

TECNOLOGÍAS MÓVILES

MIS 204

PROFESOR: MTRO. ALEJANDRO SALAZAR GUERRERO

1. TECNOLOGÍAS MÓVILES

- 1.1. Conceptos
 - 1.1.1. Móvil
 - 1.1.2. Tecnología móvil
- 1.2. Introducción a las redes móviles privadas
- 1.3. Historia de las tecnologías móviles
- 1.4. Cambios
- 1.5. Actualidad

2. SISTEMA TRUNKING

- 2.1. Caracterización del canal móvil y banda estrecha
- 2.2. Caracterización en banda ancha
- 2.3. Caracterización estadística del canal móvil
- 2.4. Modelos de propagación

3. TÉCNICAS DE DIVERSIDAD

- 3.1. Macrodiversidad
- 3.2. Microdiversidad
- 3.3. Técnicas de combinación
- 3.4. Técnicas de combinación lineal

4. EL SISTEMA GSM (2ª GENERACIÓN)

- 4.1. Definición de GSM
- 4.2. Arquitectura de GSM
- 4.3. Procedimientos de llamada
- 4.4. Planificación de sistemas GSM

5. EVOLUCIÓN DE GSM COMO ENLACE A LOS SISTEMAS 3G

- 5.1. HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)
- 5.2. GPRS (Genral Packet Radio Service)
- 5.3. EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)

4. EL SISTEMA GSM (2ª GENERACIÓN)

4.1. Definición de GSM

La **localización GSM** es un servicio ofrecido por las empresas operadoras de telefonía móvil que permite determinar, con una cierta precisión, donde se encuentra físicamente un terminal móvil determinado.

Los distintos métodos que se emplean para la localización GSM son los siguientes:

- Célula de origen (Cell of Origin), en el que se incluyen ID de célula (Cell ID) e ID de célula mejorada (Enhanced Cell ID).
 - ID de célula: la precisión de este método es de 200 m en áreas urbanas, 2 km en áreas suburbanas y varía entre 3 - 4 km en entornos rurales.
 - ID de célula mejorada: con este método se consigue una precisión muy parecida a la que ofrece el Cell ID para zonas urbanas, y en entornos rurales ofrece sectores circulares de 550 m.
- Diferencia de tiempo observada o E-OTD (Enhanced-Observed Timed Difference): la precisión de este método depende del número de LMUs disponibles en la red, variando entre 50 m y 200 m con un LMU por cada 3 estaciones base.
- Tiempo de llegada (Time of Arrival)
- Angulo de llegada (Angle of Arrival)
- Enhanced Observed Time Difference (estimación mejorada de la diferencia de tiempo)
- GPS asistido (Assisted GPS)

En la década de 1990 nace la segunda generación, que utiliza sistemas como GSM, IS-136, iDEN e IS-95. Las frecuencias utilizadas en Europa fueron de 900 y 1800 MHz.

El desarrollo de esta generación tiene como piedra angular la digitalización de las comunicaciones. Las comunicaciones digitales ofrecen una mejor calidad de voz que las analógicas, además se aumenta el nivel de seguridad y se simplifica la fabricación del Terminal (con la reducción de costes que ello conlleva). En esta época nacen varios estándares de comunicaciones móviles: D-AMPS (EEUU), PDC (Japón), cdmaOne (EEUU y Asia) y GSM.

El estándar que ha universalizado la telefonía móvil ha sido el archiconocido GSM: Global System for Mobile communications o Groupe Spécial Mobile. Se trata de un estándar europeo nacido de los siguientes principios:

- Buena calidad de voz (gracias al procesado digital).
- Itinerancia.
- Deseo de implantación internacional.

- Terminales realmente portátiles (de reducido peso y tamaño) a un precio asequible.
- Compatibilidad con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- Instauración de un mercado competitivo con multitud de operadores y fabricantes.

Realmente, GSM ha cumplido con todos sus objetivos pero al cabo de un tiempo empezó a acercarse a la obsolescencia porque sólo ofrecía un servicio de voz o datos a baja velocidad (9.6 Kbps) y el mercado empezaba a requerir servicios multimedia que hacían necesario un aumento de la capacidad de transferencia de datos del sistema. Es en este momento cuando se empieza a gestar la idea de 3G, pero como la tecnología CDMA no estaba lo suficientemente madura en aquel momento se optó por dar un paso intermedio: 2.5G.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS y difiere en su mayor velocidad de transmisión, el uso de una arquitectura de red ligeramente distinta y sobre todo en el empleo de diferentes protocolos de radio (W-CDMA).

La Asociación GSM (GSMA o GSM Association), este estándar es el más extendido en el mundo, con un 82% de los terminales mundiales en uso.[1] GSM cuenta con más de 3.000 millones de usuarios en 212 países distintos, siendo el estándar predominante en Europa, América del Sur, Asia y Oceanía, y con gran extensión en América del Norte.[2]

La ubicuidad del estándar GSM ha sido una ventaja tanto para consumidores (beneficiados por la capacidad de itinerancia y la facilidad de cambio de operador sin cambiar de terminal, simplemente cambiando la tarjeta SIM) como para los operadores de red (que pueden elegir entre múltiples proveedores de sistemas GSM, al ser un estándar abierto que no necesita pago de licencias).

En GSM se implementó por primera vez el servicio de mensajes cortos de texto (SMS), que posteriormente fue extendido a otros estándares. Además, en GSM se define un único número de emergencias a nivel mundial, el 112, que facilita que los viajeros de cualquier parte del mundo puedan comunicar situaciones de emergencia sin necesidad de conocer un número local.

4.2. Arquitectura de GSM

Lo primero a lo que nos enfrentamos al diseñar la estructura de red para un sistema de telefonía móvil es la limitación en el rango de frecuencias disponibles. Cada "conversación" (o cada cliente de tráfico de datos) requiere un mínimo de ancho de banda para que pueda transmitirse correctamente. A cada operador en el mercado se le asigna cierto ancho de banda, en ciertas frecuencias delimitadas, que debe repartir para el envío y la recepción del tráfico a y desde los distintos usuarios (que, por una parte, reciben la señal del otro extremo, y por otra envían su parte de la "conversación"). Por tanto, no puede emplearse una sola antena para recibir la señal de todos los usuarios a la vez, ya que el ancho de banda no sería suficiente; y además, deben separarse los rangos en que emiten unos y otros usuarios para evitar interferencias entre sus envíos. A este problema, o más bien a su solución, se le suele referir como reparto del espectro o división del acceso al canal.

El sistema GSM basa su división de acceso al canal en combinar los siguientes modelos de reparto del espectro disponible. El primero es determinante a la hora de especificar la arquitectura de red, mientras que el resto se resuelve con circuitería en los terminales y antenas del operador:

Empleo de celdas contiguas a distintas frecuencias para repartir mejor las frecuencias (SDMA, Space Division Multiple Access o acceso múltiple por división del espacio); reutilización de frecuencias en celdas no contiguas;

División del tiempo en emisión y recepción mediante TDMA (Time Division Multiple Access, o acceso múltiple por división del tiempo);

Separación de bandas para emisión y recepción y subdivisión en canales radioeléctricos (protocolo FDMA, Frequency Division Multiple Access o acceso múltiple por división de la frecuencia);

Variación pseudoaleatoria de la frecuencia portadora de envío de terminal a red (FHMA, Frequency Hops Multiple Access o acceso múltiple por saltos de frecuencia).

La BSS, capa inferior de la arquitectura (terminal de usuario – BS – BSC), resuelve el problema del acceso del terminal al canal. La siguiente capa (NSS) se encargará, por un lado, del enrutamiento (MSC) y por otro de la identificación del abonado, tarificación y control de acceso (HLR, VLR y demás bases de datos del operador). Este párrafo con tantas siglas se explica a continuación con más calma, pero sirve de resumen general de la arquitectura de red empleada.

Por otra parte, las comunicaciones que se establezcan viajarán a través de distintos sistemas. Para simplificar, se denomina canal de comunicaciones a una comunicación establecida entre un sistema y otro, independientemente del método que realmente se emplee para establecer la conexión. En GSM hay definidos una serie de canales lógicos para el tráfico de llamadas, datos, señalización y demás propósitos.

4.3. Procedimientos de llamada

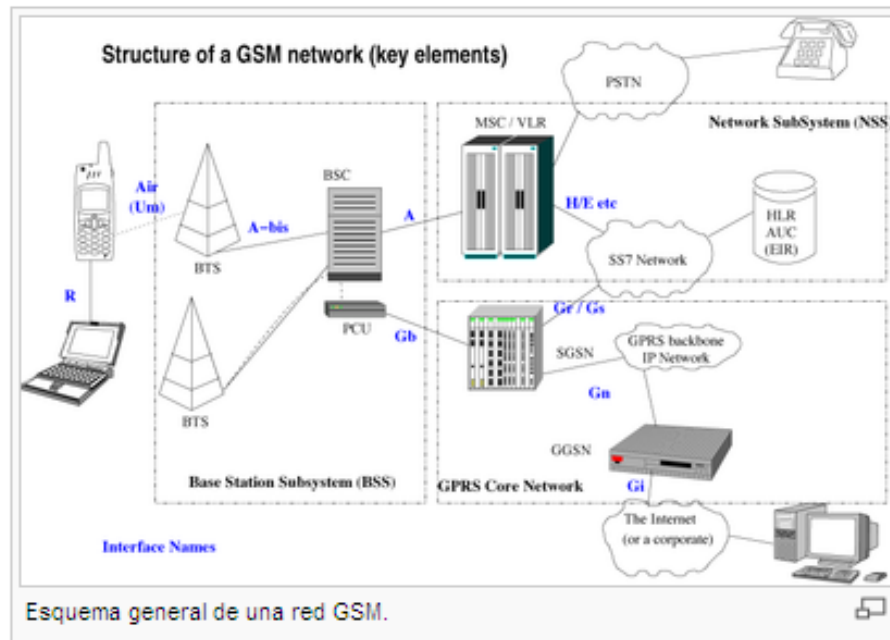
El sistema debe ser capaz de soportar una gran carga de usuarios, con muchos de ellos utilizando la red al mismo tiempo. Si sólo hubiera una antena para todos los usuarios, el espacio radioeléctrico disponible se saturaría rápidamente por falta de ancho de banda. Una solución es reutilizar las frecuencias disponibles. En lugar de poner una sola antena para toda una ciudad, se colocan varias, y se programa el sistema de manera que cada antena emplee frecuencias distintas a las de sus vecinas, pero las mismas que otras antenas fuera de su rango. A cada antena se le reserva cierto rango de frecuencias, que se corresponde con un cierto número de canales radioeléctricos (cada uno de los rangos de frecuencia en que envía datos una antena). Así, los canales asignados a cada antena de la red del operador son diferentes a los de las antenas contiguas, pero pueden repetirse entre antenas no contiguas.

Además, se dota a las antenas de la electrónica de red necesaria para comunicarse con un sistema central de control (y la siguiente capa lógica de la red) y para que puedan encargarse de la gestión del interfaz radio: el conjunto de la antena con su electrónica y su enlace con el resto de la red se llama estación base (BS, Base Station). El área geográfica a la que proporciona cobertura una estación base se llama celda o célula (del inglés cell, motivo por el cual a estos sistemas se les llama a veces celulares). A este modelo de reparto del ancho de banda se le denomina a veces SDMA o división espacial.

El empleo de celdas requiere de una capa adicional de red que es novedosa en el estándar GSM respecto a los sistemas anteriores: es el controlador de estaciones base, o BSC, (Base Station Controller) que actúa de intermediario entre el “corazón” de la red y las antenas, y se encarga del reparto de frecuencias y el control de potencia de terminales y estaciones base. El conjunto de estaciones base coordinadas por un BSC proporcionan el enlace entre el terminal del usuario y la siguiente capa de red, ya la principal, que veremos más adelante. Como capa de red, el conjunto de BSs + BSC se denomina subsistema de estaciones base, o BSS (Base Station subsystem).

Una estación base GSM puede alcanzar un radio de cobertura a su alrededor desde varios cientos de metros (en estaciones urbanas) hasta un máximo práctico de 35 km (en zonas rurales), según su potencia y la orografía del entorno. Sin embargo, el número de usuarios que puede atender cada BS está limitado por el ancho de banda (subdividido en canales) que el BSC asigna a cada estación, y aunque podría pensarse que las estaciones base deberían tener una gran potencia para cubrir mayor área, tienen una potencia nominal de 320 W como máximo (frente a las antenas de FM o televisión, que poseen

potencias de emisión de miles de Watts, un valor casi despreciable) y de hecho siempre emiten al menor nivel de potencia posible para evitar interferir con celdas lejanas que pudieran emplear el mismo rango de frecuencias, motivo por el cual es raro



Esquema general de una red GSM.

que se instalen modelos de más de 40 W. Es más, en zonas urbanas muy pobladas o túneles se instala un mayor número de BSs de potencia muy limitada (menor que 2,5 W) para permitir la creación de las llamadas pico y microceldas, que permiten mejor reutilización de las frecuencias (cuantas más estaciones, más reutilización de frecuencias y más usuarios admisibles al mismo tiempo) o bien dan cobertura en lugares que una BS normal no alcanza o precisan de gran capacidad (túneles de metro o de carreteras, espacios muy concurridos, ciudades muy pobladas).

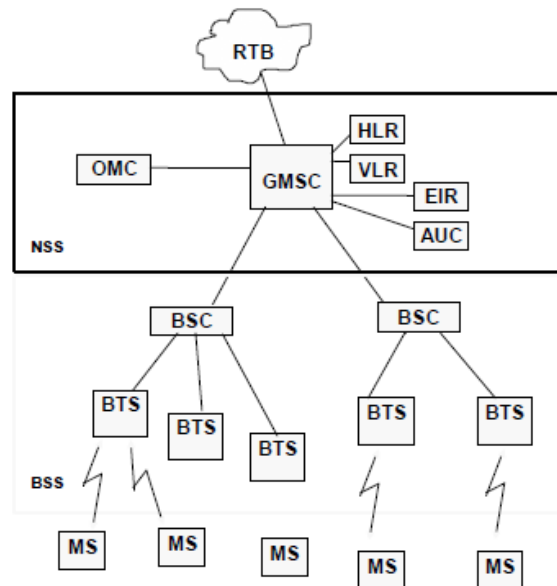
Por tanto, en zonas donde exista una gran concentración de usuarios, como ciudades, debe instalarse un gran número de BSs de potencia muy limitada, y en zonas de menor densidad de uso, como áreas rurales, puede reducirse el número de estaciones y ampliar su potencia. Esto asegura

además mayor duración de la batería de los terminales y menor uso de potencia de las estaciones base.

Además, el terminal no se encuentra emitiendo durante el transcurso de toda la llamada. Para ahorrar batería y permitir un uso más eficiente del espectro, se emplea el esquema de transmisión TDMA (Time Division Multiple Access, o acceso múltiple por división del tiempo). El tiempo se divide en unidades básicas de 4,615 ms, y éstas a su vez en 8 time slots o ranuras de tiempo de 577 μ s. Durante una llamada, se reserva el primer time slot para sincronización, enviada por la BS; unos slots más tarde, el terminal emplea un slot para enviar de terminal a BS y otro para recibir, y el resto quedan libres para el uso de otros usuarios en la misma BS y canal. Así se permite un buen aprovechamiento del espectro disponible y una duración de batería superior, al no usar el emisor del terminal constantemente sino sólo una fracción del tiempo.

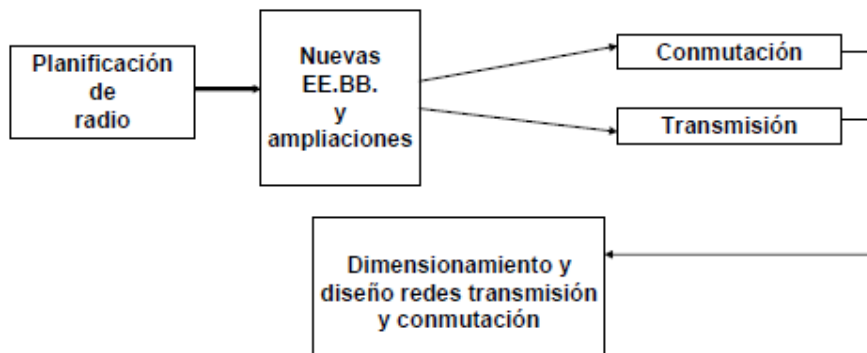
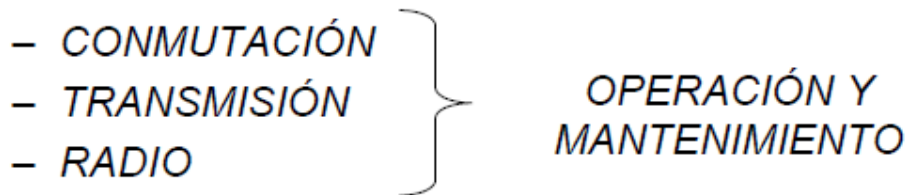
4.4. Planificación de sistemas GSM

- **Red GSM**



La planificación radio en GSM tiene por finalidad realizar los cálculos de cobertura y capacidad con objeto de optimizar el despliegue de estaciones de base para cumplir los objetivos de calidad de servicio establecidos por el operador.

- **Áreas funcionales en una red de telefonía móvil.**



PLANIFICACIÓN RADIO

- **Condicionamientos legales**
 - *frecuencias disponibles*
 - *potencia emisión*
 - *cobertura*

- **Parámetros de diseño de la red**

- *niveles de cobertura*
- *índice de llamadas caídas*
- *GOS y eficiencia de la red radio*

- **Índice de llamadas caídas:** Es una medida de las llamadas en curso que se interrumpen por cualquier causa (radio, transmisión, etc).

Definición: Porcentaje de liberaciones forzosas de canales de tráfico ocupados sobre el total de asignaciones establecidas en la célula. Intervalos de medida: HORA CARGADA/DÍA.

$$\text{Índice llamadas caídas} = \frac{N^{\circ} \text{ liberaciones forzosas canales TCH}}{N^{\circ} \text{ llamadas} + N^{\circ} \text{ traspasos entrantes}}$$

$$\% \text{ llamadas caídas} = \text{Índice llamadas caídas} \times 100$$

- **REPLANTEO** = Visita a la zona de los puntos calculados de forma teórica, se analiza la viabilidad técnica de instalación de la estación base y se recogen datos sobre la ubicación y futura instalación, para su análisis posterior (costes).

