

Telefonía celular en Europa

- **1970s:** Bell Labs inventa la **telefonía celular**
- **1980s:** En Europa hay varios sistemas incompatibles de telefonía celular analógica (1ª generación): NMT, TACS,...
- **1989:** Proyecto europeo unificado para sistema de telefonía digital **GSM**
- **1990:** Concluye fase 1: estándar GSM de 8000 páginas
- **1991:** Disponible comercialmente en la banda de 900MHz
- **2000s:** hacia la 3ª generación de telefonía móvil: W-CDMA, GPRS, EDGE, UMTS, ...

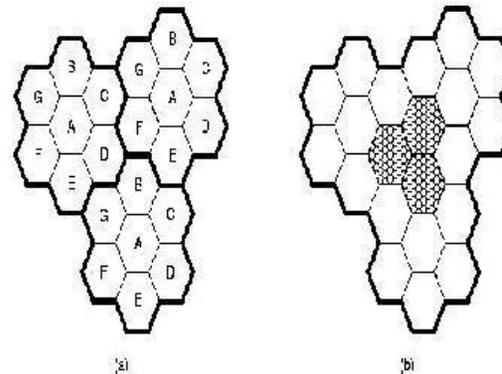
Mientras, en EE.UU.

- **1980s**
 - Un único sistema de telefonía celular analógica: AMPS
- **Hoy:**
 - 1 analógico
 - AMPS (900MHz)
 - 3 digitales
 - PCS- 1900 (GSM)
 - D- AMPS (IS- 136), 1900MHz
 - Q- CDMA (IS- 95), 1900MHz

Telefonía Celular

- Se basa en la reutilización de las frecuencias mediante la limitación de la potencia de transmisión
- Cada proveedor opera en una banda de frecuencias
- No se pueden usar las mismas frecuencias en celdas vecinas
- Las celdas que utilizan la misma frecuencia han de estar suficientemente separadas

Telefonía Celular



- La planificación de celdas es un problema parecido al de coloreado de mapas: esquemas con 7 o más colores (portadoras)
- Máximo radio de una celda: 30- 40km
- En áreas muy pobladas: celdas más pequeñas con mismo nº de slots

Telefonía celular: GSM

- GSM: Global System for Mobile communications
- GSM = red inalámbrica celular digital + RDSI + gestión de movilidad
 - RDSI: conmutación de circuitos, canales digitales desde el abonado
- GSM utiliza SS7 para señalización

Telefonía celular GSM

- Objetivos GSM:
 - Mejor aprovechamiento del espectro (compresión)
 - Compatibilidad entre países
 - Reducción de costes de infraestructura
 - Calidad subjetiva de la voz razonable
 - Recuperación digital de interferencias, acoplamientos, atenuación, recepción por varios caminos,...
 - Compatibilidad con red telefónica
 - Nuevos servicios (transmisión datos, SMS, seguridad...)
- 372 redes en 140 países
 - 361'7 millones de usuarios (agosto 2000)
 - 500 millones al concluir 2001
- Short Message Service (SMS)
 - Previsión: 15 millardos de mensajes / mes a finales de 2000

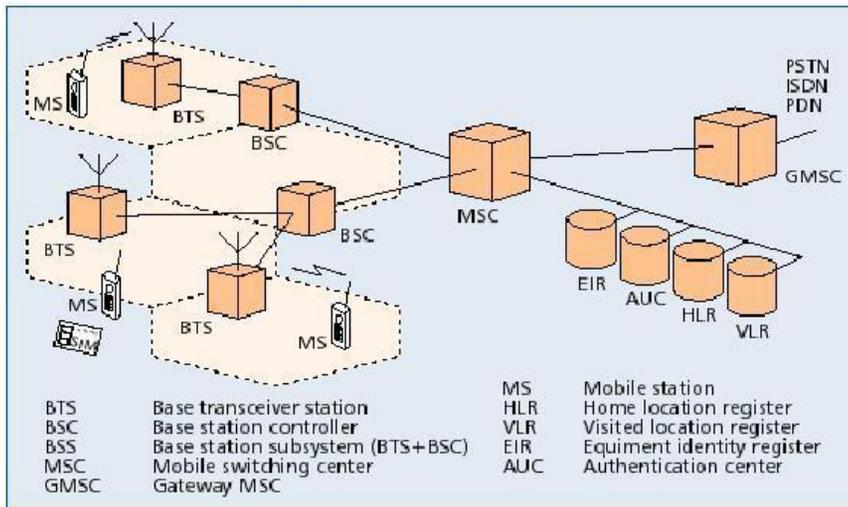
Acceso al Medio en GSM

- **FDMA + Slotted Aloha + TDMA**
- 2 bandas de 25 Mhz para GSM, cada una dividida en 124 canales de 200KHz: 890MHz- 915MHz para transmisión, 935MHz- 960MHz para recepción
 - Portadora = 2 canales diferentes de 200KHz para transmisión / recepción en cada celda
- En cada celda se pueden utilizar varios canales distintos
- Cada portadora se divide con **TDMA** en **8 slots** para usuarios => $8 \cdot 124 = 992$ usuarios como máximo
 - Pero usualmente muchos menos para poder colorear

Acceso al medio en GSM

- El terminal pide un canal utilizando **Slotted Aloha**
- **Canal**: portadora + n° slot
 - Canal de envío distinto al de recepción (desplazado 3 slots para no tener que enviar y recibir simultáneamente)
 - **Asignación simétrica de canales**: mismo ancho de banda para envío/recepción
 - GPRS: asimétrica
- Ancho de banda disponible para un canal:
 - **9600 bps** para voz o datos
 - El resto (hasta 270833 bps de tasa bruta):
 - canales para petición de slot (Aloha ranurado) y concesión de slot, anuncio de llamada o paging, redundancia, definición de tramas, de antenas, bandas de separación, ...

Arquitectura de Red GSM



Arquitectura de Red GSM (cont.)

- **Mobile Station:** ME + SIM
 - SIM: tarjeta inteligente que almacena el **IMSI** (International Mobile Subscriber Identity) y clave secreta
 - Esta separación permite movilidad de personas
 - Y compra de más terminales
- **Base Station Subsystem:**
 - Antenas (**BTS**) agrupadas de 3 en 3
 - Controladas por un **Base Station Controller (BSC)**
 - BST- BSC: microondas, RDSI, E1 (2Mbps)
 - Señalización: SS7

Arquitectura de Red GSM (cont.)

- **Network Subsystem**
 - Toda llamada pasa, al menos, por un MSC (Mobile Services Switching Center)
 - MSC se encarga de la conmutación con otros usuarios móviles del mismo o de otros proveedores, con terminales fijos en RTB, ISDN
 - Incluye bases de datos para la administración de usuarios (facturación, servicios)
 - Gestiona la movilidad
 - Handover entre BTS, BSC
 - Roaming entre diferentes proveedores (MSC)

Bases de Datos

- Múltiples bases de datos para controlar los perfiles de usuario, gestión de movilidad, autenticación, facturación
- Seguridad
 - **AuC** (clave secreta en SIM y AuC), **EIR** (robo de terminales)
- Bases de datos para gestión de la movilidad
 - Home Location Register (**HLR**)
 - Guarda info sobre los usuarios de un proveedor
 - Dónde está (identificador SS7 del VLR), servicios a los que tiene acceso, ...
 - Se consulta siempre que se llama a un móvil
 - Visiting Location Register (**VLR**)
 - Almacena temporalmente un subconjunto de la información de los usuarios cercanos

Gestión de la Movilidad

- Si el móvil detecta señal débil, puede aumentar potencia de transmisión o cambiar de antena
- Los terminales envían actualizaciones de su localización cuando cambian de BTS o MSC
- Además, periódicamente envían informes de recepción de señal
 - El MSC puede decidir pasar el control a otros BSC (handover) o a otros MSC (roaming entre proveedores distintos) por razones de congestión
- Al encender/apagar el móvil se informa al MSC de la presencia/ausencia de un usuario (su IMSI)
- El terminal tiene que cambiar de canal (frecuencia + slot) cuando cambia de antena

Establecimiento de Llamadas

- Llamada a móvil
 - Número de teléfono móvil: Mobile Subscriber ISDN Number
 - Incluye código de país, de operador, e identificador de HLR
 - Asignado a cada IMSI
 - Se interroga al HLR
 - El HLR interroga al VLR más reciente, quien devuelve un MSRN (Mobile Station Roaming Number) temporal para la llamada en curso
 - A partir del MSRN se encamina la llamada al VLR, quien envía petición de llamada:
 - En la zona del VLR se busca (no sabemos en qué antena concreta puede estar) enviando broadcast en un canal de **paging**

Transmisión de datos con GSM

- Short Message Service (SMS)
 - Máximo 140 bytes por mensaje
 - Enviados a través de canal de señalización
 - Simultáneo con llamada
 - Almacenados en SMS Service Center hasta que se pueden entregar
 - Hay que llamar (paging) a la estación para cada mensaje
 - 100 bps

Transmisión de datos con GSM

- Servicio de datos
 - En redes de telefonía celular analógica
 - Módem => red celular analógica => red telefónica fija => módem destino
 - En redes de telefonía celular digital (GSM)
 - Terminal digital GSM => módem => red telefónica => módem
 - Internet con GSM:
 - IP en el terminal => GSM => red telefónica => ISP => Internet => Destino IP
 - Hasta 20s para establecer conexión
 - 9600bps en ambos sentidos (desperdicio)
 - Y 64kbps en la red fija