

# 10

## Telefonía móvil

### Introducción

*Los sistemas de radiocomunicaciones móviles permiten el intercambio de información entre estaciones fijas o móviles (o entre dos móviles) utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico. Permiten conectar a las redes de telefonía fija RTC con personas o vehículos equipados con sistemas de radio móviles.*

*Cuando el ámbito de aplicación de los sistemas de radiocomunicaciones móviles se centra en el servicio telefónico se habla entonces de servicio de Radiotelefonía Móvil (SRTM).*

*Además en la actualidad se está extendiendo el ámbito de utilización de sistemas móviles a servicios no telefónicos, como son los de transmisión digital (datos, teledicada, telemando, alarmas).*

#### Contenido

- 10.1. Generalidades de las radiocomunicaciones
  - 10.2. Telefonía móvil automática (TMA)
  - 10.3. Funcionamiento del teléfono celular
- Ejercicios

#### Objetivos

- ▶ Diferenciar las diferentes frecuencias en las que se divide el espectro electromagnético.
- ▶ Entender las diferentes formas de propagación de las señales electromagnéticas.
- ▶ Introducir los conceptos básicos de la estructura del sistema TMA.
- ▶ Comprender el principio de funcionamiento de los sistemas celulares.
- ▶ Conocer el sistema GSM.

## 10.1 Generalidades de las radiocomunicaciones

Las ondas electromagnéticas pueden propagarse por el espacio libre (incluido el vacío) al ser radiadas mediante antenas de tamaño apropiado; dichas ondas pueden ser recibidas a larga distancia por un receptor.

En el vacío, todas las ondas electromagnéticas van a la misma velocidad, a la **velocidad de la luz**,  $c$ , que es aproximadamente  $3 \times 10^8 \frac{m}{seg}$ . En conductores de cobre o fibra

la velocidad es  $2/3$  del valor de la velocidad de la luz y depende altamente de la frecuencia de la señal transmitida.

La **frecuencia**  $f$ , la **longitud de onda**  $\lambda$  y la **velocidad de la luz**  $c$  en el vacío están relacionadas mediante la expresión:

$$\lambda \times f = c$$

### 10.1.1. División del espectro

El espectro electromagnético puede usarse para transmitir información modulando la frecuencia de las señales en amplitud, frecuencia o fase.

Una división general del espectro electromagnético es la mostrada en la figura 10.1.

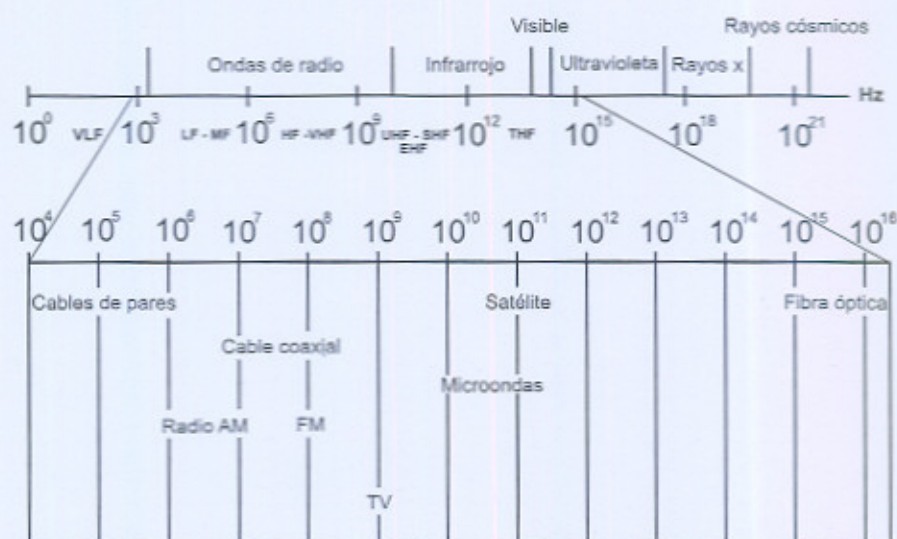


Figura 10.1. División del espectro electromagnético.

La denominación utilizada en la figura anterior son los nombres oficiales del ITU y están basados en longitudes de onda; su significado es: baja frecuencia (LF), media frecuencia (MF), alta frecuencia (HF), muy alta frecuencia (VHF), ultra alta frecuencia (UHF), super alta frecuencia (SHF), extremadamente alta frecuencia (EHF) y tremendamente alta frecuencia (THF).

Para prevenir el caos total, hay acuerdos nacionales e internacionales sobre quién puede usar qué frecuencias; por lo tanto el espectro es disputado por radio FM, AM, televisión, teléfonos celulares, compañías de teléfonos, policía, navegación, militares, gobiernos...

En EEUU se encarga la FCC y a nivel mundial la agencia de ITU-R (WARC) hace este trabajo.

## 10.1.2. Propagación de la señal

Debido a la presencia de la tierra y de la ionosfera (capas altas de la atmósfera ionizadas por la acción solar) la propagación radioeléctrica entre una antena emisora A y otra antena receptora B puede hacerse por los caminos que se representan en la figura 10.2.

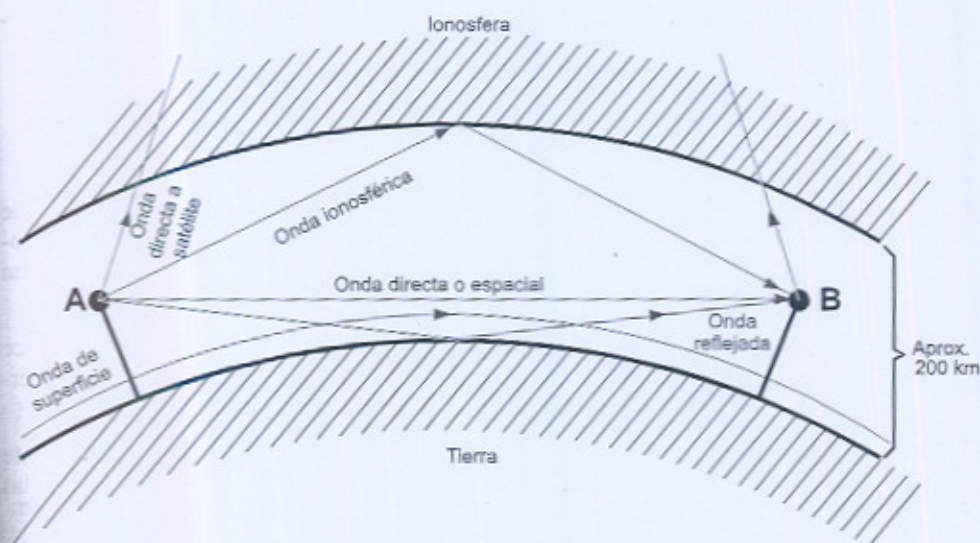


Figura 10.2. Tipos de propagación de la señal.

### Actividad de Aplicación 1

Elabora un cuadro resumen donde reflejes las asignaciones de las diferentes bandas de frecuencias y cada una de las actividades y usos a las que están dedicadas.



#### 10.1.2.1. Onda de superficie

Es un frente de ondas que se propaga a ras de suelo. Este tipo de propagación sucede cuando trabajamos a frecuencias bajas debido a que el suelo es un buen conductor y presenta mejores condiciones de propagación (para estas frecuencias) que el espacio.

Grosso modo, cuanto más húmedo esté el suelo y mayor salinidad presente, sus propiedades conductoras son mayores. La atenuación de la señal varía con la distancia, la frecuencia y las características eléctricas del suelo.

Los grandes inconvenientes de la utilización de estas frecuencias para la transmisión de información son dos, por una parte se acopla a las señales transmitidas gran cantidad de ruido eléctrico de origen industrial y por otra el ancho de banda disponible para la transmisión de información es muy reducido.

### 10.1.2.2. Onda ionosférica

Es un modo de propagación de gran alcance. Se produce por la reflexión de una determinada gama de frecuencias (3 MHz - 30 MHz) en la capa de la atmósfera denominada ionosfera.

La ionosfera es una capa de la atmósfera que se caracteriza por la presencia de electrones causados por las ionizaciones que provocan las radiaciones solares, teniendo una altura variable que comienza generalmente a unos 80 km de la superficie terrestre.

Dicha capa se utiliza para comunicarse con barcos en alta mar y para transmisiones a larga distancia, aunque su uso está siendo relegado a favor de los satélites de telecomunicaciones.

### 10.1.2.3. Onda espacial

Está formada por las ondas que viajan directamente y a través de la troposfera desde una antena emisora, denominada en el esquema anterior como A, a una antena receptora, denominada en el esquema como B. También son ondas espaciales las reflejadas en la Tierra.

La atmósfera incide negativamente sobre este modo de propagación, ya que produce fenómenos de refracción, dispersión y absorción. Los obstáculos que presenta la superficie de la Tierra también influyen negativamente en este tipo de propagación.

Como puede deducirse, para este modo de propagación debe existir generalmente visión directa entre las antenas, siendo este tipo de comunicaciones las típicas para las bandas de frecuencias superiores a 30 MHz.

## 10.2 Telefonía móvil automática (TMA)

Este sistema de radiotelefonía constituye un paso hacia el teléfono personal, ya que el usuario puede desplazarse libremente con el terminal y establecer comunicaciones con cualquier otro abonado fijo o móvil de la red telefónica pública desde cualquier lugar en el cual exista cobertura por radio con una estación base.

TMA maneja un gran número de abonados móviles dispersos por una amplia zona con explotación automática, esto supone resolver una serie de aspectos:

- Conmutación automática de la comunicación y su continuidad.
- Radiobúsqueda de un móvil, que debe preceder a toda comunicación.
- Consecución de un nivel de calidad de la conmutación con la selección automática de estaciones para mantener esa calidad en el curso de la conversación.

En los sistemas TMA se necesita conseguir una amplia cobertura con gran capacidad de tráfico y con un número limitado de frecuencias. Esto se consigue gracias a la reutilización sistemática de las frecuencias, lo que se logra mediante estructuras celulares.

### 10.2.1. Elementos del sistema TMA

Los elementos básicos del sistema TMA son la **central de telefonía móvil (CTM)**, **estaciones base (EB)**, **zona de cobertura (ZC)** y **las estaciones móviles (EM)** (figura 10.3).

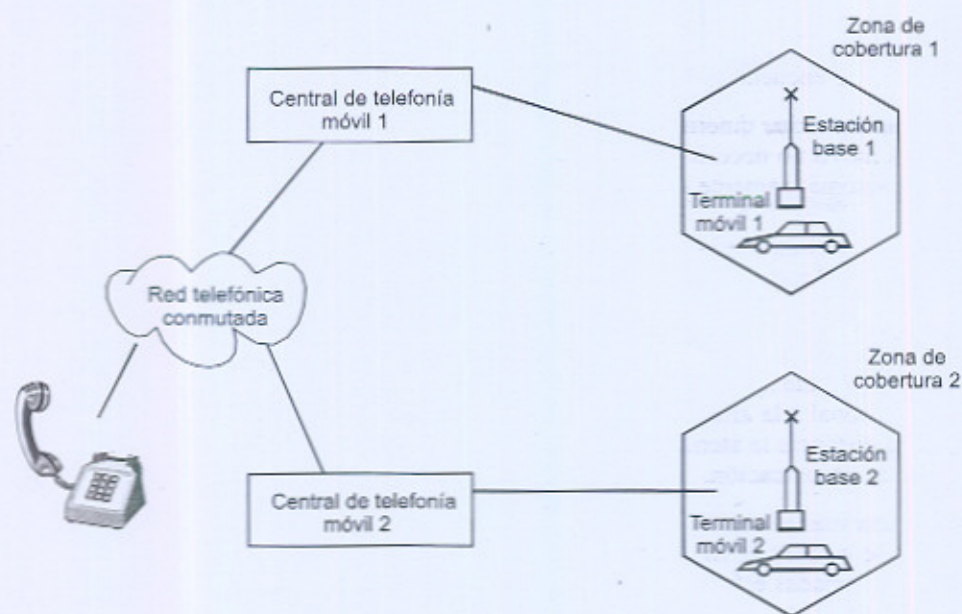


Figura 10.3. Elementos del sistema TMA.

### 10.2.1.1. Estaciones base

Las estaciones base son los equipos que establecen el contacto con los teléfonos móviles del cliente y por tanto determinan la cobertura radioeléctrica del sistema.

Consisten en un ordenador y un transmisor/receptor conectado a una antena. Este conjunto se conecta a las CTM mediante circuitos dedicados y enlaza con las estaciones móviles por radio a través de radiocanales que tienen asignados.

### 10.2.1.2. Centrales de conmutación para telefonía móvil

Dan servicio a las estaciones base y a su vez se conectan con las centrales de la red telefónica fija para poder establecer conversaciones tanto entre teléfonos móviles como entre teléfonos móviles y fijos.

Se encuentran implementadas físicamente en centrales de conmutación digitales del tipo AXE o similares.

### 10.2.1.3. Zona de cobertura

La zona de cobertura del servicio contempla la totalidad del territorio nacional, especialmente las áreas urbanas y vías de comunicación más importantes. La superficie total a la que se extiende el servicio es dividida en **subáreas o celdas** atendidas por una estación base.

### 10.2.1.4. Estación móvil

Es el terminal telefónico móvil y proporciona las mismas prestaciones que un teléfono convencional.

Para hacer uso del servicio telefónico el abonado debe encontrarse dentro de una zona denominada **zona de cobertura**; en este caso el propio teléfono móvil indicará al usuario cuándo se encuentra dentro de la zona de cobertura.

Las personas que quieran establecer una comunicación con un usuario del servicio de telefonía móvil no necesitan saber dónde se encuentra éste, ya que el propio sistema se encarga automáticamente de localizarle para establecer la comunicación.

## 10.2.2. Estructura celular y funcionamiento

La comunicación base-móvil o móvil-móvil en una frecuencia específica sólo es posible si no se supera una distancia entre ellos denominada **radio de cobertura**, cuyo valor es proporcional a la altura de las antenas de la estación móvil y la estación base; superada esta distancia la atenuación que sufre la señal transmitida es tan elevada que no es posible la comunicación.

Para una más eficaz utilización de los 180 canales que se tienen disponibles en este sistema, se emplea la filosofía de subdividir la superficie total a cubrir en zonas más pequeñas llamadas **celdas o células**, a las que se asigna una estación base con un cierto número de frecuencias o canales.

Como el espectro radioeléctrico y el número de canales o comunicaciones posibles al mismo tiempo son limitados, se puede dividir la superficie total a cubrir en celdas de modo que las frecuencias que se les asignen a dos celdas contiguas no sean las mismas, ya que de lo contrario se interferirían mutuamente, así las frecuencias que se usan en una celda puedan ser reutilizadas en otra celda lejana.

La distancia de separación entre celdas se denomina **distancia cocanal o de reutilización** y es determinada por la potencia de la estación base.

Reutilizando frecuencias, un sistema celular puede cursar un tráfico superior al número de frecuencias asignadas a la banda.

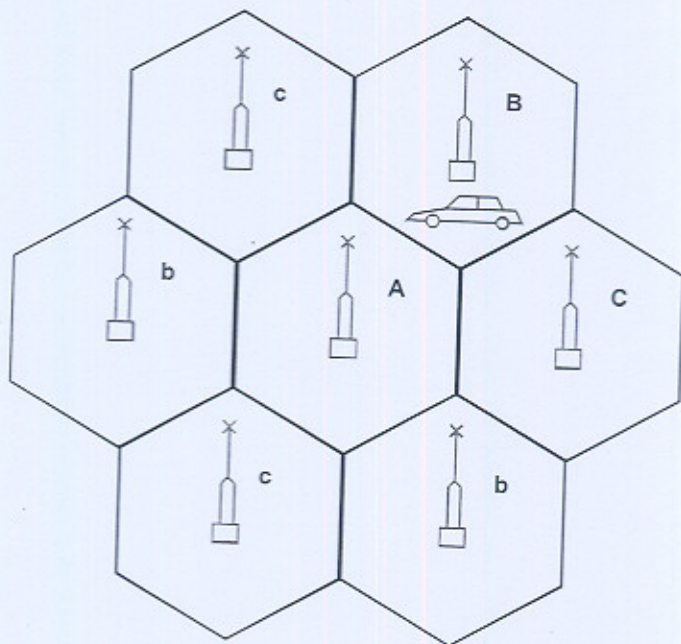


Figura 10.4. Distribución celular.

Un ejemplo es el mostrado en la figura 10.4. Se observa que se hacen tres grupos de 60 canales cada uno y se asignan tres celdas adyacentes (A, B y C). Esta asignación constituye el núcleo del sistema celular.

Juntando núcleos de tres o menos células al primero podremos ir cubriendo el espacio en el que se necesite cobertura.

Las células marcadas como a, b y c se han asignado según este principio.

Si en una célula se necesitan más canales, se pueden subdividir, siguiendo la misma filosofía, en células más pequeñas trabajando con menores potencias, por lo que las distancias a cubrir son menores y el número de canales totales para la misma superficie aumenta.

Las características fundamentales de un sistema celular son las siguientes:

- Reutilización de frecuencias.
- División celular.
- Compartición de los circuitos radioeléctricos.
- Función de seguimiento **roaming**.
- Función de traspaso **handover**.

### 10.2.2.1. Forma geométrica de las células

La forma geométrica más conveniente para las celdas ha de estar de acuerdo con dos criterios:

- Se debe procurar que no existan huecos o solapamientos en los bordes.
- Se debe buscar la forma que para un radio dado R se obtenga la mayor superficie posible. De esta forma se utilizarán un menor número de células para servir la misma zona de cobertura y, por tanto, utilizarán menor número de frecuencias.

El primer criterio nos impide elegir el círculo. Las alternativas posibles son: el triángulo, el cuadrado y el hexágono.

En realidad las células no son hexagonales, sino que tienen una forma irregular determinada por parámetros como la propagación de las ondas de radio en el terreno, obstáculos y las restricciones de la estación base debidas a factores geográficos.

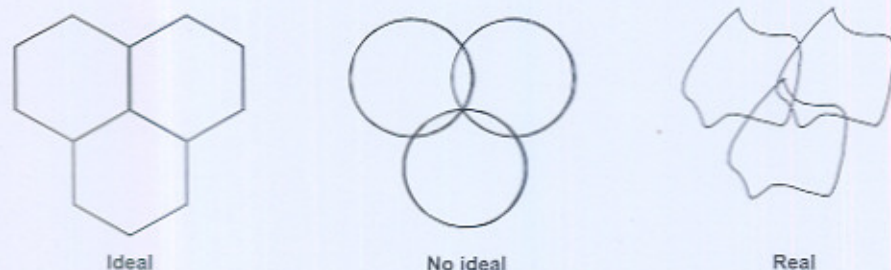


Figura 10.5. Formas de las áreas de cobertura móvil.

### 10.2.2.2. Handover entre células

En todo momento, un teléfono móvil está situado en una celda determinada y bajo el control de la estación base de dicha celda. Cuando un móvil deja una celda, su estación base detecta que la señal del teléfono se apaga y pregunta a todas las estaciones adyacentes qué potencia tienen de ella.

La estación base entonces transfiere su propiedad a la celda que obtuviera la mayor señal, esto es, a la nueva celda donde se localice el teléfono. El teléfono es informado y si hubiera una llamada a medio transcurso, se cuestionaría el cambiar al nuevo canal (pues el viejo puede estar usándose por celdas adyacentes). Este proceso es llamado *handoff* o *handover* y suele hacerse en 300 mseg.

Cada sistema tiene una solución para llevar a cabo este proceso, generalmente mediante mensajes de control (señalización) que se intercambian los terminales móviles y la estación de control. Pero lo que sí es importante señalar aquí, es el hecho de que una de las medidas de calidad de un sistema de TMA celular sea la probabilidad de pérdida de una llamada cuando se cruza una célula.

### 10.2.2.3. Función de seguimiento roaming

Esta función posibilita que un usuario pueda utilizar el sistema celular independientemente del lugar en que se encuentre. Para ello es necesario dividir el área total cubierta por el sistema celular en un conjunto de áreas de localización y al mismo tiempo mantener un registro donde siempre esté actualizada la posición del usuario, para que las llamadas dirigidas a él puedan ser convenientemente encaminadas hacia el área de localización en la que se encuentre.

Un área de localización puede estar constituida por una o varias células; en este último caso el aviso de una llamada hacia un usuario debe transmitirse a través de todas las células incluidas dentro del área de localización.

### 10.2.2.4. Técnicas para aumentar la capacidad de los sistemas celulares

Existen básicamente dos técnicas: la **subdivisión de las células en otras más pequeñas y la sectorización.**

La **subdivisión de una célula** suele hacerse reduciendo a la mitad el radio de la célula; esto implica:

- Reducir por cuatro la superficie.
- Aumentar la capacidad de tráfico por un factor aproximadamente igual a cuatro.
- Aumentar el número de estaciones base y emplazarlas de forma más precisa.
- Y aumento en el tráfico de señalización al aumentar el número de handovers.

El proceso de subdivisión tiene un límite fijado por las tolerancias de los emplazamientos y la complejidad y la carga del procesamiento de llamadas, que suele corresponder a un radio de 1,5 km. No obstante, los nuevos sistemas de TMA celular digital contemplan células de unos 0,3 km de radio.

Se puede proceder a una subdivisión adicional, sin necesidad de emplear más estaciones base, **sectorizando la cobertura.** Para ello se subdivide una célula en tres sectores a los que se da servicio desde vértices alternos del hexágono mediante tres estaciones base con haces de antena de 120°. Con ello se pueden cubrir sectores de células vecinas, lo cual supone un ahorro de estaciones base. En la práctica, para realizar una sectorización no es necesario crear nuevos emplazamientos, sino sólo transformar los ya existentes.



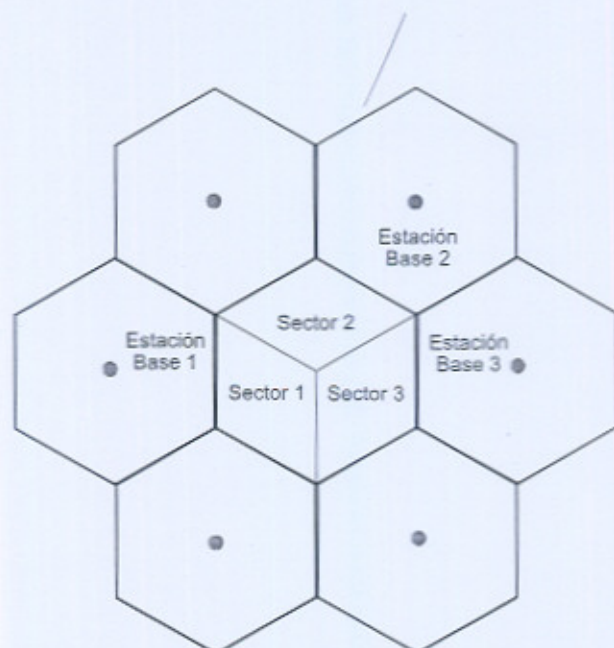


Figura 10.6. Ejemplo de área de cobertura sectorizada.

### 10.2.2.5. Asignación de frecuencias entre células

Podríamos suponer que a cada célula se le asigna de forma fija un número de canales. Pero si en una célula existe congestión (todos sus canales están ocupados) y en otra contigua hay canales libres, podríamos pensar en tomar prestados algunos de estos canales sólo durante el periodo de congestión.

Así pues, el principio general de la asignación dinámica es que cualquier canal puede ser utilizado en cualquier célula. El análisis del tráfico es por ello bastante complejo, por lo que se suele recurrir a la simulación por ordenador para el estudio y dimensionamiento de estos sistemas.

## 10.2.3. Sistema móvil analógico TACS

El sistema TACS es uno de los sistemas celulares de primera generación más avanzados. Fue especificado en el Reino Unido a partir del sistema americano AMPS, desarrollado por la compañía Bell Systems. Es muy parecido al sistema TACS, diferenciándose tan sólo en la banda de frecuencia que utiliza, la separación entre canales y la inclusión de algunas mejoras adicionales.

### Banda de frecuencia

Funciona en la banda de 900 MHz, utilizando un ancho de banda de  $2 \times 25$  MHz.

Una porción del ancho de banda se reserva para los canales control, los cuales se utilizan para transferir la información de señalización necesaria para el establecimiento de las llamadas, la otra porción del ancho de banda disponible está reservada para los canales de tráfico de voz.

El ancho de banda empleado se divide en 1.000 radiocanales duplex separados entre sí 25 kHz. Tan sólo se utilizan 600 de los 1.000 canales disponibles, es decir  $2 \times 15$  MHz, reservando el resto de la banda para el sistema GSM.

### Servicios y facilidades del sistema

Las principales facilidades que el sistema TACS proporciona a los usuarios finales son las siguientes:

- Llamada a tres.
- Transferencia de llamadas.
- Restricción selectiva de llamadas.
- Llamada de emergencia.
- Llamada en espera.
- Mantenimiento de llamada.

### Estructura física del sistema

El sistema se constituye básicamente por estaciones base y centrales de conmutación móvil, estando conectadas ambas entre sí por líneas dedicadas o radioenlaces. A su vez, las centrales de conmutación móvil se unen entre sí y con las redes de telefonía fija.

La central de conmutación móvil es la que controla la conexión de los usuarios móviles con otros usuarios móviles o fijos; a su vez supervisa la situación del usuario móvil cuando existe una llamada en curso, asignando un nuevo canal de tráfico cuando este usuario se desplaza de una célula a otra (función de handover). Todo este proceso se completa en una fracción de segundo, lo cual es imperceptible para el usuario.

Una gran limitación de este sistema es que está limitado al territorio nacional, por lo que no pueden establecerse comunicaciones fuera de las fronteras.

## 10.2.4. Sistema móvil digital GSM

En la década de los 80 cada uno de los países europeos tenía sus propios sistemas de telefonía celular, los cuales eran incompatibles entre sí. Esta situación imposibilitaba a los usuarios para utilizar sus terminales telefónicos fuera de sus países, lo cual suponía un gran inconveniente para los usuarios.

En 1982, la CEPT (Conference Européenne des Postes et Télécommunications) tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo (llamado Groupe Spécial Mobile, GSM) encargado de especificar un **sistema de comunicaciones móviles común para Europa** en la banda de 900 MHz.

Hoy en día el estándar GSM está funcionando con éxito tanto en países europeos como del resto del mundo. En 1993 había más de 36 redes GSM en servicio en 22 países. Además, más de 25 países no europeos o habían adoptado el estándar o estaban considerando su adopción.

### Servicios y facilidades del sistema GSM

En principio, todos los servicios disponibles en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) han sido incluidos en el desarrollo del GSM. Pero debido a las restricciones de velocidad de transmisión de datos y tasa de errores, algunos de los servicios han sido desarrollados con restricciones.

#### Teleservicios

- La telefonía es el teleservicio más importante del sistema GSM. Permite llamadas entre la red pública (RTPC/RDSI) y la red móvil. Además existe el sistema GSM

de llamadas de emergencia, que permite una conexión directa y automática con el servicio de emergencia más próximo marcando el 112.

- Soporta el servicio de fax del grupo 3 si se dispone de los adaptadores de interfaz correspondientes.
- Ofrece un tipo de correo electrónico (SMS) de mensajes cortos (140 bytes) que puede considerarse como un servicio de búsqueda (paging) alfanumérico y bidireccional. Se confirma la entrega de los mensajes, lo que constituye una ventaja importante sobre los sistemas de búsqueda. Y está disponible en modo punto a punto y difusión.

### Servicios portadores

Para servicios de datos, soportan velocidades de transmisión que van de los 300 bits/s a los 9,6 kbits/s.

### Servicios suplementarios

Muchos de estos servicios son equivalentes a los disponibles en la RDSI. Los principales son:

- Llamada restringida.
- Desvío de llamadas.
- Identificación del abonado llamante.

### Módulo de identidad de abonado

El sistema GSM diferencia totalmente al usuario del terminal que utiliza, es decir cualquier terminal puede ser habilitado para ser utilizado por cualquier usuario.

Para esto es necesario que el terminal GSM disponga de todos los datos específicos del abonado. Estos datos están incluidos en una tarjeta inteligente llamada SIM (*Subscriber Identity Module*) que debe introducirse en el terminal. La tarjeta SIM, cuyo acceso se protege con un número de identificación personal, contiene no sólo los datos del abonado (número en la RDSI, clave personal, etc.), sino también determinada información personal, como marcación abreviada de números, lista de redes preferentes e información de tarificación. En la tarjeta SIM también se almacenan los mensajes cortos.

## 10.2.5. La evolución de GSM

Con GSM se puede transmitir voz y datos, pero hasta ahora el uso que se hace para la transmisión de datos es muy bajo (inferior al 1%), posiblemente debido a que la velocidad que alcanza no es muy elevada, algo que viene a solucionar a corto plazo la nueva generación de GSM, conocida como GSM phase2+, y, a largo plazo y con mayor ambición, la tercera generación UMTS. Con una mayor velocidad de transmisión, muy superior a la actual, serán plenamente operativas aplicaciones como la telefonía móvil, el acceso a Internet (GSM on the Net), la videoconferencia, y otras muchas.

La tercera generación de móviles, denominada UMTS, evoluciona para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas redes actuales: GSM, TACS, DECT, RDSI e Internet, utilizando cualquier tipo de terminal, sea un teléfono fijo, inalámbrico o celular, tanto en un ámbito profesional como doméstico, ofreciendo una mayor calidad de los servicios y soportando la personalización por el usuario y los servicios multimedia móviles en tiempo real. La velocidad de transferencia de datos que la UIT requiere en

su solución IMT-2000 va desde los 144 kbit/s sobre vehículos hasta los 2 Mbit/s sobre terminales fijos, pasando por los 384 kbit/s para usuarios móviles.

## 10.3 Funcionamiento del teléfono celular

Los teléfonos móviles pueden descomponerse en tres módulos bien definidos; grosso modo, éstos son el **módulo de radio frecuencia (RF)**, el **módulo de audio frecuencia (AF)** y el **módulo lógico de control (CPU)**.

### 10.3.1. Módulos que componen el sistema

Un esquema de bloques de los módulos descritos anteriormente puede observarse en la figura 10.7.

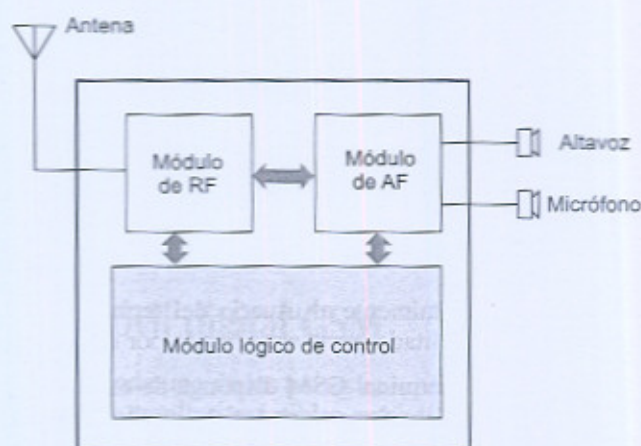


Figura 10.7. Bloques básicos que componen un teléfono móvil.

#### 10.3.1.1. Módulo RF

El módulo de RF tiene a su cargo todas las señales que entran o salen del teléfono celular, como se muestra en la figura 10.8.

El **circuito receptor de RF** filtra y demodula las señales recibidas; la salida de este circuito se aplica al módulo de AF.

A diferencia de los radiorreceptores tradicionales, en los que se usa sintonización manual para definir el canal deseado, el teléfono celular usa un circuito sintetizador de frecuencia de precisión que puede ajustarse a cualquiera de los 666 canales celulares asignados a este sistema.

El canal seleccionado en un momento dado está determinado por el módulo lógico de control. Conforme su teléfono celular se mueve de una celda a otra, las frecuencias de transmisión y recepción se cambian tomando en cuenta los canales disponibles de la nueva celda. Las instrucciones que indican qué frecuencias cambiar son recibidas como señales de información y son procesadas por un módem en el módulo lógico de control del teléfono celular.

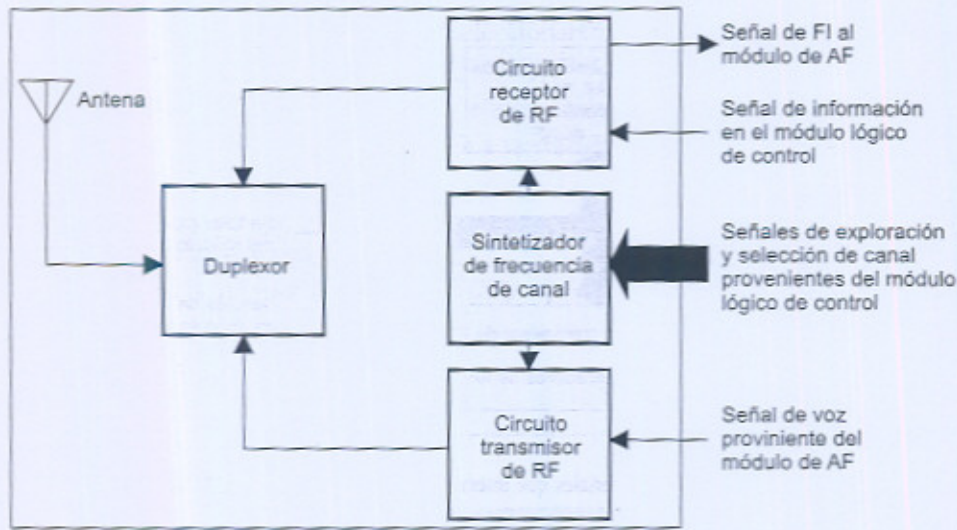


Figura 10.8. Señales que intervienen en el módulo de RF.

Las señales de voz provenientes del **módulo de AF** y las señales de información enviadas por la unidad lógica de control se envían al **circuito transmisor de RF**, que las coloca sobre la portadora de RF apropiada, las filtra, las amplifica y las aplica a la antena. La frecuencia portadora de RF está determinada por la celda particular en que se encuentre.

El **circuito sintetizador de frecuencia de canal** por lo general consta de un oscilador de base que trabaja conjuntamente con un sintetizador de frecuencia de recepción y un oscilador de frecuencia de transmisión. El sintetizador de frecuencia de recepción recibe una señal digital de control de módulo lógico de control y produce un voltaje proporcional a la frecuencia deseada. Un oscilador controlado por voltaje, o VCO, convierte el voltaje proporcional en la señal del oscilador.

El circuito de portadora de transmisión es similar. Las señales digitales de control del módulo lógico de control establecen un voltaje que es proporcional a la frecuencia deseada. El voltaje proporcional excita a un VCO que produce la frecuencia del oscilador.

### 10.3.1.2. Módulo AF

El módulo de AF es responsable de la conversión de las señales de FI (frecuencia intermedia) provenientes del módulo de RF en señales de voz que se puedan oír en el receptor del teléfono celular, como se muestra en la figura 10.9.

Generalmente se incluye un segundo elemento receptor para producir señales de advertencia, tales como las señales de llamada. Los tonos de DTMF y la voz provenientes de un micrófono se filtran, se mezclan y se aplican al módulo de RF para ser modulados, junto con las señales de control provenientes de un módem, en el módulo lógico de control. Una porción de la voz transmitida regresa al receptor como tono local. Las funciones de transmisión y recepción de AF están bajo control directo del módulo lógico de control.

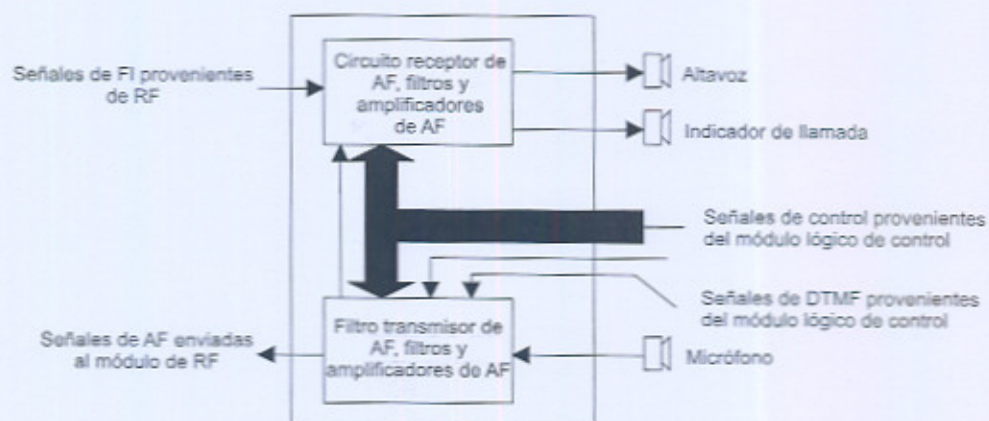


Figura 10.9. Señales que intervienen en el módulo de AF.

### 10.3.1.3. Módulo lógico de control

El módulo lógico de control es la base de un teléfono celular.

El módulo lógico de control tiene una estructura similar a la de una computadora personal. La CPU principal controla el teléfono celular con base en un conjunto de instrucciones permanentes grabadas en una memoria permanente (ROM). Se incluye una memoria temporal (RAM) que almacena variables tales como el canal de uso, el valor seleccionado de potencia del transmisor, etc., así como los resultados de cualquier comparación lógica u operación matemática requeridos cuando el programa del teléfono no esté corriendo.

Se usa una memoria borrable (EPROM) para almacenar información que es exclusiva de cada teléfono, tal como el número asignado al teléfono celular.

La CPU tiene el control directo de los módulos de AF y de RF, así como el generador de DTMF.

Puesto que un teléfono celular es una parte activa de la red celular, debe estar en contacto constante con la red. Además de las señales de voz y de DTMF, el teléfono celular debe transmitir y recibir información de la estación de celda en uso. Un CI de módem se usa para añadir información a la señal transmitida e interpretar las órdenes e información provenientes de la red celular.

La CPU también se hace cargo del funcionamiento del CI del controlador celular. El controlador celular generalmente es un ASIC sofisticado que es responsable de interconexión con el sistema de presentación visual y de teclado del teléfono celular. El controlador celular realiza los ajustes de los sintetizadores de frecuencia de transmisión y recepción en el módulo de RF.



## Actividad de Aplicación 2

Según la teoría vista en clase y los diagramas de bloques expuestos, se propone identificar los diferentes bloques que componen un teléfono móvil.

Una vez identificados los bloques seleccionaremos el sistema transmisor del terminal para a continuación efectuar las siguientes operaciones.

1. Hablar delante del micrófono del teléfono móvil.
2. Conectar un canal del osciloscopio a la entrada del sistema transmisor.
3. Conectar el otro canal del osciloscopio a la salida del sistema transmisor.
4. Observar y dibujar aproximadamente la señal a la entrada del transmisor y que corresponde con la voz.
5. Observar y dibujar la señal a la salida del transmisor y comparar ambas señales.

## Ejercicios

- 10.1 Busca información sobre las ventajas o inconvenientes de utilizar altas frecuencias con potencias elevadas para la transmisión de información.
- 10.2 Define detalladamente onda de superficie, onda ionosférica y onda espacial.
- 10.3 Si queremos transmitir información entre una antena emisora A y una antena receptora B que se encuentran distantes entre sí y no existe visibilidad entre ambas, ¿qué tipo de ondas emplearemos?
- 10.4 ¿Cuáles son los elementos básicos del sistema TMA?
- 10.5 ¿Qué es la zona de cobertura en un sistema de telefonía móvil celular?
- 10.6 Si en un sistema celular se disponen de 180 canales con frecuencias diferentes y se establecen 200 comunicaciones simultáneas, ¿cómo es posible que puedan cursarse todas sin que interfieran unas con otras?
- 10.7 ¿Cuál es la forma ideal y real de las celdas radioeléctricas empleadas en telefonía celular?
- 10.8 ¿Por qué es necesario que los usuarios móviles se encuentren permanentemente localizados dentro de sus áreas (función roaming)?
- 10.9 ¿Dónde se almacenan los datos en los terminales GSM y qué datos son éstos?
- 10.10 Busca información sobre las últimas tecnologías de telefonía móvil haciendo especial hincapié en la transmisión de datos de forma inalámbrica.