



Sistemas de 2da Generación (GSM/GPRS/EDGE)

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



1era. Generación Móvil Celular 1979



Martin Cooper (Chicago Illinois 1928)

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



1era. Generación Móvil Celular 1979

- Hace su aparición en 1979
- Analógica
- Estrictamente para el servicio de voz
- Baja calidad
- Baja velocidad de transmisión
- Basada en FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia)
- La seguridad no existía



Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



- FDMA asignaba 30KHz/usuario [ancho de banda canal] en AMPS.
- Con un espectro limitado, solo existía un número fijo de usuarios.
- Ingreso de más usuarios bloqueaba los canales
- Banda de operación 800 Mhz
- Tecnología predominante en esta generación: AMPS (Advanced Mobile Phone Service).

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



AMPS (Advance mobile phone service)

- Puesto de servicio en 1983
- Desarrollado por los laboratorios Bell.
- Utilizando las bandas de frecuencia de 800 Mhz y 900 Mhz.
- Ancho de banda utilizado por cada radio canal 30 KHz
- Fue el primer sistema de telefonía celular estandarizado en el mundo.
- Diseñado en principio para ser utilizado en entornos urbanos, pasó posteriormente a zonas rurales.
- Particularmente popular en los Estados Unidos
- AMPS utilizaba la modulación en frecuencia (FM) para su transmisión radio.

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...

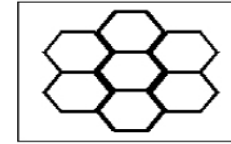


limitaciones importantes que motivaron la migración hacia la segunda generación de telefonía celular:

- Seguridad
- Falta de nitidez en la transmisión de señal
- Las interferencias registradas
- Operación de estos aparatos demandaba mucha potencia
- Pilas muy grandes / generaba demasiado calor

Sistemas de 2da Generación

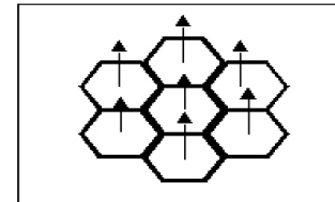
Primero fue uno que dos...



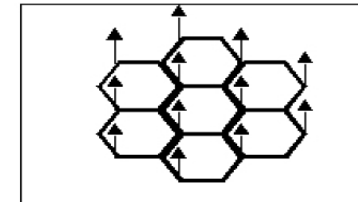
_Concepto "Celular"

_ARQUITECTURA DEL SISTEMA

- AMPS utiliza una red de cell-sites y switching offices para realizar la interfase con la red pública conmutada (PSTN) y demás redes móviles existentes.
- Utilizaba el concepto "celular" (propuesto inicialmente por D.H.Ring de los laboratorios Bell en 1947). Compuesto por celdas hexagonales para dividir el área total de cobertura del sistema sin presencia de gaps ni overlaps.
- Los Cells-Sites fueron ubicadas tanto en el centro de la celdas (start-up system), como en esquinas alternantes de la celda (mature system).



Start-Up System



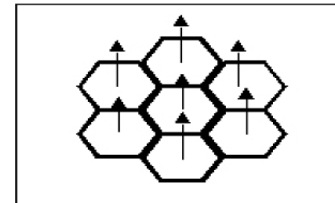
Mature System

Sistemas de 2da Generación

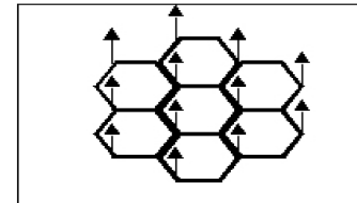
Primero fue uno que dos...



- En el sistema Mature, cada cell-site presente en las esquinas alternantes de las celdas, utilizaban antenas direccionales con una apertura de 120° para cubrir áreas de tres celdas adyacentes.
- Esta configuración proveía diversidad de radiación espacial y permitía una mayor uniformidad en la cobertura de señal bajo la presencia de obstáculos como edificios, colinas, etc.
- El uso de antenas directivas en vez de las omnidireccionales provee una mejora de 4 a 5 dB. en la SNR.



Start-Up System



Mature System

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



_Frecuencias de Operación

- El sistema AMPS utilizaba un ancho de banda total de sistema de 40 Mhz dentro de la banda de los 800 Mhz. Con 20 Mhz destinados para el downlink (Cell-Site a Móvil) y 20 Mhz el uplink (Móvil a Cell-Site).
- Los canales Uplink utilizaban la banda de frecuencias de 825-845 Mhz y los de downlink utilizaban la banda de 870-890 Mhz.
- Cada canal consistía en un par (uplink - downlink) separados por 45 Mhz.
- Se utilizaba la modulación en frecuencia (FM) para la comunicación y un ancho de banda de canal igual a 30 Khz con 12 Khz máximos para desviación frecuencial.
- Esto proveía un total de 666 canales duplex dentro del sistema.

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



Reutilización de frecuencias

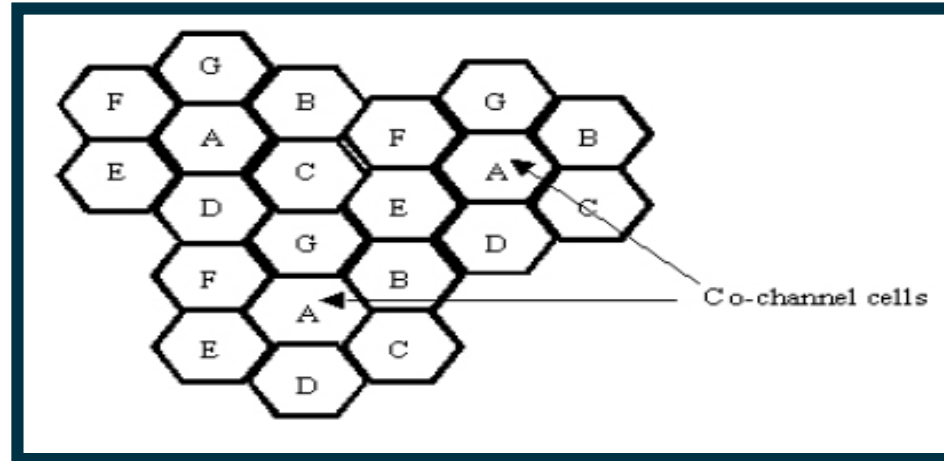
- El sistema AMPS utilizaba el concepto de re uso de frecuencias en comunicaciones celulares, en donde el numero total de celdas es dividido en clusters y a cada celda dentro de un cluster le serán asignadas frecuencias distintas y no interferentes con las de las celdas adyacentes.
- El mismo patrón de asignación de canales es repetido en clusters adyacentes.
- El tamaño mínimo del cluster (N) era determinado por las condiciones de interferencia co-canal y estaba directamente relacionada a un parámetro llamado relación d/r . Donde d era la distancia entre celdas que reutilizan el mismo rango de frecuencias (canales) y r es el radio de la celda.

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



_Reutilización de frecuencias



Concepto de reutilización de frecuencia y cluster

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



_Canales de Control

- Existían básicamente dos tipos de canales de control:

_Paging - Utilizado para determinar si un terminal móvil se encuentra disponible o no para recibir una llamada entrante.

_Access - Utilizado para funciones complementarias en el origen de llamadas de un móvil o en el responder a una señal paging.

- Los 21 canales superiores era normalmente asignados para uso de paging y acceso, y existía un factor de reuso de N , para los canales de control igualmente, el cual, generalmente difería del de canales de voz.
- Este factor de re uso, varia entre ciudades. En los sistemas iniciales, tanto los canales paging como los de acceso se configuraban en los mismos canales físicos, para las ultimas versiones el número de canales paging y access aumentaba para administrar el trafico creciente

Sistemas de 2da Generación

Primero fue uno que dos...



Capacidad del sistema

- Con un total de 666 canales duplex (40Mhz/60Khz) disponibles, se puede calcular la capacidad del sistema.
1. Caso Omnidireccional - Con cada cluster teniendo 12 celdas, el número de canales por celdas es de aproximadamente 56.
 2. Caso Antenas direccionales 120° - Con cada cluster teniendo 7 celdas, el número de canales por celda es de aproximadamente 96. Cada antena direccional ahora maneja 32 canales.
- Es importante aclarar que esta capacidad incluye los canales de control.
 - Si se desea determinar la capacidad relativa solo a canales de voz, se asume que los 21 canales mas altos pertenecen a control. Omnidireccional 54 y Directivas 92.

Sistemas de 2da Generación y entonces llegó el dos...



2da. Generación Móvil Celular 1990



Logotipo original para identificar las terminales y sistemas compatibles.

Sistemas de 2da Generación

paso a la segunda generación



- Lograr una **transmisión digital** de señales
- **Terminar definitivamente con la clonación de señales**, (hecho que se logró en aquellos países que introdujeron la tecnología)
- Tecnología digital **TDMA**, usuario utiliza todo el ancho de banda del canal, lo que permite, ahora sí, incrementar la oferta del servicio a un número mayor de clientes
- Servicio adicional que verdaderamente hizo eficiente y atractivo el uso de la telefonía 2G: Ampliación de la cobertura del "**Roaming.**" (tanto para CDMA como para TDMA)

Sistemas de 2da Generación

paso a la segunda generación



- Mientras que en 1G: Usuarios que se trasladaban a otra ciudad tenían otro número telefónico y otro terminal para poder hacer sus llamadas
- Con 2G se logró la **interoperabilidad de las empresas telefónicas**
- Las empresas hablaban un lenguaje común para que los celulares, independientemente del lugar de origen y contrato, pudieran interconectarse y establecer el intercambio de señal: el **Roaming Global**.
- **Tendencia mundial:** todas las líneas telefónicas celulares trabajen bajo los mismos estándares y tecnologías. independientemente de la ciudad o el país donde se encuentre el cliente, pueda continuar con su servicio.

Sistemas de 2da Generación

paso a la segunda generación



Es así que en la segunda generación, al ser una transmisión digital, se logra el objetivo de ofrecer el servicio a un mayor número de usuarios, y al requerirse menos energía y potencia, los teléfonos móviles se vuelven más pequeños y cómodos.



Sistemas de 2da Generación

paso a la segunda generación



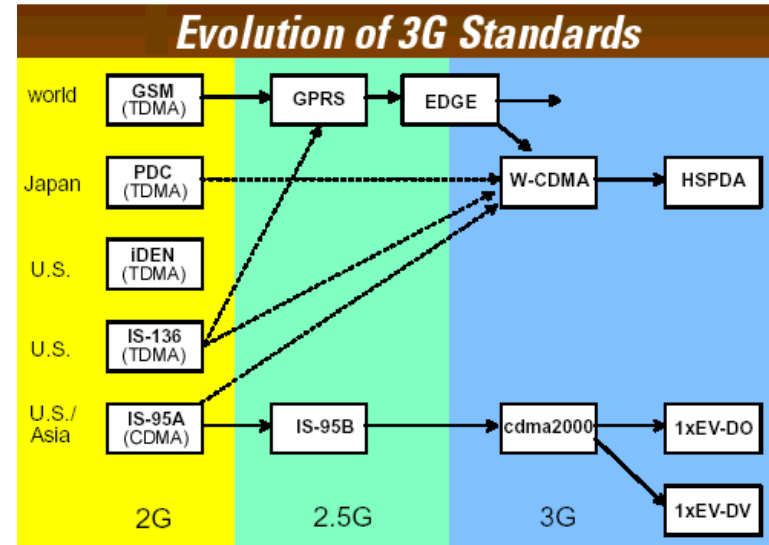
_Protocolos de telefonía 2G

- GSM (Global System for Mobile Communications)
- Cellular PCS/IS-136, conocido como TDMA
- IS-95/cdmaONE, conocido como CDMA (Code Division Multiple Access)
- D-AMPS Digital Advanced Mobile Phone System
- PHS (Personal Handyphone System) Japón - NTT DoCoMo

_Telefonía 2.5G / 2.75G

- GPRS / EDGE (Aplica únicamente para GSM)

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2002 The Computer Language Co. Inc.



Sistemas de 2da Generación

GSM Background and requirements



- Principio 90's la falta de la unificación de un sistema fue generalizada (worldwide problem)
- Debido a ello se facilitó la expansión del **GSM** en Europa (eastern), África, Asia y Australia
- USA, Suramérica y Japón adoptaron otro tipo de sistemas (no compatibles con GSM)

Sistemas de 2da Generación

GSM Background and requirements



- Requerimientos para mantener la apertura del estándar y la competencia fueron especificados así:
- **Deberían existir varios operadores en cada país**
(Competencia en tarifas y servicios, aseguramiento de la rápida expansión del sistema GSM, precios en equipos mas bajos y reducción en costos de llamadas)
- **GSM debe ser un sistema abierto** (Interfaces muy bien definidas, permitir la coexistencia de equipos de distintos fabricantes, eficiencia en costos desde el punto de vista del operador)
- Red GSM debe poder ser construida y expandida sin ocasionar ningún cambio en la ya existente red PSTN

Sistemas de 2da Generación

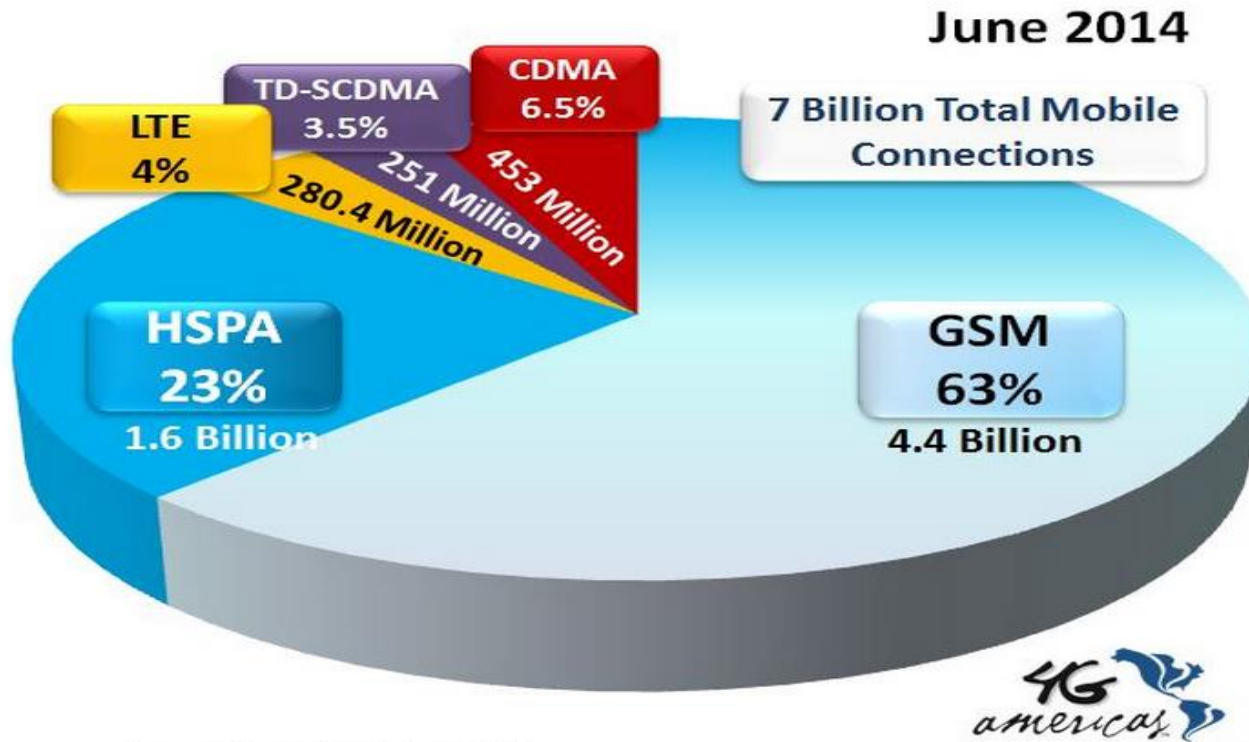
Ventajas GSM



- Gracias al conjunto de requerimientos del sistema GSM, se logran muchas ventajas:
 - ✓ GSM utiliza las radio frecuencias eficientemente
 - ✓ Promedio de calidad de voz mucho mejor al de sistemas análogos
 - ✓ Soporta transmisión de datos
 - ✓ Encriptación de voz
 - ✓ Información del suscriptor enviada con seguridad
 - ✓ Compatibilidad con PSTN/ISDN
 - ✓ Roaming
 - ✓ Alta competencia de mercados
 - ✓ Precios bajos

Sistemas de 2da Generación

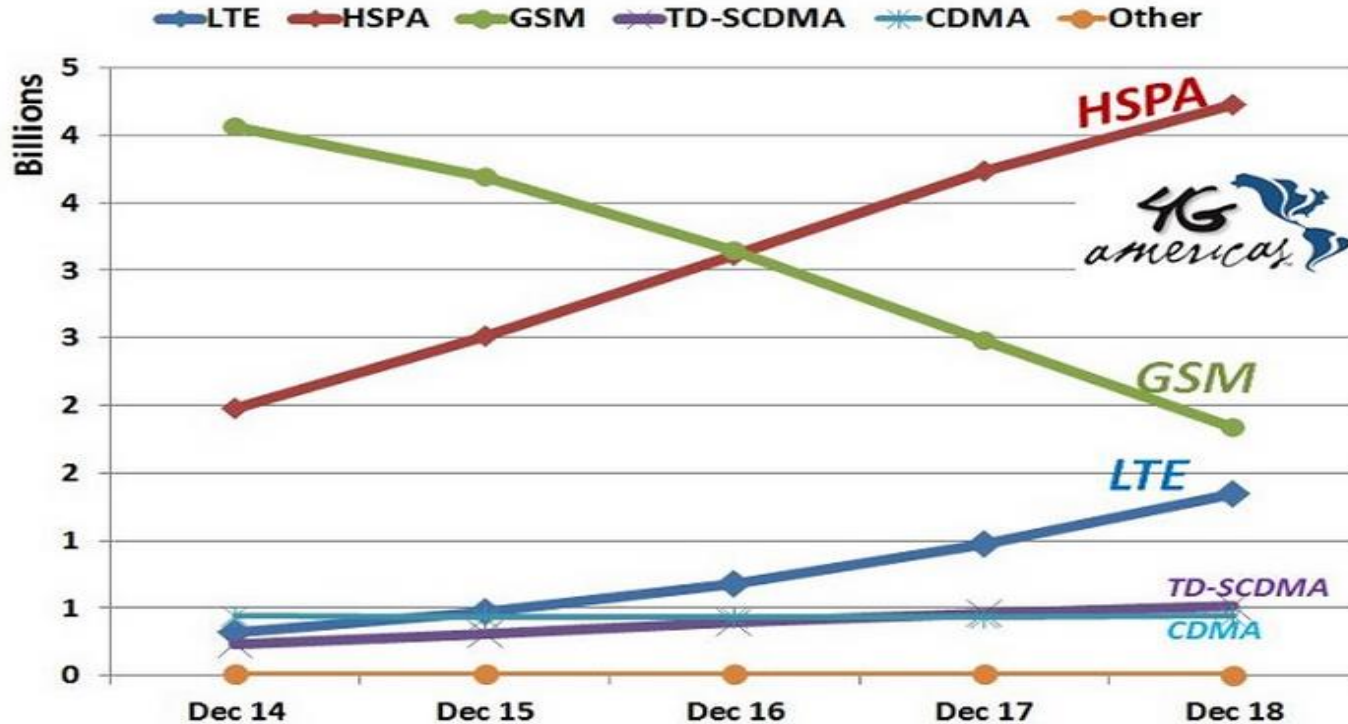
GSM Global Market Share



Source: Ovum, WCIS, June 2014

Sistemas de 2da Generación

GSM Global Forecast

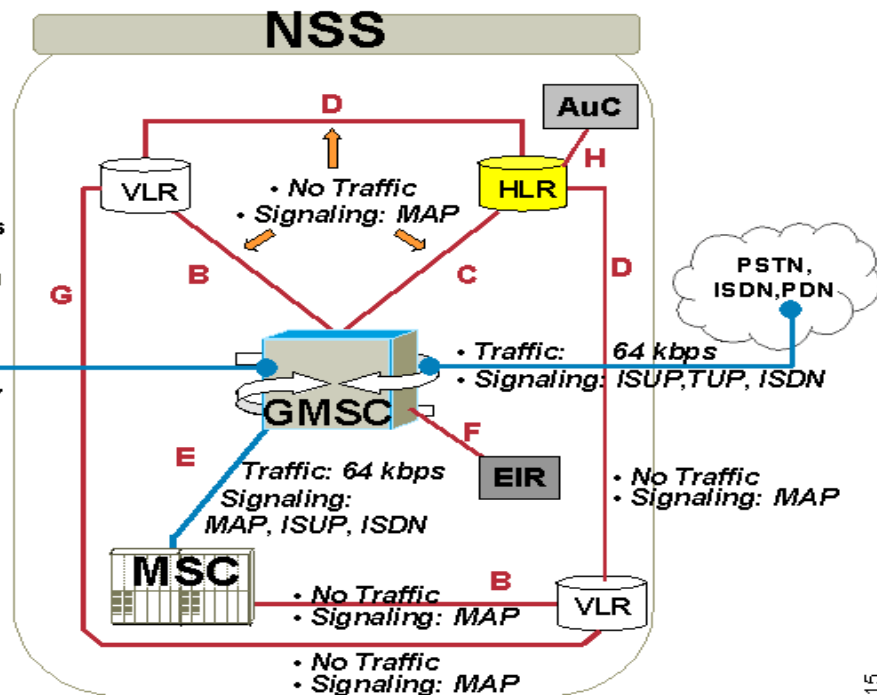
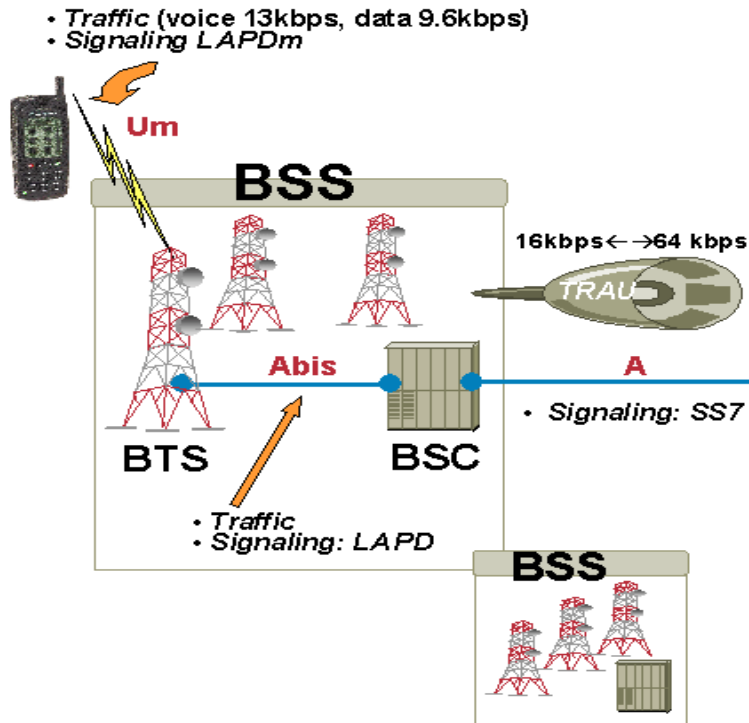


Source: Informa Telecoms & Media, WCIS+ 1Q 2014

Other = 1G & 2G Technologies

Sistemas de 2da Generación

Arquitectura de Red



77015

Sistemas de 2da Generación

Unidades de Telefonía Móvil - Mobile Station (MS)

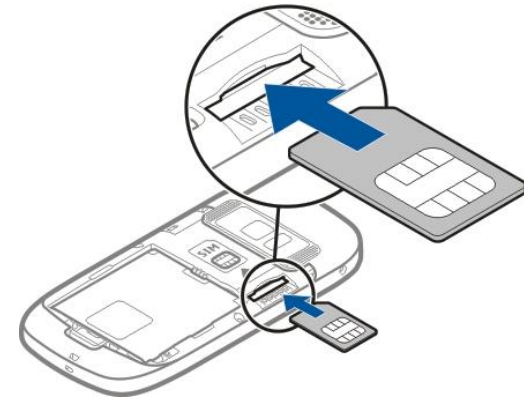


El MS es la combinación del equipo terminal y la información del suscriptor.

El equipo terminal es llamado **ME (Mobile Equipment)** y la información del usuario es almacenada en un modulo separado llamado **SIM (Subscriber Identity Module)**.

Por lo tanto;

$$\text{ME} + \text{SIM} = \text{MS}$$



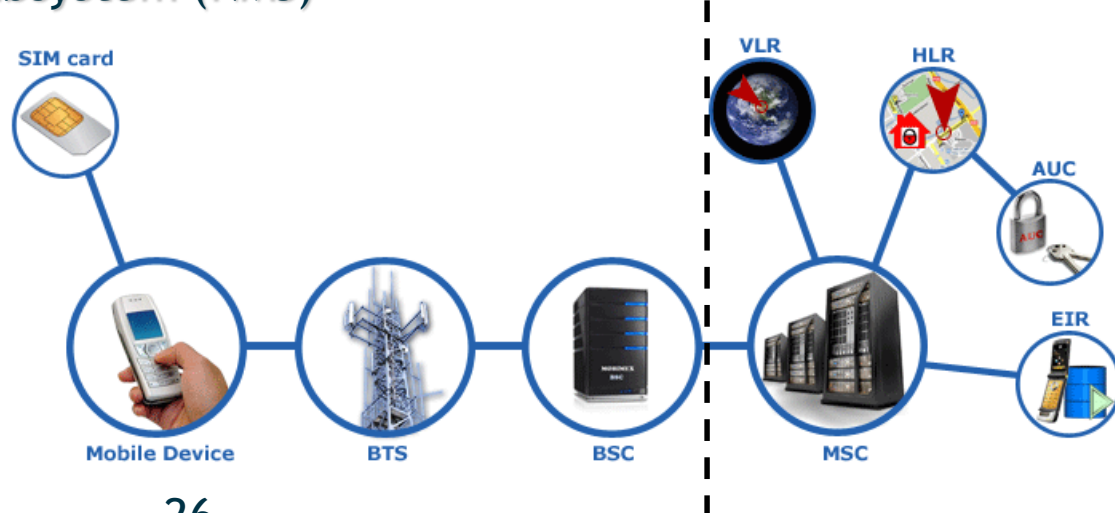
Sistemas de 2da Generación

Subsistemas y elementos de Red en la tecnología GSM



La red GSM se encuentra organizada en 3 Subsistemas:

- Base Station Subsystem (BSS)
- Network Switching Subsystem (NSS)
- Network Management Subsystem (NMS)



Sistemas de 2da Generación

Funciones principales NSS



Call Control:

Identifica el suscriptor

Establece la llamada

Libera los recursos de conexión una vez finaliza la llamada

Charging: (Reúne la información acerca del cobro de la llamada)

Numero del suscriptor que realiza la llamada

Numero del suscriptor que recibe la llamada

Tiempo al aire

Tipo de transacción

(Esta información se transfiere al **Billing Center**)

Mobility Management:

Actualiza la información sobre la localización del suscriptor

Sistemas de 2da Generación

Funciones principales NSS



Signaling:

Aplica para las interfaces hacia la BSS y la PSTN.

Subscriber data handling:

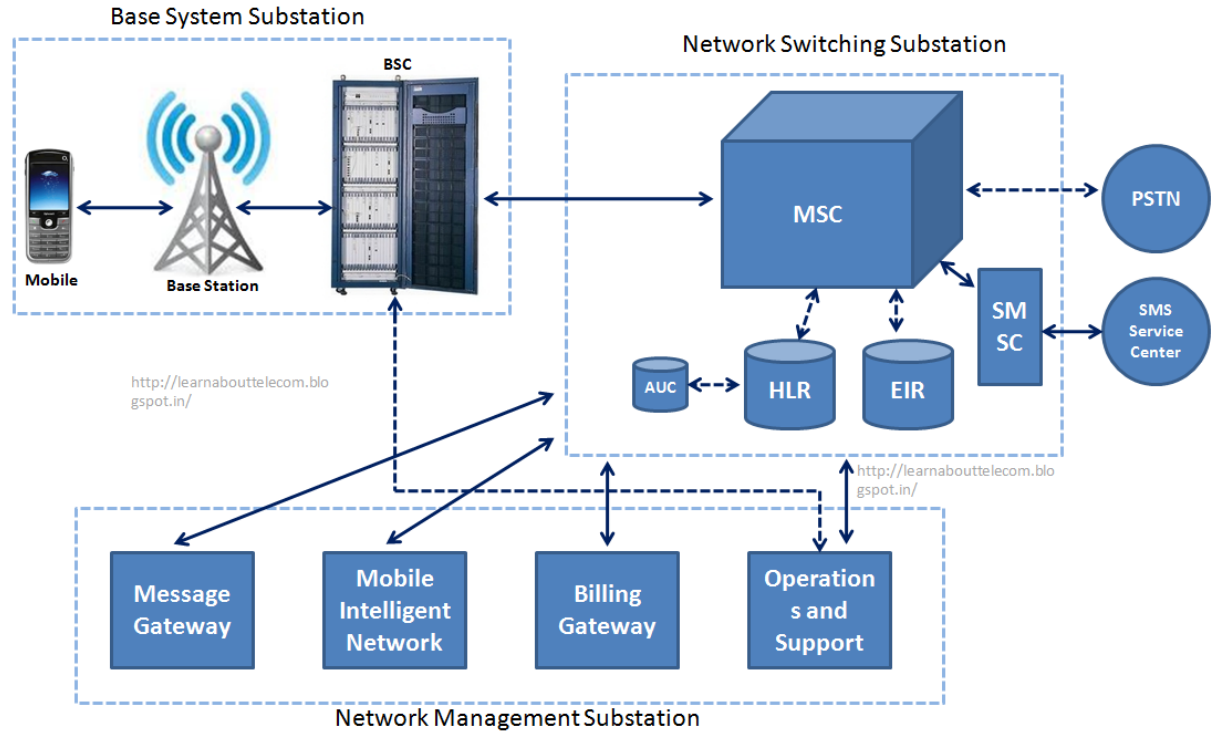
Esta es la información almacenada permanentemente en el HLR y temporalmente sobre el VLR.

Sistemas de 2da Generación

Network Switching Subsystem (NSS)



El Subsistema de conmutación de la red (NSS) encierra el MSC, GMSC, VLR, HLR, AC y EIR.



Sistemas de 2da Generación

Mobile Switching Center (MSC)



Responsable por el control de llamadas en la red móvil, identifica el origen y destino de una llamada (móvil o fijo).

El MSC es responsable de tareas muy importantes, tales como;

Call Control

Identifica el tipo de llamada, el destino, origen, establece, mantiene y finaliza las conexiones

Initiation of paging

Paging es el proceso de localización de un MS en particular

Charging data collection

El MSC genera los CDRs, Registro de cobro, los cuales contienen la información del uso red por parte de los suscriptores

Sistemas de 2da Generación

Gateway Mobile Switching Center



Responsable por las mismas tareas que el MSC (excepto paging)

En varias implementaciones reales, las funcionalidades del MSC y el GMSC se fusionan en un solo bloque denominado solamente MSC

La mayoría de operadores utiliza el GMSC como puente hacia redes externas como PSTNs

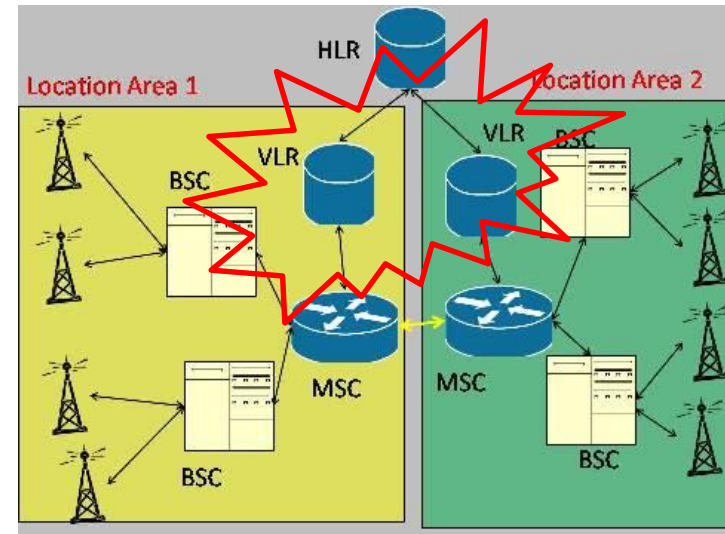
Sistemas de 2da Generación

Visitor Location Register (VLR)

En las implementaciones de la mayoría de los vendedores el **VLR** está integrado al **MSC**.

El **VLR** es una base de datos que contiene información sobre suscriptores que están siendo servidos actualmente dentro del área de cobertura de un determinado **MSC/VLR**, tal como:

- Numero de identificación del suscriptor
- Información de seguridad para autenticación de la SIM card y para el cifrado de voz
- Servicios disponibles para el usuario



Sistemas de 2da Generación

Visitor Location Register (VLR)

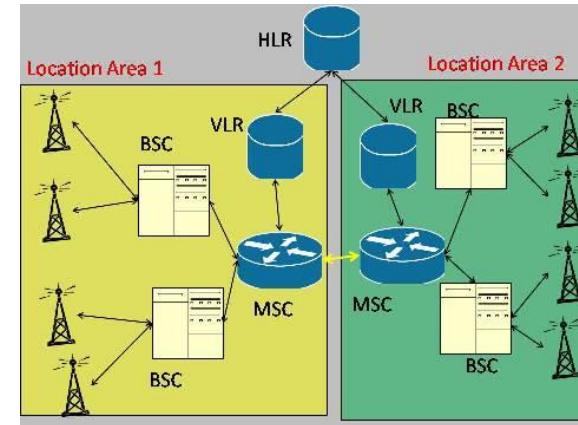


El **VLR** lleva a cabo registro de localización y updates

Cuando un MS llega al área de cobertura de un nuevo **MSC/VLR**, debe registrarse en ella (realizar un location update)

Nótese que un MS *debe siempre estar registrado en un VLR* si desea utilizar los recursos de la red

El **VLR** es una base de datos temporal, la información estará almacenada tanto tiempo como el suscriptor se encuentre dentro de su área de cobertura



Sistemas de 2da Generación

Home Location Register (HLR)



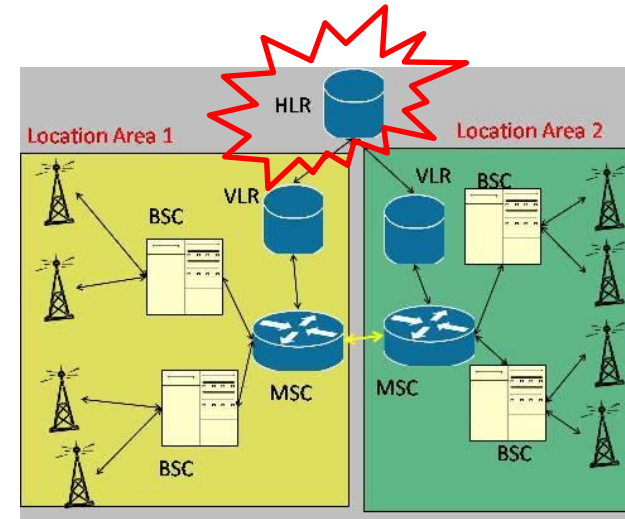
HLR Mantiene un registro permanente de los suscriptores

Tanto los números de identificación de los suscriptores así como los servicios disponibles son almacenados allí

Mantiene el rastro de la localización actual de sus clientes

El GMSC pregunta al HLR la información de enrutamiento si la llamada va a ser dirigida a un MS (mobile terminated call)

Para la mayoría de implementaciones (Nokia-Siemens) los elementos de red AC (Autentication Center) y EIR (Equipment Identity Register) son localizados dentro del mismo HLR



Sistemas de 2da Generación

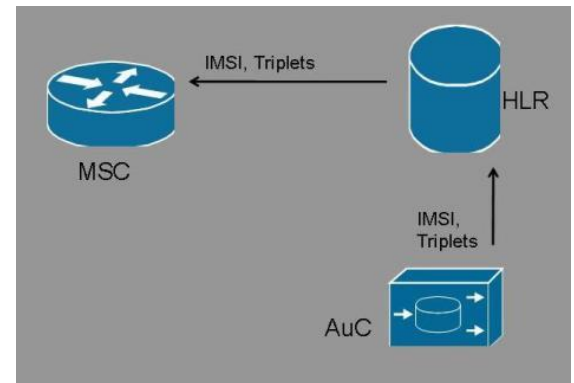
Authentication Center (AC)



Provee información de seguridad a la Red, de modo que se pueda verificar las Sim cards.

Autenticación entre el terminal móvil y el **VLR** y la información de cifrado transmitida sobre la interface Air (entre el MS la BTS)

El centro de Autenticación soporta el trabajo del **VLR** mediante el envío de los llamados **Triplets**



Sistemas de 2da Generación

Equipment Identity Register (EIR)



Al igual que el AC, el EIR es utilizado para fines de seguridad

Mientras el AC provee la información para la verificación de Sim cards, el EIR es responsable de la verificación del IMEI (verificación de la validez del ME)

Cuando este elemento opcional de la Red esta implementado, se le solicita al MS el International Mobile equipment Identity (IMEI)

El EIR contiene las siguientes 3 listas:

- Un ME en la lista blanca (**White list**) se le permite operar normalmente
- Si se sospecha que un ME puede estar corrupto, se podrá monitorear su uso y se ubica sobre la lista gris (**Gray list**)
- Si el ME es reportado como robado o no se le esta permitido operar sobre la red, se sitúa en la lista negra (**Black list**)

Sistemas de 2da Generación

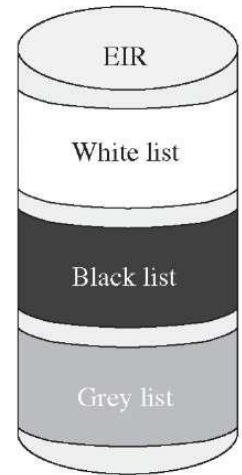
Equipment Identity Register (EIR)



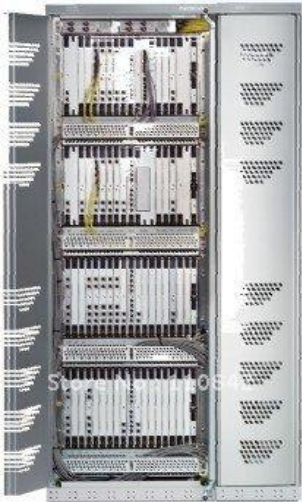
Entiéndase que la verificación del IMEI es un procedimiento opcional

Depende de cada operador definir si y cuando se realiza dicha verificación.

(Algunos operadores ni siquiera implementan el EIR en absoluto)



Sistemas de 2da Generación



MSC



HLR

Sistemas de 2da Generación

Base Station Subsystem (BSS)

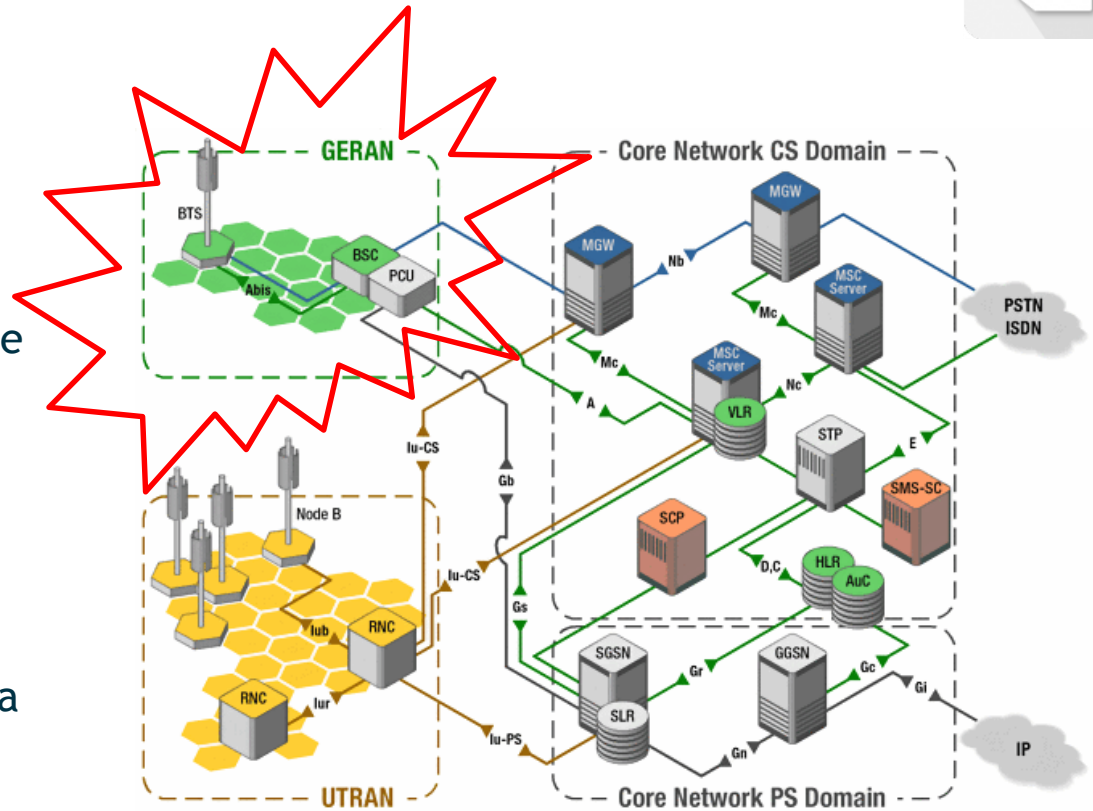


Responsable de la parte Radio de la Red

Controlado por el MSC (Normalmente un MSC maneja varios BSSs)

Un BSS logra cubrir un área geográfica considerable compuesta por varias celdas

(Una celda hace referencia a un área cubierta por uno o mas recursos en frecuencia).



Sistemas de 2da Generación

Base Station Subsystem (BSS)



Algunas de las tareas mas importantes del BSS son:

Radio Path Control En GSM el BSS se encarga de los recursos radio, esto es Asignación de Radio Canales y calidad de la conexión radio.

Sincronización El BSS utiliza sincronización jerárquica, lo cual significa que el MSC sincroniza con el BSC, y el BSC posteriormente sincroniza con las BSTs asociadas a el.

Dentro del BSS la sincronización es controlada por el BSC

La sincronización es un aspecto crítico sobre la Red GSM debido a la naturaleza de la información transmitida.

Sistemas de 2da Generación

Base Station Subsystem (BSS)



Si el proceso de sincronización no trabaja correctamente:

- La llamadas pueden ser cortadas
- La calidad de la llamada no será la mejor posible
- Podría llegar a ser imposible el establecimiento de una llamada

Señalización Interfaces Air - A En pro de establecer una llamada, el MS debe tener una conexión a través del BSS. Establecimiento conexión entre el MS y el NSS. El BSS se localiza entre las interfaces Air y A. El MS debe tener una conexión a través de estos dos antes de poder establecer una llamada. Esta conexión puede ser tanto de señalización como de tráfico (voz, datos)

Manejo de la Movilidad El manejo de la movilidad realizado por el BSS cubre en general todos los posibles casos de Handover.

Sistemas de 2da Generación

Base Station Controller (BSC)

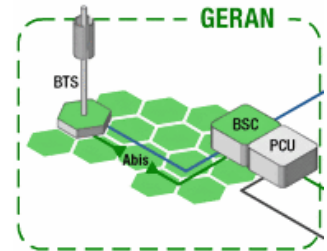


El BSC es el elemento central del BSS y controla la parte Radio de la Red GSM.

Algunas de sus principales tareas son;

Establecimiento de la conexión entre MS y NSS Todas las llamadas hacia y desde el MS son conectadas a través de la funcionalidad de conmutación de la BSC.

Manejo de la Movilidad El BSC es responsable por iniciar la gran mayoría de Handovers y hace que la decisión de handover se base en otros en reportes de medidas enviados por el MS durante la llamada.



Sistemas de 2da Generación

Base Station Controller (BSC)



Almacenamiento estadístico de información. Información proveniente de las BTS, Transcoders y BSC es almacenada en la BSC y enviada al NMS (Network Manager Subsystem) donde es procesada posteriormente para lograr la calidad y orden sobre la red

Soporte a la señalización entre interfaces A - Air Hace posible la interoperabilidad entre los protocolos de la Interface A (Señalización No 7) y los del entorno aire que permite utilizar protocolos adaptados del estándar ISDN.

El BSC a su vez permite la conexión transparente de señalización requerida entre el MSC/VLR y el MS.

Sistemas de 2da Generación

Base Transceiver Station (BTS)

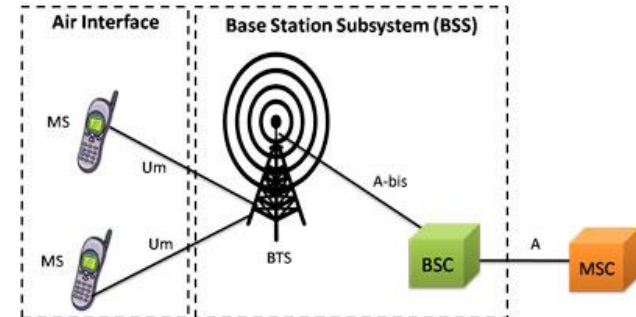


La BTS es el elemento de red responsable por la interface Aire y minimizar los problemas de transmisión (La interface Air es muy sensible a las interferencias)

Esta tarea es llevada a cabo con la ayuda de mas de **120** parámetros, que permiten definir exactamente que tipo de BTS es y cuantos MS pueden verla mientras se mueven en su área

Los parámetros de una BTS manejan entre otros ítems críticos:

- Tipo de Handover (cuando y porque)
- Búsqueda de MS
- Control del nivel de potencia
- Identificación de la BTS



Sistemas de 2da Generación

Base Transceiver Station (BTS)



Una BTS posee varias tareas muy importantes dentro del funcionamiento de la red, algunas de ella se presentan a continuación:

Señalización Interfase Air Cuando un MS es encendido necesita intercambiar mucha información con la Red (más precisamente con el VLR) antes de poder recibir y establecer llamadas.

Otra señalización muy importante es la requerida para el MS que genera una llamada y el MS que la recibe.

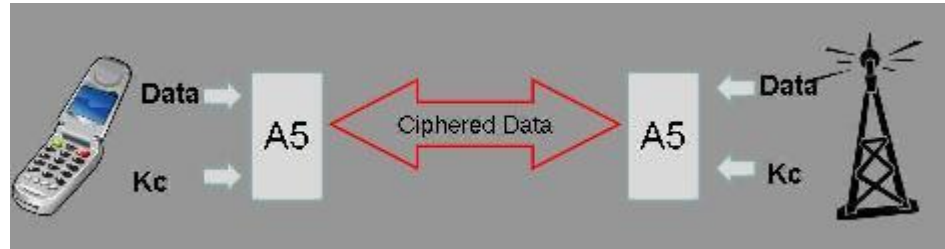
Un tercer tipo de señalización es el utilizado cuando se le informa a un MS que un handover se llevará a cabo (Y posteriormente cuando el MS informa a la red que el handover fue realizado).

Sistemas de 2da Generación

Base Transceiver Station (BTS)



Cifrado de Voz Tanto la BTS como el MS deben ser capaces de cifrar y descifrar información en pro de proteger la voz y datos transmitidos sobre la interface Air



Sistemas de 2da Generación

Base Transceiver Station (BTS)



Procesamiento de la voz Todas la funcionalidades concernientes al proceso que realiza la BTS para garantizar una conexión libre de errores entre MS y BTS

Esta incluye tareas tales como:

- Codificación de la voz (Digital a Análogo en dirección DL y viceversa)
- Codificación de canal (para protección de errores)
- Interleaving (para permitir una transmisión segura)
- Formato de trama (adiciona información a la voz codificada / datos para poder alcanzar una transmisión segura y organizada)

Sistemas de 2da Generación

Base Station Subsystem (BSS)



GSM Site Outdoor
RoofTop



BTS Radio Distribuida
1 Sector
Wall



BTS TriSectorial
GreenField

Sistemas de 2da Generación

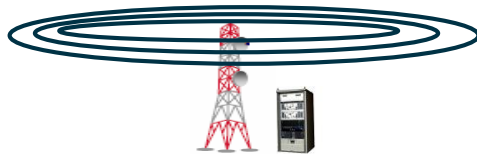
Base Transceiver Station (BTS)



Una BTS puede soportar varios TRXs (Transceivers) Cada uno soportando un par de frecuencias (DL & UL)

La BTS también soporta una o más antenas las cuales son capaces de transmitir y recibir información desde y hacia uno o mas TRXs

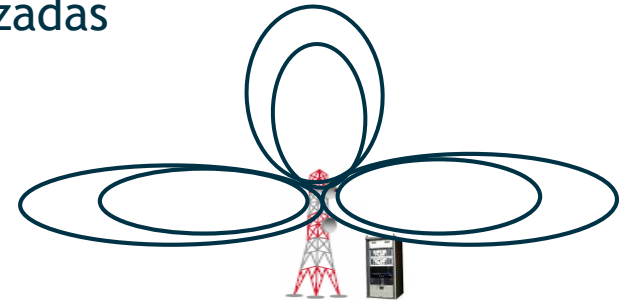
Las antenas pueden ser omnidireccionales o sectorizadas



**BTS
Omnidireccional**



**BTS Sectorizada
(180°)**



**BTS Sectorizada
(120°)**

Sistemas de 2da Generación

GSM Interfaces



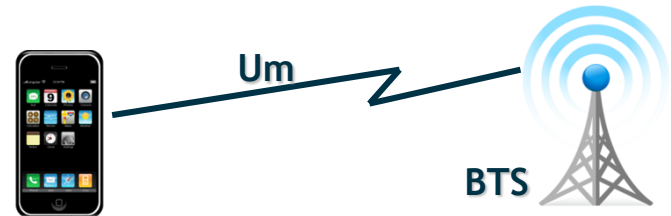
Uno de los propósitos fundamentales detrás de las especificaciones GSM es definir varias interfaces como **abiertas**

Las especificaciones GSM definen 2 interfaces enteramente abiertas dentro de la red GSM

La primera entre la estación móvil (MS) y la estación base (BS). Esta interface de aire abierta es denominada **Um**

Es obvia imaginar la necesidad de que esta interface se encuentre abierta

Teniendo en cuenta que ME de distintas marcas deben poder comunicarse con las Redes GSM de diferentes proveedores



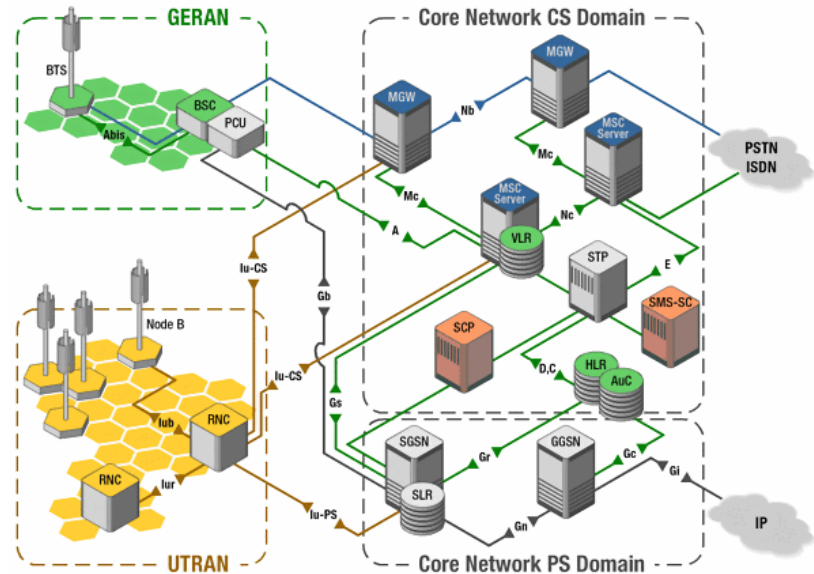
Sistemas de 2da Generación

GSM Interfaces



La segunda interfase se localiza entre el Mobile Switching Center (MSC) y la controladora de estaciones bases (BSC) → Esta interface se denomina interface A

El sistema incluye mas de dos interfaces estandarizadas, pero especialmente dentro del BSS ninguna de ellas es abierta



Sistemas de 2da Generación

Network Management Subsystem (NMS)



Tercer Subsistema de la **red GSM** en adición al BSS y al NSS

El propósito del **NMS** es el de monitorear las diferentes actividades y elementos de red

Las funciones del **NMS** pueden ser divididas en tres categorías;

- Fault Management
- Configuration Management
- Performance Management

Estas funciones cubren todos los elementos de la red GSM

Sistemas de 2da Generación

Network Management Subsystem (NMS)



El propósito del **Fault Management** es asegurar la operación fiable de la red y la pronto corrección de cualquier tipo de problema que pueda detectarse

Fault Management provee al operador de red información relacionada con el estado actual de eventos de alarma y mantiene el histórico en una data base

Los registros de alarmas son almacenados en el **NMS** y su base de datos puede ser consultada acorde al criterio especificado por el operador de red



Sistemas de 2da Generación

Network Management Subsystem (NMS)



El propósito del **Configuration management** es el de mantener al día información relacionada con el estado de la operación y configuración de los elementos de Red.

Específicamente la parte de gestión radio, software y hardware de elementos de red, tiempo de sincronización y operaciones de seguridad.



Sistemas de 2da Generación



Principios de cualquier red Móvil :

- **Mobility**
- **Traceability**



Si se permite a un usuario poder desplazarse con conexión por toda la red (movilidad) la red debe poder establecer en todo momento su ubicación (rastreo).

Sistemas de 2da Generación

Locating a subscriber - Registration and Database

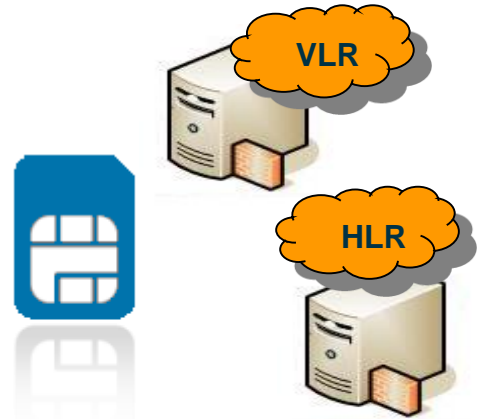


Conexión a través de Red Móvil  Conexión Punto - Punto

Absolutamente necesario Red conozca localización del MS

Rastreo de usuarios realizado mediante consulta a bases de datos:

- SIM CARD
- VLR
- HLR



Sistemas de 2da Generación

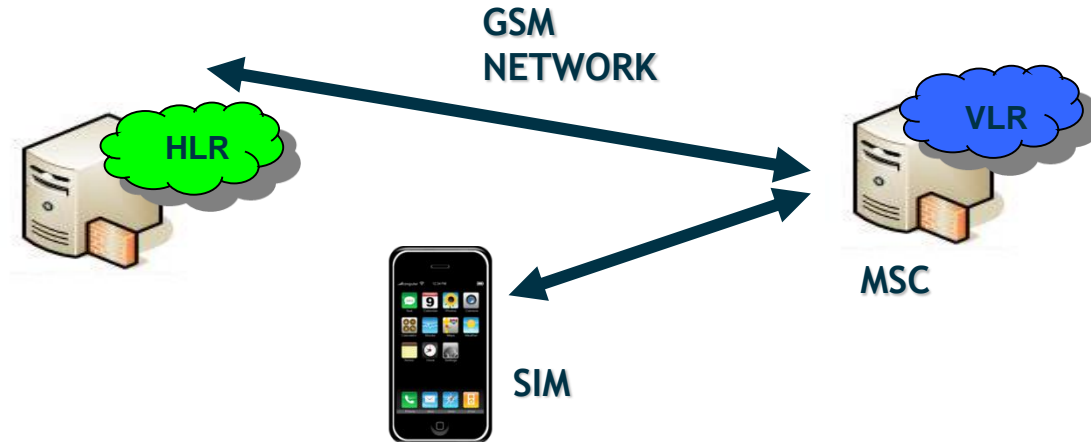
Locating a subscriber - Registration and Database



El usuario enciende su terminal móvil sobre un área cubierta por su operador móvil.

El área se encuentra conectada vía air a un VLR (integrado al MSC).

El operador home del suscriptor también requiere conocer su ubicación (base de datos HLR).



Sistemas de 2da Generación

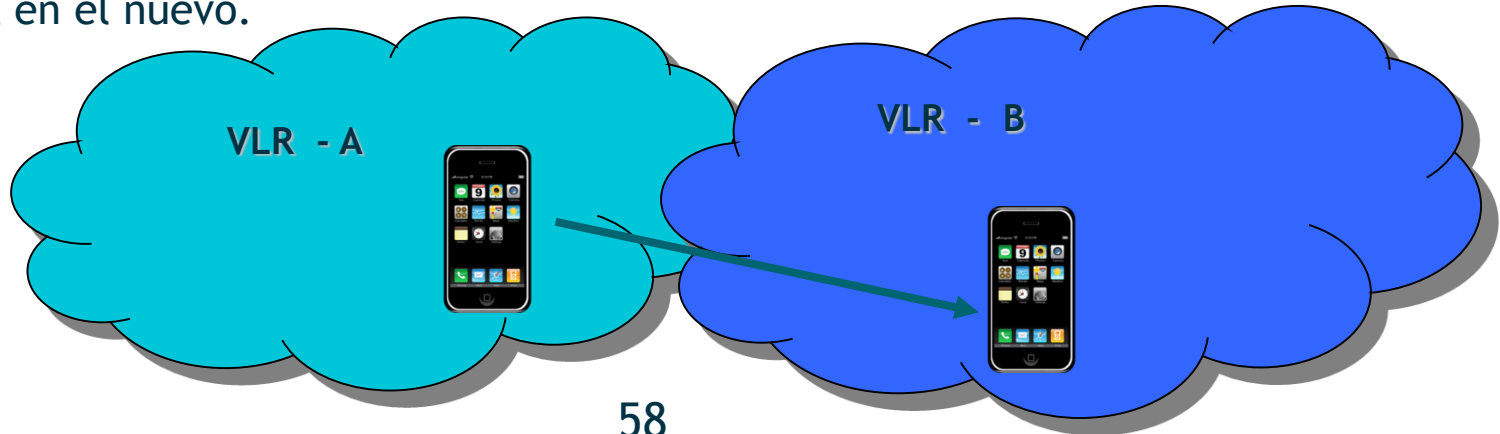
Locating a subscriber - Registration and Database



HLR Mantiene información permanente del suscriptor (única información variable: Localización del MS (VLR address))

VLR address necesaria para el HLR. HLR necesita saber a que MSC solicitar un posible enrutamiento.

Cuando un MS cambia al área de otro **VLR**, su información es borrada del ultimo **VLR** y almacenada en el nuevo.



Sistemas de 2da Generación

Locating a subscriber - Registration and Database



Proceso que permite mantener el rastreo del MS : **_Location update**

MS recibe constantemente información de la red. Esta información incluye:
VLR identification (que provee el servicio actualmente al MS).

EL **MS** almacena este **VLR ID**. Cada vez que la red realiza un broadcast de este **ID**. **MS** compara **ID** almacenado y el que recibe.



Sistemas de 2da Generación

Location update - first time



Cuando los dos ID cambian  **MS** envía un *registration enquiry*



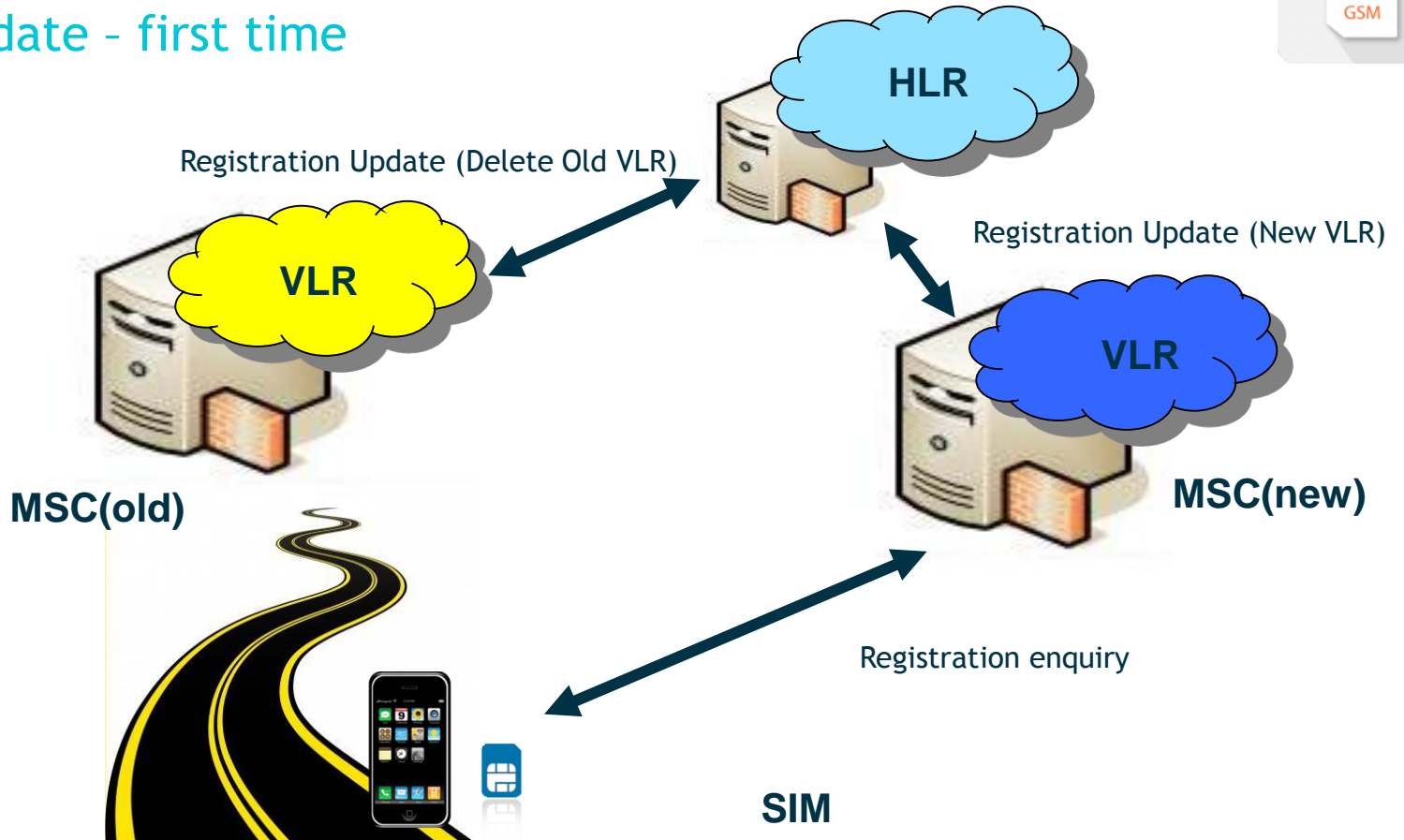
La solicitud enviada por el **MS** es utilizada para registrarse sobre una nueva área lógicamente bajo el nuevo **VLR**

En aquellos casos donde el **VLR** cambia, la red recibe la solicitud y registra el usuario en el nuevo **VLR**

Simultáneamente el **HLR** del suscriptor es informado sobre la nueva localización de **VLR** y la información del suscriptor es borrada del antiguo **VLR**

Sistemas de 2da Generación

Location update - first time



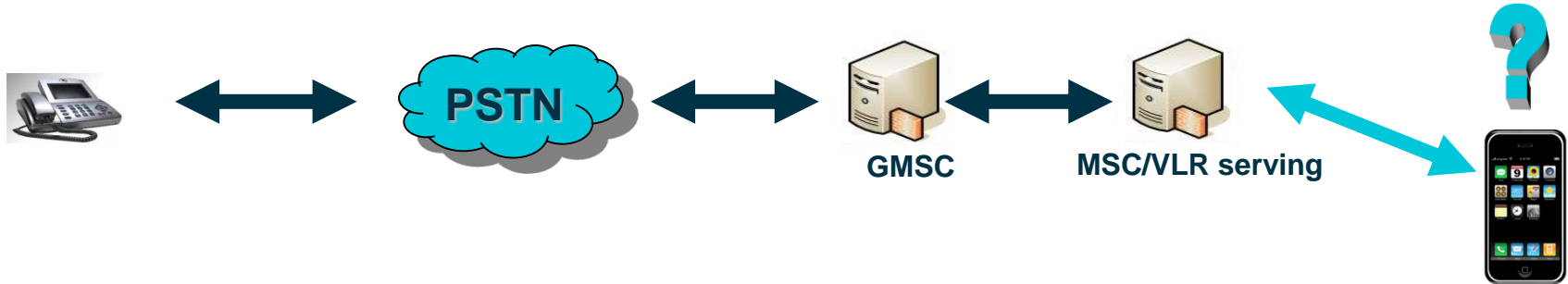
Elementos envueltos en el location update

Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



GMSC/VLR y MSC/VLR → Conectados mediante un canal de tráfico y señalización (set up de la llamada casi completo).



Para poder terminar de establecer la conexión (end to end) es necesario entender como localizar el MS.

Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



Localización exacta del suscriptor **_DESCONOCIDA**

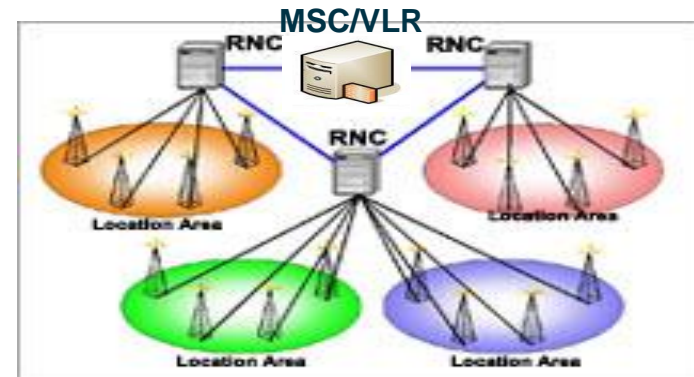
En teoría debería ser buscado dentro de todo el área de cobertura del MSC/VLR

Esto requeriría mucho procesamiento para el MSC/VLR

Para esto se definen áreas geográficas mas limitadas para la búsqueda de un suscriptor

Estas áreas son denominadas **Location Areas** (LAs)

(Manejadas por el MSC/VLR)



Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



Cada MSC/VLR contiene normalmente varias LAs

Podemos definir un LA como el área en la cual se busca un suscriptor en caso que exista una llamada para él

VLR DATABASE

IMSI: 732 123 11 0000123

LAC: 262 15 0987

Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



Cada LA se identifica por medio de un Location Area Identity (LAI) y mantiene el siguiente formato:

$$\text{LAI} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{LAC}$$

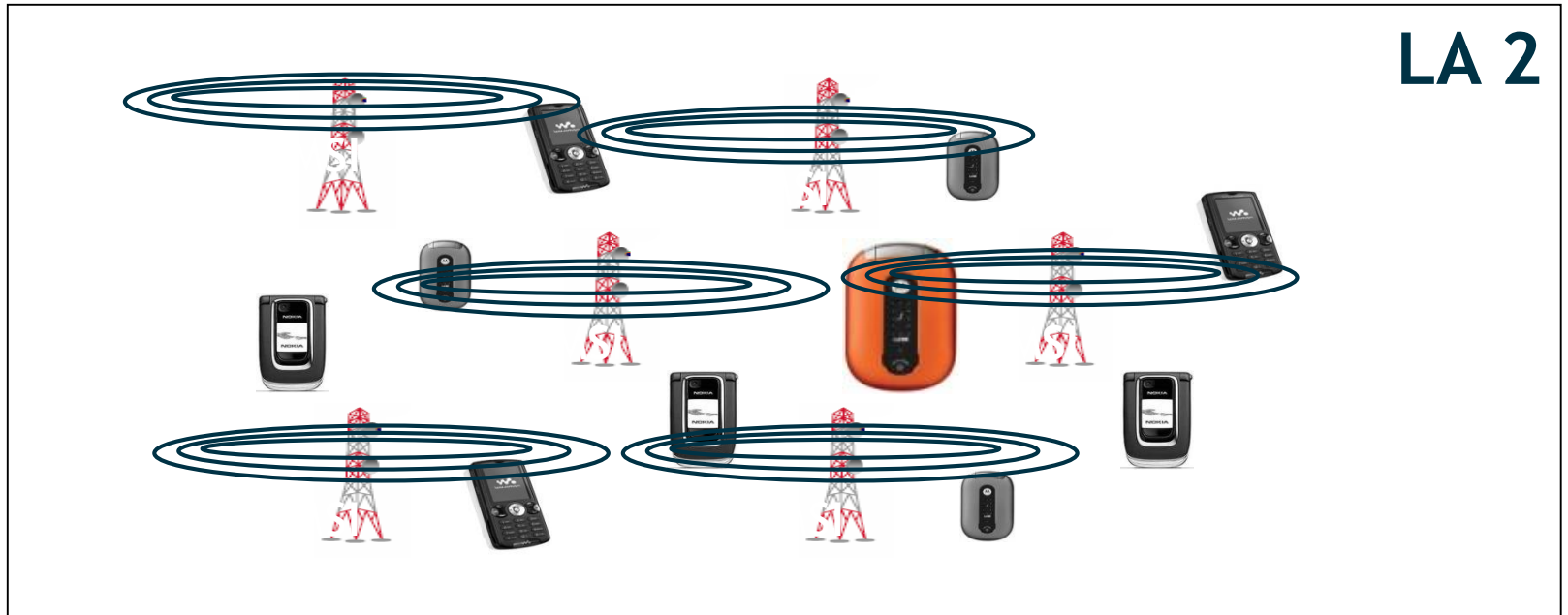
- MCC** = Mobile Country Code (of the visited country)
- MNC** = Mobile Network Code (of the serving PLMN)
- LAC** = Location Area Code

Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



Ahora que se conoce el LA del suscriptor, podemos iniciar su búsqueda
Para lo localización del suscriptor se inicia un proceso de **paging** sobre el LA



Sistemas de 2da Generación

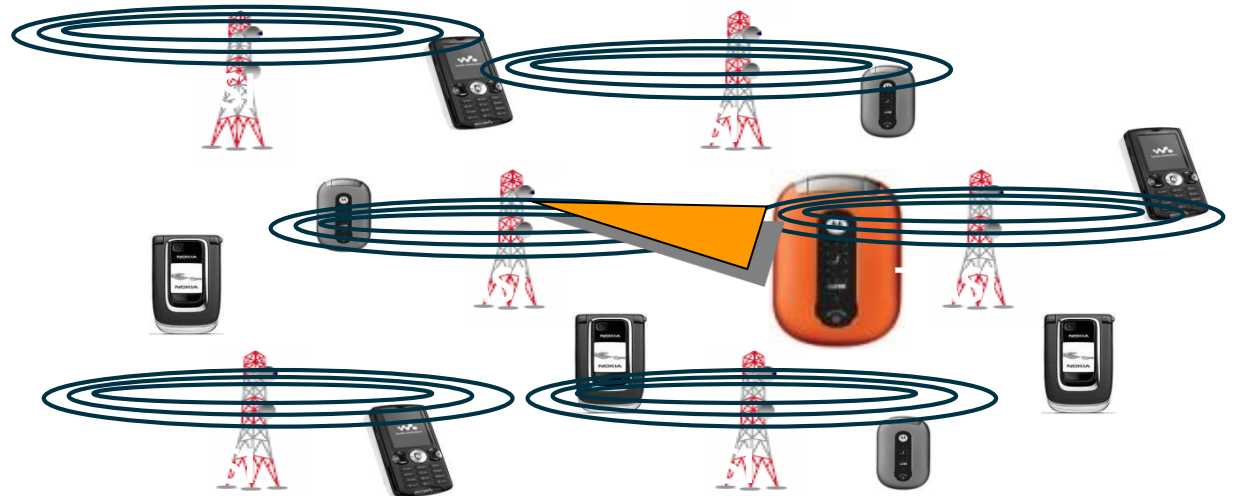
Locating and Paging the subscriber



A pesar que la señal de paging es recibida por varios MS en el LA solo uno reconoce la identificación y responde.

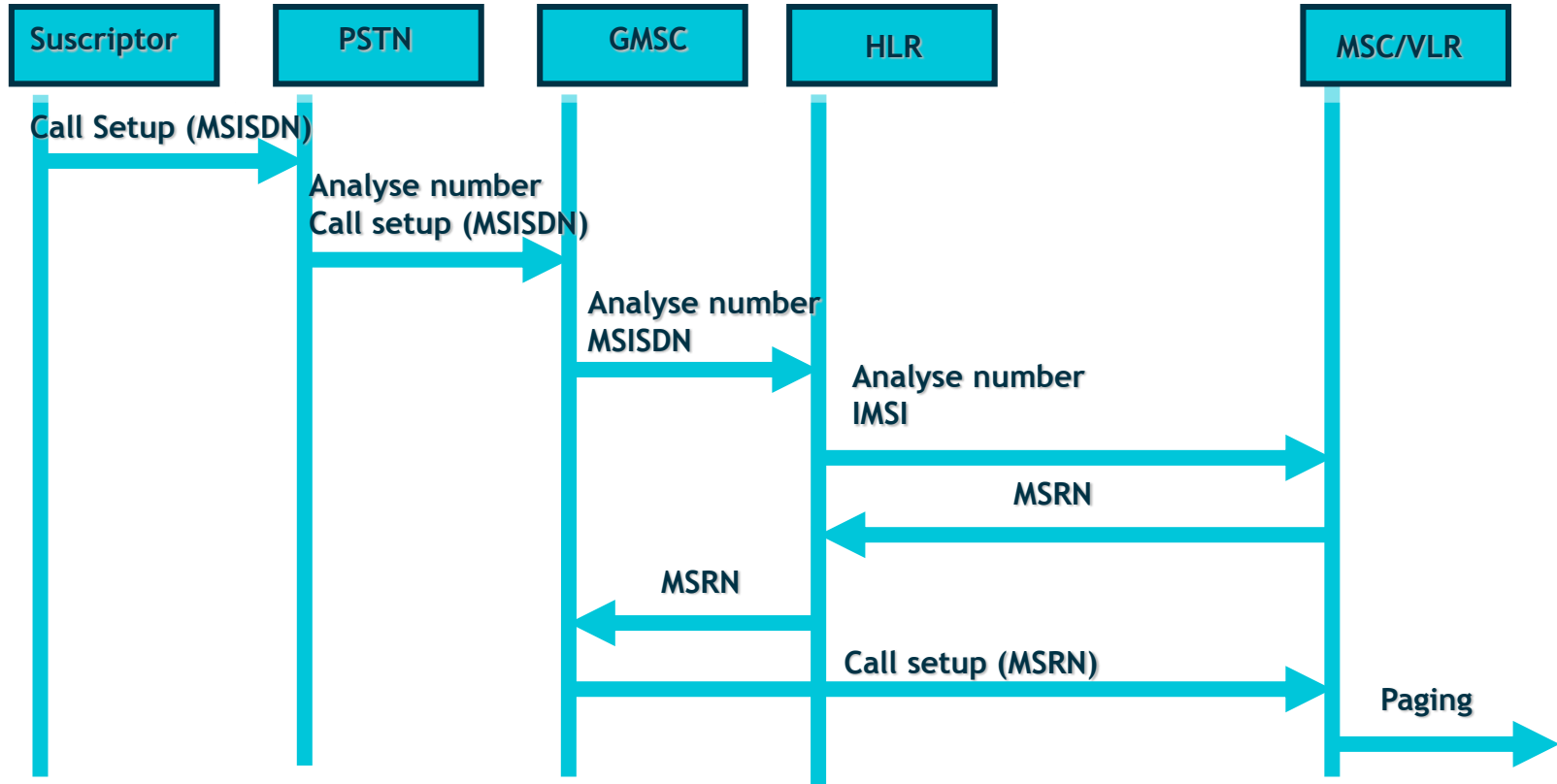
Como consecuencia de esta respuesta, una conexión punto a punto es establecida.

Ahora que los suscriptores han sido conectados el trafico de voz puede ser transmitido a través de la red.



Sistemas de 2da Generación

Locating and Paging the subscriber



Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



En la practica existen 3 tipos de **Location Updates**:

_Location registration (power on)

_Generic

_Periodic



Location Registration: Ocurre cuando el MS se enciende. También conocido como IMSI Attach

Tan pronto como MS se enciende informa al VLR

Como resultado de este registro la red envía al MS 2 números: **Location Area Identity (LAI)** y **Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI)**

Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



La red envía al MS el LAI mediante canales de control sobre la interface Air

El TMSI es utilizado para propósitos de seguridad, de tal modo que el IMSI del suscriptor no deba ser enviado vía aire

El TMSI es una identidad temporal, la cual es regularmente cambiada.



El **Location Area Identity (LAI)** es una identificación única en el mundo

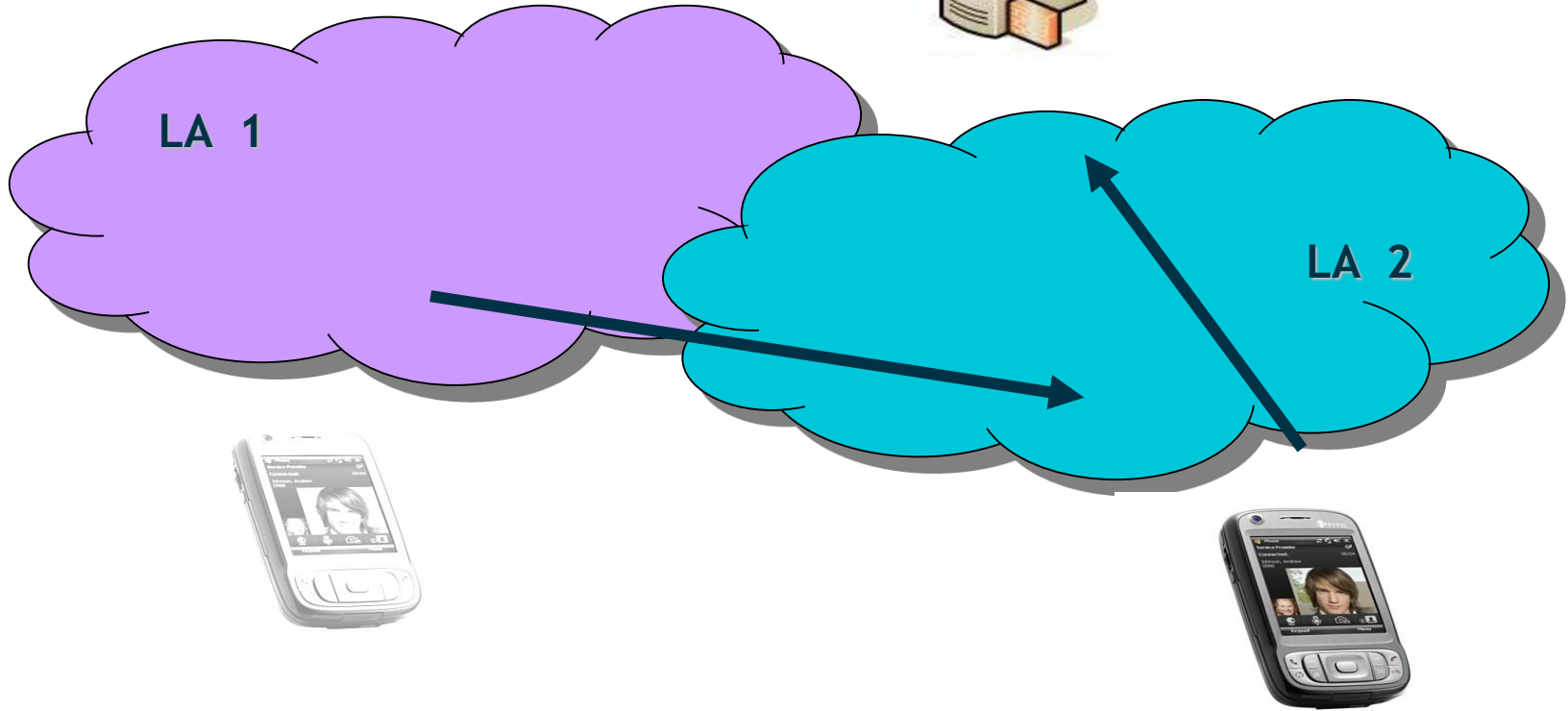
El **Location Area Code (LAC)** es sólo único en una red particular

Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



MSC/VLR

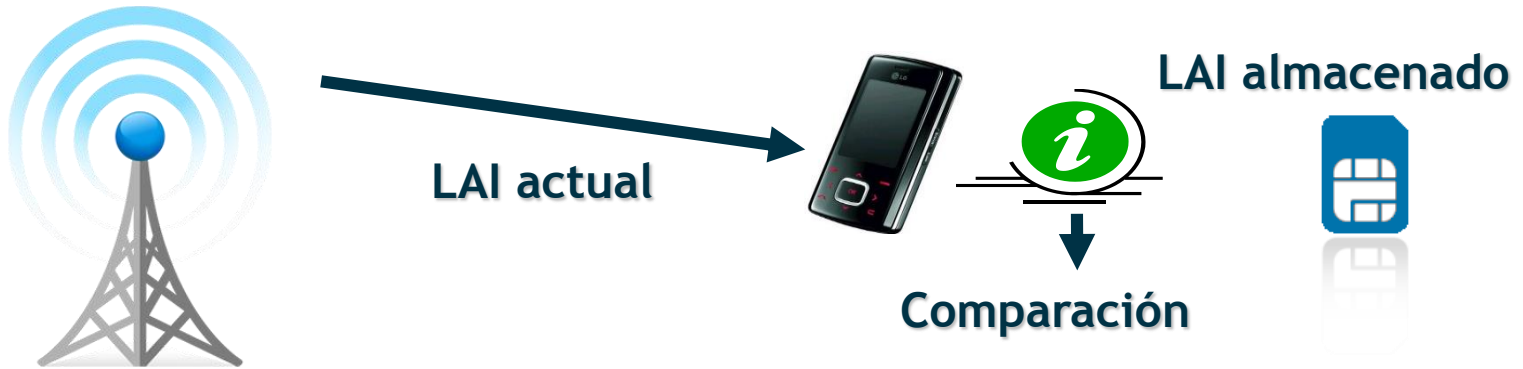


Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



Cada vez que un MS recibe información por medio de un CH de control, lee el LAI y lo compara con el almacenado en su SIM



Un **Generic Location Update** se realiza cuando los LAI's difieren. El MS inicia el **Location Update** accediendo al MSC/VLR que envió el nuevo LAI

Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



El MS envía un mensaje que contiene su identidad (IMSI/TMSI) y el **LAI** almacenado en su sim card

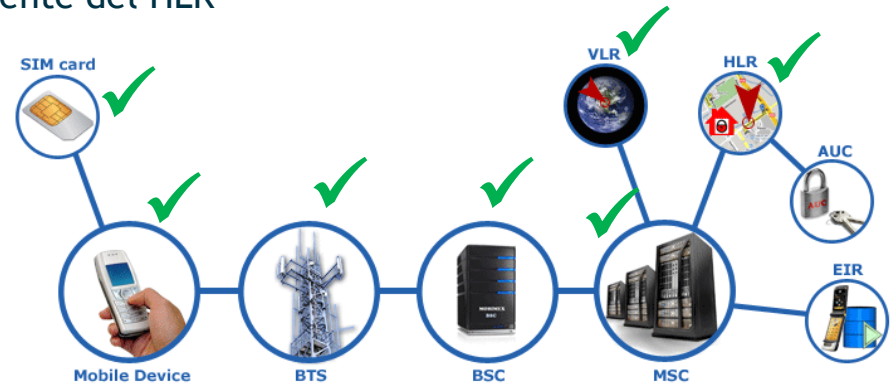
El MSC/VLR recibe el mensaje obtiene el antiguo **LAI** e identifica el antiguo MSC/VLR que servía al MS

Una conexión de señalización se establece entre los dos MSC y el IMSI del suscriptor es transferido de un MSC (old) al otro (new)

Con la información del IMSI el MSC actualiza su VLR y el HLR después de una autenticación exitosa

También recibe la información del suscriptor proveniente del HLR

Network elements involved in generic location update



Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



_Periodic location update Llevado a cabo cuando la red no recibe ningún location update por parte del teléfono en un periodo determinado (teléfono encendido sin tráfico - desplazamientos dentro del mismo location area).



Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update

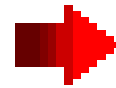
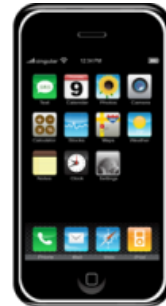


Un contador controla las actualizaciones periódicas y el operador define el intervalo del VLR.

La red publica el valor del timer por toda la red hacia los MS.

Una vez cumplido el tiempo el MS envía el Location Update request.

El VLR recibe el request y confirma la localización del suscriptor sobre la misma location area.



**Location
Update
request**

Sistemas de 2da Generación

Tipos de Location Update



Si un MS no cumple este procedimiento puede ser baja batería o porque se encuentra en área de baja cobertura

En este ultimo caso el VLR cambia la localización del MS al estado de “**unknown**”



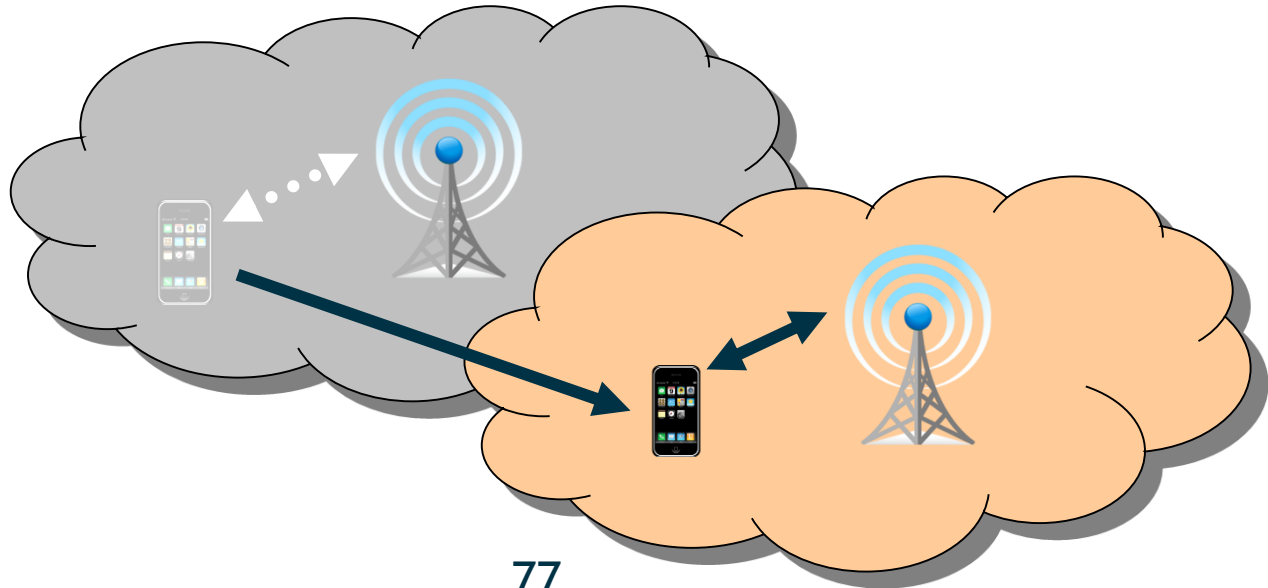
Sistemas de 2da Generación

Mobility - Handovers



Mantener una conexión de tráfico para un usuario móvil es posible gracias a la ayuda de la función **_handover**.

El concepto es simple: Un usuario que cambia de un área de cobertura de una celda a otra debe iniciar un nueva conexión con la nueva BTS y liberar la conexión anterior.



Sistemas de 2da Generación

Mobility - Handovers

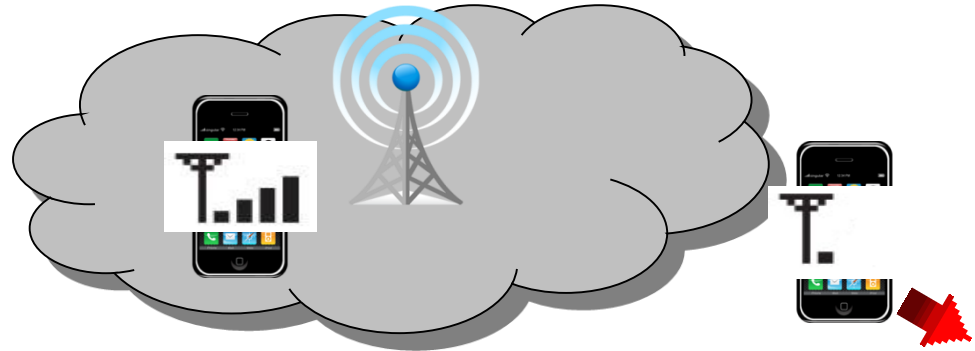


Existen 2 razones por las cuales se inicia un **handover**:

_Handover por nivel de señal Ocurre cuando el nivel de recepción de la señal disminuye hasta alcanzar el umbral preestablecido por la BSC.

La disminución en la intensidad de la señal es detectada tanto por el MS como por la BTS

Como consecuencia de esto la conexión se conmuta a una nueva celda con mejor intensidad de señal



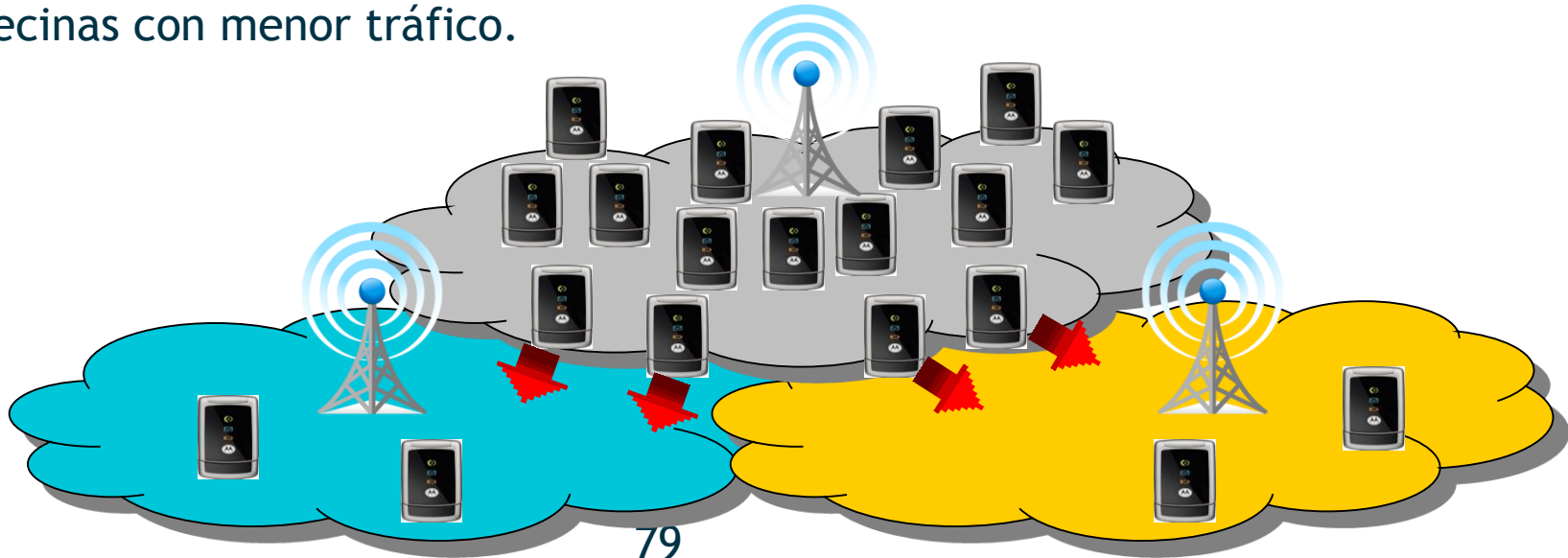
Sistemas de 2da Generación

Mobility - Handovers



- **Handover por tráfico** Ocurre cuando se alcanza la capacidad máxima de tráfico en la celda.

En este caso los MS cercanos a los límites de la celda pueden ser conmutados a celdas vecinas con menor tráfico.



Sistemas de 2da Generación

Mobility - Handovers



La decisión de efectuar el **handover** siempre es hecha por la BSC que sirve al MS.

En algunos casos puede llegar a ser el MSC quien tome esta decisión.

Existen en total 4 tipos distintos de **handover**.



Base Station Controller

Sistemas de 2da Generación

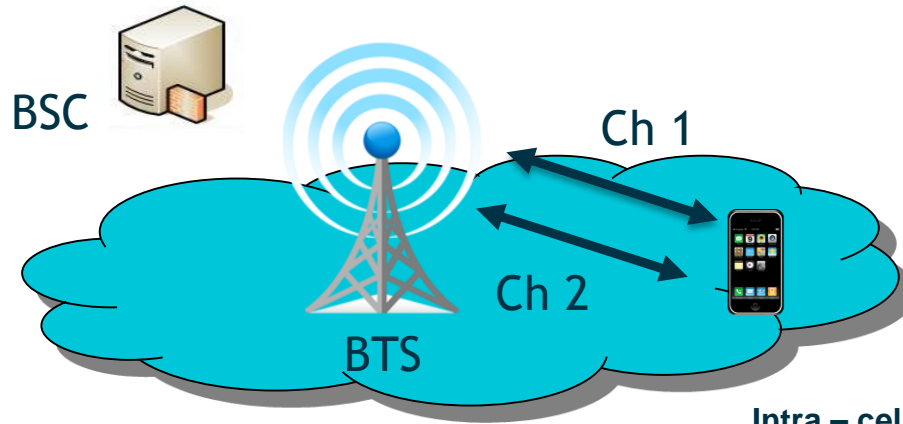
Intra cell - Intra - BSC handover



El mas simple de los Handovers es el **Intra-cell**.

En donde el suscriptor es conmutado a otro canal de tráfico (generalmente en otra frecuencia) dentro de la misma celda.

En este caso la **BSC** indica a la celda la decisión de realizar el **handover**.



Intra - cell - Intra - BSC handover

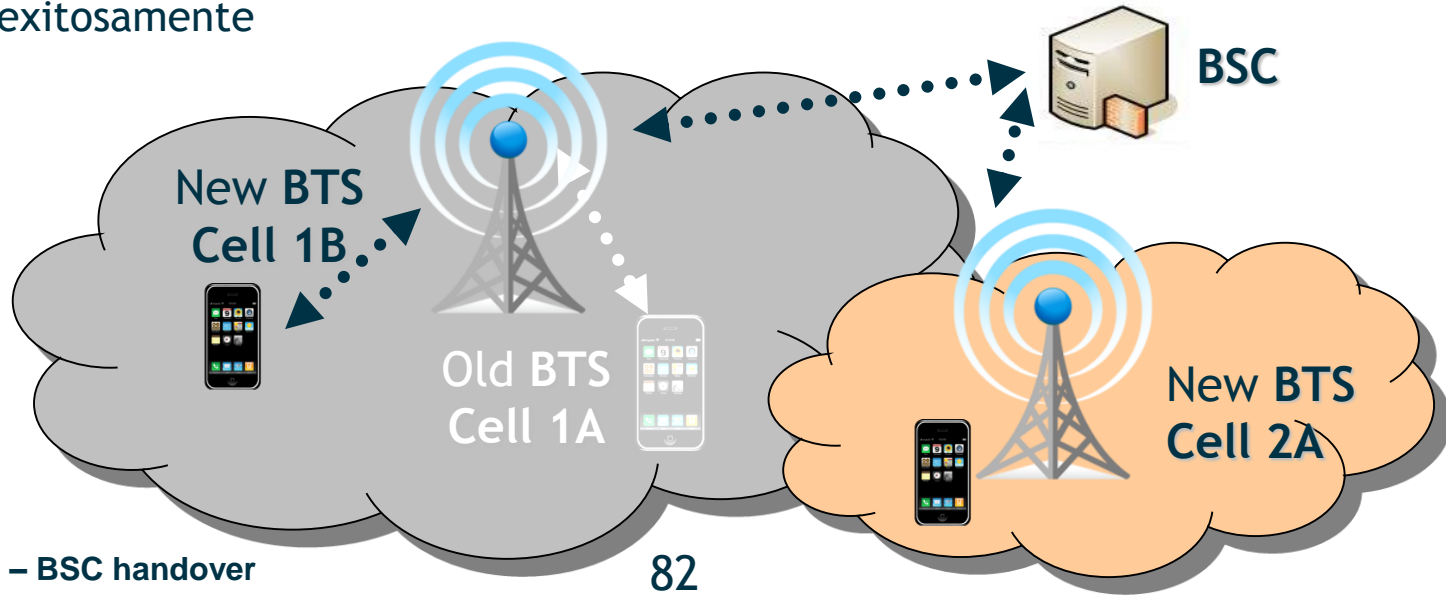
Sistemas de 2da Generación

Inter cell - Intra - BSC handover

El **MS** se mueve de la celda 1 a la celda 2

En este caso es proceso también es controlado por la **BSC**

La conexión de tráfico con la celda 1 es liberada cuando la conexión con la celda 2 se completa exitosamente



Sistemas de 2da Generación

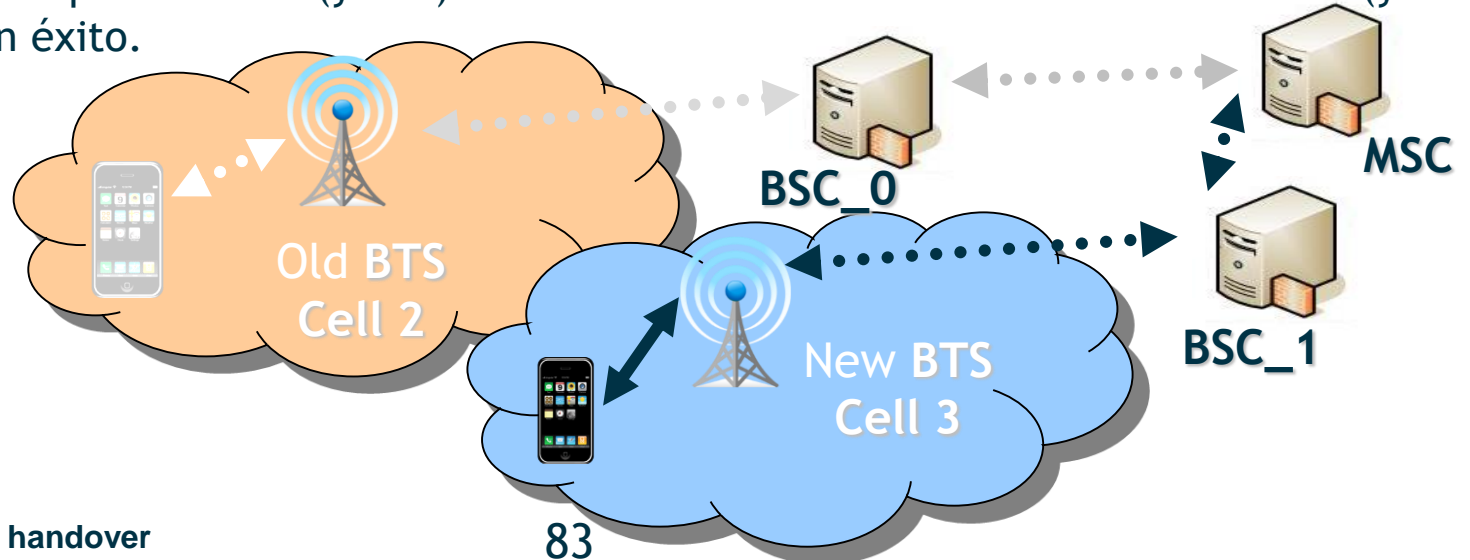
Inter cell - Inter - BSC handover



El **MS** se mueve de la celda 2 a la celda 3 la cual esta bajo la gestión de una nueva **BSC**.

En este caso el proceso de **handover** es llevado a cabo por el **MSC**, Pero la decisión de realizar el **handover** sigue estando a cargo de la primera **BSC**.

La conexión con la primera BSC (y BTS) se libera cuando la conexión con la nueva BSC (y BTS) se establece con éxito.



Sistemas de 2da Generación

Inter - MSC handover



El suscriptor se mueve de una celda controlada por un **MSC/VLR** a una celda controlada por un nuevo **MSC/VLR**.

Este es un caso un poco más complicado.

El **MSC/VLR** que actualmente sirve al MS contacta al nuevo **MSC/VLR** y transfiere la conexión.

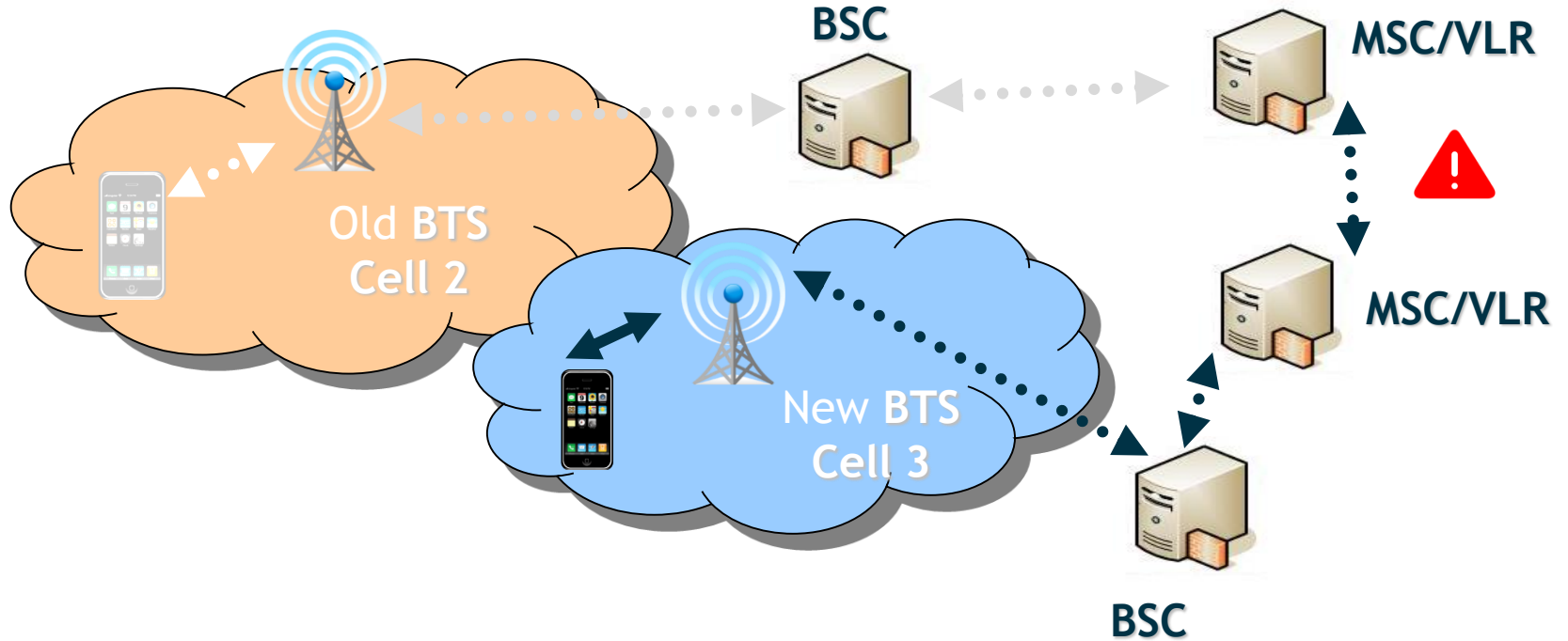
Ambos MSC hacen parte de la misma Red, por lo que esta conexión puede establecerse con relativa sencillez.

Cabe notar que tanto la antigua MSC como la nueva, son switches conectados a PSTN .

La llamada puede ser transferida entre 2 centralitas solo si existe un numero telefónico que identifique la **MSC destino**.

Sistemas de 2da Generación

Inter - MSC handover



Sistemas de 2da Generación

Inter - system handover GSM - UMTS



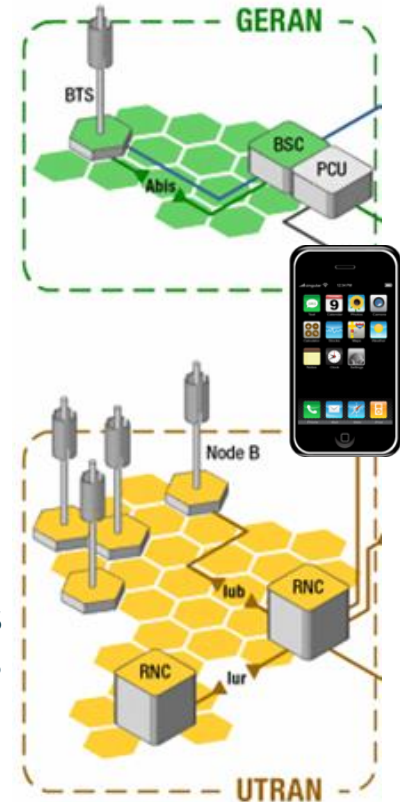
Las redes **GSM/UMTS** soportan **handover** entre sistemas

Esto es muy importante en términos de cobertura teniendo en cuenta que la red UMTS espera crecer gradualmente

Existen básicamente dos tipos de **handover inter system** en **GSM/UMTS**:

- **GSM BSS a UTRAN**
- **UTRAN a GSM BSS**

Comparando con los anteriores casos de handover este representa nuevos retos al realizarse entre dos tecnologías de red distintas (pero el concepto básico, es el mismo)



Sistemas de 2da Generación

Inter - system handover GSM - UMTS

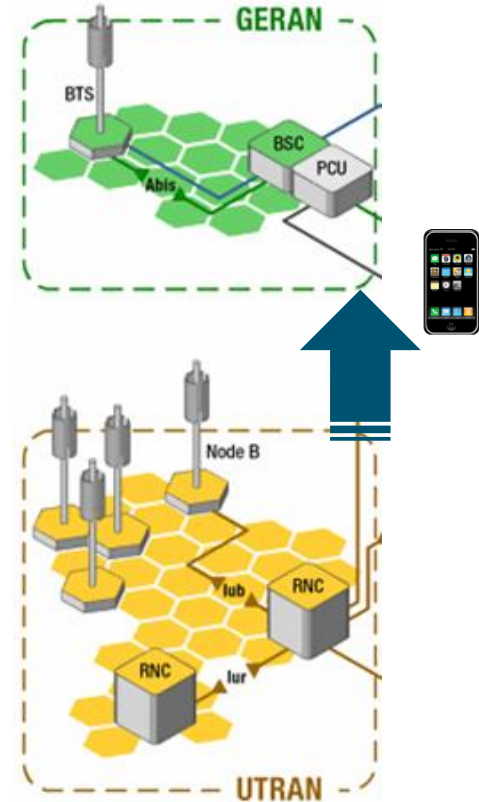


Si un MS/UE requiere realizar un handover desde **UTRAN** hacia **BSS**, debe recibir información de celdas vecinas (necesaria para medir celdas GSM candidatas).

Basado en las mediciones realizadas por la **RNC (UTRAN Radio Network Controller)** se realiza la decisión del handover.

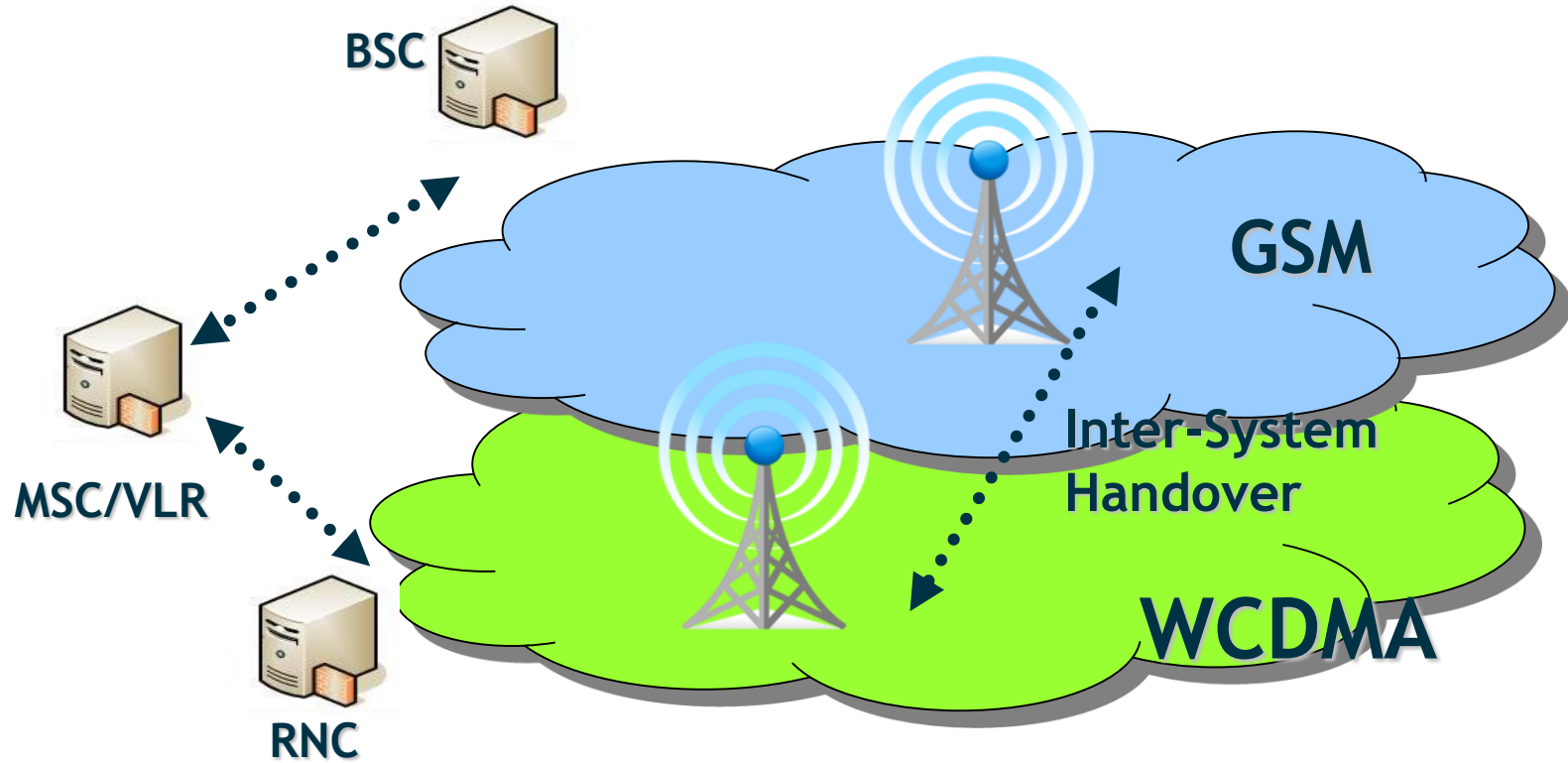
Recursos son reservados en la BSS y se envían mensajes al UE con los comandos de handover

El UE ahora empleará funcionalidades GSM.



Sistemas de 2da Generación

Inter - system handover GSM - UMTS



Sistemas de 2da Generación

Inter - system handover GSM - UMTS

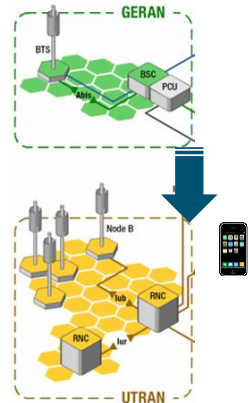


Un **handover** también puede ser realizado desde **GSM a UTRAN** (similar al previamente visto).

El GSM/UE recibe parámetros de **DL UTRAN** de celdas vecinas por parte del BSS.

De acuerdo a las medidas reportadas por el BSS y UTRAN, el BSC toma la decisión de realizar el handover.

Recursos son reservados en UTRAN y el UE recibe los parámetros necesarios para conmutar hacia las funcionalidades UTRAN.





General Packet Radio Service (GPRS)

Sistemas de 2da Generación

Transmisión de datos en GSM



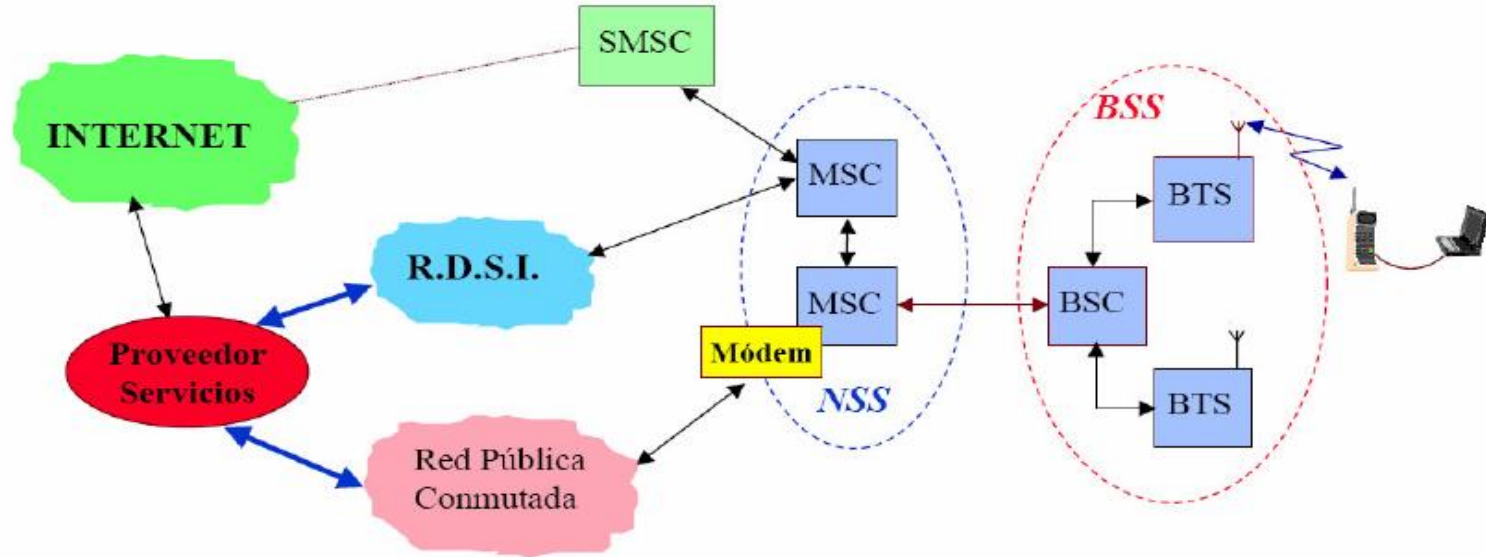
Conmutación de Circuitos:

- Recursos ocupados durante toda la llamada tanto en enlace ascendente como descendente (enlace simétrico).
- Recursos aprovechados como máximo al 50 %.
- Los usuarios pagan por el tiempo de conexión y no por la cantidad de datos transferidos.
- Tiempo de establecimiento de la conexión muy grande del orden de 20...25 seg.
- Capacidad limitada a velocidad transmisión de voz (aprox. 9.6 Kb/seg.)



Sistemas de 2da Generación

Transmisión de datos en GSM



Conexión de datos sobre la red móvil celular mediante conmutación de circuitos

Sistemas de 2da Generación

Transmisión de datos en GSM

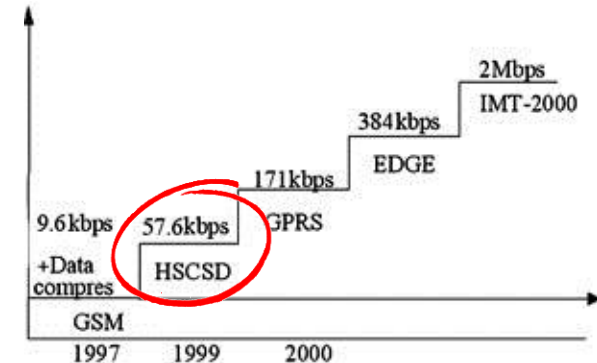
- Conexión a INTERNET compleja
- Suscripción a Proveedor Servicio Internet (ISP)
Coste conexión y coste servicio separados
- Mediante MODEM Protocolos PPP ó SLIP
Round Trip Delay grandes 400 a 500 mseg.
- Tiempo de establecimiento sesión muy grande
Los programas de aplicación deben ser re inicializados en cada sesión
- Problemas de Conectividad en Itinerancia (Roaming)

Sistemas de 2da Generación

High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)

Aumenta la velocidad de transmisión de los datos por agregación de varios Time-Slots para un único usuario.

- Basado en la arquitectura GSM, requiere updates de SW y HW.
- Requiere terminales que soporten tecnología multi-slot.
- Permite configuraciones simétricas y asimétricas (Tráfico tipo WEB).



Sistemas de 2da Generación

High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)

Servicio de Datos en modo No Transparente

- Un terminal puede concatenar hasta cuatro Time-Slots.
- Capacidad hasta 38,4 Kbps.
- Los canales pueden ser ubicados/eliminados de forma dinámica dependiendo de la capacidad de la celda.
- Velocidad variable.

Servicio de Datos en modo Transparente

- Capacidad hasta 64 Kbps.
- Un terminal puede disponer de hasta 8 Time-Slots.
- Los canales pueden ubicados de forma estática (siempre el mismo número de Time-Slots).
- Velocidad fija (negociada) durante toda la transmisión.

Sistemas de 2da Generación

Generalidades GPRS

Difiere notablemente de su antecesor CSD (Circuit Switched data).

En CSD la conexión de datos establecía un circuito y reservaba el BW total de dicho circuito para todo el tiempo que durara la conexión de datos.

GPRS es conmutación de paquetes, lo cual significa que varios usuarios comparten el mismo canal y solo Tx cuando tienen datos por enviar.

Lo cual significa que el BW disponible puede asignarse temporalmente solo a aquellos usuarios que se encuentren transmitiendo.

Generalmente GPRS se factura por KB recibidos / transmitidos, mientras que las conexiones por conmutación de circuitos se tarifican por segundos.

GPRS soporta IP - PPP - X25.

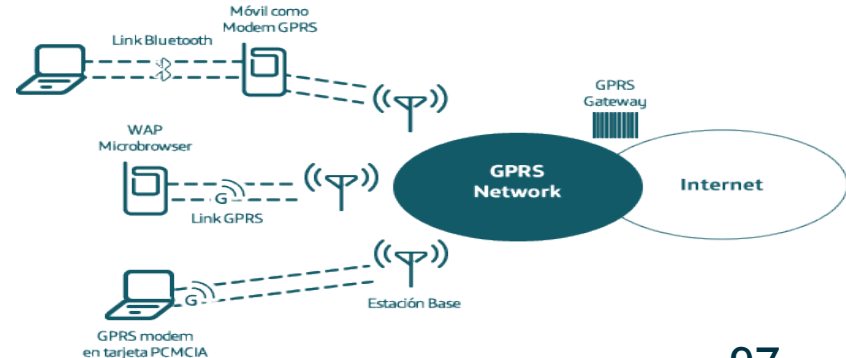
Sistemas de 2da Generación

Generalidades GPRS

GPRS es una red superpuesta a GSM que comparte con ella la red de acceso.

Sin embargo GPRS introduce 2 nuevos nodos: Gateway GPRS Support Node (GGSN) y Serving GPRS Support Node (SGSN).

GGSN actúa como un interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externas mientras que SGSN es responsable que 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).



Sistemas de 2da Generación

Generalidades GPRS



The evolution of mobile standards

Mobile standards	3GPP		Qualcomm	China	IEEE
Carriers using:	AT&T and T-Mobile US, majority of global carriers		Sprint, Verizon Wireless	China Mobile	Sprint
2G: digital + data services	GSM: 2G		CDMAOne		
	GPRS: 2.5G				
	EDGE: 2.75G				
3G: at least 200 kbps iPhone 4 currently delivers up to 7.2Mbps down, 5.8Mbps up	Release 4	UMTS 3G	CDMA2000 EVDO rev 0	TD-SCDMA (up to 2Mbps)	Mobile WiMAX 3.9G (4 Mbps cap on EVO "4G")
	Release 5	HSDPA 3.5G (to 21Mbps down)	CDMA2000 EVDO rev A (up to 3.1Mbps down, 1.8 up)		
	Release 6	HSUPA 3.5G (to 5.8Mbps up)	EVDO Rev C / Ultra Mobile Broadband Canceled: Sprint moving to WiMAX, Verizon moving to 3GPP LTE		
	Release 7	HSPA+ 3.5G			
	Release 8/9	LTE 3.9G			
4G: at least 100 Mbps, IP-based	Release 10	LTE Advanced		TD-LTE	WiMAX 4G

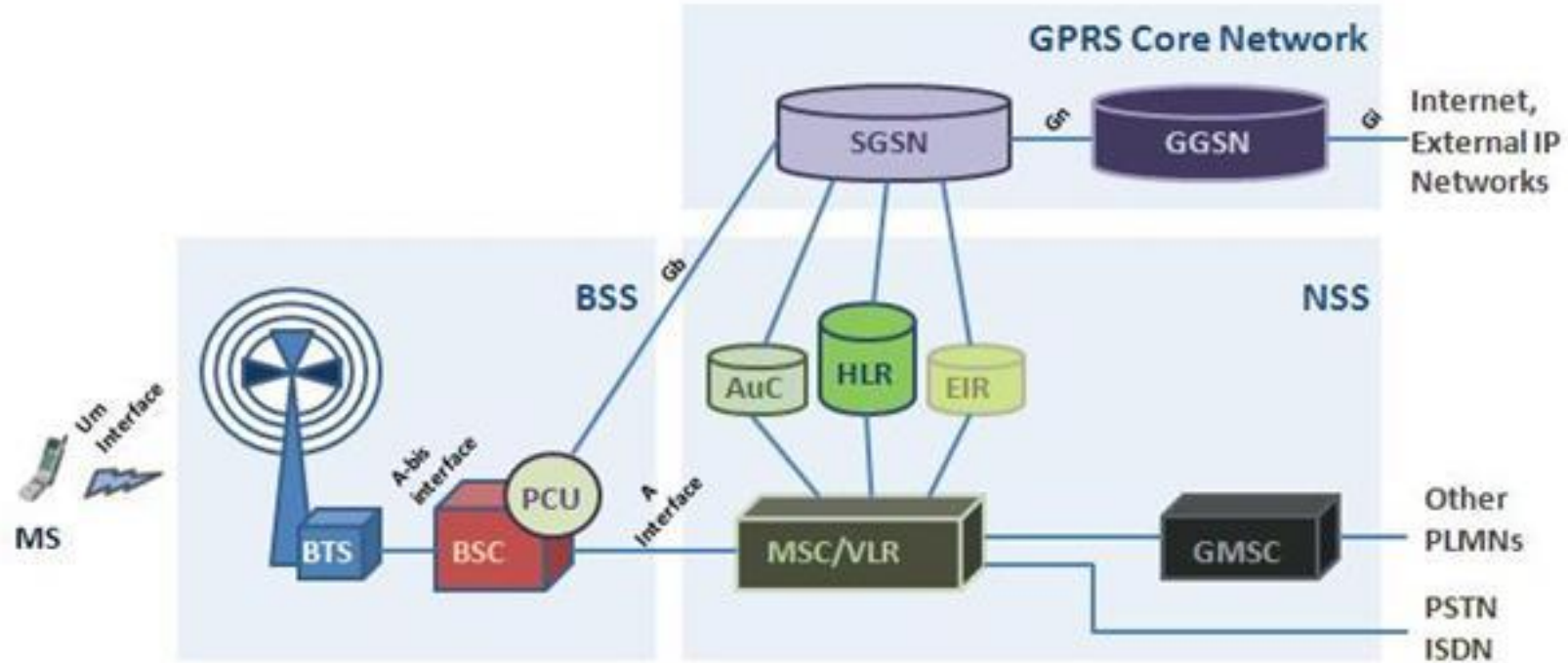
Sistemas de 2da Generación

Arquitectura Red - GPRS

- GPRS es una red superpuesta a GSM, que comparte con ella la red de acceso.
- GPRS introduce dos nuevos nodos:
 - Gateway GPRS Support Node (GGSN)
 - Serving GPRS Support Node (SGSN)
- GGSN actúa como un interfaz lógico 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).

Sistemas de 2da Generación

Arquitectura Red - GPRS



Sistemas de 2da Generación

Arquitectura Red - GPRS



SGSN

Importantes cambios en la red:

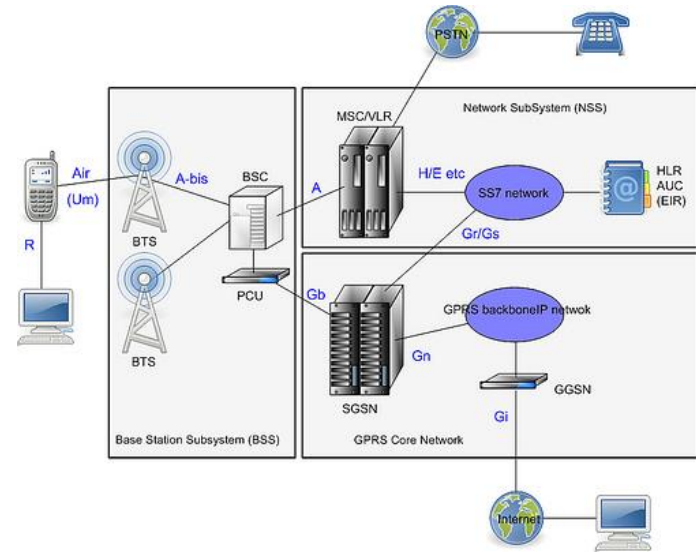
- Nuevos elementos : SGSN y GGSN.
- Actualización de SW a nivel de BTS (Estación de Transmisión).
- Nuevo Hardware en el controlador de estación (BSC).
PCU (Unidad de Control de paquetes) que es la encargada de manejar la comunicación de paquetes.
- Backbone basado en IP

Sistemas de 2da Generación

Packet Control Unit (PCU)

- Segmentación/Ensamblado de los paquetes para adaptarse a las limitaciones del interface aire.

- Control de Flujo de la transmisión de paquetes a través del interfaz aire.
- Gestión de los recursos radio en el interfaz aire. La Unidad de control de paquetes (PCU) también se encarga de gestionar el indicador USF (Up-link State Flag), utilizado en el enlace descendente para indicar que canales del enlace ascendente están libres y cuales están siendo utilizado por usuarios activos



Sistemas de 2da Generación

Serving GPRS Support Node (SGSN)

El SGSN básicamente es un conmutador de paquetes GPRS que 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. Durante los mecanismos de Conexión/desconexión y actualización de las áreas de encaminamiento realiza funciones de autenticación y cifrado.

_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

Sistemas de 2da Generación

Gateway GPRS Support Node (GGSN)

El GGSN constituye el interfaz entre la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas.

Las principales funciones del nodo GGSN están relacionadas con:

- Mantenimiento de los datos de usuarios. El nodo GGSN contiene información sobre cual es el nodo SGSN al que está conectado el usuario.
- Establecer el proceso de “Tunneling” entre los SGSN y el GGSN que permite encaminar los paquetes de usuario apropiadamente
- Funciones de Tarificación.
- Funciones de Seguridad. Posibilita la construcción de “Firewalls” para proteger al sistema GPRS.

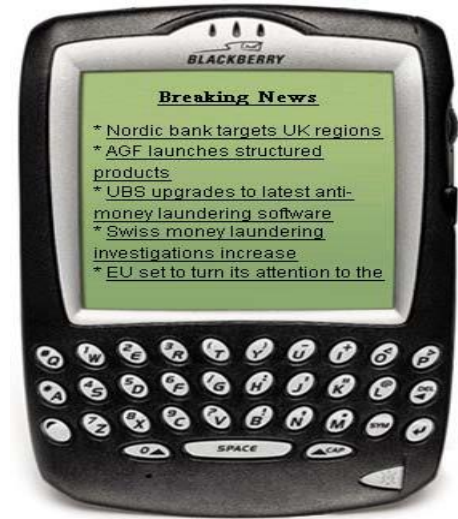
Sistemas de 2da Generación

Servicios GPRS

En cuanto al tipo de servicios soportados mediante GPRS, se encuentran los siguientes:

- Servicios basados en el envío de mensajes cortos (iM)
- Servicios generales de internet
- Conexiones a Intranets
- Aplicaciones WAP
- Servicios Específicos para GPRS
- Servicios basados en la localización

Se debe aclarar que las aplicaciones WAP son aplicaciones diseñadas específicamente para poder ejecutarse en estos dispositivos. Por eso, aunque las páginas accesibles, desde un móvil son muy escasas (debido a que deben ser desarrolladas para móviles) no se debe caer en el error de pensar que el acceso a Internet desde el móvil está limitado. El acceso a Internet es completo, la limitación viene impuesta por la tecnología de visualización del móvil.



Sistemas de 2da Generación

GPRS SPEED AND PROFILES



La conmutación de paquetes en GPRS se alcanza destinando BW no utilizado para la transmisión de datos. El límite teórico para la conmutación de paquetes es aprox. 160 Kbps (Utilizando 8 Time Slots y CS-4). Una rata de bit real estaría dada entre 30 - 80 Kbps, debido a que es posible utilizar máximo 4 Time Slots para el downlink.



ENTRE MAYOR SEA LA RATA DE TRANSMISIÓN (VELOCIDAD) MENOR SERÁ LA CAPACIDAD DE CORRECCIÓN DE ERROR.



Generalmente la velocidad de conexión, decae proporcionalmente con la distancia hacia la BTS.

Sistemas de 2da Generación

GPRS MULTI-SLOTS CLASSES

La velocidad en GPRS es una función directa del número de time slots (TDMA) asignados y que puede llegar a manejar el terminal simultáneamente.

Multislot Class	<i>Downlink Slots</i>	<i>Uplink Slots</i>	<i>Active Slots</i>
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5

Debe venir especificada para cada terminal móvil.

Sistemas de 2da Generación

GPRS CODING

La velocidad de transferencia depende también de la codificación de canal utilizada. La menos robusta (pero + rápida) esquema de codificación CS-4. Disponible cerca de la BTS, mientras que el más robusto esquema de codificación (CS-1) es utilizado cuando la estación móvil (MS) está muy alejada de la BTS.

El uso de CS-4 es posible alcanzar una velocidad de usuario de 20 Kbps x time slot. Sin embargo el uso de este esquema hace que la cobertura de celda sea un 25 % de lo normal. CS-1 logra alcanzar una velocidad de usuario de tan solo 8 Kbps. x time slot, pero tiene un 98% de cobertura normal.

Equipos de red + recientes pueden adaptar la velocidad de transferencia, automáticamente dependiendo de la localización del móvil.

	Speed (kbit/s)
CS-1	8.0
CS-2	12.0
CS-3	14.4
CS-4	20.0

Sistemas de 2da Generación

GPRS CODING

	Download (kbit/s)	Upload (kbit/s)
CSD	9.6	9.6
HSCSD	28.8	14.4 (2+1)
HSCSD	43.2	14.4 (3+1)
GPRS 4+1	80.0	20.0 (Class 8 & 10 and CS-4)
GPRS 3+2	60.0	40.0 (Class 10 and CS-4)



Sistemas de 2da Generación

Control de Potencia

_Objetivo: Minimizar el consumo de potencia en el terminal móvil

⊕ El terminal móvil define el nivel de potencia del enlace ascendente en función de:

En función del nivel de señal recibida en el terminal, los parámetros de control enviados por la Estación Base (BTS) y el valor máximo de la potencia de salida.

El control de potencia del enlace ascendente puede ser en bucle abierto (basándose en el nivel de señal recibida) o en bucle cerrado (mediante realimentación y basado en el nivel de señal recibida por la red).

⊕ En el enlace descendente:

Utiliza un nivel constante para los canales comunes de control
Puede utilizar control de potencia para los otros canales

Sistemas de 2da Generación

Estados conexión de datos

Modelo Estados en Terminal Móvil



Modelo Estados en nodo SGSN





Tecnología EDGE para servicio de datos GSM

Sistemas de 2da Generación

EDGE



Introducción a EDGE

- ❑ **EDGE** es una tecnología que permite aumentar las velocidades de transmisión de datos y la eficiencia del espectro, facilitando nuevas aplicaciones y el aumento de capacidad para su uso en servicios de telefonía móvil.
 - Enhanced **D**ata Rates for **G**SM **E**volution
 - Enhanced **D**ata for **G**lobal **E**volution

- ❑ Supone un paso adelante en los servicios de datos HSCSD de GSM y de GPRS y distingue:
 - ECSD (Enhanced Circuit-Switched Data)
 - EGPRS (Enhanced General Packet Radio Service)

- ❑ Nueva técnica de modulación (8-PSK) y nueva codificación de canal (MCS1-9) usable para servicios de voz o de datos.

Características específicas

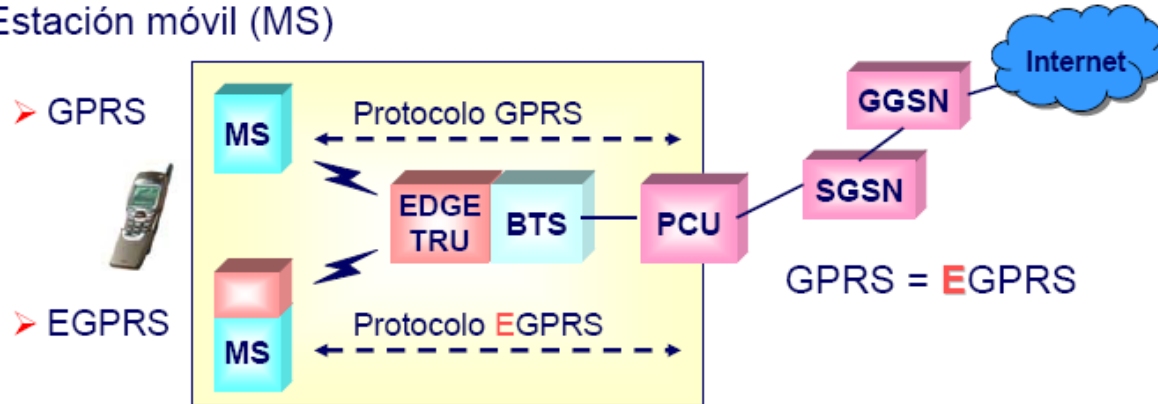
- ❑ Coexistencia de señales GSM y EDGE en la misma banda de frecuencia pero mayor velocidad de datos sobre el enlace de radio de GSM.

	GPRS	EDGE
○ Modulación	GMSK	8-PSK/GMSK
○ Velocidad de símbolo	270 ksimb/s	270 ksimb/s
○ Velocidad de modulación de bit	270 kb/s	810 kb/s
○ Velocidad de datos de radio por intervalo de tiempo	22,8 kb/s	69,2 kb/s
○ Velocidad de datos de usuario por intervalo de tiempo	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
○ Velocidad de datos de usuario (8 intervalos de tiempo)	160 kb/s (182,4 kb/s)	473,6 kb/s (553,6 kb/s)

Norma IMT-2000 : $48 \text{ kbps} \times 8 = 384 \text{ kbps}$

Cambios en la arquitectura de red

- ❑ EGPRS y GPRS comparten los mismos protocolos de gestión de paquetes sobre el núcleo de red central
 - Se reutiliza la infraestructura del núcleo GPRS (SGSN y GGSN)
 - Funcionamiento igual de la Unidad de Control de Paquetes (PCU)
- ❑ Esquema de red
 - Estación base (BTS) + Unidad transceptora (TRU)
 - Estación móvil (MS)



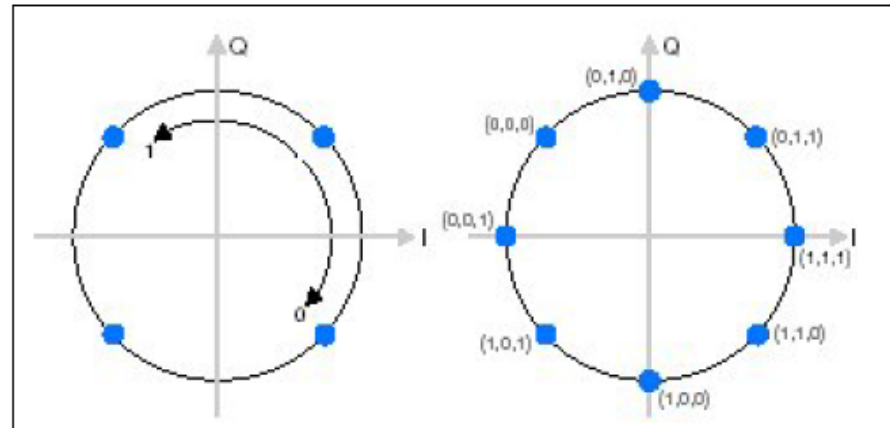
Esquemas de transmisión en EDGE

❑ GSM : Modulación GMSK

- Gaussian Minimum Shift Keying
- 1 bit por símbolo ($\pm\pi/2$)
 - transmisión de bit cero o uno se representa por cambio de fase por incrementos de + - p.

❑ EDGE : Modulación 8 PSK

- 8 Phase Shift Keying
- 3 bits por símbolo ($3\pi/8$)
 - distancia entre los diferentes símbolos menor que GMSK
 - menos robusto, más eficiente



Esquemas de transmisión en EDGE

□ GPRS

○ 4 Esquemas de Codificación

➤ CS1 a CS4

	<u>Tasa (kbps)</u>		
	1 Slot	4 Slots	8 Slots
CS-1	9.2	36.8	73.6
CS-2	13.55	54.2	108.4
CS-3	15.75	63	126
CS-4	21.55	86.2	172.4

□ EDGE

○ 8 Esquemas de Modulación y Codificación

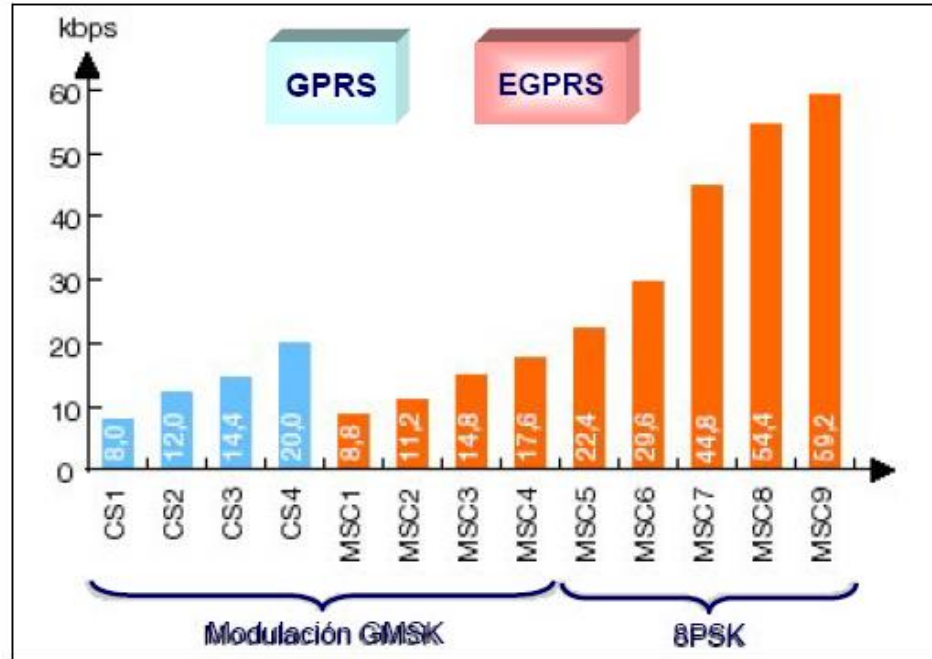
➤ MCS1 a MCS4 – GMSK

➤ MCS5 a MCS9 – 8PSK

	<u>Tasa (kbps)</u>		
	1 Slot	4 Slots	8 Slots
MCS1	8.8	35.2	70.4
MCS4	17.6	70.4	140.8
MCS5	22.4	89.6	179.2
MCS9	59,2	236,8	473,6

Esquemas de transmisión en EDGE

- Comparativa Esquemas de Codificación GPRS – EGPRS

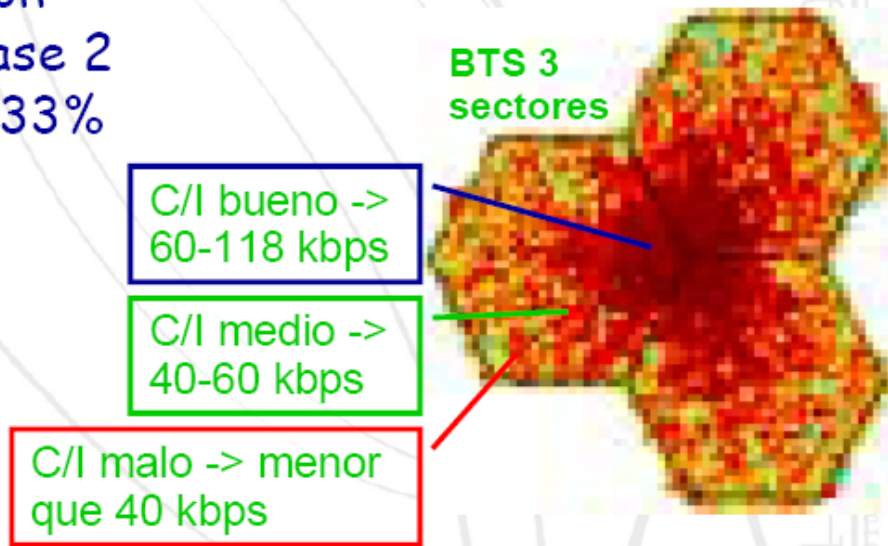


Resultados primeras pruebas de campo

Respecto a GPRS :

- Velocidad +66% con terminal EDGE Clase 2
- Uso de recursos -33% (2 TSL vs 3 TSL)

Más velocidad y menor uso de recursos



Curso Comunicaciones Móviles - 2017