



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

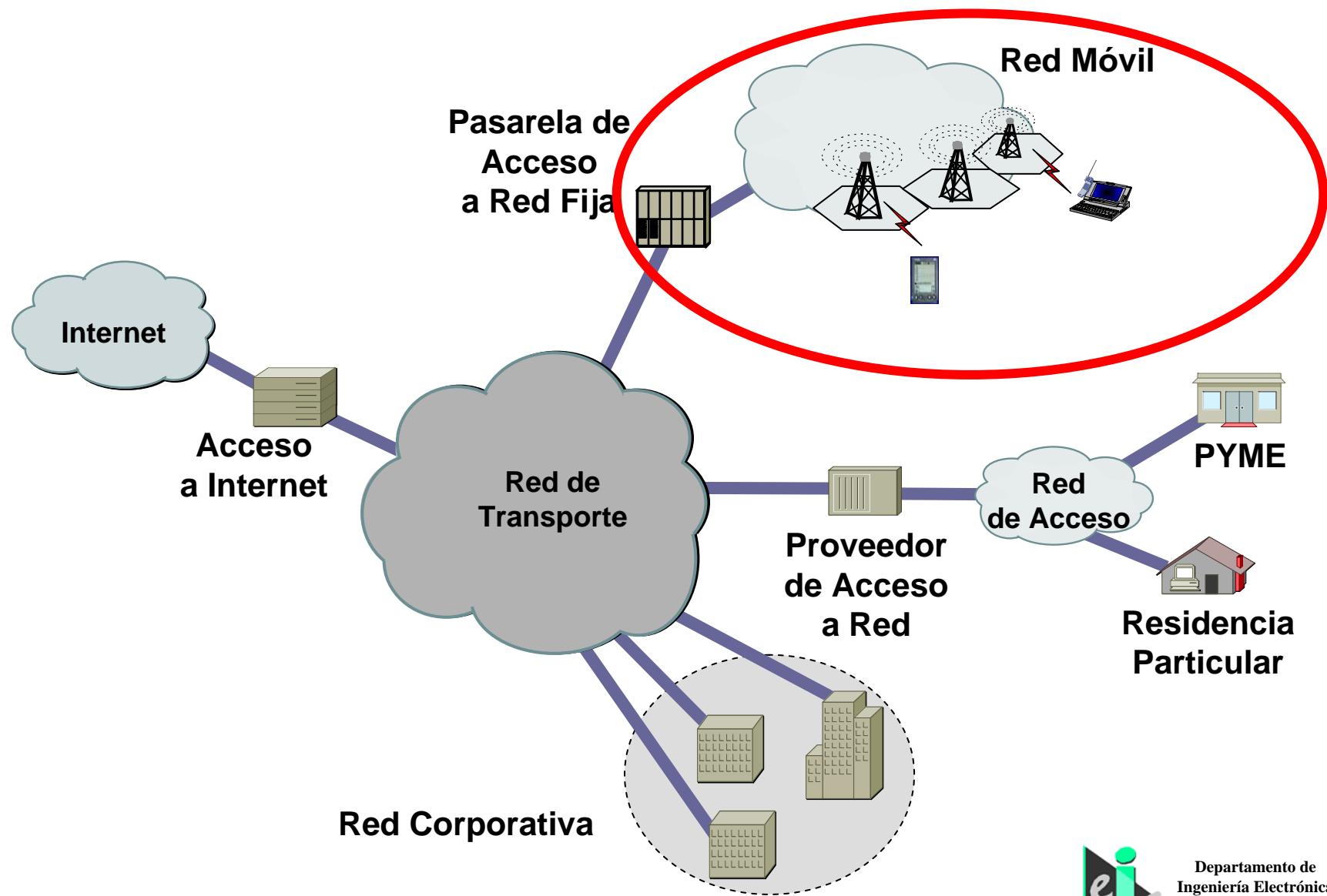
Ángela Hernández – Profesora de Ingeniería Telemática

Departamento de Ingeniería
Electrónica y Comunicaciones

- Introducción
- Sistemas Celulares
- GSM
- GPRS

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Introducción



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Sistemas Celulares

Introducción de la arquitectura celular

CONCEPCIÓN INICIAL

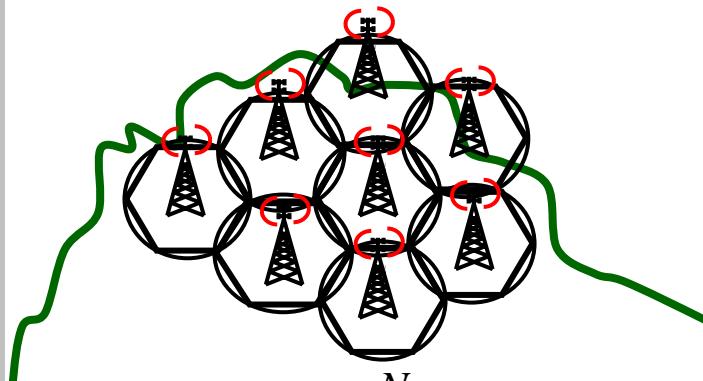
Maximizar la zona de cobertura

- Potencia de las estaciones base (BS) muy elevada.
- Potencia de los móviles (MS) elevada.

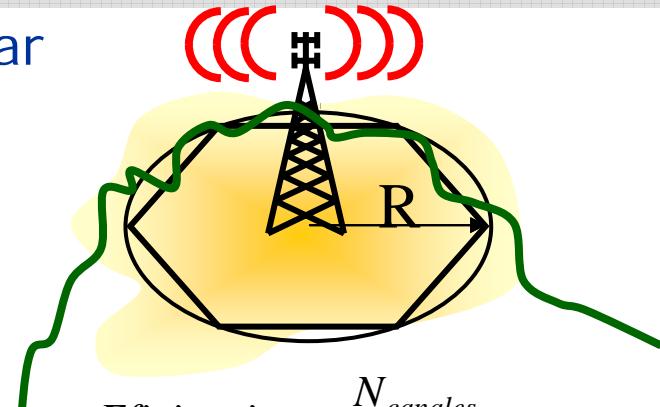
"handicap" Eficiencia en términos de número de canales por unidad de superficie es pequeña.

Un número de usuarios alto requiere un ancho de banda muy grande.

Solución : Arquitectura celular



$$Eficiencia = \frac{n.N_{canales}}{Superficie}$$



$$Eficiencia = \frac{N_{canales}}{Superficie}$$

$$N_{canales} = \frac{BW_{Total}}{BW_{Canal}}$$

PRINCIPIOS BÁSICOS:

- Fragmentación en células de la zona a cubrir.
- Potencia de las BS y los MS reducida.
- Reuso de frecuencias.
- Estructura pensada para reducir la interferencia cocanal.

REQUIERE:

- Asignación de frecuencias.
- Gestión eficiente de los traspasos de llamadas (HANDOVERS)

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

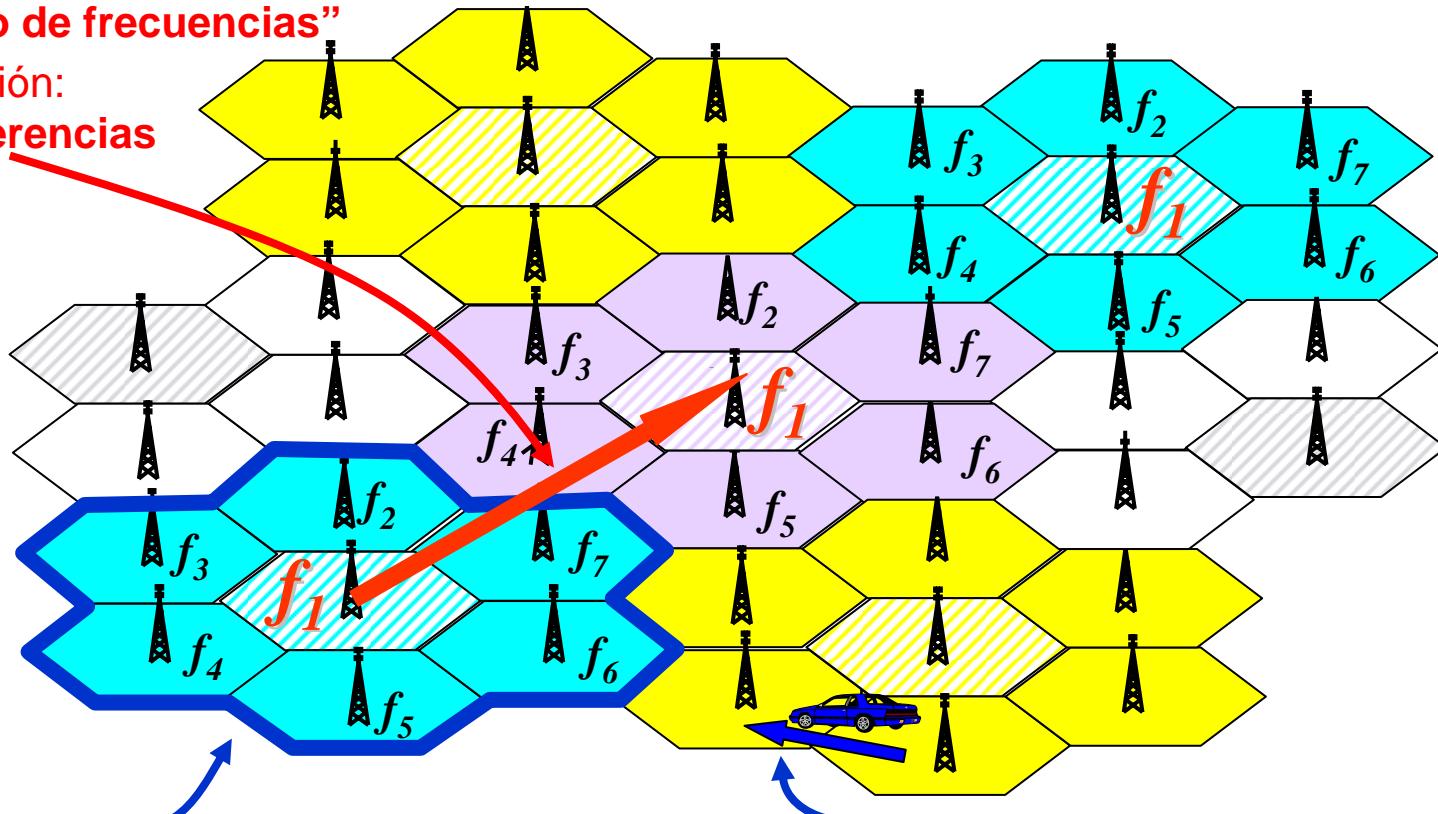
Sistemas Celulares

Introducción de la arquitectura celular

“Reuso de frecuencias”

limitación:

Interferencias



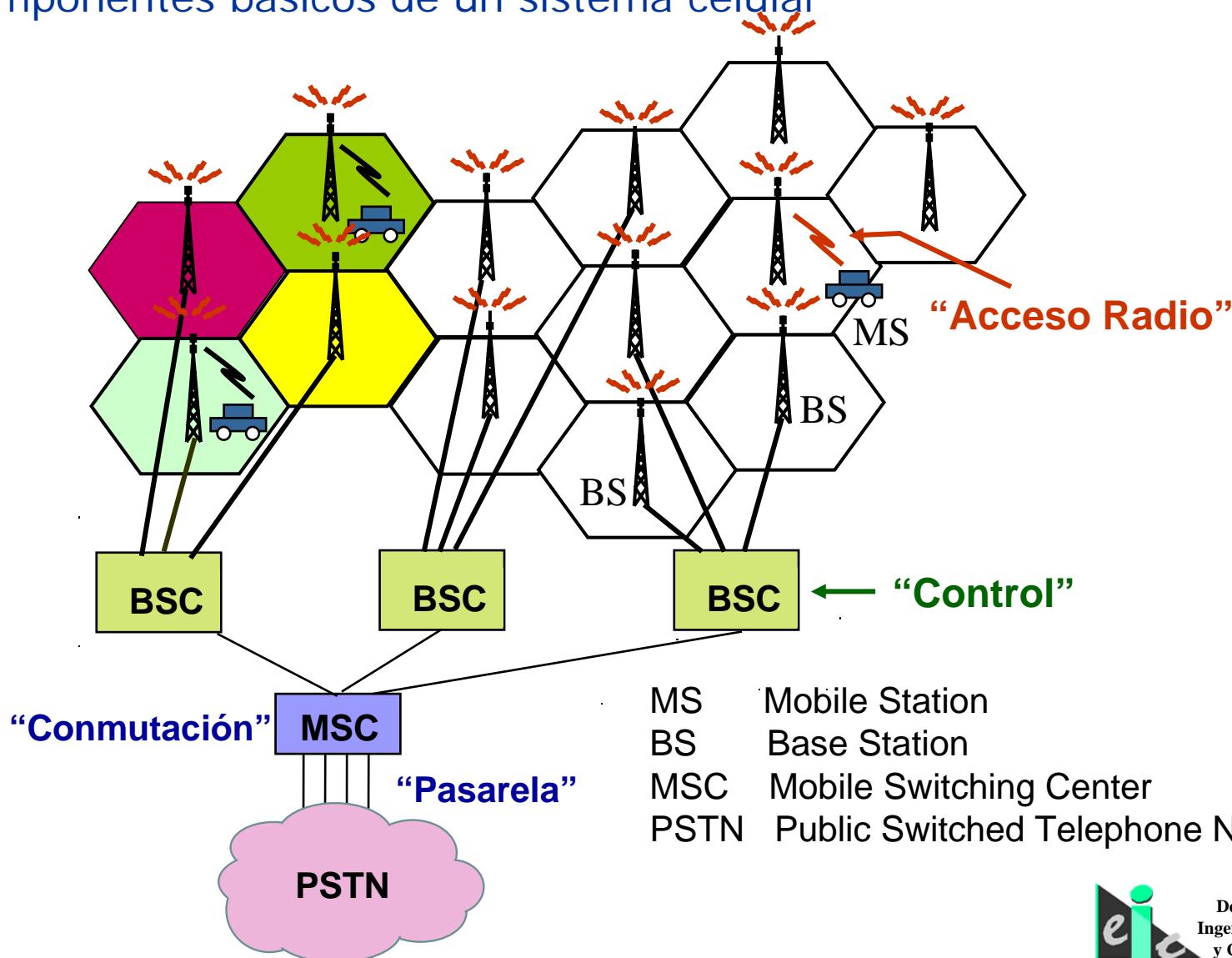
“CLUSTER”: conjunto de células
que emplean frecuencias diferentes
En este caso el cluster es de 7 células.

“Hand-off”
Limitación: Complica el control
de la red

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

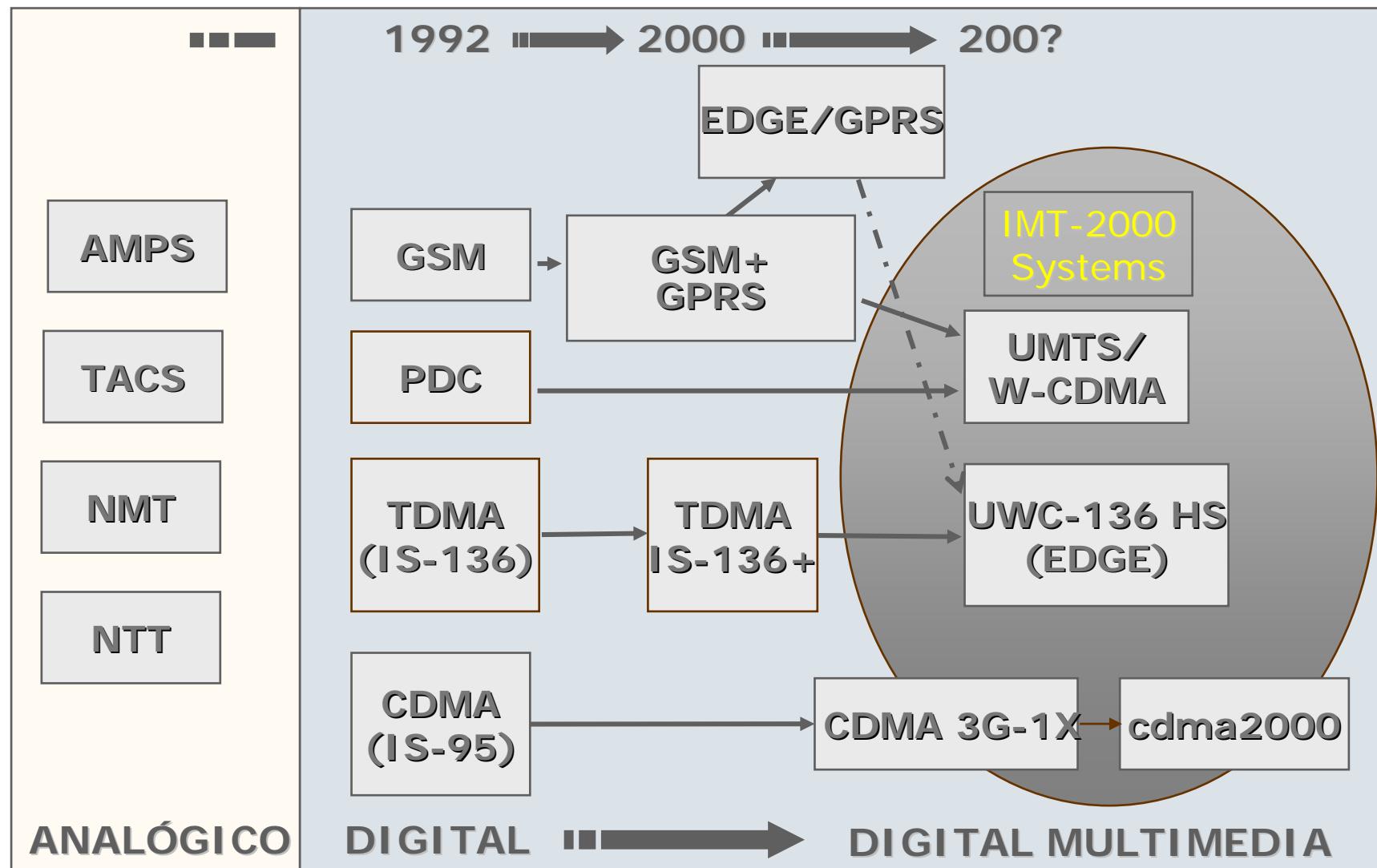
Sistemas Celulares

Componentes básicos de un sistema celular



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Sistemas Celulares



Evolución histórica de los sistemas celulares 2G-3G

- **1990:** Conclusión de las especificaciones GSM Phase-1.
- **1991-1992:** Primeras pruebas públicas e inicio de explotación en algunos países.
- **1992:** SISTEMA OPERATIVO (GSM FASE 1).
Septiembre 1993, Sistema DCS 1800.
- **1995:** GSM FASE 2. PCS 1900 USA
- **1997:** GSM FASE 2+. Permite nuevos servicios GSM.
 - Incremento de velocidad de transmisión de datos.
 - High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)
 - General Packet Radio Services (GPRS).
 - Videoconferencia
 - Acceso a Internet.
 - WAP
 - Comercio Electrónico.
 - WLL a 64 Kbits/seg.
- Terminales duales
 - GSM / DCS 1800
 - GSM / PCS 1900
 - GSM / DECT
- Evolución de GSM hacia UMTS:
 - EDGE

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Aspectos Relevantes

- Tecnología digital.
- Transmisión de datos con distintas velocidades binarias.
- Interconexión con RDSI.
- Implantación de sistemas criptográficos. Mejora la seguridad.
- Uso de técnicas de acceso múltiple.
 - Aumento el número de canales disponibles para las mismas frecuencias.
- Mejoras en la calidad de servicio.
 - Uso de códigos para control de errores y técnicas de ecualización.
- Mayor calidad en presencia de interferencias.
 - Reducción de la distancia de reuso de frecuencias. Aumento de la capacidad
- Mayor eficacia de las baterías de los portátiles.
 - Reducción del volumen y consumo de los terminales.
- Terminales y sistema de bajo coste.
- Ampliación de servicios.
- Capacidad de seguimiento automático nacional e internacional.
- Coexistencia con otros sistemas.



GSM: Aspectos Relevantes

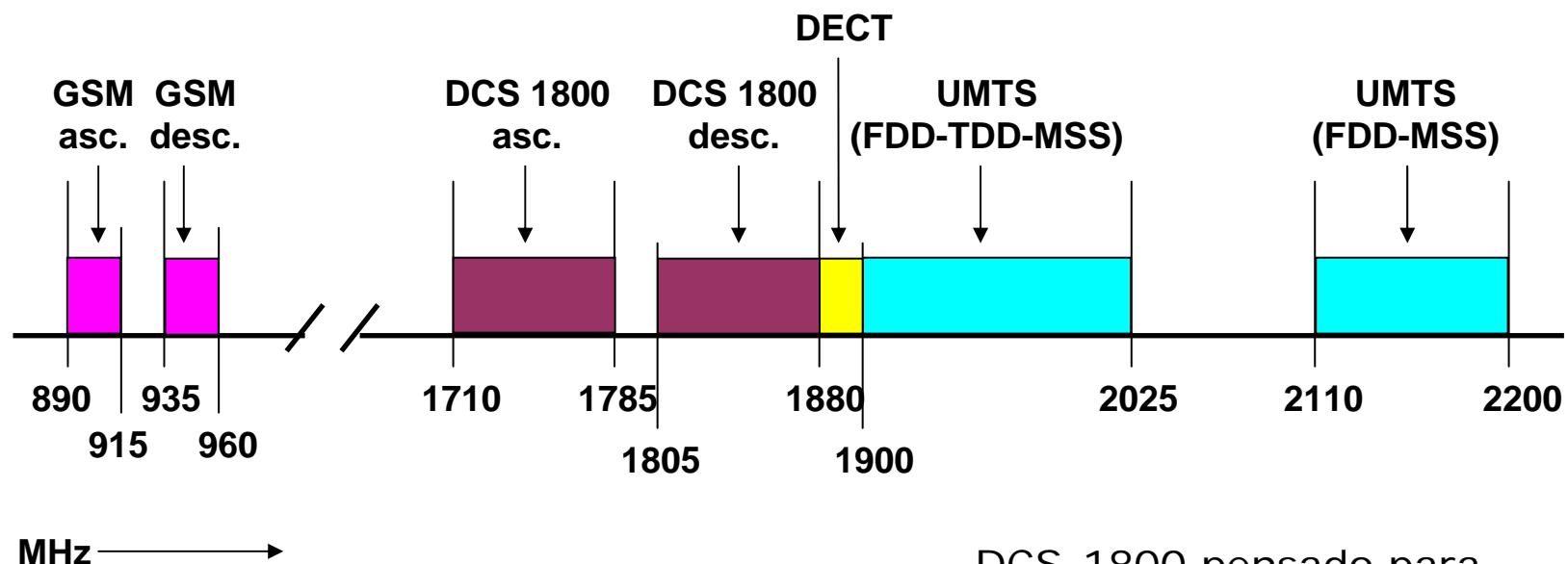
Tipos de servicio

- Servicios portadores (datos). Velocidad de 2,4. 4,8 y 9,6Kbps.
- Teleservicios: Telefonía digital con codec a 13Kbps en commutación de circuitos, SMS (Short Message Service) de 160 bytes, fax, etc...
- Servicios complementarios (llamadas en espera, multiconferencias, identificación de llamadas, etc...).

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Especificaciones básicas

Banda de frecuencias asignadas



DCS-1800 pensado para entornos microcelulares: celdas típicas entre 300 m. (urbanas); y 5 km. (rurales)



Departamento de
Ingeniería Electrónica
y Comunicaciones

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Especificaciones básicas

Parámetro	GSM	DCS1800
Frecuencia Transmisión (Mhz)		
Móvil-> Base	890-915 880-915	1710-1785
Base -> Móvil	935-960 925-960	1805-1880
Tipo de Acceso Múltiple	TDMA/FDMA	TDMA/FDMA
Método de Duplexado	FDD	FDD
Ancho de Banda por Radiocanal	200 kHz	200 kHz
Nº Canales tráfico por radiocanal	8	8
Nº Total de canales de tráfico	992 - 1392	2992
Canal vocal:		
Tipo de Modulación	GMSK	GMSK
Vel. Transmisión /Desviación Frecuencia	270,8 kbps	270,8 kHz
Tipo de VOCODER y velocidad	FR- EFR 13 kbps	FR- EFR 13 kbps
Canal de Servicio:		
Tipo de Modulación	GMSK	GMSK
Vel. Transmisión	270,8 kbps	270,8 kbps

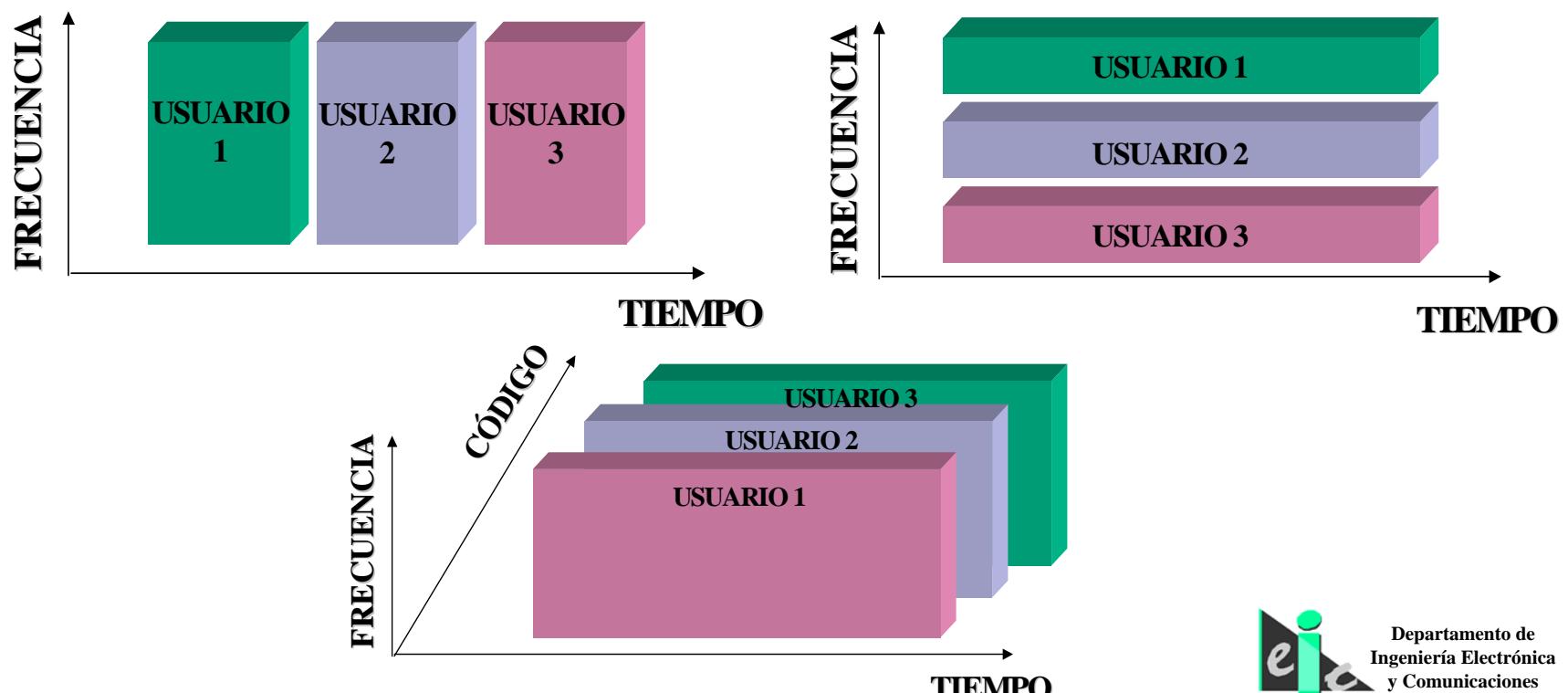
REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Especificaciones básicas

Técnicas de acceso múltiple

Función : permitir a varios usuarios compartir el medio físico de la transmisión.

Separabilidad { Frecuencia (FDMA)
Tiempo (TDMA)
Código (CDMA)

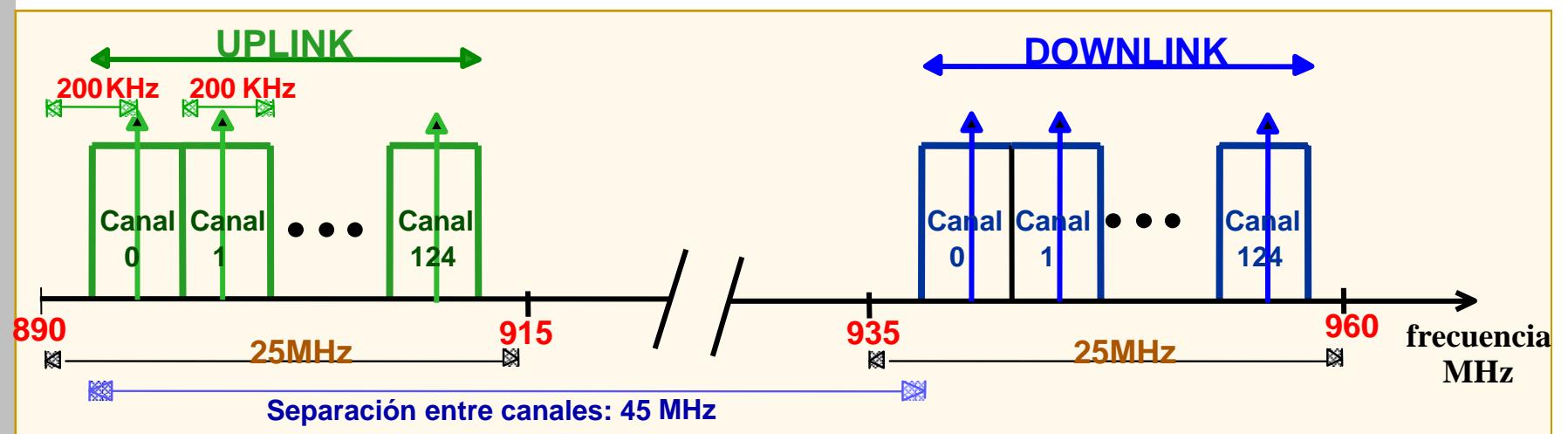
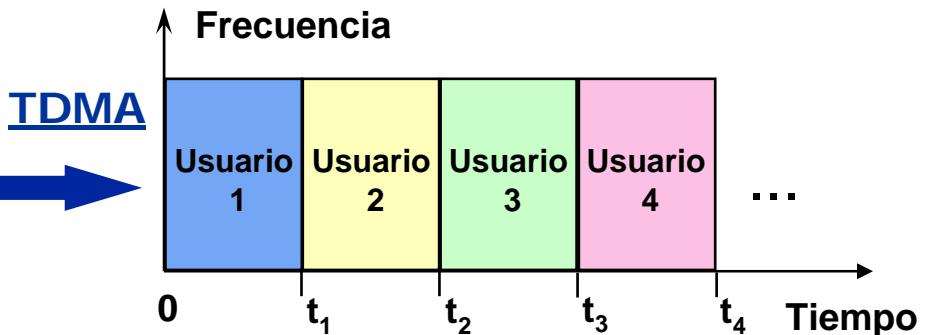


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Especificaciones básicas

Acceso múltiple TDMA/FDMA:

- Los usuarios comparten la misma frecuencia en breves instantes de tiempo que se repiten periódicamente. A cada usuario se le asigna un intervalo temporal * **TDMA**
- En frecuencia, cada radiocanal soporta 8 usuarios simultáneos mediante TDMA.
- El radiocanal 0 se usa como banda de guarda con otros sistemas radio.



ARFCN

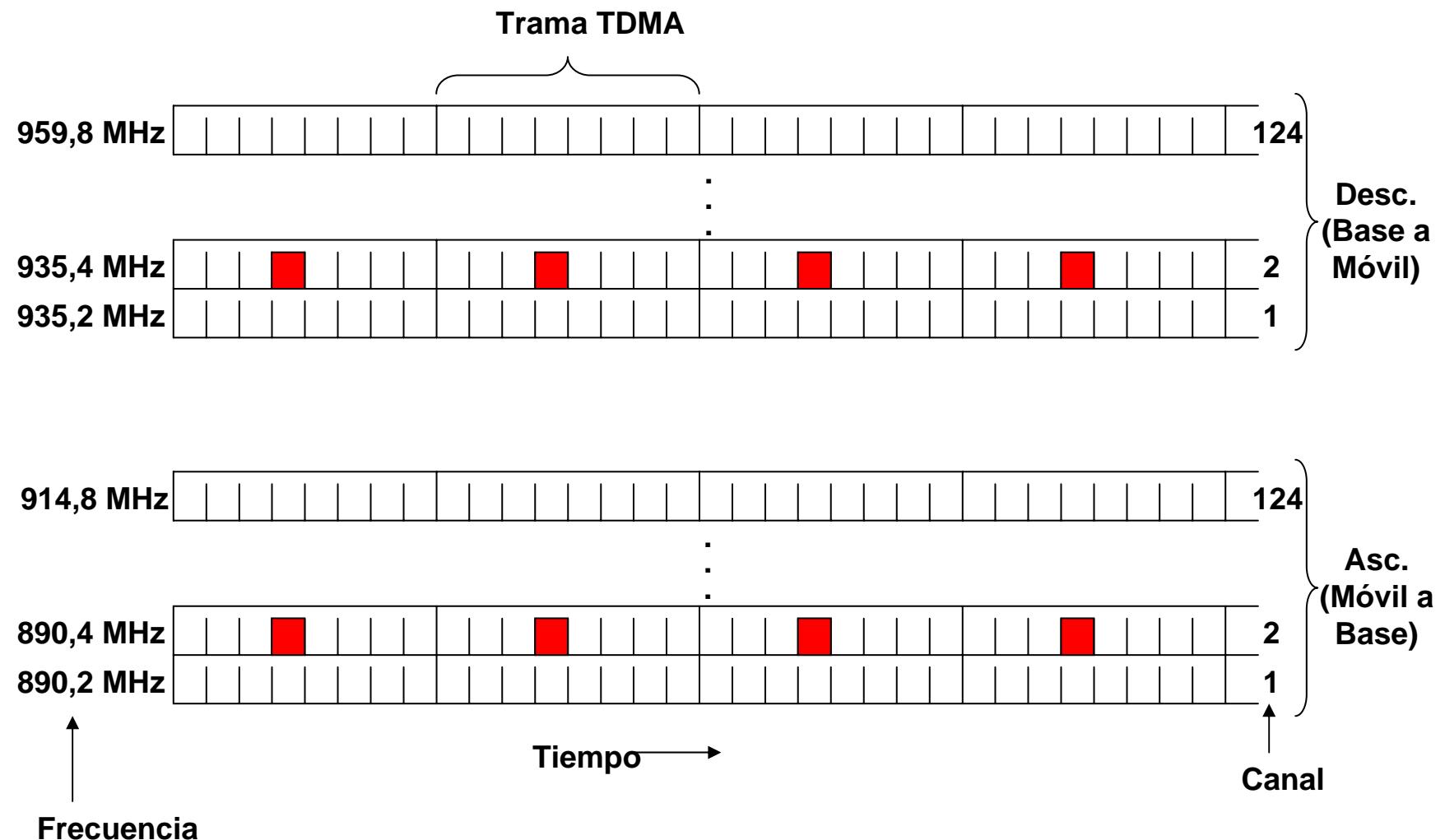
(Absolute RadioFrequency
Channel Number)

Si lo denominamos n

$$F_{\text{up}}(n) = 935 + 0,2 n = F_{\text{low}}(n) + 45 \quad \text{con } 1 \leq n \leq 124$$
$$F_{\text{low}}(n) = 890 + 0,2 n$$

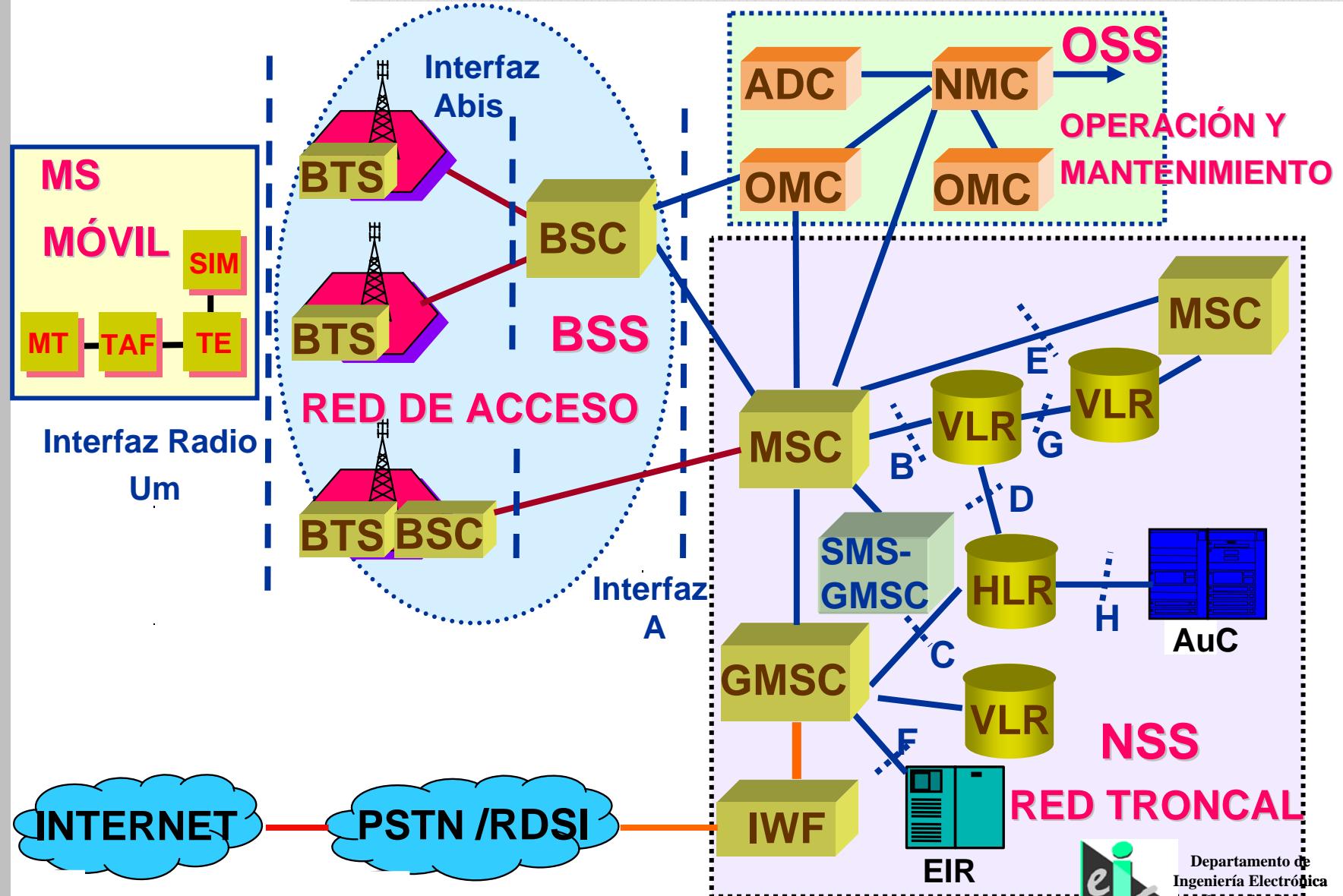
REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Especificaciones básicas



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

MS Mobile Station

MT	Mobile Termination
TE	Terminal Equipment
TAF	Terminal Adaptor
SIM	Subscriber Identity Module

BSS Base Station Subsystem

BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller

NSS Network and Switching Subsystem

MSC	Mobile Switching Center
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
HLR	Home Location Register
VLR	Visitor Location Register
EIR	Equipment Identity Register
AuC	Authentication Center
SMS-GMSC Short Message Service GMSC	

OSS Operation Support Subsystem

OMC	Operation and Maintenance Center
NMC	Network Management Center
ADC	Administration Center

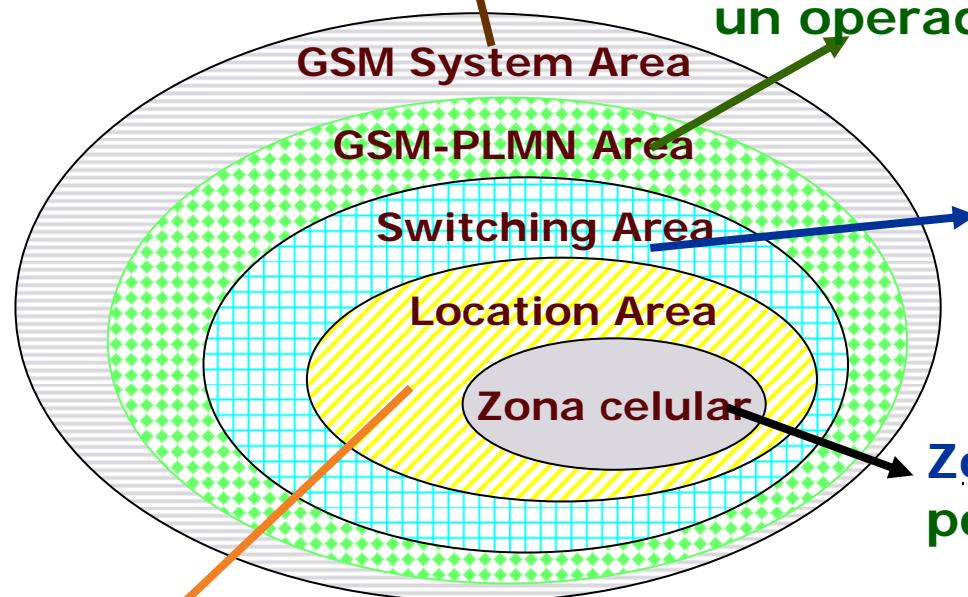
IWF: Conjunto de operaciones que permiten conectar el sistema GSM a redes externas: ej modems, canceladores de eco, etc.



Estructura Jerárquica

GSM System Area: área mundial donde se presta servicio GSM

GSM-PLMN Area: área de servicio de un operador de GSM



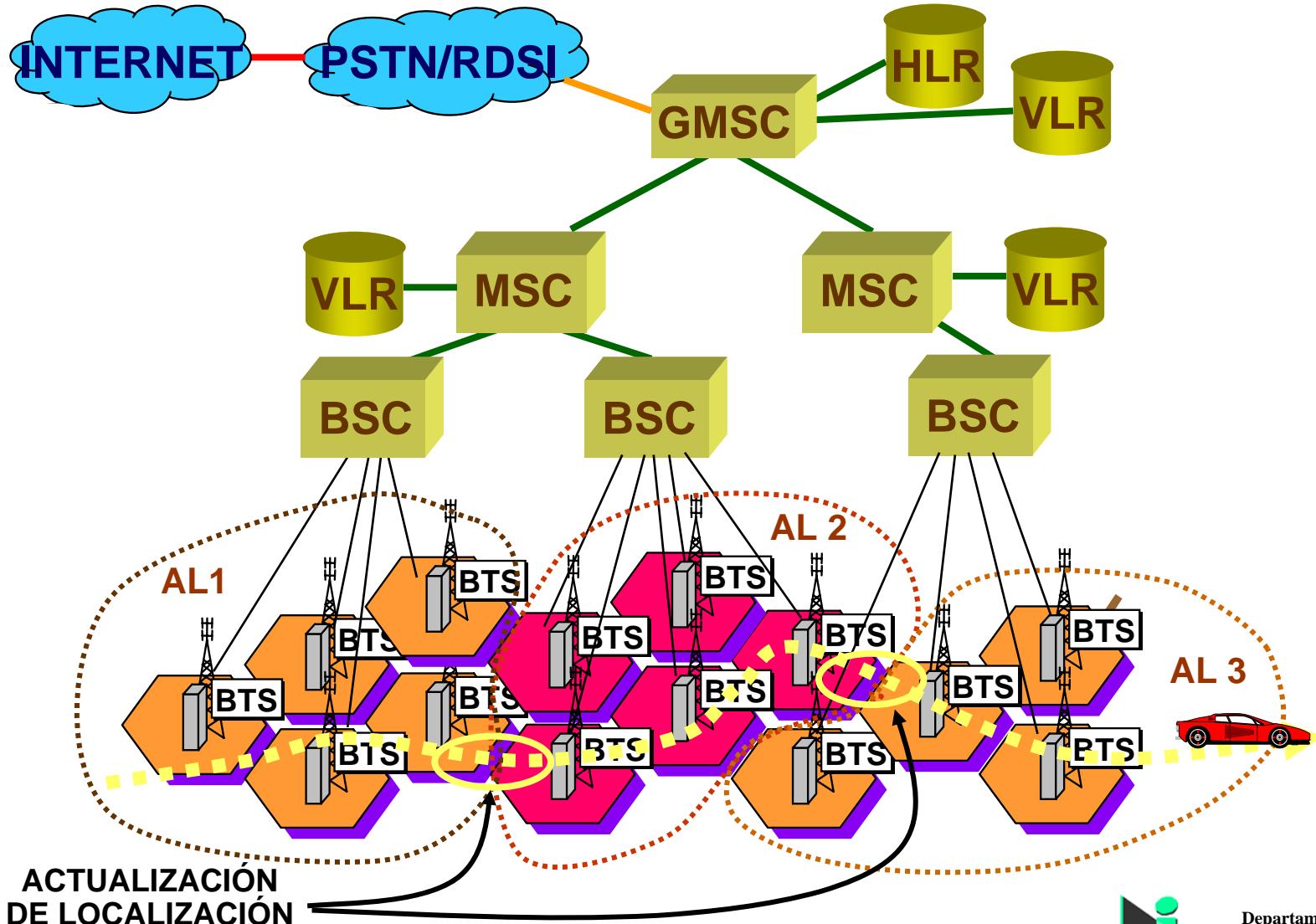
Switching Area: zona controlada por una MSC

Zona celular: área cubierta por una estación base.

Location Area: área donde una estación móvil puede desplazarse sin que se modifique su registro de localización

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

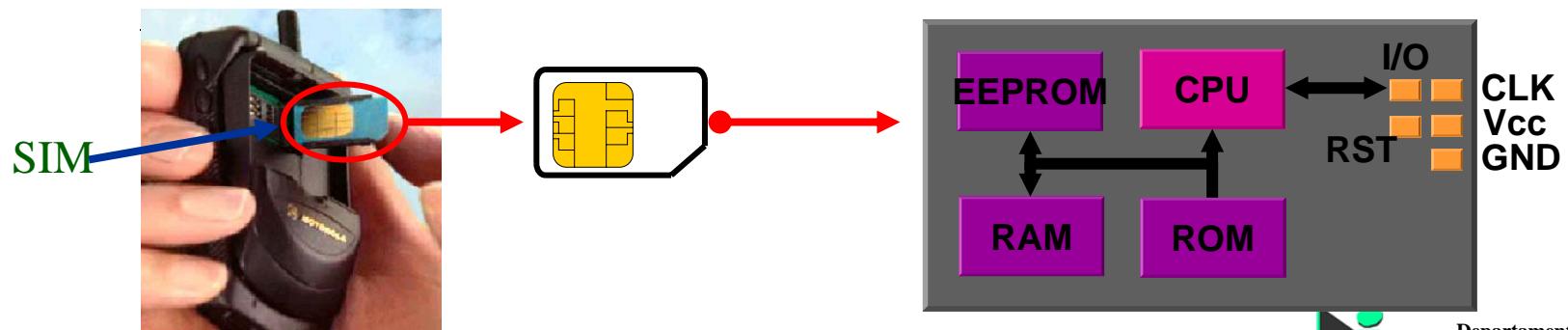


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

MS: Estación móvil (Mobile Station) = TERMINAL + SIM

- Como equipo, la MS proporciona la plataforma física para el acceso, pero es "anónima" y no puede funcionar con la red hasta que se la "personaliza" mediante la inserción de una "tarjeta inteligente" (smart card) denominada **módulo de identidad de abonado, SIM (Subscriber Identity Module)** donde figura, entre muchas informaciones, la **identidad del abonado IMSI (International Mobile Subscriber Identity)** dentro de la red.
- En GSM se considera por separado al usuario (SIM) y a los terminales, lo que aumenta la movilidad personal, pues la SIM puede insertarse en cualquier terminal homologado y acceder con ello a los servicios abonados.
- La **SIM** además contiene los algoritmos de cifrado, datos de configuración de la red (celda de localización, frecuencias de la estación base, etc) y almacena mensajes cortos provenientes de la red.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

MS: Estación móvil (cont)

La **estación móvil** desempeña las siguientes funciones básicas:

- Proporciona una interfaz de comunicaciones entre los usuarios y la red vía radio.
- Realiza la transmisión/recepción de las informaciones de usuario y de señalización a través de esa interfaz radio.
- Efectúa la inicialización de la conexión con la red.
- Realiza la sintonización de frecuencias y seguimiento automático de las estaciones base en cuya zona de cobertura se encuentre.
- Efectúa funciones de procesamiento de voz: conversión analógico/digital y viceversa.
- Proporciona potencias de nivel 2, 4, 8 y 20W.
- Proporciona un interfaz con el usuario humano (micrófono, auricular, pantalla y teclado para gestionar llamadas con transmisión de voz), ofrece un interfaz con otros equipos terminales (fax, ordenadores personales, etc) o ambas.
- Puede incluir terminales RDSI conectados a través de los interfaces R o S definidos para esa red, ya sea directamente o a través de adaptadores de terminal (TA).
- Realiza la adaptación de interfaces y velocidades para las señales de datos.

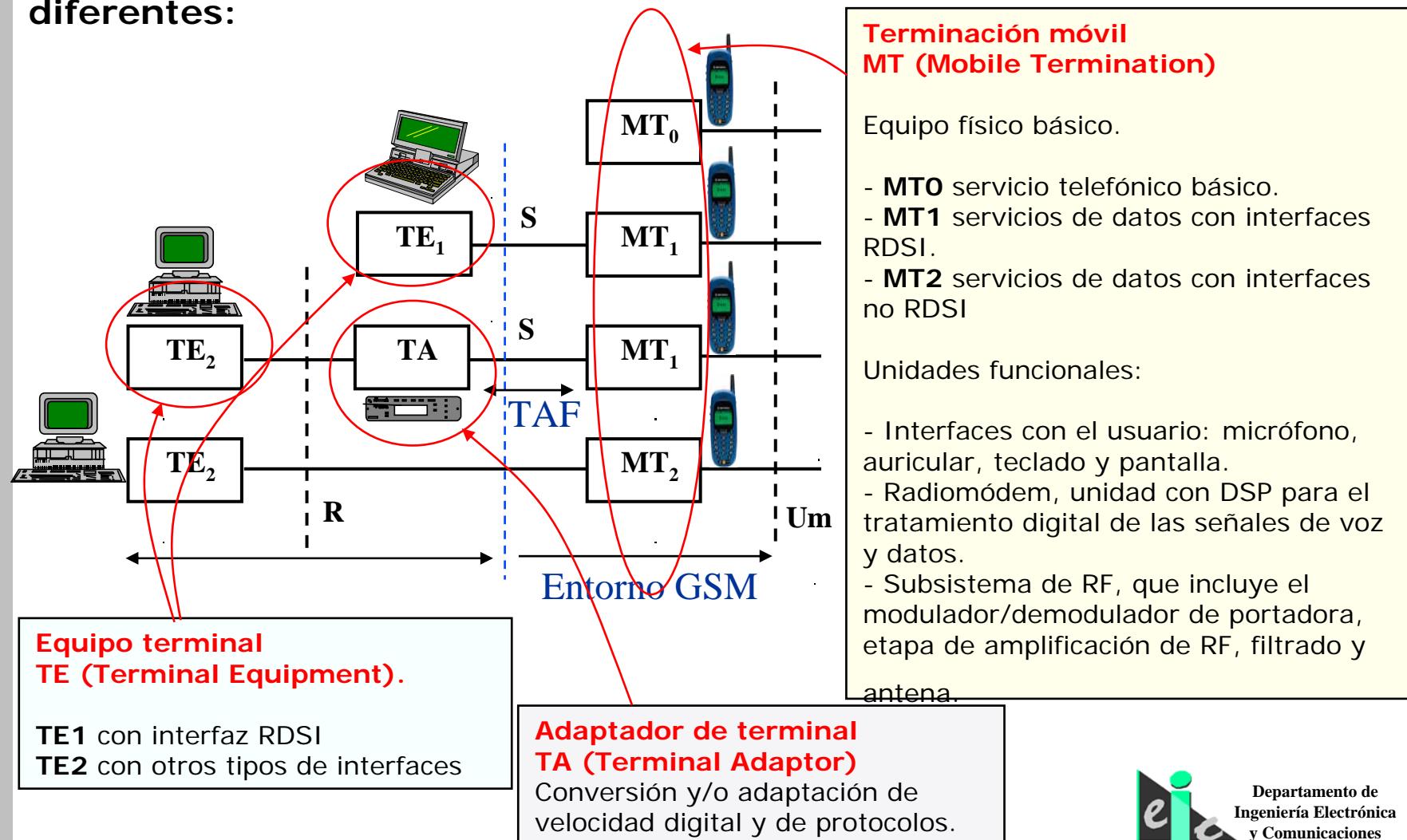


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

MS: Estación móvil (cont)

- Desde el punto de vista funcional, la MS comprende tres unidades diferentes:



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

Subsistema de Estación Base (BSS)= BTS+BSC

Se compone de dos partes:

Transceptor de Estación Base, BTS (Base Transceiver Station). Se suele denominar simplemente **estación base** y está constituida por los **equipos transmisores/receptores de radio (transceptores)**, los elementos de conexión al sistema radiante, las antenas y las instalaciones accesorias (torre soporte, pararrayos, tomas de tierra, etc.).

Funciones:

- Formación del multiplex GSM
- Realiza medidas de la señal radio proveniente del móvil.
- Establece el enlace radio con el usuario móvil (modulación, demodulación, igualación, codificación, etc.)
- Gestión del Time Advance (Sincronización)
- Operación y mantenimiento



Estructura de la red GSM

Subsistema de Estación Base (BSS)= BTS+BSC

Controlador de Estación Base, BSC (Base Station Controller).

Gestiona y controla las BTS (hasta varias decenas). Constituye un primer nivel de concentración de tráfico hacia la red con objeto de minimizar costes de transmisión.

- Es el responsable de la asignación y liberación de los radiocanales (recursos radio) con el móvil y de canales terrestres con la red.
- Fija el contenido de los canales de Radiodifusión y asigna los mensajes de paging a los subcanales físicos o “paging group”
- Gestión de los procesos de transferencia (handover) entre BTS's bajo su control.
- Ejecuta los algoritmos del control de potencia y cifrado.
- Físicamente, puede encontrarse en el mismo emplazamiento que una BTS, junto a una MSC o sola.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

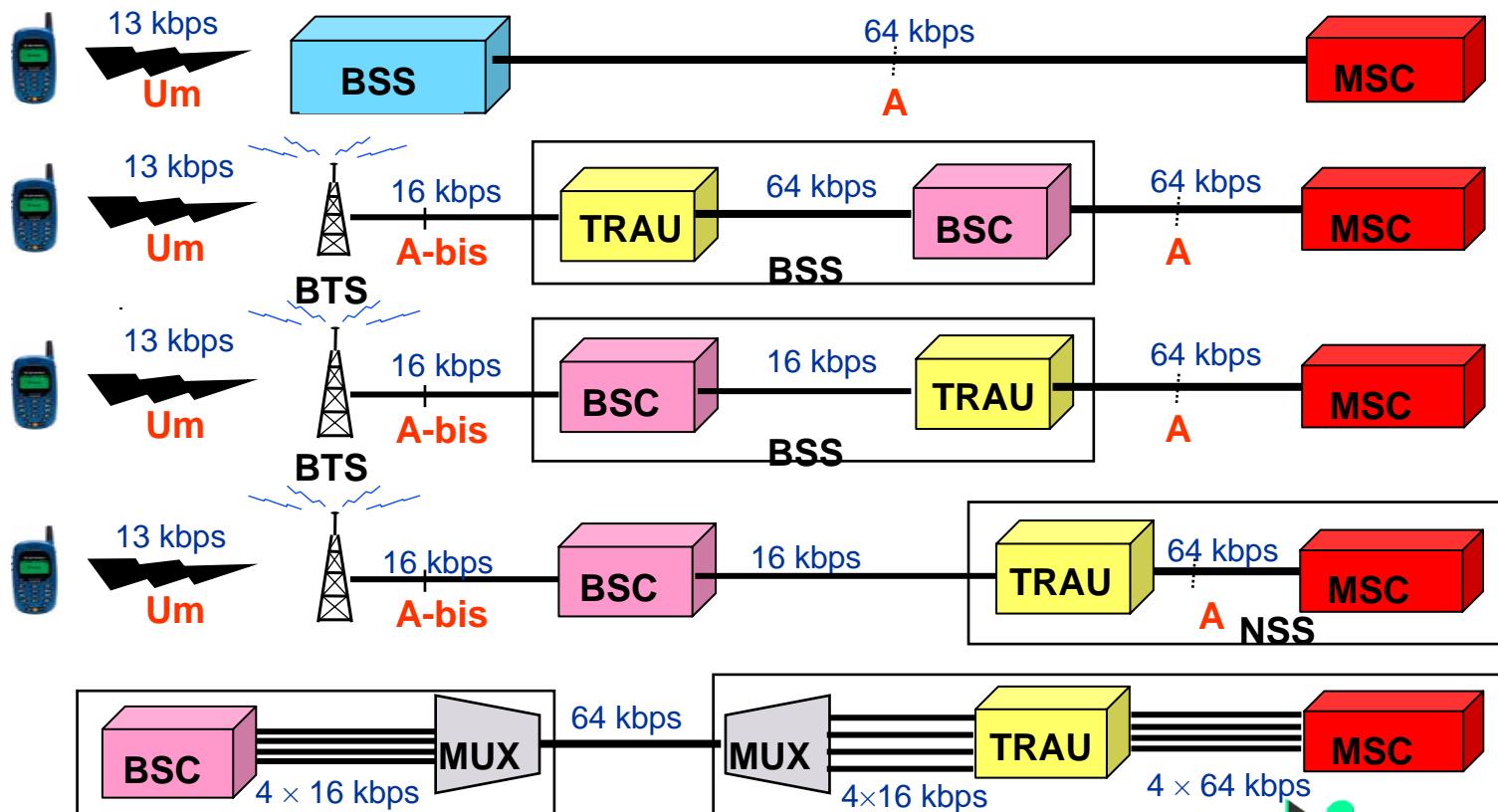
Estructura de la red GSM

Subsistema de Estación Base (BSS) (cont)

TRAU

(Transcoder/Rate Adapter Unit)

- Adapta la señal de voz específica del interfaz radio GSM (13Kbps) al formato utilizado en la red fija (64Kbps).
- Puede estar localizado en la BTS, BSC o MSC.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

Subsistema de Comutación (NSS)

- Es la parte de GSM que incluye las funciones necesarias para comutar llamadas y las bases de datos propias del sistema que permiten el establecimiento de las mismas.

Funciones:

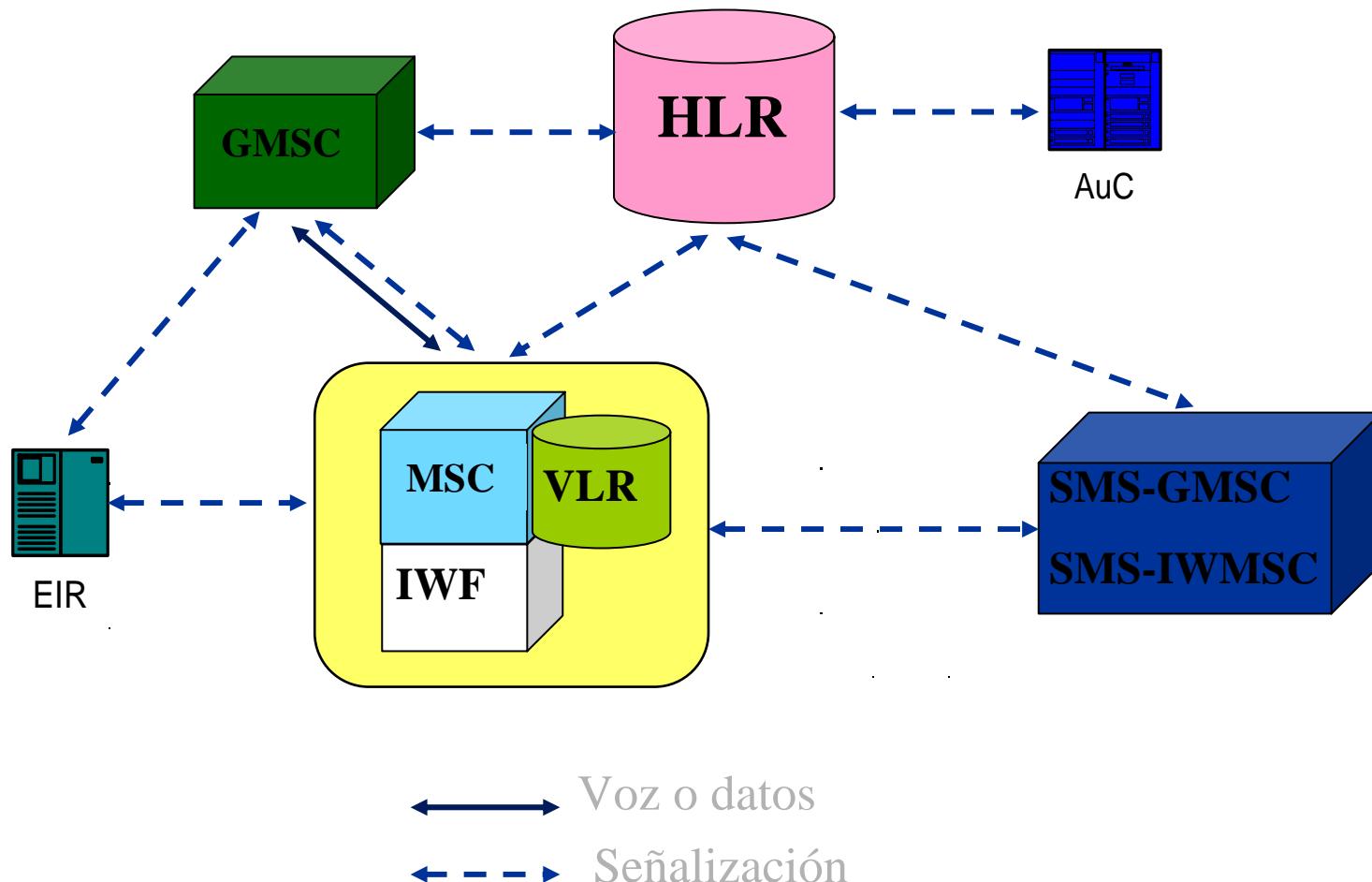
La provisión del servicio básico:	<ul style="list-style-type: none">- Gestión de llamadas.- Autentificación de la identidad del usuario.- Llamadas de emergencia.- Servicios suplementarios.- Servicios de grupo de voz. (GSM 2+).- Servicio de mensajes cortos, SMS (Short Message Service).- Confidencialidad de los elementos de información de señalización.
Soportar la operación entre celdas:	<ul style="list-style-type: none">- Registro de posición. Son los procedimientos mediante los cuales las bases de datos de la red (VLR y HLR) guardan de forma actualizada la posición en la que se encuentran los móviles. Así, por ejemplo, la red sabrá hacia dónde dirigir una llamada a un móvil.- Traspaso (Handoff).- Restablecimiento de la llamada.
Gestión de la propia red:	Son las funciones relacionadas con la operación y mantenimiento de la red.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

Subsistema de Comunicación (NSS) (cont)



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Estructura de la red GSM

Subsistema de Comutación (NSS) (cont)

MSC/VLR: Funcionalmente son diferentes aunque están relacionados estrechamente.

MSC (Mobile Services Switching Center): Es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red y señalización básicas.

- Realiza la gestión completa de las llamadas desde y hacia usuarios GSM (establecimiento, encaminamiento, control y finalización).
- Realiza los traspasos entre dos BSC que estén conectadas a él o a otro MSC.
- Proporciona el control de la autentificación y de la actualización de posición de los móviles, la prestación de servicios suplementarios y la tarificación de las llamadas.

VLR (Visitor Location Register): base de datos en la que se guarda información temporal de cada cliente que se encuentra en el área de influencia de los MSC. Se guardan datos de identificación del usuario como el (IMSI o el TMSI), datos para el encaminamiento como el MSRN, servicios contratados, tripletas de autentificación, etc

Estructura de la red GSM

Subsistema de Comutación (NSS) (cont)

HLR (Home Location Register): base de datos distribuida (única por red GSM) que contiene información estática relativa al servicio de todos los clientes de la red GSM y también información dinámica, como el la MSC y VLR en el que se encuentran, el número C en el caso de desvío de llamada y las tripletas de autenticación.

GMSC (Gateway Mobile Switching Center) es un nodo que permite interrogar al HLR para obtener información de encaminamiento para una llamada dirigida a un móvil. Por lo tanto, es el nexo de unión de la red GSM con otras redes externas.

IWF (InterWorking Function): Entidad funcional asociada al MSC. Proporciona los medios necesarios para el interfuncionamiento de la red GSM con las redes externas fijas (PSTN, ISDN y redes de paquetes PDN).

Subsistema de Comunicación (NSS) (cont)

AuC (Authentication Center): Gestiona los datos de seguridad y autenticación de los usuarios. Proporciona al HLR la tripleta de autenticación (RAND, SRES y Kc) que permite la autenticación del móvil en cada MSC/VLR. Guarda la clave de identificación individual de cada usuario, Ki.

EIR (Equipment Identity Register): Registro de identificación de equipos. Su función consiste en evitar que se utilicen equipos móviles no autorizados en la red. Para la comprobación se utiliza el IMEI o identificación internacional del equipo móvil.

SMS-GMSC (Short Message Service-Gateway Mobile-services Switching Center).

SMS-IWMSC (Short Message Service-InterWorking MSC).

Identificación de clientes móviles: **IMSI**, **TMSI**, **LMSI**

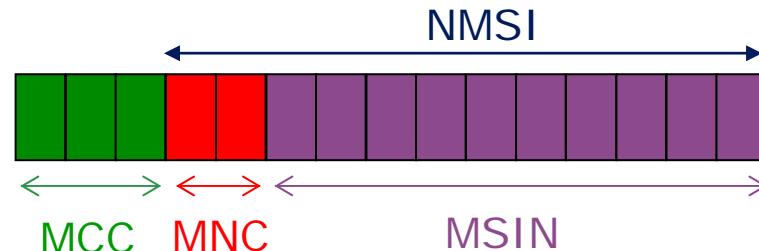
- El **IMSI** (**I**nternational **M**obile **S**ubscriber **I**dentity) es la identidad internacional del cliente móvil y, por tanto, es única para cada cliente en todo el mundo. Identifica un cliente con su red GSM.
- Para asegurar la privacidad del **IMSI** y evitar que esté viajando continuamente en la interfaz radio, el VLR asigna un número temporal **TMSI** (**T**emporary **M**obile **S**ubscriber **I**dentity) a cada uno de sus visitantes.
- De forma opcional y para acelerar la búsqueda de los datos en el VLR, se define el **LMSI** (**L**ocal **M**obile **S**tation **I**dentity). El **LMSI** es asignado por el VLR en el procedimiento de actualización de posición y es enviado al HLR junto con el **IMSI**. Aunque el HLR no lo utiliza para nada, en caso de que disponga de él, lo envía siempre junto al **IMSI** hacia el VLR en todos los mensajes referentes a dicho móvil para facilitarle la búsqueda dentro de su base de datos.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Numeración

Identificación de clientes móviles: **IMSI**, **TMSI**, **LMSI**

IMSI (International Mobile Subscriber Identity): Identidad internacional del cliente móvil



MCC (Mobile Country Code). 3 dígitos. Identifica el país donde está domiciliado el usuario. La asignación la realiza el ITU-T. España: 214.

MNC (Mobile Network Code). 2 dígitos. Identifica la red a la que pertenece el cliente. La asignación la realiza la administración de cada país.

Airtel: 01
Movistar: 07
Amena: 03

MSIN (Mobile Subscriber Identification Number). 10 dígitos. Identifica al usuario dentro de su red. Lo asigna el operador y si existe más de un HLR en la red, los primeros dígitos referencian al HLR donde está dado de alta el usuario.

$$\text{NMSI} = \text{MNC} + \text{MSIN}$$

$$(\text{NMSI} = \text{National Mobile Subscriber Identity})$$

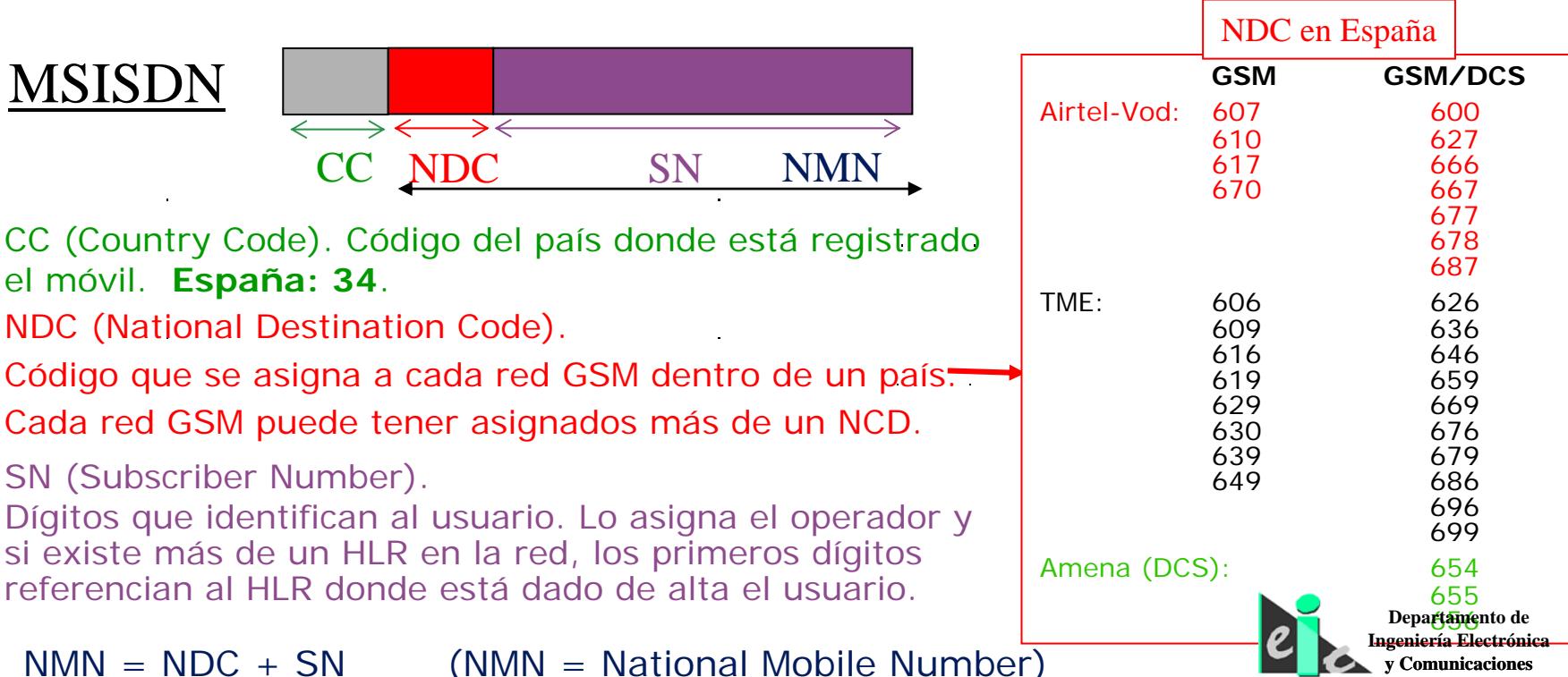
REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Numeración

Plan de numeración para estaciones móviles

- Se utilizan números diferentes:

- **MSISDN (Mobile Station International ISDN Number)**: Es el número ISDN internacional de la estación móvil. Identifica de forma única al cliente móvil dentro del plan de numeración de la red telefónica pública.
- **MSRN (Mobile Station Roaming Number)**: Es el número de itinerancia o seguimiento de la estación móvil y sirve para que el GMSC pueda encaminar una llamada terminada en móvil al MSC correcto.

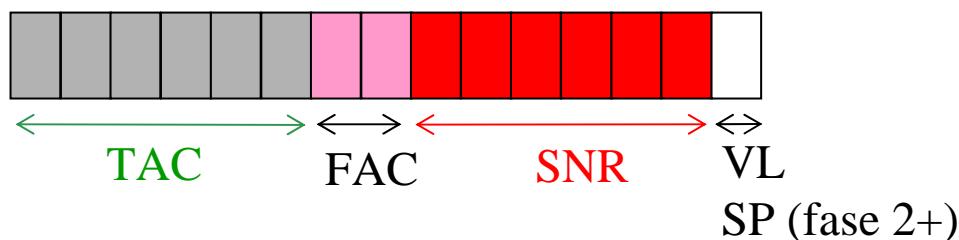


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Numeración

Identificación del equipo móvil: IMEI

- **IMEI (International Mobile Equipment Identity)**: Es la identidad internacional del equipo móvil y permite identificar a dicho equipo de forma única.



TAC (Type Approval Code): 6 dígitos. Indica que el equipo está aprobado por un organismo central GSM.

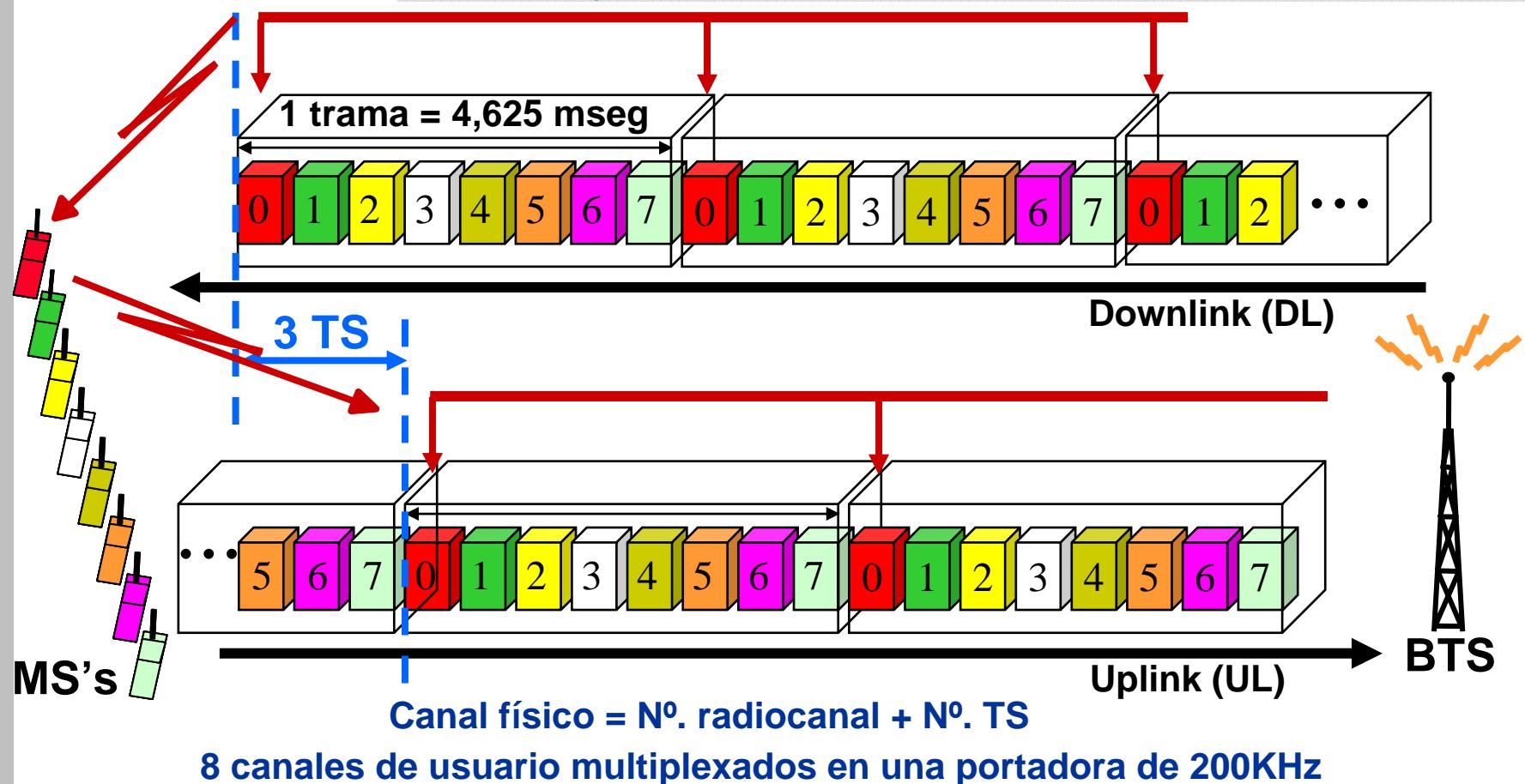
FAC (Final Assembly Code): 2 dígitos. Código que identifica al fabricante.

SNR (Serial Number). 6 dígitos. Código de serie único que identifica al equipo dentro de cada TAC y FAC. El fabricante debe asignarlo de forma secuencial.

SP (Spare Digit): 1 dígito. Debe ser 0 cuando lo transmite el móvil y aparece por primera vez en las especificaciones de GSM 2+. En las de GSM fase 2, en vez del SP, se encuentra el VL (Version Level) que es un dígito determinado por un organismo central y sirve para contabilizar la versión software.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

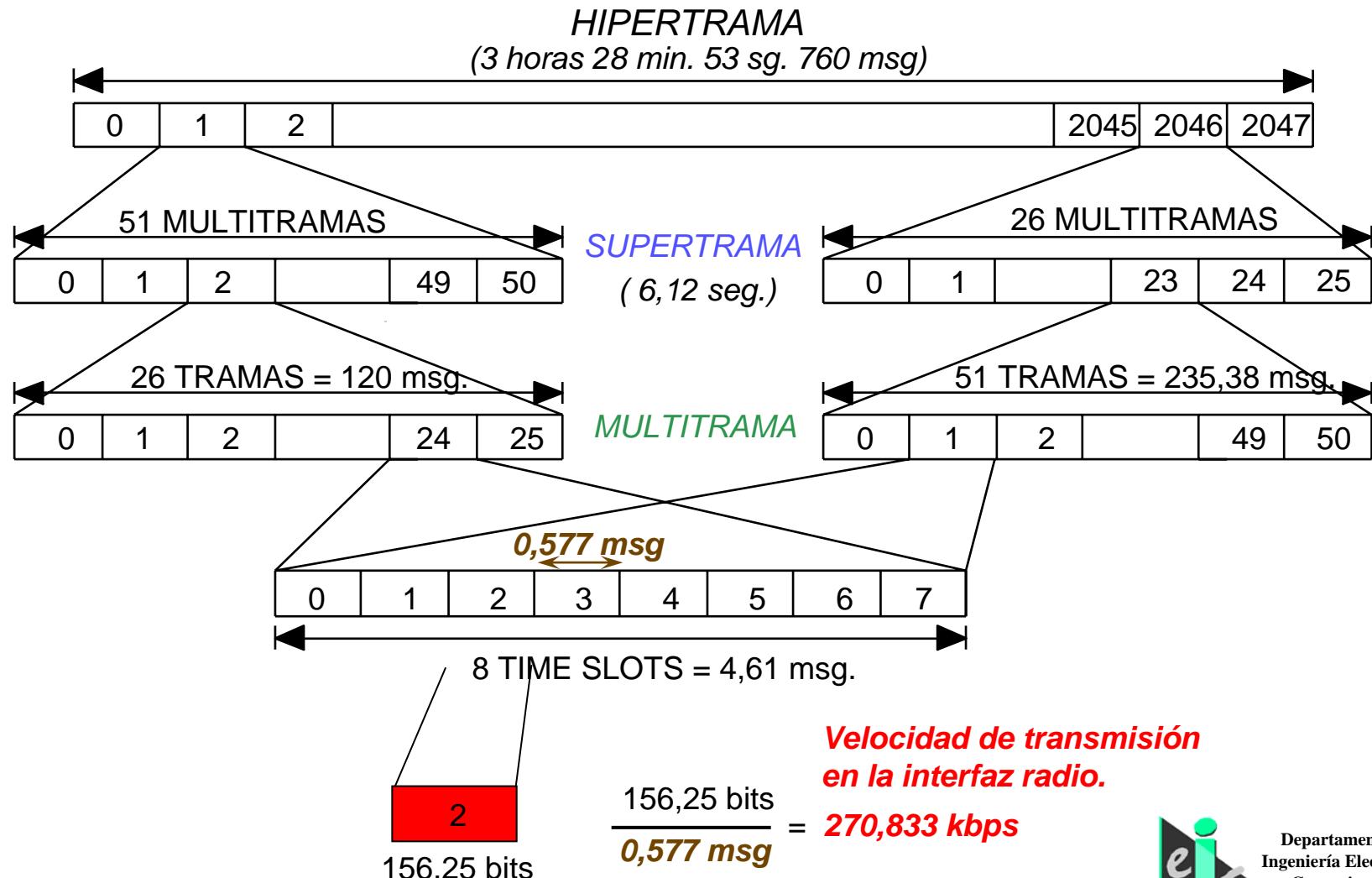


Desplazamiento de 3 TS entre tramas de UL y DL para evitar el uso de duplexores en los terminales móviles. Este tiempo es suficiente para realizar la alineación temporal adaptativa, la sintonización del transceptor y la commutación entre recepción y transmisión.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

Estructura jerárquica de las tramas GSM



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

Tipos de ráfagas

- Ráfaga NORMAL (Uplink y Downlink)
- Ráfagas específicas:

Enlace descendente:

Ráfaga de CORRECCIÓN DE FRECUENCIA
Ráfaga de SINCRONIZACIÓN
Ráfaga de RELLENO

Enlace ascendente:

Ráfaga de ACCESO

Ráfaga (*Burst*):

Secuencia de bits enviada en un intervalo de tiempo.
TS (Time Slot) = 156,25 bits.
TS = Ráfaga + Tiempo de guarda.

Tiempos de guarda son necesarios puesto que los equipos no pueden aumentar/dismuir su potencia de salida de forma instantánea.

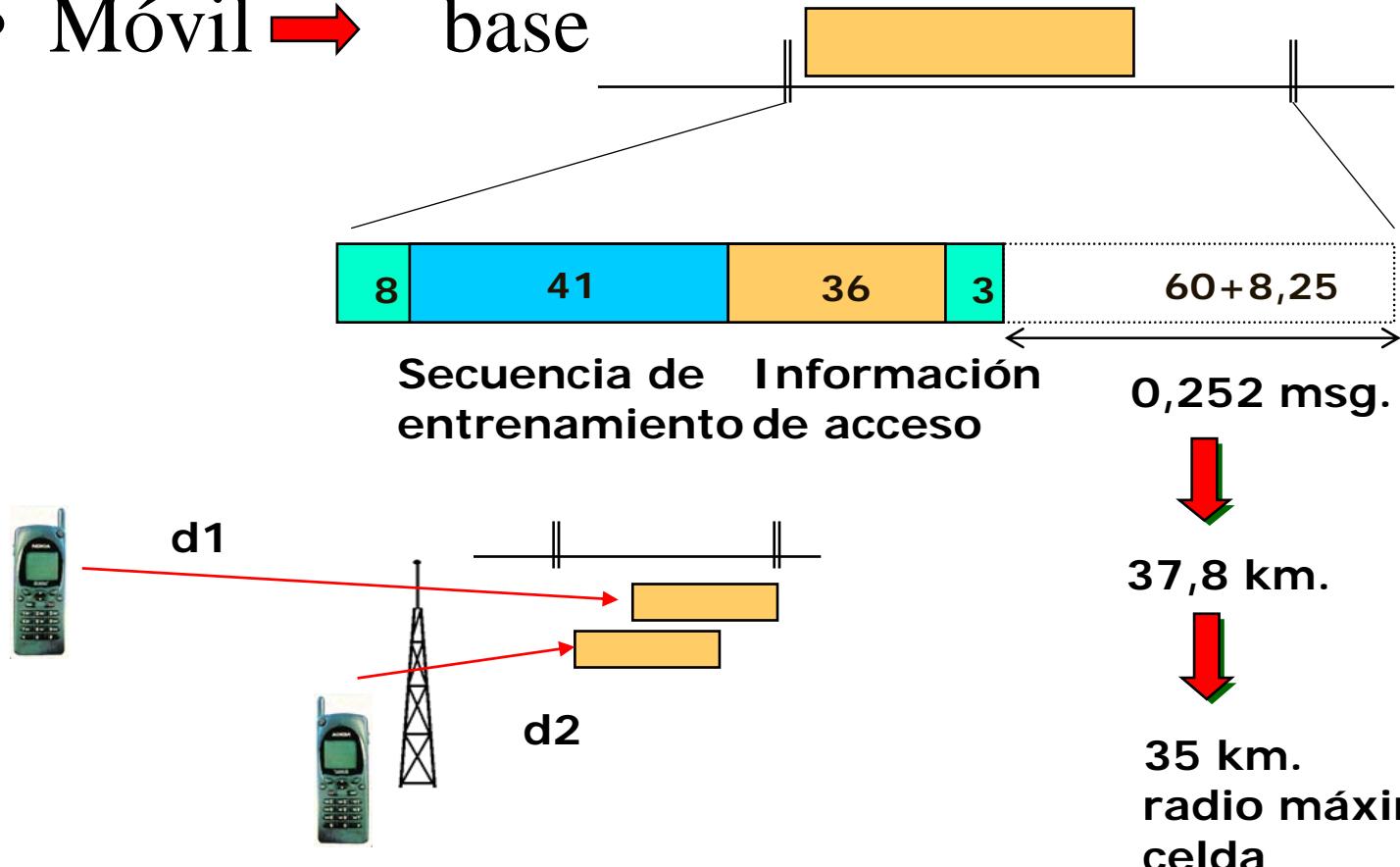
También minimizan el riesgo de colisión.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

- **Ráfagas de ACCESO** Permiten el acceso del móvil a la red

- Móvil → base



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

Canales lógicos

Un canal lógico no es más que una combinación ordenada de ráfagas dentro de una estructura de trama. En el sistema GSM existen dos grupos de canales lógicos:

- **Canales COMUNES:** Transmiten información de señalización común a todos los móviles ubicados en una célula determinada. Son canales punto a multipunto.
- **Canales DEDICADOS:** Transmiten información correspondiente a una conexión establecida entre un móvil concreto y la red. Son canales punto a punto.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

Canales lógicos

- Canales comunes

- Canales de **RADIODIFUSIÓN (Broadcast CHannels: BCH)**

Proporcionan al móvil información suficiente para su sincronización con la red:

- **BCCH (Broadcast Control CHannel) (DL)**
- **FCCH (Frequency Correction CHannel) (DL)**
- **SCH (Synchronization CHannel) (DL)**

- Canales de **CONTROL COMUNES (Common Control CHannels: CCCH)**

Permiten el establecimiento del enlace entre el móvil y la base:

- **PCH (Paging CHannel) (DL)**
- **AGCH (Access Grant CHannel) (DL)**
- **NCH (Notification CHannel) (DL)**
- **CBCH (Cell Broadcast CHannel) (DL)**
- **RACH (Random Access CHannel) (UL)**



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

Canales lógicos

- Canales Dedicados

- Canales de **TRÁFICO (Traffic CHannels: TCH)**

Se utilizan para transmitir información de usuario entre la red y el móvil:

- **TCH/F (Traffic CHannel Full Rate)** (DL y UL)
- **TCH/H (Traffic CHannel Half Rate)** (DL y UL)

- Canales de **CONTROL DEDICADOS (Dedicated Control CHannels: DCCH)**

Se utilizan para transmitir información de control entre la red y el móvil:

- **SACCH/TF (Slow Associated Control CHannel/Full Rate)** (DL y UL)
- **SACCH/HF (Slow Associated Control CHannel/Half Rate)** (DL y UL)
- **FACCH/F (Fast Associated Control CHannel Full Rate)** (DL y UL)
- **FACCH/H (Slow Associated Control CHannel Half Rate)** (DL y UL)
- **SDCCH (Stand alone Dedicated Control CHannel)** (DL y UL)

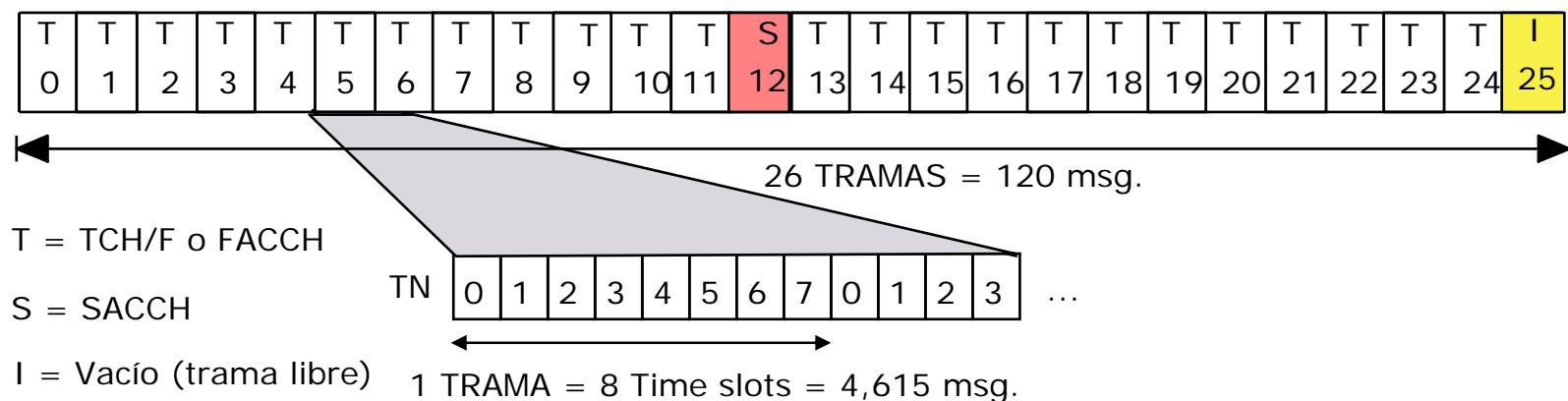


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz Radio GSM.
Organización del acceso múltiple TDMA

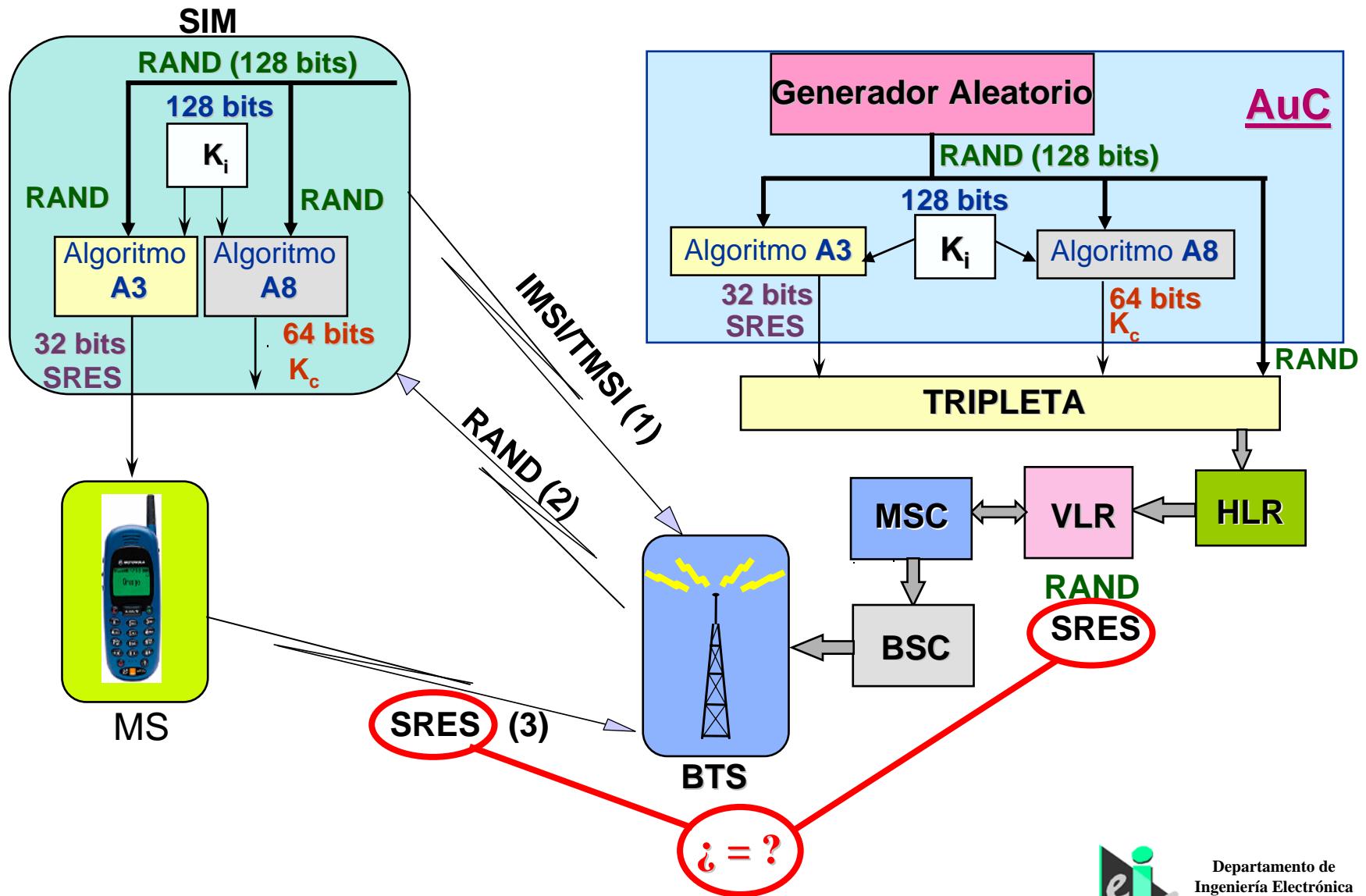
MULTIPLEXACIÓN DE CANALES LÓGICOS EN FÍSICOS

- Multitrama para un TCH/F



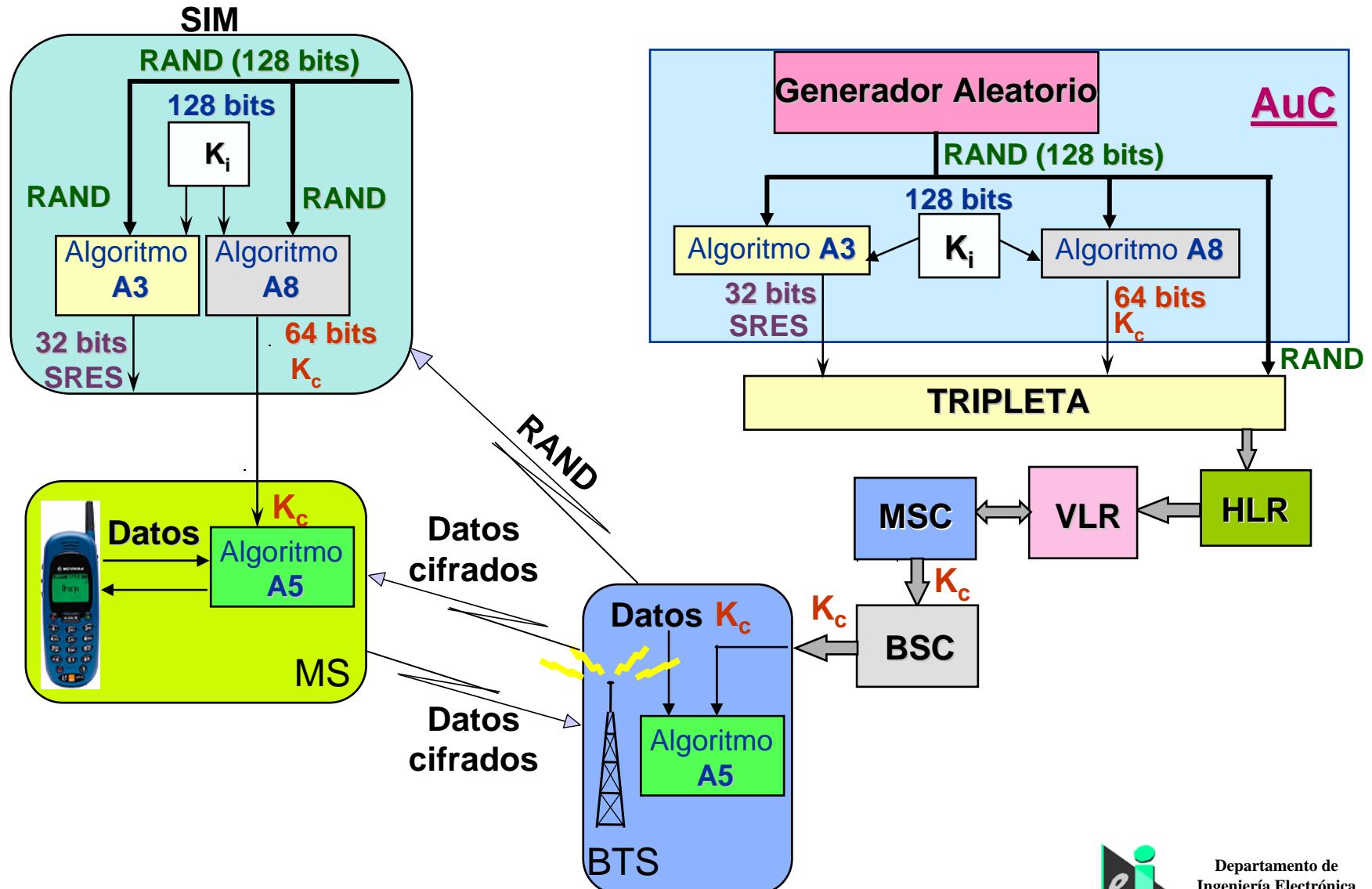
REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Seguridad. Autentificación



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Seguridad. Cifrado

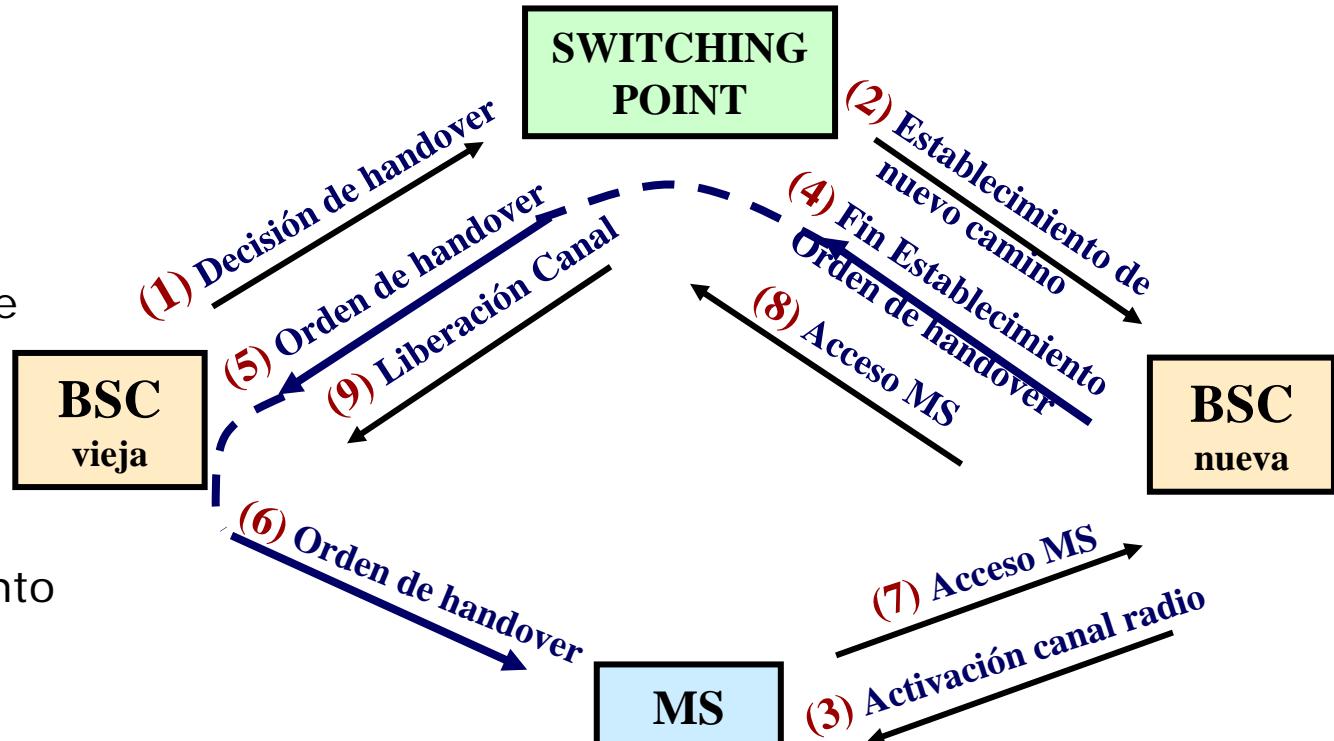


Procedimiento de Handover

- Puede ser:
 - Intra BSC
 - Inter BSC
 - Inter MSC
 - Subsecuente

- Motivos:
 - Rescate
 - Confinamiento
 - Tráfico

- La decisión de handover la toma la BSC en a medida realizadas por la propia BSC y la BTS sobre la carga de la celda y la calidad de la transmisión.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

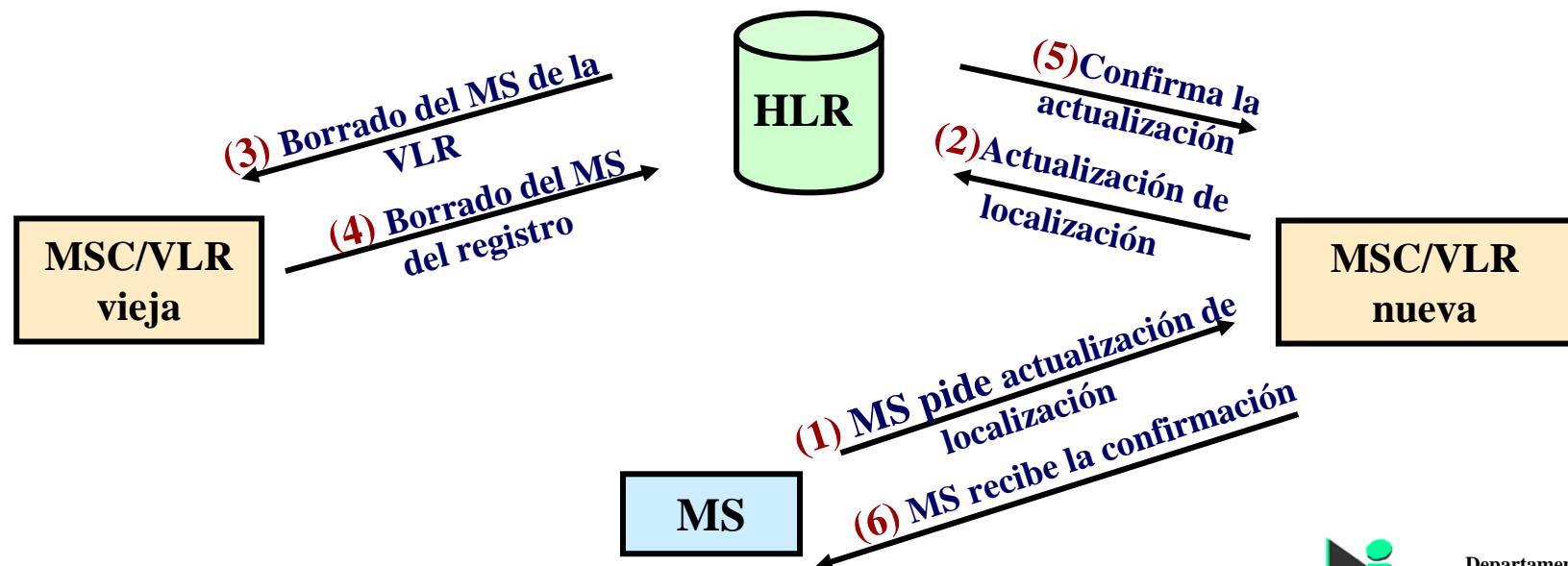
GSM: Procedimientos

Gestión de movilidad

Procedimientos:

- Actualización de localización.
- Localización periódica.
- Autentificación.
- IMSI Attach (Registro del móvil).
- IMSI Detach.
- Reasignación de TMSI.

Procedimiento de Localización



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

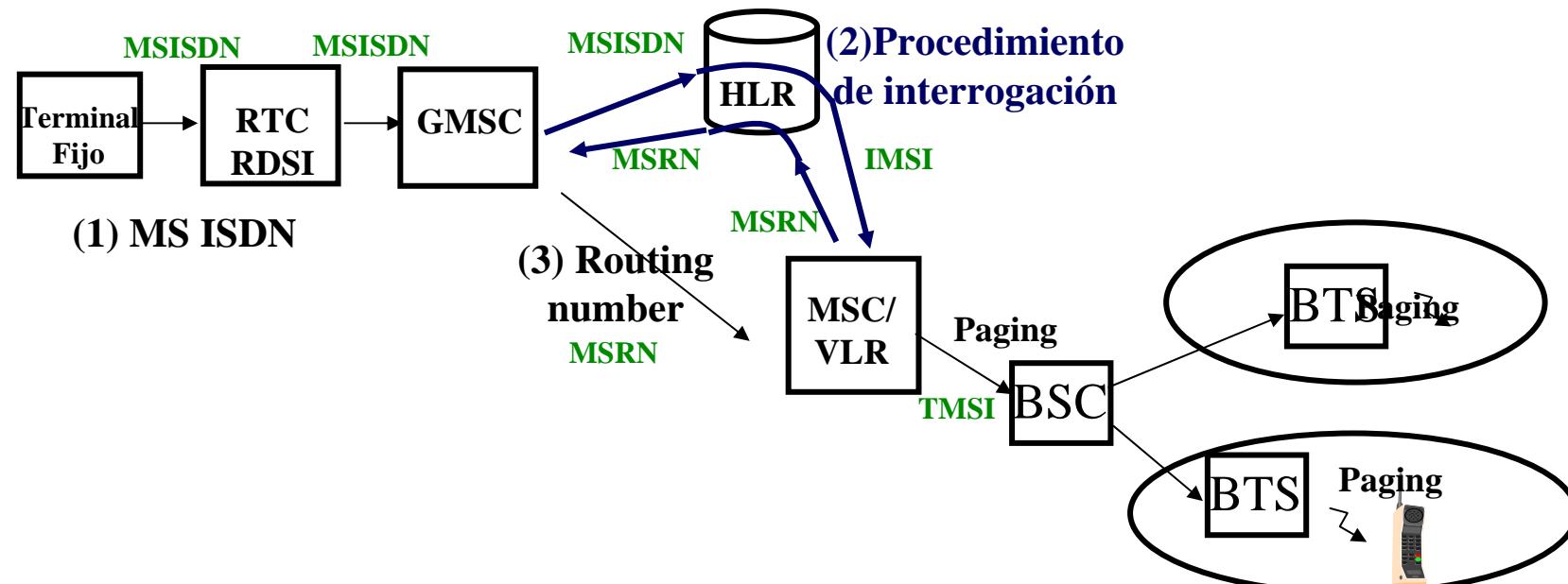
GSM: Procedimientos

Gestión de conexión.

Procedimientos:

- Establecimiento de llamadas originadas en el móvil (MOC).
- Establecimiento de llamadas terminadas en el móvil (MTC).
- Restablecimiento de llamadas.

Procedimiento de MTC



GSM: Mejoras de la calidad

Transmisión discontinua

- En una conversación normal, cada uno de los interlocutores está en silencio durante aproximadamente el 50% del tiempo. Esto ha permitido desarrollar en GSM una funcionalidad denominada transmisión discontinua (DTX).
- Cuando se activa la DTX, sólo se transmite señal cuando existe conversación. De este modo, al reducir la energía transmitida, se reducen los niveles de interferencia y, en el caso de las MS, además se prolonga la duración de la batería y se disminuye la radiación sobre la cabeza.
- La aplicación de la DTX se realiza a nivel de celda, pudiéndose activar por separado en el UL y en DL, lo cual es decisión del operador de la red.
- Cuando se aplica la DTX, la voz se codifica a su velocidad normal de 13 kbps. Cuando existe conversación. Cuando hay silencio, se transmite una señal a una velocidad mucho menor (500 bps) que simula el ruido de fondo. Este ruido de fondo mejora la sensación subjetiva del oyente al evitar períodos de silencio absoluto y evita que éste piense que la llamada se ha cortado.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Mejoras de la calidad

Frequency Hopping (salto de frecuencias), FH.

- Uno de los factores más perniciosos sobre la calidad de las transmisiones en entornos móviles son los desvanecimientos rápidos ocasionados por la propagación multicamino. Estos desvanecimientos son selectivos en frecuencia, lo que significa que afectan de distinta manera a señales de frecuencias diferentes. Por ello, cuando una ráfaga transmitida se ve afectada por un desvanecimiento, las ráfagas sucesivas tienen una elevada probabilidad de verse afectadas por el mismo fenómeno, sobre todo en el caso de móviles estacionarios o con movimiento lento (peatones). Esto originará una elevada tasa de tramas erróneas, con el consiguiente perjuicio en la calidad del sistema.

- Por otra parte, GSM, como todos los sistemas celulares, es un sistema limitado por interferencia como consecuencia de la reutilización frecuencial. En escenarios de elevada carga de tráfico, la interferencia cocanal es quizá la más importante, pero hay otras como las interferencias de canales adyacentes, las externas y las debidas a productos de intermodulación.

- Estas dos perturbaciones actúan de forma permanente cuando la frecuencia de operación de un canal se mantiene constante durante toda la comunicación. Para contrarrestarlas, puede pensarse en aprovechar la estructura TDMA para cambiar de frecuencia en la transmisión en cada trama. Esta es la técnica denominada Frequency Hopping, FH.

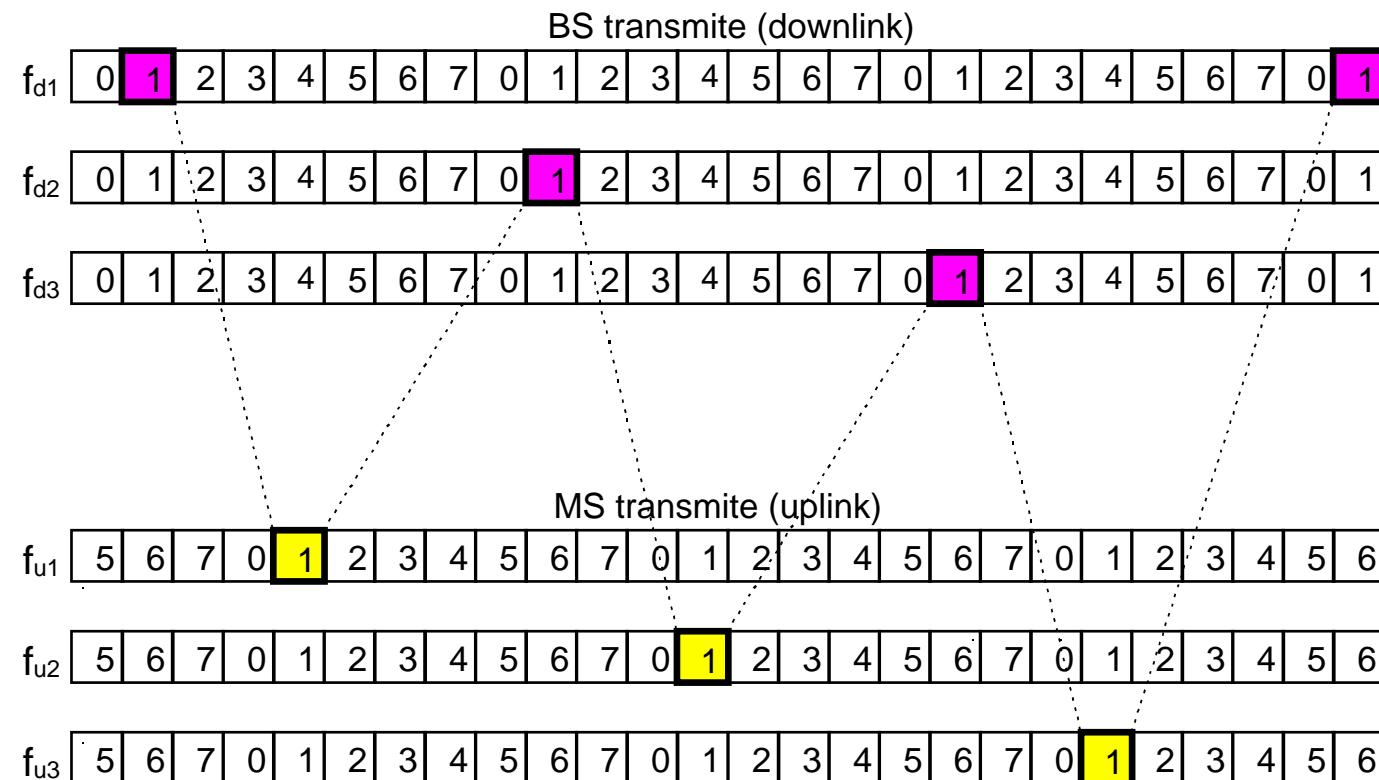


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Mejoras de la calidad

Frequency Hopping (cont)

Cambio de frecuencia en la transmisión en cada trama para evitar que los desvanecimientos e interferencias de canal adyacente actúen de forma permanente a un determinado canal.

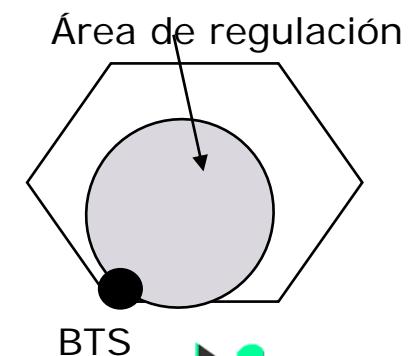
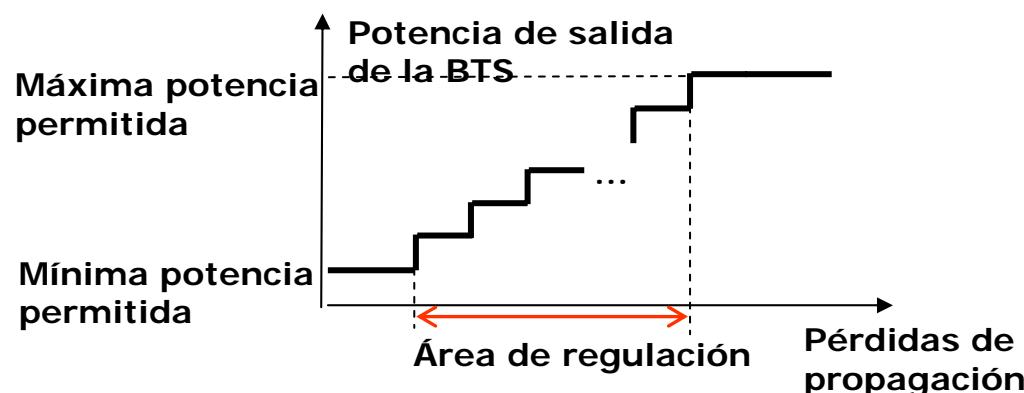


REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GSM: Mejoras de la calidad

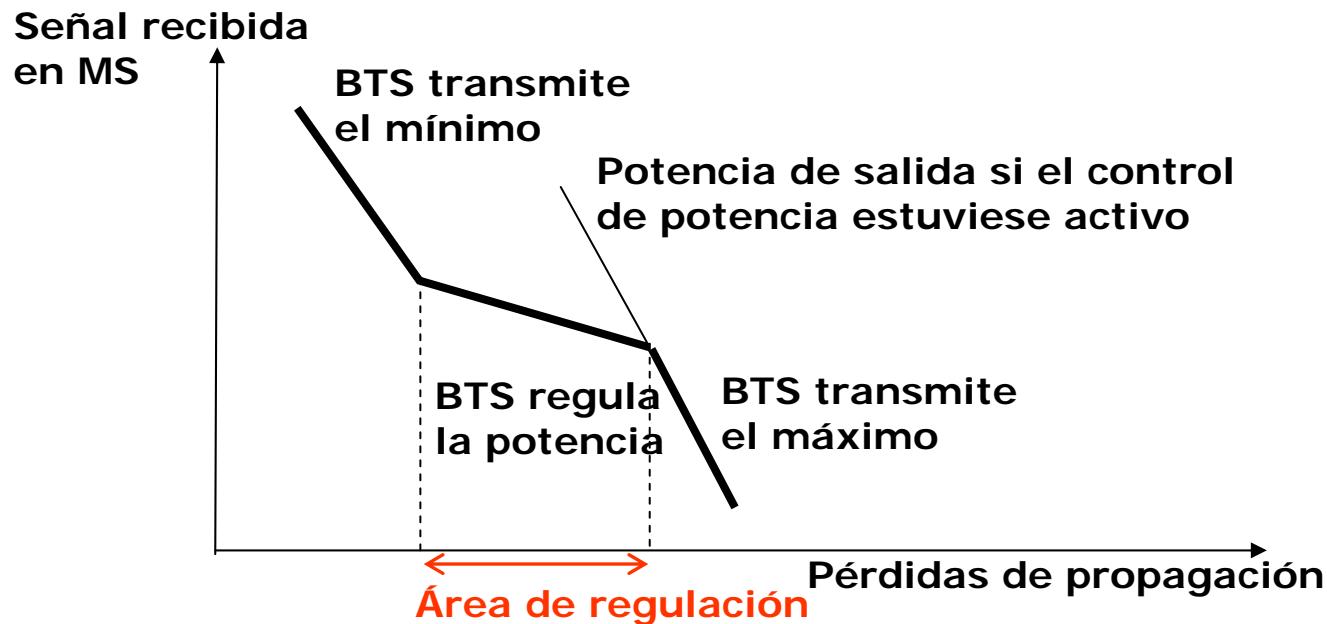
Mejoras de Calidad: Control de Potencia

- Mediante el control de potencia, se realiza la adaptación de la potencia transmitida tanto por el móvil como por la BTS a las condiciones de propagación. El objetivo es minimizar la potencia transmitida por la BTS y la MS manteniendo la calidad en la comunicación.
- Los principales objetivos perseguidos con esta función son:
 - Reducción de la interferencia cocanal.
 - Aumento de la duración de la batería de los móviles.
- La regulación de potencia sólo es efectiva cuando el MS se encuentra en una determinada zona de la celda, denominada **área de regulación**. En zonas próximas y lejanas a la BS, se transmite al mínimo y al máximo, respectivamente.
- Los saltos de potencia los fija el operador (un valor típico es 2 dB).



GSM: Mejoras de la calidad

Control de Potencia (cont)



-El algoritmo de control de potencia, tanto para la MS como para la BTS se divide en tres etapas:

- Preparación de las medidas.
- Filtrado de medidas.
- Cálculo de la orden de reducción.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

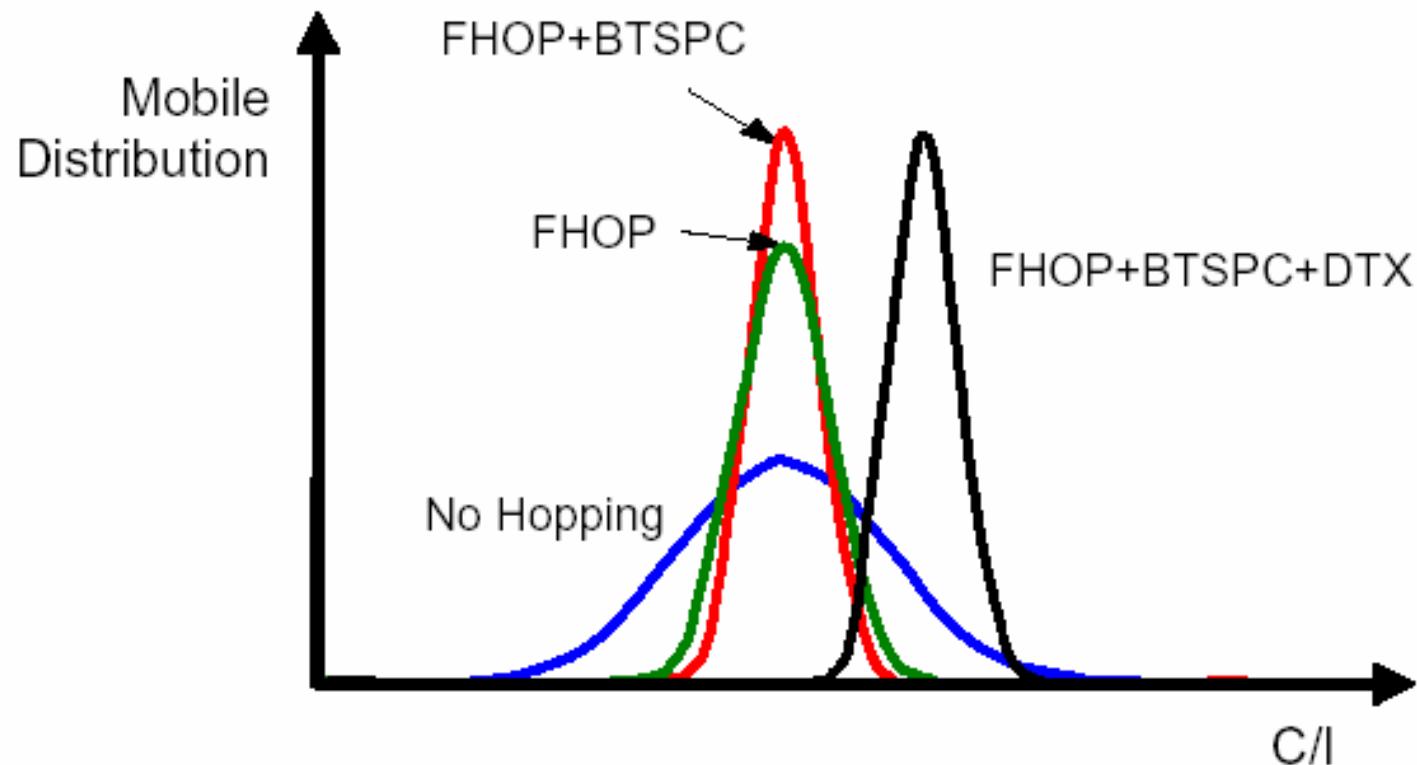
GSM: Mejoras de la calidad

Mejora cualitativa de la calidad combinando las técnicas anteriores

FHOP = Frequency Hopping

BTSPC = BTS Power Control

DTX = Discontinuous Transmission



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS

(General Packet Radio Service)



Departamento de
Ingeniería Electrónica
y Comunicaciones

GPRS: Principios generales

- **GPRS** es una extensión de la tecnología GSM, diseñada con el objetivo de desarrollar las capacidades de transmisión de datos sobre la red actualmente utilizada para la transmisión de voz.
- Utiliza la misma infraestructura radio.
 - Ventajas: * experiencia adquirida
* rápido despliegue
* cobertura similar
- Total compatibilidad con el sistema GSM.
- Supone una nueva red de conmutación superpuesta a la red convencional GSM.
- Uso de paquetes, no orientado a conexión --> uso más eficiente del espectro.
- Los usuarios están “permanentemente conectados”.

GPRS: Principios generales

GPRS

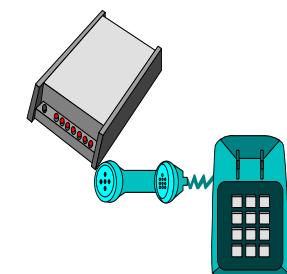


Resultado de la evolución de GSM

- Permite a usuarios móviles enviar y recibir datos en modo paquete.
 - ✿ Los recursos de transmisión se utilizan cuando se necesitan.
- Permite asignar Calidades de Servicio (QoS) diferenciadas a los distintos usuarios móviles.
 - ✿ Prioridades en función del caudal (throughput) medio/pico del enlace, de los retardos o de la fiabilidad del enlace.

Idóneo para aplicaciones de datos:

- ⇒ Transmisiones intermitentes, en forma de ráfaga.
- ⇒ Transmisiones frecuentes de pequeño volumen.
- ⇒ Transmisiones infrecuentes de volumen elevado.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

GPRS: Principios generales

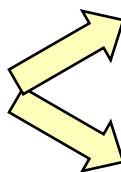
- La conmutación de paquetes y el uso de multislot con nuevas codificaciones de canal que permiten una mayor caudal .
- Es posible la mezcla de canales GPRS y GSM en una misma célula e incluso en una misma portadora.
- Tecnología de paquetes permite:
 - ✿ Varios usuarios pueden compartir un mismo canal de GPRS.
 - ✿ Separar las asignaciones de recursos entre enlace ascendente y descendente.
- GPRS utiliza las mismas ranuras TDM que GSM, con cuatro posibles esquemas de codificación
 - CS-1: 9,05 kbps.
 - CS-2: 13,4 kbps.
 - CS-3: 15,6 kbps.
 - CS-4: 21,4 kbps.
- Tasas de transmisión de datos variables por multislot. Se pueden usar varias ranuras de un mismo canal en una misma comunicación. La velocidad máxima teórica es de $21,4 * 8 = 171,2$ Kb/s
- Red troncal (backbone) basada en TCP/IP.



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Arquitectura de la red GPRS

- GPRS es una red superpuesta a GSM, que comparte con ella la red de acceso **MT** y **BSS**
- GPRS introduce dos nuevos nodos:

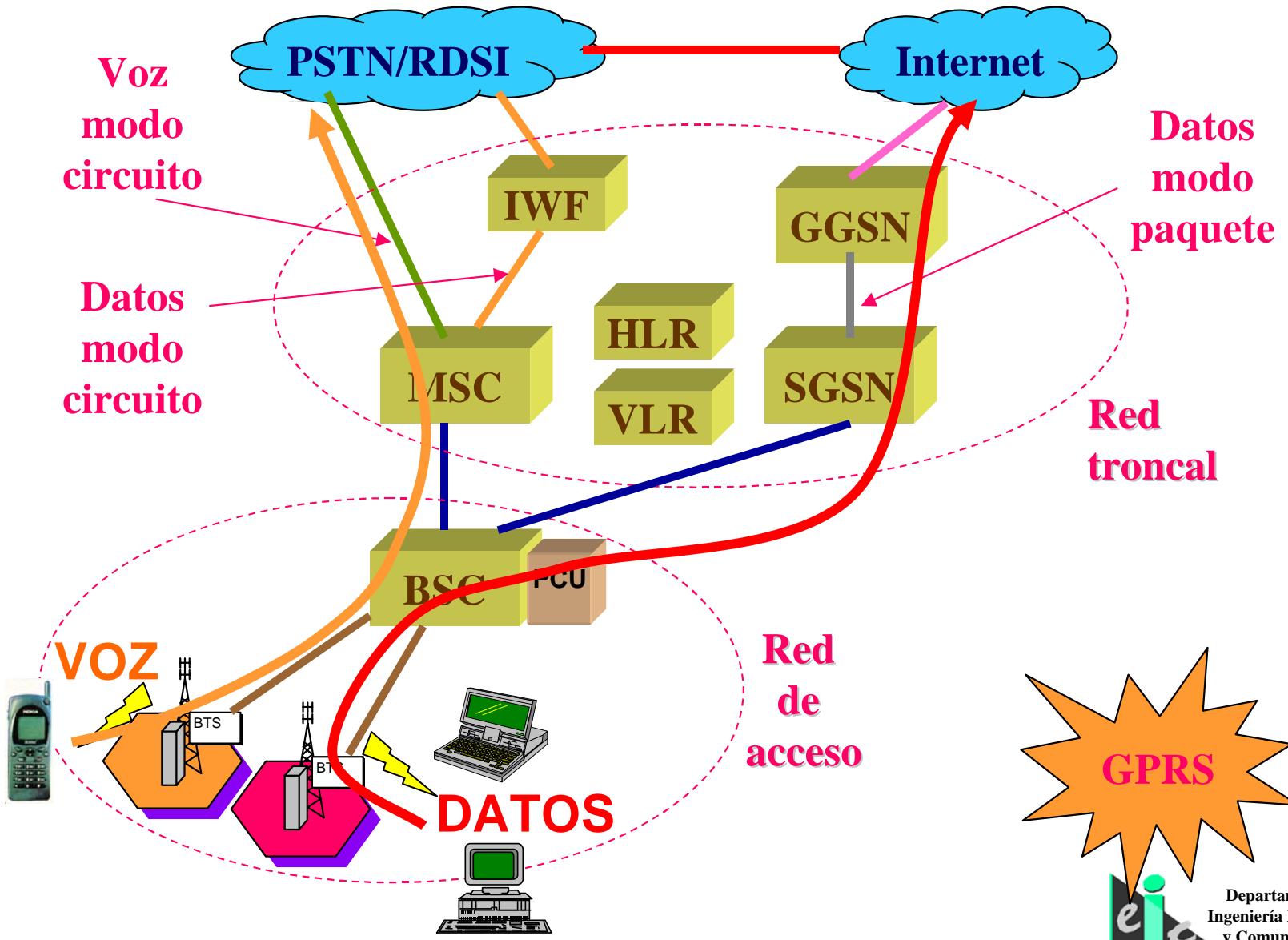


Gateway GPRS Support Node (SGSN)
Serving GPRS Support Node (GGSN)

- GGSN actúa como una interfaz lógica hacia las redes de paquetes de datos externas
- SGSN es responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio
- GPRS también introduce a nivel de BSC el denominado **Packet Control Unit (PCU)**.
- Nodos adicionales: **Charging Gateway (CG)**, **Border Gateway (BG)** y **Domain Name System**.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Arquitectura de la red GPRS



Arquitectura de la red GPRS

SGSN: Serving GPRS Support Node

- Es, junto con el GGSN, el elemento encargado de llevar a cabo la conmutación de paquetes en la red GPRS. Proporciona funcionalidades similares a las realizadas por el nodo MSC/VLR en el sistema GSM.
- Las principales funciones del nodo SGSN están relacionadas con:
 - **Red de Acceso.**- Efectúa los procesos de **Aviso (Paging)** y **Control de Acceso** antes de permitir alguna transmisión de paquetes entre el móvil y la red de acceso. También está encargado de **encaminar** (mediante **tunneling**) los paquetes de datos de usuario recibidos.
 - **Gestión de Movilidad.**- Mantener **actualizada la información de localización** de los usuarios.
 - **Autentificación y registro de los móviles.**
 - **Control Enlace Lógico (LLC).**- En el enlace descendente, realiza el proceso de **segmentación** de los paquetes de usuario transformándolos en **tramas LLC** que entrega al PCU (Packet Control Unit) del nodo BSC. En el enlace ascendente realiza funciones de **ensamblado**.
 - **Gestión de facturación.**

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Arquitectura de la red GPRS

GGSN: Gateway GPRS Support Node

- El GGSN constituye la interfaz entre la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas para el acceso a sus servicios y aplicaciones basadas en IP.
- Desde el punto de vista de la red externa, el GGSN es un **router** conectado a una subred, ya que oculta la infraestructura de la red GPRS al resto de redes.
- Cuando recibe datos dirigidos hacia un usuario específico, comprueba si la dirección está activa, y en caso afirmativo, envía los datos al SGSN.
- Las principales funciones del nodo GGSN están relacionadas con:
 - **Mantenimiento de los datos de usuarios.**- El nodo GGSN contiene información sobre cuál es el nodo SGSN al que está conectado el usuario.
 - **Recepción de los datos de usuario** desde una intranet o desde Internet y envío de los mismos al SGSN que gestiona el terminal a través de la red de transporte, mediante el **protocolo de tunel GTP (GPRS Tunneling Protocol)**.



Arquitectura de la red GPRS

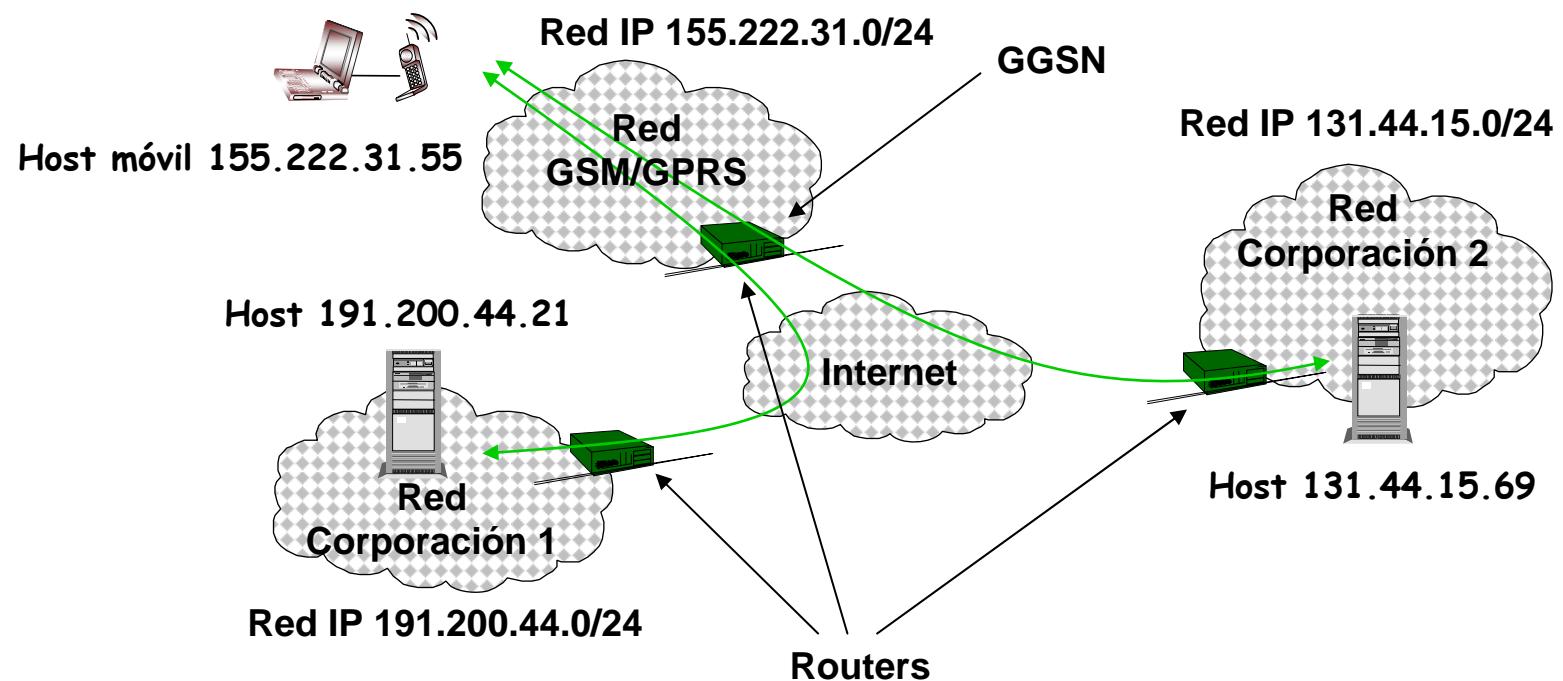
GGSN: Gateway GPRS Support Node (cont)

- **Recepción de datos de señalización** desde la red de transporte y configuración de la operación correspondiente.
- **Recogida de información sobre la sesión:** Access Point Name (APN), volumen de datos en sentido ascendente/descendente, tiempo de vida del contexto, uso de direcciones IP estáticas/dinámicas, etc. para generación de CDR y su envío al CG en tiempo real.
- **Asignación de direcciones IP** a los terminales GPRS de forma estática o dinámica.
- **Proporcionar los servicios básicos para el acceso a ISP (Internet Service Provider)** y, en caso de que exista, al plano de servicios.
- **Garantizar la privacidad y seguridad** para la red de transporte y el terminal GPRS. Para ello, el GGSN actúa como un gateway (pasarela) entre las redes externas y la red de transporte GPRS.
- **En el traspaso inter-SGSN,** dialoga con los SGSN implicados con el fin de mantener actualizada la información concerniente al contexto activo.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Arquitectura de la red GPRS

El GGSN se comporta como un *router*, de forma que “camufla” las características especiales de la red GPRS desde el punto de vista de la red externa.



Arquitectura de la red GPRS

El direccionamiento se realiza por medio de direcciones IP

■ **Según la naturaleza** de estas direcciones tendremos:

- **Direcciones IP Privadas**: accesibles sólo dentro de un entorno determinado dentro de la red.
- **Direcciones IP Públicas**: accesibles desde cualquier punto de Internet.

■ **Según la asignación** de estas direcciones tendremos:

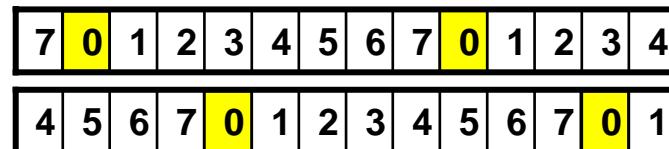
- **Direcciones IP Estáticas**: estas direcciones irán asociadas de forma estática vía el HLR .
- **Direcciones IP Dinámicas**: estas direcciones se obtienen de unos *pools* de direcciones gestionados bien por el Operador de la red bien por una Entidad Externa.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

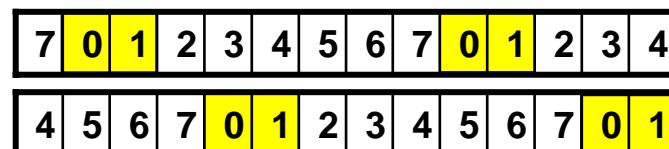
Interfaz radio GPRS

- En GPRS, cada sesión de transferencia de datos se denomina TBF (Temporary Block Flow). Los paquetes de un TBF se segmentan, se codifican y se transforman en bloques, denominados bloques radio, para su transmisión por la interfaz aire.
- Cada bloque radio está formado por 4 ráfagas transmitidas en el slot asignado en cuatro trama sucesivas.
- Los slots se asignan dinámicamente según necesidades. Se asignan por separado para cada sentido, pudiendo establecer *conexiones asimétricas*.

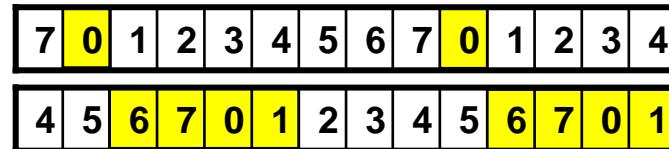
1:1 { Enlace Ascendente
Enlace Descendente



2:2 { Enlace Ascendente
Enlace Descendente

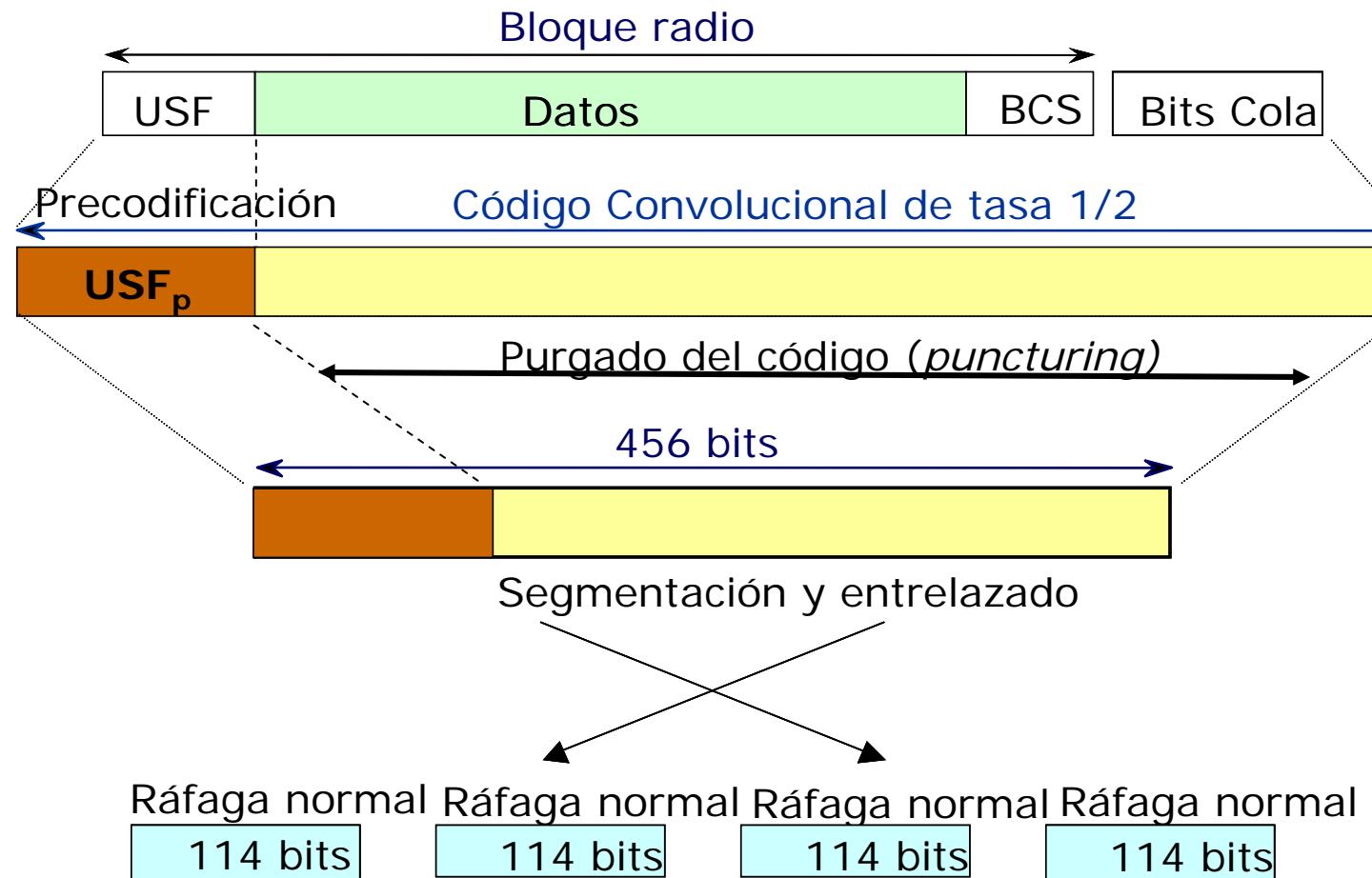


1:4 { Enlace Ascendente
Enlace Descendente



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Interfaz radio GPRS



Terminales GPRS

■ Clase A

- Uso simultáneo de GSM y GPRS.
- 1 Time-Slot para GSM y 1 o más Time-Slots para GPRS
- No hay degradación de ninguno de los dos servicios.

■ Clase B

- Registro GPRS y GSM.
- Uno de los dos está en suspenso mientras el otro está activo. Prioridad para GSM.
- Si el móvil recibe un aviso de solicitud de conexión en modo circuito cuando está en curso otra conexión en modo paquete, el terminal móvil debe avisar al usuario para que éste pueda, si lo desea, dar curso a la llamada en modo circuito.
- Sólo GPRS debe sufrir degradación de QoS.

■ Clase C

- Elección manual de GPRS o GSM.
- Ningún uso simultáneo.

Procedimiento

- ✿ El usuario demanda un cierto perfil QoS al activar su dirección IP.
- ✿ La red (SGSN) negocia el perfil demandado y responde al móvil.

Prioridad	→	3 clases
Retardo	→	4 clases
Fiabilidad	→	3 clases
Caudal máx.	→	9 clases
Caudal medio	→	19 clases
- ✿ Los parámetros del perfil QoS son asociados a parámetros de nivel inferior.
- ✿ La transmisión de paquetes entre la red (SGSN) y BSS se hace a través de colas. Existen cuatro clases diferentes de cola (retardo) para datos más una cola para señalización.
- ✿ La red puede decidir la modificación de los parámetros negociados al activar la dirección IP.

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Calidad de Servicio

■ **Prioridad:** ALTA, NORMAL y BAJA

■ **Fiabilidad**

Clase	Probabilidad de Perdida de Paquetes	Probabilidad de Paquetes Duplicados	Probabilidad de Paquetes fuera de orden	Probabilidad de Paquetes Corruptos
1	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}
2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}
3	10^{-2}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-2}

■ **Retardo**

Clase	Tamaño		128 octetos		1024 octetos	
	Retardo medio	95%	Retardo medio	95%	Retardo medio	95%
1 (predictivo)	0.5 s	1.5 s	2 s	7 s		
2 (predictivo)	5 s	25 s	15 s	75 s		
3 (predictivo)	50 s	250 s	75 s	375 s		
4 (<i>best effort</i>)	No especificado					

REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Calidad de Servicio

■ Caudal máximo:

Clases	Flujo Datos (octetos/segundo)
1	≤ 1000 octetos (8 Kbits)
2	≤ 2000 octetos (16 Kbits)
3	≤ 4000 octetos (32 Kbits)
4	≤ 8000 octetos (64 Kbits)
5	≤ 16000 octetos (128 Kbits)
6	≤ 32000 octetos (256 Kbits)
7	≤ 64000 octetos (512 Kbits)
8	≤ 128000 octetos (1024 Kbits)
9	≤ 256000 octetos (2048 Kbits)

■ Caudal medio

Clase	Tráfico
1	Best Effort
2	100 (~ 0.22 bit/s)
3	200 (~ 0.44 bit/s)
4	500 (~1,11 bit/s)
5	1.000 (~2,2 bit/s)
6	2.000 (~ 4.4 bit/s)
7	5.000 (~ 11.1 bit/s)
8	10.000 (~ 22 bit/s)
9	20.000 (~ 44 bit/s)
10	50.000 (~ 111 bit/s)
11	100.000 (~ 0.22 kbit/s)
12	200.000 (~ 0.44 kbit/s)
13	500.000 (~ 1.11 kbit/s)
14	1.000.000 (~ 2.2 Kbit/s)
15	2.000.000 (~ 4.4 Kbit/s)
16	5.000.000 (~ 11.1 Kbit/s)
17	10.000.000 (~ 22K bit/s)
18	20.000.000 (~ 44 Kbit/s)
19	50.000.000 (~ 111 Kbits)



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Comparación de servicios GSM-GPRS

Servicios GPRS	Servicios GSM
▪ Conexión típica puede durar horas	▪ Duración media de la llamada 2 minutos. En promedio una llamada por hora.
▪ Transmisión de datos a ráfagas ▪ Enlaces ascendente y descendente independientes	▪ Flujo continuo de datos en ambas direcciones
▪ El usuario puede activar servicios de forma independiente ▪ El sistema GPRS soporta el principio de "conectividad específica por servicio"	▪ Todos los servicios son activados al acceder a la red
▪ Tarificación basada en la cantidad de datos transmitidos y/o recibidos	▪ Tarificación basada en el tiempo de ocupación del recurso
▪ Cada paquete es tratado como una entidad independiente ▪ No se necesita acceder a las bases de datos (HLR) cada vez que se transmite un paquete	▪ Cada vez que se activa una llamada se requiere el acceso a la base de datos HLR
▪ Los paquetes transmitidos son cortos (típicamente entre 500-1500 octetos)	



REDES Y SERVICIOS MÓVILES GSM Y GPRS.

Muchas gracias por su tiempo

