

Sistemas de Comunicaciones Móviles. GSM

Diego Méndez Romero

Universidad Carlos III de Madrid

Curso 2017-2018

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Índice

- 1 Interfaz aéreo
 - Canales físicos
 - Canales lógicos
- 2 Arquitectura
 - General
 - BSS
 - NSS
 - NMS
- 3 Gestión de recursos radio
 - Frequency Hopping
 - Control de Potencia
 - Transmisión discontinua

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

• Funciones de Trunking Gain

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el documento. Este documento es ficticio o lesiona bienes o derechos

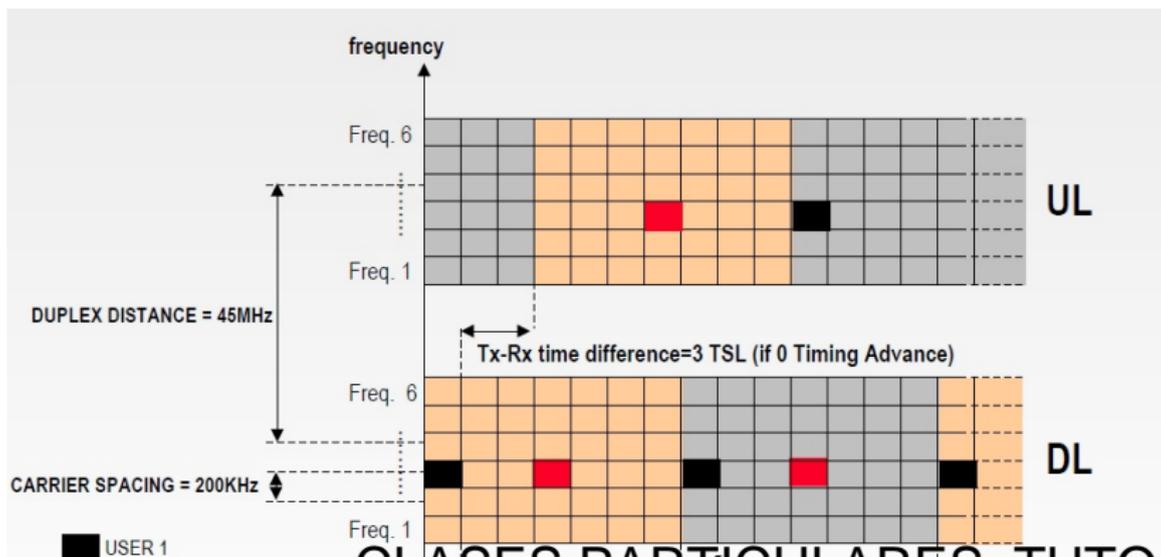
Multiplexación

- Interfaz entre el terminal móvil y la estación base BTS
- MC/TDMA/FDD
 - Multiportadora
 - Múltiples frecuencias en cada UL y DL
 - Time Division Multiple Access
 - 8 slots temporales por portadora para diferentes usos
 - Frequency Division Duplex
 - Separación frecuencial del DL y UL en dos bandas diferenciadas
- Bandas disponibles
 - 850 MHz en EE.UU., Sudamérica y Asia

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Multiplexación



CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
 CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Cartagena99

Ráfagas

- Contenido de un slot temporal
 - Agrupación de bits con diferente funcionalidad
 - Intervalos de guarda
- Tipos
 - Normal
 - Bits de tráfico
 - Corrección de frecuencia
 - Sincronización
 - Acceso
 - Relleno

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Tipos de canales

- Canales de tráfico
 - TCH/F (Full Rate) \simeq 13 kbps
 - TCH/H (Half Rate) \simeq 6,5 kbps
- Canales de control dedicados (en ráfagas normales)
 - Slow Associated Control Channel (SACCH)
 - Asociado siempre a un canal de tráfico y transmite información de control dedicada al mantenimiento del enlace
 - Slow Dedicated Control Channel (SDCCH)
 - Señalización para el establecimiento de llamada
 - Fast Associated Control Channel (FACCH)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

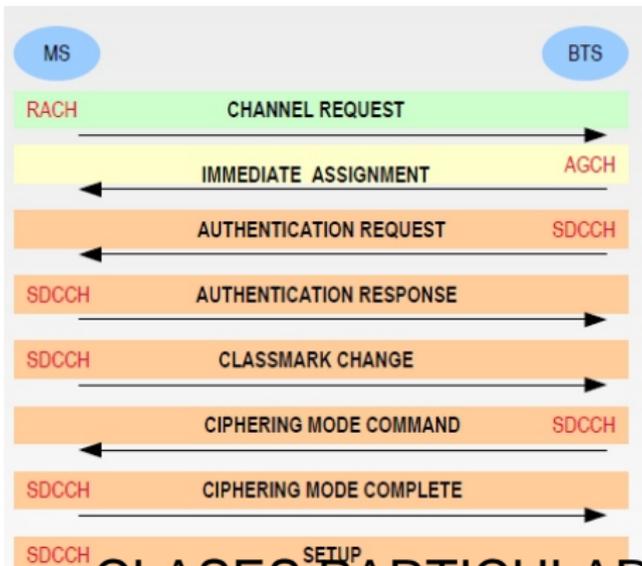
Tipos de canales

- Canales de control broadcast
 - Broadcast Control Channel (BCCH) (en una ráfaga normal)
 - Transmitir información a los MS de parámetros del sistema: identificación de la celda, área de localización, organización de los canales lógicos (CCCH), etc.
 - Synchronization Channel (SCH) (ráfaga de sincronización)
 - Identifica la BTS sintonizada y se sincroniza con la estructura de trama.
 - Frequency Correction Channel (FCCH) (ráfaga de corrección de frec.)
 - Informa al MS de la frecuencia portadora de la BTS.
- Canales de control común
 - Paging Channel (PCH) (ráfaga normal)
 - Avisa al MS de las llamadas entrantes procedentes de la estación base.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORIAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

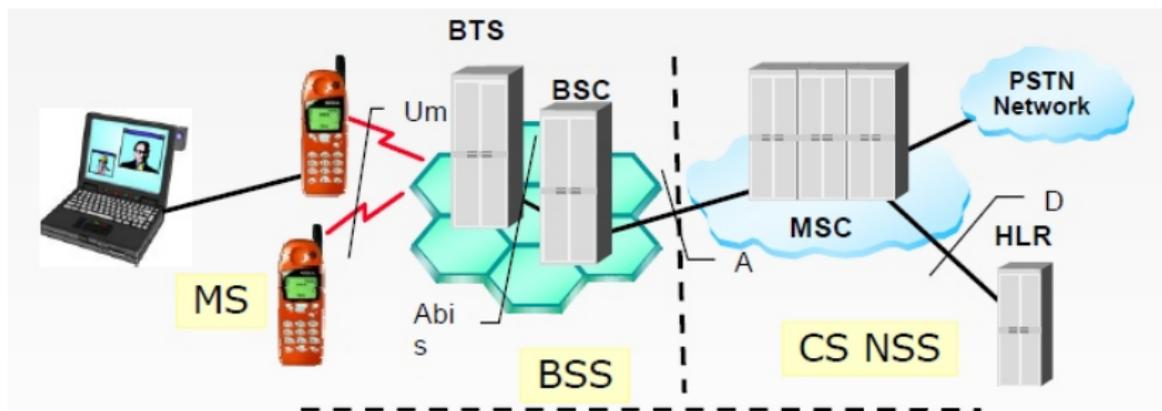
Ejemplo de uso de canales lógicos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Esquema general



Cartagena99

O&M

NMS

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Base Station Subsystem

- Gestionar la comunicación desde el punto de vista de radiocomunicación
- Comunica estación móvil con el NSS (*Network and Switching Subsystem*) → conecta al usuario del móvil con otros usuarios
- Componentes
 - BTS: Base Transceiver Station
 - TRX (transceptores) + antenas + elementos de conexión + instalaciones
 - Gestión de canales terrestres BSC-BTS y de radio
 - TRAU /TC: Transcoder and Rate Adaptation Unit
 - Adaptación de canales de voz de PSTN a GSM

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Base Station Subsystem

- Interfaces de comunicación

- A → MSC-BSC

- Gestión del BSS
 - Manejo de llamadas
 - Gestión de la movilidad

- Abis → BSC-BTS

- Utilización de tramas E1/T1
 - Dos tipos de enlaces: canales de tráfico a 64 Kbps (voz o datos) y de señalización BSC-BTS a 16 Kbps
 - PCM cable, fibra óptica o radioenlace

- Um (aéreo) → MS-BTS

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Network Switching Subsystem

- Funcionalidad
 - Control de llamadas
 - Identificar al usuario
 - Autenticar al usuario
 - Establecer y liberar la llamada
 - Gestión de movilidad
 - Paging (aviso de llamadas)
 - Handover
 - Localización
 - Roaming
 - Tarificación

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Network Switching Subsystem

- Elementos

- MSC (Mobile Switching Center)
 - Sistema que conecta sistema radio (BSS) con los sistemas fijos (PSTN, otros MSC)
- VLR (Visitor Location Register)
 - Información temporal local a cada MSC con los usuarios conectados a él
- HLR (Home Location Register)
 - Contiene la información completa sobre el suscriptor móvil (identidad, servicios contratados,...)
- EIR (Equipment Identity Register)
 - Verificación e identificación del terminal

Cartagena99

CLASIFICACIONES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Network Management System

- Funcionalidades
 - Gestionar las comunicaciones entre usuarios GSM y usuarios de otras redes
 - Gestión de la configuración
 - Gestión de fallos
 - Gestión de rendimiento

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Necesidad

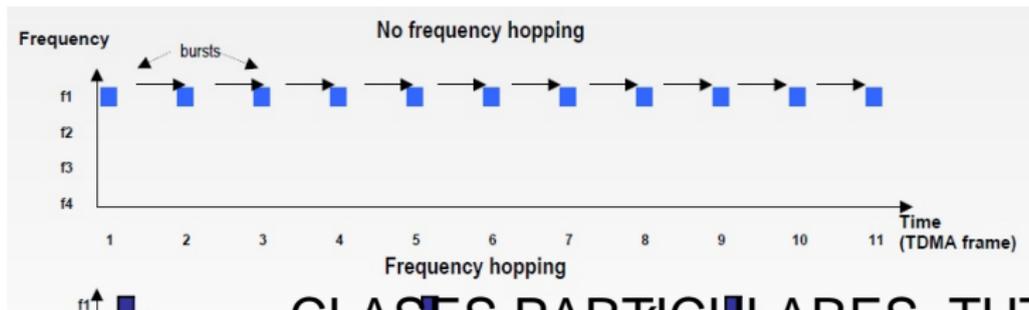
- En entornos urbanos y terrenos abruptos, ocurre el fenómeno del multitrayecto múltiple
- Fenómeno de fading
 - Depende de la frecuencia
 - Dos móviles con distinta frecuencias muy próximos pueden sufrir muy diferente rendimiento
 - Unas ráfagas están muy deterioradas cuando se reciben y otras no
- Interferencia
 - Pueden existir en la misma red frecuencias con más interferencias que otras

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Frequency Hopping

- Definición
 - Cambio de la frecuencia portadora en el enlace radio entre el móvil y la estación base BTS
- En GSM, se cambia la frecuencia tras la transmisión de cada trama (4.615ms)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Frequency Hopping

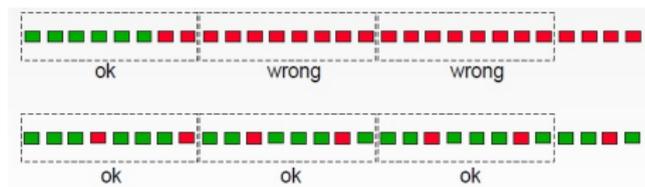
- Modos
 - Salto secuencial (o cíclico)
 - Orden consecutivo
 - 1-2-3-4-1-2-3-4
 - Salto aleatorio
 - Siguiendo secuencias pseudo-aleatorias
 - 63 Diferentes
 - 1-3-2-4-2-3-4-1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Beneficios

- Conversión de errores en ráfaga a errores puntuales
- Errores puntuales corregibles mediante técnicas de codificación y interleaving



- Reparto de errores entre usuarios
- Calidad media para todos

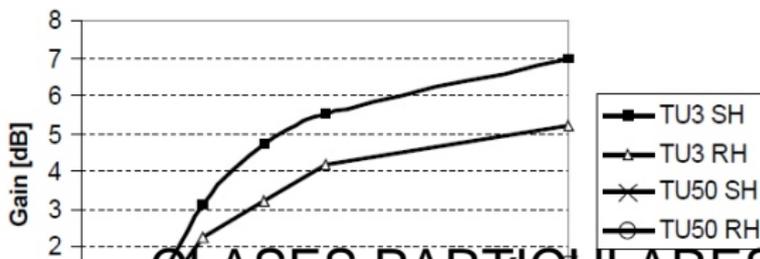
Interference f_1 Interference f_1 average

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Cartagena99

Beneficios

- Ganancia de frequency hopping
 - Depende del modelo de propagación
 - TU3 Typical Urban 3km/h
 - TU50 Typical Urban 5km/h
 - Depende del modo
 - RH Random Hopping
 - SH Sequential Hopping



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Generalidades

- Definición
 - Incrementar o decrementar la potencia transmitida por BTS o MS en función de las condiciones radio en cada instante
- Dos tipos
 - Control de Potencia en Downlink
 - De BTS a MS
 - Reducir la interferencia en la red
 - El MS recibe la potencia justa y necesaria para operar correctamente
 - Control de Potencia en Uplink
 - De MS a BTS

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Control de Potencia DL

- Ajuste de potencia de la BTS en función de *Measurement Reports*
- Algoritmo
 - El MS mide la potencia recibida y la calidad del enlace
 - Medidas cada x slots y promediado en 480 ms (4 multitramas)
 - MS manda *reports* cada 480 ms con el canal SACCH
 - BTS recibe los *reports* y decide
 - En el siguiente slot, la potencia se modifica
 - Si los *reports* son negativos, incremento de a dB
 - Si los *reports* son positivos, decremento de b dB
 - Si los *reports* son estables, mantener potencia actual

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Control de Potencia UL

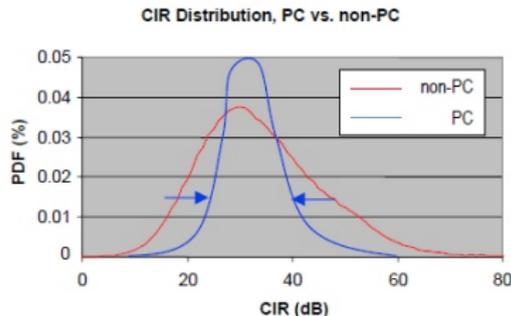
- Ajuste de potencia transmitida del MS
 - Suficiente para alcanzar la BTS (cobertura)
 - Considerando C/I en UL
- Rango dinámico entre mínimo y máximo del MS
- Algoritmo
 - BTS toma medidas cada 480 ms
 - BSC decide que debe realizar el MS
 - BSC se lo comunica al MS
 - MS modifica su configuración

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Beneficios

- Mantiene un ventana de calidad aceptable sin problemas de cobertura
- Distribución C/I
 - Usuarios con buena calidad reducen potencias
 - Usuarios con mala calidad aumentan potencias
 - El resto, no cambia
- No corrige fast fading (procedimiento muy lento)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

DTX

- Motivación
 - La mayoría de las comunicaciones en sistemas móviles son de voz (activas menos de la mitad de tiempo)
- DTX → *Discontinuous transmission*
 - Evitar transmisión aérea en periodos de silencio
 - Ambos UL y DL
- Desde el transmisor...
 - Se detecta el inicio y parada de un silencio
 - Se comunica al lado opuesto ambos eventos
- En el receptor...
 - Decodifica las tramas de silencio como ruido de fondo

Beneficios
Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Partición por reuso

- Principio
 - Uso de diferentes capas con diferente distancia de reuso
 - Generalmente dos capas: Reuso estrecho y amplio
 - Underlay - Reuso estrecho para MS próximos a BTS
 - Overlay - Reuso amplio para MS lejos de BTS
- Underlay
 - Para una C/I mínima, a mayor potencia de portadora, mayor interferencia admitida, menor factor de reuso
 - Menor reuso \Rightarrow Mayor número de frecuencias
 - Mayor número de frecuencias \Rightarrow Más capacidad
- Overlay
 - Para una C/I mínima, a menor potencia de portadora, menor

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Necesidad

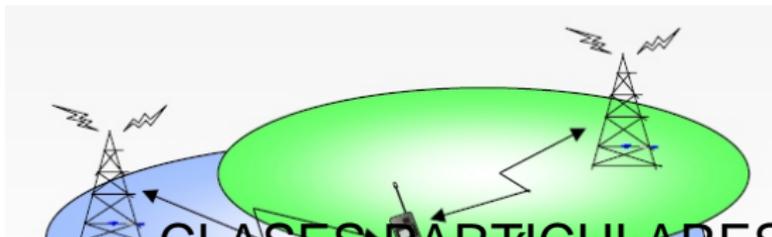
- Problema
 - Carga no homogénea
 - Áreas Hotspot
 - Picos de tráfico
- Solución
 - Sobredimensionar
 - Muy caro para el operador
 - Funciones *Trunking Gain*
 - Mejorar el uso de recursos
 - Balance de carga

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Reintento directo

- Utilizado durante el establecimiento de llamadas
- Cuando un usuario es bloqueado en su celda...
 - Llamada redirigida a otra celda
 - No percibido por usuario
- Requiere solapamiento entre celdas



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

Handover por motivos de tráfico

- Balance de carga
 - Si mi celda no puede, me transfiere a otra cercana
- Después de...
 - Fase de señalización
 - Establecimiento de llamada
- Procedimiento
 - Umbral de carga
 - Comprobación de usuarios
 - Traspaso (handover) de usuarios



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

GSM Half Rate

- Incluido en especificación GSM inicial
 - Codificación de voz Full-rate (FR)
 - Codificación de voz Half-rate (HR)
- HR
 - Creado para reserva de recursos
 - Un canal por cada dos usuarios
 - Menos TRX (módulo de transmisión)
- Trasmisión de menos información
 - No afecta a la calidad del enlace

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

GSM Half Rate

- No utilizado de manera general
 - Poca calidad sonora
- Situaciones de carga elevada
 - Algunos usuarios con HR
 - Evitar problemas de bloqueo
 - Móviles cambian de HR a FR y viceversa
- Adaptive Multi-Rate (AMR) Audio Codec
 - Mejorar la calidad sonora
 - Selección adaptativa según necesidades

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

AMR

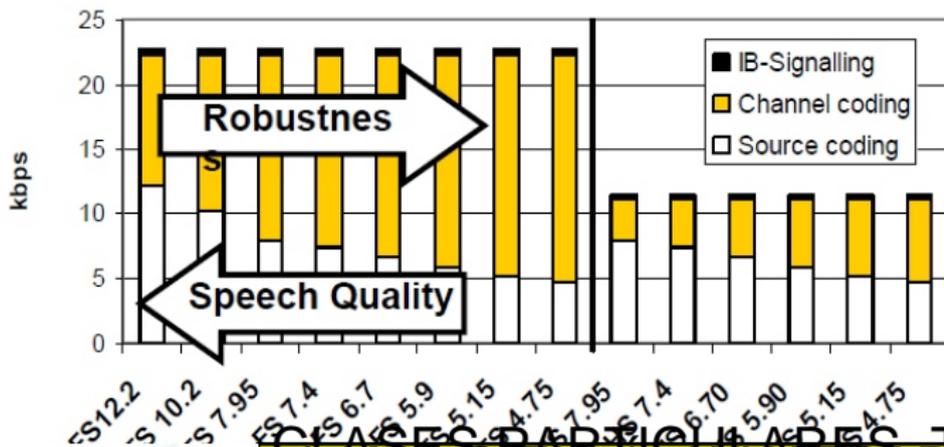
- Formato de compresión de audio optimizado para la codificación de voz (combina el uso de FR y HR)
- Balance entre:
 - Protección frente a errores
 - Calidad sonora de la voz
- Códec de voz de banda estrecha de múltiples velocidades, que codifica señales de banda estrecha a velocidades de bits variables que van desde 4,75 hasta 12,2 kbps (habla peaje de la calidad a partir de 7,4 kbps).

Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP. 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70

AMR

Tradeoff Speech Encoding vs Channel Protection



Cartagena99

CLASES PARTICULARES TUTORÍAS
LLAMA O ENVIA WHATSAPP. 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP. 689 45 44 70