meses	7 rentas	
		Master	12 meses	7 rentas	
		Óptimo	N/A	N/A	
		Seguridad	24 meses	20 rentas	
		Digital	Protección Digital	18 meses	16 rentas
			Clásico	18 meses	20 rentas
			Digital 90	18 meses	14 rentas
			Junior	18 meses	14 rentas
		Integral	18 meses	10 rentas	

CONTINUACION

Empresa	Sistemas	Paquetes	Plazo forzoso	Cargo** por cancelación (rentas)
		Digital 300	18 meses	10 rentas
		Global	18 meses	10 rentas
		Digital 700	18 meses	5 rentas
		Oro	18 meses	5 rentas
		Diamante	18 meses	5 rentas
Pegase	100% Digital	Pegase 100	N/A	N/A
		Pegase 300	N/A	N/A
		Pegase 500	N/A	N/A
		Pegase 900	N/A	N/A

* El porcentaje depende del mes en que el usuario decida cancelar.

** Cargos más IVA.

N/A: No aplica.

Figura 8-11: Tabla de Cargos por cancelación

Compañía	Planes que ofrece			Tarifa por minuto adicional*
Nextel	Digital	Nextípico	Acceso a la red telefónica	\$ 3.50
			Conexión directa	\$ 2.50
		Nexocontrol	Acceso a la red telefónica	\$ 2.57
			Conexión directa	\$ 1.90
		Nexopción	Acceso a la red telefónica	\$ 2.35
			Conexión directa	\$ 1.90
		Nexolásico	Acceso a la red telefónica	\$ 1.95
			Conexión directa	\$ 1.50
		Nexintegral	Acceso a la red telefónica	\$ 1.50
			Conexión directa	\$ 1.00
	Nextotal	Acceso a la red telefónica	\$ 1.00	
		Conexión directa	\$ 0.70	
Globalstar	Digital satelital	Universal		\$ 22.00
		Globalstar 50		\$ 20.00
		Globalstar 125		\$ 18.00
		Globalstar 200		\$ 17.00

Figura 8-12: tabla de Tarifas por minuto según los planes que ofrecen las compañías de comunicación especializada

Empresa	Sistemas	Paquetes	Plazo forzoso	Cargo por cancelación (Rentas)
Nextel	Digital	Nextípico	18 meses	Meses restantes
		Nexcontrol	18 meses	Meses restantes
		Nexopción	18 meses	Meses restantes
		Nexclásico	18 meses	Meses restantes
		Nexintegral	18 meses	Meses restantes
		Nextotal	18 meses	Meses restantes
Globalstar	Digital	Universal	N/A	N/A
		Globalstar 50	N/A	N/A
		Globalstar 125	N/A	N/A
		Globalstar 200	N/A	N/A

Precios más IVA.

N/A: No aplica.

Figura 8-13 Cargos por cancelación

Compañía	Sistemas	Paquetes			Renta
Nextel	Digital	Nextípico	Acceso a la red telefónica	\$ 295.00	30
			Conexión directa		50
		Nexcontrol	Acceso a la red telefónica	\$ 395.00	75
			Conexión directa		50
		Nexopción	Acceso a la red telefónica	\$ 495.00	150
			Conexión directa		200
		Nexlásico	Acceso a la red telefónica	\$ 595.00	300
			Conexión directa		200
	Nexintegral	Acceso a la red telefónica	\$ 995.00	600	
		Conexión directa		200	
	Nextotal	Acceso a la red telefónica	\$ 1,395.00	1000	
		Conexión directa		200	
Globalstar	Telefonía satelital digital	Universal		\$ 300.00	0
		Globalstar 50		\$ 1,100.00	50
		Globalstar 125		\$ 2,500.00	125
		Globalstar 200		\$ 3,600.00	200

Precios más IVA.

Nextel y Globalstar: Todos los equipos deben ser adquiridos por separado

Figura 8-14: Tabla de Datos básicos de los servicios por contrato

LA CALIDAD DE REDES DE TELEFONÍA MÓVIL (COFETEL)

La Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), informa sobre los resultados registrados durante el cuarto y quinto ejercicios de "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO EN REDES MÓVILES DE SERVICIO LOCAL PARA EL AÑO 2001", efectuados del 18 al 22 de junio en las ciudades de Puebla, Puebla y Nuevo Laredo, Tamaulipas; así como del 2 al 6 de julio en las ciudades de México, Distrito Federal y Mérida, Yucatán, con base en el calendario anual correspondiente que se difundió el 7 de mayo.

Ciudad	(1) Cobertura de Prueba (km ²)	Operador Móvil	Fecha de Evaluación	Primera Medición	Medición	(4) % Intentos de Llamadas No Completadas (Estándar Cofetel 5%)
				(2) Cobertura Garantizada (km ²)	(3) % Llamadas Caídas (Estándar Cofetel 6%)	
Puebla	395	Iusacell	Del 18 al 22 de junio	180	0.3	1.9
		Telcel		255	2.2	5.1
		Unefon		253	0.2	2.7
Nuevo Laredo	112	Cedotel	Del 18 al 22 de junio	112	0.7	2.7
		Pegaso		112	0.2	2.5

CONTINUACIÓN

Ciudad	(1) Cobertura de Prueba (km ²)	Operador Móvil	Fecha de Evaluación	Primera	Medición	(4) % Intentos de Llamadas No Completadas (Estándar Cofetel 5%)
				(2) Cobertura Garantizada (km ²)	(3) % Llamadas Caídas (Estándar Cofetel 6%)	
.	.	Telcel	.	91	0.6	2.8
México	930	Iusacell	Del 2 al 6 de julio	535	0.5	2.2
.	.	Pegaso	.	770	1.2	6.0
.	.	Telcel	.	863	1.7	5.1
.	.	Unefon	.	719	1.2	3.5
Mérida	184	Portatel	Del 2 al 6 de julio	165	3.2	14.9
.	.	Telcel	.	175	0.4	1.6

Los valores del cuadro anterior tienen una confianza del 95% y una precisión de $\pm 1\%$.

Figura 8-16: Tabla de la Evaluación de la calidad del servicio en redes móviles de servicio local para el año 2001

I. **Cobertura de Prueba (km²).** Área geográfica máxima de evaluación establecida por la Cofotel.

II. **Cobertura Garantizada (km²).** Área de cobertura de servicio garantizada por el operador móvil evaluado dentro de la Cobertura de Prueba. Cabe destacar que ciertos operadores ofrecen servicios más allá de la Cobertura de Prueba.

III. **% Llamadas Caldas.** Porcentaje de llamadas que una vez establecidas tuvieron la imposibilidad de continuar con la comunicación.

IV. **% Intentos de Llamadas No Completadas.** Porcentaje de intentos de llamadas en los cuales, habiéndose realizado adecuadamente el proceso de marcación respectivo, no se logra establecer la comunicación con el destino final en un tiempo menor a 12 segundos.

Estas mediciones forman parte de un programa que evalúa la calidad de los servicios que brindan las concesionarias de telefonía móvil (Bajacel, Cedetel, Iusacell, Movitel, Norcel, Pegaso, Portatel, Telcel y Unefon) en 19 ciudades del país, a efecto de promover una mejoría general en los mismos, así como fomentar la competencia entre los distintos concesionarios.

Es importante señalar que, de conformidad con las fechas de evaluación especificadas, se efectuará un segundo monitoreo en la ciudad de Puebla, Puebla, así como un primer monitoreo en la ciudad de Saltillo, Coahuila, del 8 al 12 de octubre. De igual manera, se efectuará una segunda evaluación en la ciudad de Mérida Yucatán y en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, del 22 al 26 de octubre del presente año.

Por otra parte, se informa que de acuerdo con el calendario previamente establecido, del 16 al 20 de julio se efectuó la primera medición en las ciudades de Culiacán, Sinaloa, y Morelia, Michoacán; y a partir del 30 de julio y hasta el 3 de agosto, se lleva a cabo la primera medición en Ciudad Juárez, Chihuahua, y Acapulco, Guerrero, cuyos resultados se darán a conocer el próximo 6 de septiembre.

Conclusiones

En este trabajo de tesis, se presenta una revisión de los sistemas personales y protocolos de comunicaciones en México, considerando sus principales características y evolución. En general, se han presentado las diversas tecnologías de servicios de comunicaciones inalámbricas, resaltando varios hechos importantes.

Los diferentes tipos de comunicación que existen, así como sus procesos básicos. El progreso que ha sufrido la estandarización de algunos sistemas, como la 3ª generación. El desafío que enfrenta la arquitectura de los sistemas de comunicaciones en México (las más importantes), dando sus principios básicos de operación: Servicios que ofrecen en cualquier lugar, calidad y tiempo.

Las compañías más importantes que ofrecen actualmente el servicio de telefonía celular en el país que son tres: Iusacell, Telcel y Pegaso (en la zona metropolitana de la ciudad de México y otras regiones del país). A su vez, Nextel y Globalstar ofrecen sus servicios en el país a través de los cuales se pueden contratar sistemas de comunicaciones entre grupos de trabajo, o la comunicación en algunos lugares de difícil acceso. Estas compañías señalan en el contrato las tarifas, área de cobertura, condiciones del servicio de minutos incluidos y modelos de teléfonos ofrecidos.

Existen dos formas mediante las cuales una persona puede tener acceso a un teléfono celular, por contrato o por tarjeta prepago.

Las primera es el sistema prepago permite controlar tiempo de uso (las compañías que ofrecen un mayor número de funciones elevan el precio del contrato).

La segunda son los planes por cobertura con mayor cantidad de minutos aire, reducen la tarifa por minuto, aunque el desembolso total es mas cuantioso.

Las compañías de telefonía celular y satelital brindan diferentes planes tarifarios. Por lo general, éstos dependen del número de minutos incluidos en la renta mensual; la tarifa de los minutos adicionales también es variable.

El cargo por cancelación del servicio es uno de los problemas más fuertes para los usuarios que contratan un servicio de telefonía celular, debido a que en ciertos casos llega a ser hasta por 18 e incluso 24 meses de renta, a cuyo monto se le agrega el impuesto IVA y en algunos casos la devolución del aparato telefónico.

Al comparar los servicios de un teléfono celular se debe tomar en cuenta sus necesidades de comunicación para determinar qué tipo de tecnología requiere: analógica (AMPS) ofrecida por Telcel, Iusacell, Cedetel, Norcel, Movitel, Bajacel y Portatel digitales, TDMA a 800 Mhz y a 1900 Mhz ofrecida por Telcel, y CDMA a 800 Mhz, tecnología que ofrecen Iusacell, Cedetel, Norcel, Movitel, Bajacel y Portatel, y CDMA a 1900 Mhz ofrecida por Iusacell, Pegaso y Unefon. Cabe destacar que la transmisión de señal en los teléfonos celulares presenta diferencias que pueden resultar determinantes para elegir un teléfono y la empresa que tenga dichos servicios.

La tecnología analógica está probada y es adecuada, pero implica un gasto mayor de energía comparada con la digital. Además su aplicación está limitada, pues no permite utilizar todos los servicios que las empresas de telefonía celular ofrecen y presentan poca capacidad de transmisión.

Por su parte, la tecnología digital ofrece de tres a 15 veces más capacidad de transmisión que la analógica, además de los siguientes servicios: identificador de llamadas, mensajes de texto, mensajes de voz, transmisión de fax y datos, conexión y navegación por Internet (sólo sí el proveedor de telefonía celular ofrece estos servicios), y mayor vida de la batería, entre otros.

Es muy probable que la información aportada no permita valorar en toda su dimensión todas las compañías que existen en nuestro país, ni los sistemas con todo detalle, pero espero que con este pequeño trabajo dar una reseña de lo que está ocurriendo y no hay que olvidar que en México, se está llevando una era de cambios, debido a que está llegando tecnología de primer mundo, por lo que es necesario tener un enfoque más objetivo de todo lo que está ocurriendo en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

Yoshiko Akaiwa
Introduction to digital mobile communication
A Wiley -interscience Publication
John Wiley & sons; inc 1997

José Manuel Huidoboro Moya
Todo sobre Comunicaciones
Editorial Paranifo 3ª edición

José Luis Adanero Palomo
Telecomunicaciones Móviles
Alfaomega 1995

Tesis: Diseño de sistemas de Telefonía Celular
Javier Huerta Trejo
Unam Junio 2001

<http://www.digitel.com.ve/02.html>
http://www.cienciadigital.net/noviembre2000/frame_moviles.html
<http://www.telefonos-moviles.com/articles/item.asp?ID=11>
http://194.140.40.110/itec/introd/introd_4.htm
<http://www.terra.cl/especial/ceulares/>
<http://www.icetel.go.cr/servicios/celular/normais.html>
www.revista.unam.mx/vol.2/num2/art3/
<http://www.saludytecnologia.com/articulos/99306825328297.html>
<http://www.gruposend.com/telefonía/cdma-faq.htm>
<http://www.telefonos-moviles.com/articles/item.asp?ID=6>
<http://www.cofetel.com>
<http://www.pegasopcs.com.mx>
<http://www.profeco.gob.mx>
http://www.satellite_today.mon
<http://www.itu.int>
<http://www.wapforum.org>
<http://www.telcel.com>
<http://www.globastar.com>
<http://www.cia.org>

GLOSARIO DE TESIS

TÉRMINOS TÉCNICOS

A
AACH: ACCESS ASIGNAMENT CHANNEL (CANAL DE ASIGNACION DE ACCESO)
ADPCM: ADAPTATIVE DIFFERENTIAL PULSE CODE MODULATION
AGCH: ACCESS GRANT CHANNEL (CANAL DE ACCESO GARANTIZADO)
AMPS: AMERICAN MOBILE PHONE SYSTEM
ANSI: INSTITUTO DE ESTANDARIZACION AMERICANA
ARIBIT: ASSOCIATION OF RADIO INDUSTRIES AND BUSINESSES
B
BC/SDM: BILLING CENTRE/SUBSCRIBER DATA MANAGEMENT
BCCH: BROADCAST CONTROL CHANNEL (CANAL DE DIFUSION)
BIT: BINARY DIGIT
BSC: CONTROLADOR DE ESTACION BASE
BSS: BASE STATION SUBSYSTEM (SUBSISTEMA DE ESTACION BASE)
C
CAP: CTM ACCESS PROFILE
CDMA: ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE CODIGO
CDR: DETAIL RECORDER
CEPT: CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES POSTES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS
COFTEL: COMISION FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES (MEXICO)
CP: CANAL DE CONTROL
CT: CORDLESS TELECOMMUNICATIONS
CTM: CORDLESS TELECOMMUNICATIONS MOBILITY
D
DECT: DIGITAL ENHANCED CORDLESS TELECOMMUNICATIONS
DMX: DISTRIBUTED MOBILE EXCHANGE

DSP: DIGITAL SIGNAL PROCESSOR (PROCESADOR DIGITAL DE SEÑALES)
DSRR: DIGITAL SHORT RANGE RADIO
DTE: EQUIPO TERMINADOR DE RED
DTI: DEPARTAMENT OF TRADE AND INDUSTRY (DEPARTAMENTO DE COMERCIO E INDUSTRIA DEL REINO UNIDO)
E
EIR: EQUIPAMENT ID REGISTER
E-MAIL: CORREO ELECTRONICO
EMX: ELECTRONIC MOBILE EXCHANGE
ERMES: EUROPEAN RADIO MESSAGE SYSTEM
E-TACS: EXTENDED TACS
ETSI: EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE
F
FACCH: FAST ASSOCIATED CONTROL CHANNEL (CANAL DE CONTROL ASOCIADO RAPIDO)
FCC: FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION
FDMA: FRECUENCY DIVISION MULTIPLE ACCESS
FFSK: FAST FRECUENCY SHIFT KEYING
FH: FERCUENCY HOPPING
G
GAP: GENERIC ACCESS PROFILE
GATEWAY: HARDWARE O SOFTWARE QUE TRADUCE 2 PROTOCOLOS DISTINTOS O NO COMPATIBLES
GMSC: GATEWAY MSC
GPRS: GENERAL PACKET RADIO SERVICE
GSM: GROUPE SPECIAL MOBILE
H
HLR: HOME LOCATION REGISTER
HSCSD: HIGH SPEED CIRCUIT SWITCHED DATA
HTML: HYPERTEXT MARKUP LANGUAGE
HTTP: HYPERTEXT TRANSPORT PROTOCOL

<i>I</i>
IETF: INTERNET ENGINEERING TASK FORCE
IMEI: INTERNATIONAL MOBILE EQUIPAMENT IDENTITY
ITA: INTERN TYPE APPROVAL
ITU: UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
IWF: INTERWORKING FUNCTIONS
<i>L</i>
LCH: LINEARIZATION CHANNEL (CANAL DE ALINACION)
LEOS: LOW EARTH ORBIT
Li-Ion: IONES DE LITIO
<i>M</i>
mAh: MILIAMPERE/HORA
ME: MOBILE EQUIPMENT (TERMINAL MOVIL)
MEOS: MEDIUM EARTH ORBIT
MIPS: MILLONES DE INSTRUCCIONES POR SEGUNDO
MODEM: MODULATOR, DEMODULATOR
MoU: MEMORADUM OF UNDERSTANDING
MSC: MOBILE SERVICES SWITCHING CENTRE
<i>N</i>
NiCd: NIQUEL/CADMIO
NiMH: HIDRETO METALICO DE NIQUEL
NMS: NETWORK MANAGEMENT SYSTEM
NSS: NETWORK AND SWITCHING SUBSYSTEM (SUBSISTEMA DE RED Y CONMUTACION)
<i>O</i>
OFMD: ORTHOGONAL FRECUENCY DIVISION MULTIPLEXING
<i>P</i>
PCMCIA: PERSONAL COMPUTER MEMORY CARD INTERNATIONAL ASSOCIATION
PCH: PAGING CHANNEL (CANAL DE BUSQUEDA)
PDUS: PROTOCOL DATA UNIT
PHS: PERSONAL HANDY-PHONE SYSTEM
POCSAG: POST OFFICE CODE STANDARD ADVISORY GROUP

PTT: PUSH TO TALK (PULSAR PARA HABLAR)
R
RACH: RANDOM ACCESS CHANNEL (CANAL DE ACCESO ALEATORIO)
RTC: RED TELEFONICA CONMUTADA
RTCA: RADIOFRECUENCIA DE CORTO ALCANCE
RTGC: RADIOTELEFONIA DE GRUPO CERRADO
S
SACCH: SLOW ASSOCIATED CONTROL CHANNEL (CANAL DE CONTROL ASOCIADO LENTO)
SCH: SIGNALLING CHANNEL (CANAL DE SEÑALIZACION)
SDCCH: STANDARD-ALONE DEDICATED CONTROL CHANNEL (CANAL DE CONTROL DEDICADO AUTONOMO)
SIM: SUBSCRIBER IDENTITY MODULE
SMARTCART: TERJETA INTELIGENTE
SMS: SERVICIO DE MENSAJES CORTOS
SSC: SELECTIVE SIGNALLING CODE (CODIGO DE SEÑALIZACION SELECTIVO)
STCH: STEALING CHANNEL (CANAL ROBADO)
T
TAC: TYPE APPROVAL CODE
TACS: TOTAL ACCESS COMMUNICATIONS SYSTEM (SISTEMA DE COMUNICACIONES DE ACCESO TOTAL)
TCH: TRAFFIC CHANNEL
TDD: TIME DIVISION DUPLEXING
TDMA: TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS
TETRA: TRANS-EURPEAN TRUNKED RADIO SYSTEM
TMSI: TEMPORARY MOBILE SUBSCRIBER IDENTITY
TP: CANAL DE TRAFICO
TT: TALK THROUGH
U
UIT: UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
Um: INTERFAZ DE RADIO
UMTS: SISTEMA UNIVERSAL DE TELECOMUNICACIONES MOVILES

V
VHE: VIRTUAL HOME ENVIRONMENT
VLR: VISITOR LOCATION REGISTER
W
WAE: ENTORNO DE APLICACIÓN INALAMBRICO
W-CDMA: WIDE-BAND CODE DIVISIOS MULTIPLE ACCESS
WCMDA: WIDE CODE MULTIPLE DIVISION ACCESS
WDP: PROTOCOLO DE DATAGRAMAS INALAMBRICO
WML: WIRWLESS MARKUP LENGUAGE
WRC: WORLD RADIO CONFERENCE
WSP: PROTOCOLO DE SESION INALAMBRICO
WTA: WIRLESS TELEPHONY APPLICATION
WTLS: SEGURIDAD EN LA CAPA DE TRANSPORTE INALAMBRICA
WTP: PROTOCOLO DE TRANSACCION INALAMBRICO
WWW: WORLD WIDE WEB

Glosario de Servicios

Identificador de llamadas: Permite saber quién está llamando aun sin contestar (indica el número telefónico desde el cual se realiza la llamada).
Llamada en espera: Permite contestar una segunda llamada sin perder comunicación con la primera.
Conferencia tripartita: Ofrece la posibilidad de estar en comunicación con dos personas más al mismo tiempo, usando una misma línea.
Mensajes escritos: Con este servicio se puede enviar un mensaje escrito de corta extensión, el cual aparecerá en la pantalla del teléfono digital al que se envía.
Transferencia de llamada: Cuando en un número telefónico determinado no existe la posibilidad de recibir una llamada por ausencia, es posible transferir las llamadas recibidas al teléfono celular o fijo que se indique.
Seguro celular: El seguro celular protege el teléfono contra robo violento o extravío.
Buzón de mensajes o correo de voz: Cuando el teléfono celular no se encuentre disponible, grabará los mensajes de las personas que hablan y se podrán recuperar cuando se desee, desde cualquier lugar.

<p>Facturación detallada: Este servicio se refiere a que en su recibo telefónico o factura se indicará el número de llamadas realizadas, los números a los que se realizaron estas llamadas, el costo y la duración de cada una de ellas, el periodo de facturación, etcétera.</p>
<p>Roaming automático: Permite hacer y recibir llamadas desde cualquier otro punto distinto al de residencia, sin que el número telefónico sufra modificación alguna, para ello deberá contactar con el centro de atención de la compañía que le presta el servicio.</p>
<p>Cobertura: Región o regiones en las cuales su teléfono está habilitado para hacer o recibir llamadas.</p>
<p>Tiempo aire: Tiempo disponible en minutos para hacer o recibir llamadas.</p>
<p>Minuto adicional: En la contratación de planes regularmente se incluye un número determinado de minutos que el usuario puede emplear libremente, cuando el número de «minutos incluidos» se agota, cada minuto extra que se utilice se denomina como adicional y cada usuario deberá pagar por su uso tanto dinero como minutos extra haya utilizado.</p>
<p>Sistema satelital: Sistema de telefonía en el que la comunicación se lleva a cabo a través de un satélite.</p>
<p>Sistema celular: Se forma al dividir el territorio que se pretende cubrir en áreas más pequeñas, en las que cada usuario de teléfono o cada unidad telefónica constituye una célula.</p>
<p>Servicio de telefonía celular: Este sistema se caracteriza porque todas las unidades de comunicación son móviles, pues no dependen de un cable para operar. La telefonía celular funciona al transmitir las llamadas de un aparato a una central, la cual a través de antenas repetidoras descomponen las ondas radiales al enviarlas a un aparato receptor.</p>