

TELEFONIA CELULAR:

Introducción:

- La tecnología celular es la base de las comunicaciones móviles inalámbricas y posibilita al acceso de usuarios en lugares difícilmente.
- La tecnología celular subyace en la telefonía móvil, los sistemas de comunicaciones personales, el acceso inalámbrico a internet y las aplicaciones web inalámbricas, entre otras.

Organización de una red celular:

- La esencia de una red celular reside en el uso de múltiples transmisores de **baja potencia**.
- El rango de un transmisor de estas características es pequeño, por ende el área debe ser dividida en **celdas** cada una de las cuales dispone de sus **propias antenas**.
- A cada **celda** se le asigna una **estación base** (compuesta por un transmisor, un receptor y una unidad) que le presta servicio.

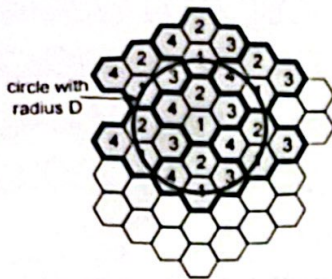
- Las celdas adyacentes reciben una asignación distinta de frecuencia, evitando así la aparición de interferencias o diáfonía.
- No obstante, las celdas suficientemente alejadas entre sí pueden emplear la misma banda de frecuencia.
- La primera decisión de diseño que se debe tomar es la forma de las celdas que han de cubrir el área.
- Una matriz de celdas cuadradas sería la disposición más sencilla de definir

Si el ancho de una celda cuadrada es d cada celda tiene cuatro vecinas a una distancia d y otras cuatro a una distancia $1.414d$
No están equidistantes
- Un patrón hexagonal proporciona antenas equidistantes.
- Esto simplifica la tarea de determinar cuando cambiar al usuario a una antena adyacente y qué antena seleccionar.
- En la práctica no se utiliza un patrón hexagonal perfecto debido a las condiciones topográficas, las condiciones locales de propagación de la señal y restricciones para la ubicación de las antenas.

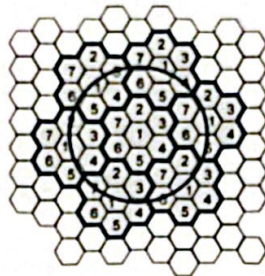
Reutilización de frecuencias:

- Cada celda en un sistema celular posee un transceptor base.
- La potencia de transmisión se controla cuidadosamente para:
 - permitir la comunicación dentro de la celda utilizando una frecuencia dada.
 - limita la potencia en esa frecuencia que escapa de los límites de la celda, alcanzando así las adyacentes.
- El objetivo es utilizar la misma frecuencia en otras celdas cercanas permitiendo de esta forma que la misma frecuencia pueda ser empleada en varias conversaciones simultáneamente.
- Generalmente se asignan entre 10 y 30 frecuencias a cada celda, en función del tráfico esperado.
- El punto esencial es determinar cuántas celdas deben haber entre dos celdas que utilizan la misma frecuencia para que no interfieran entre sí.

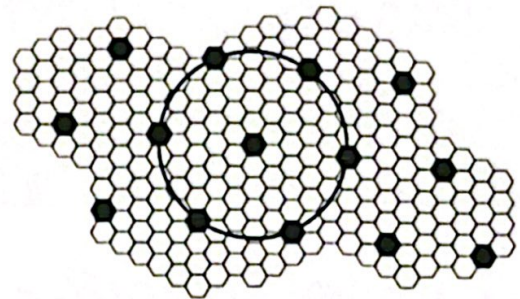
- Existen varios patrones de reutilización de celdas, por ejemplo:



Cluster de 4 celdas



Cluster de 7 celdas



Cluster de 19 celdas

- Si el patrón consta de N celdas y K frecuencias asignadas al sistema, entonces cada celda puede disponer de K/N frecuencias.
- Para AMPS, $K = 395$ y $N = 7$ es el patrón mas pequeño que puede proporcionar un aislamiento suficiente entre dos usos de la misma frecuencia, esto implica que existirá un max de 57 frecuencias por celda.
- En la caracterización de la reutilización de frecuencias se usan comúnmente los siguientes parámetros.

- D : distancia mínima entre los centros de las celdas que utilizan la misma banda de frecuencia (llamados cocanales)
- R : radio de la celda
- d : distancia entre los centros de las celdas adyacentes
- N : número de celdas por cluster, donde sólo se puede encontrar:

$$N = I^2 + J^2 + (I \times J), \quad I, J = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\frac{D}{d} = \sqrt{N}$$

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

Aumento de la capacidad:

- A medida que mas usuarios utilizan el sistema con el tiempo, el trafico puede crecer hasta el punto de que no haya suficientes frecuencias asignadas a una celda para gestionar sus llamadas.
- Para hacer frente a esta situación se han utilizado una serie de aproximaciones, entre ellas:
 - * Adición de nuevos canales.
 - * Uso de frecuencias prestadas.
 - * División de celdas.
 - * Segmentación de celdas.
 - * microceldas.

Adición de nuevos canales:

- Cuando un sistema se despliega en una región, lo comun es que no todos los canales sean utilizados, de forma que el crecimiento y expansión pueden ser gestionadas ordenadamente mediante la adición de nuevos canales.

Uso de frecuencias prestadas

- caso mas simple.
- las celdas congestionadas pueden tomar prestadas frecuencias de las celdas adyacentes.
- las frecuencias tambien pueden ser asignadas dinamicamente.

División de celdas

- la distribución del trafico y las características topograficas no son uniformes en la practica.
- se utiliza para conseguir un aumento de la capacidad.
- las celdas en zonas de alto uso pueden ser divididas en celdas mas pequeñas.
- las celdas originales tienen un tamaño de entre 6.5 - 13 km² pudiendo ser divididas.

Sectorización de celdas

- una celda se divide en una serie de sectores en forma de cuña, cada uno de los cuales dispone de su propio conjunto de canales.
- se emplean 3 a 6 sectores por celdas.
- en la estacion base se emplean antenas direccionales enfocadas a cada sector.

microceldas

- A medida que las celdas se vuelven más pequeñas, las antenas se desplazan hacia puntos de menor altura formando microceldas.
- Cada disminución del tamaño de una celda viene acompañada por una reducción de los niveles de potencia radiada de la estación base y de las unidades móviles.
- Son útiles en las calles de ciudades de zonas congestionadas, a lo largo de autopistas y dentro de grandes edificios públicos.

Organización de una red celular:

- En la medida que un móvil se desplaza de una celda a otra, su comunicación se establece con nuevas estaciones bases, mediante un procedimiento de traspaso de canal llamado handoff.
- Cuando un móvil cambia de canal asociada a una misma estación base, proceso conocido como handover.

TIPOS DE INTERFERENCIA:

- La interferencia co canal es aquella referida a la recepción no deseada de señales provenientes del mismo canal de RF asociado a otro cluster.
- La interferencia de canal adyacente es aquella donde un usuario recibe señales no deseadas desde canales de RF vecinos al que está siendo empleado en su equipo.

FACTOR DE REUTILIZACIÓN:

- este está dado por:

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

donde D es la distancia entre celdas co canales, R radio de la celda y N número de celdas por cluster.

- Disminuir "Q" implica aumentar la capacidad del sistema celular (celdas más pequeñas), sin embargo disminuir el tamaño del cluster aumenta la interferencia co canal.
- Aumentar "Q" implica disminuir la interferencia co canal.

RELACIÓN SEÑAL A INTERFERENCIA:

- La relación señal a interferencia puede ser estimada según:

$$\frac{S}{I} = \frac{S}{\sum_{i=1}^N I_i}$$

Interferencia desde el i-ésimo canal.

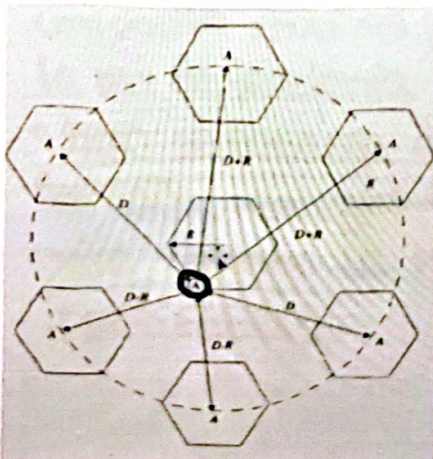
- Si todas las estaciones base transmiten la misma potencia, interferentes equidistantes, y el exponente de pérdidas (n) es el mismo en toda la celda.

$$\frac{S}{I} = \frac{R^{-n}}{\sum_{i=1}^N (D_i)^{-n}}$$

- Si se considera solo la primera capa de interferentes (clusters vecinos),

$$\frac{S}{I} = \frac{(D/R)^n}{10} = \frac{(\sqrt{3}N)^n}{10}$$

SIR PEOR CASO:



- Jacobson realiza un estudio para el peor caso:

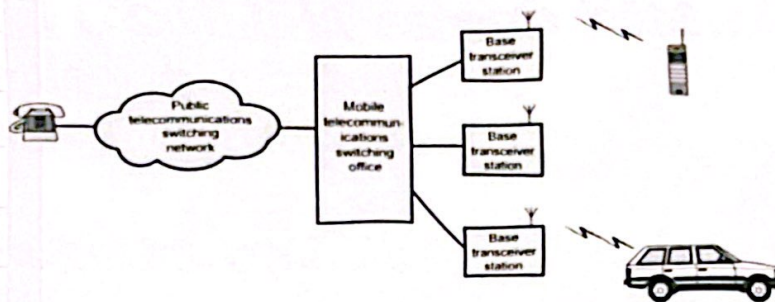
- El usuario se encuentra a el límite de cobertura de su celda.

$$\frac{S}{I} = \frac{1}{2(Q-1)^4 + 2(Q+1)^4 + 2Q^4}$$

← una aproximación es:

Funcionamiento de sistemas celulares:

- principales elementos de un sistema celular:



Estación Base y MTSO:

- En el centro de cada celda se ubica la estación base.
- Cada estación base contiene una antena, un controlador y una serie de transceptores para la comunicación sobre los canales asignados a dicha celda.
- El controlador se usa para gestionar el proceso de llamada entre la unidad móvil y el resto de la red.
- Cada estación base se encuentra comunicada con una central de conmutación de comunicaciones móviles (MTSO), de tal forma que una MTSO puede dar servicios a varias estaciones base.
- El enlace entre la estación base y MTSO generalmente es cableado.
- MTSO es responsable de conectar las llamadas entre las unidades móviles y se encuentran también conectadas con la red de telefonía fija.
- MTSO se encarga de asignar un canal de voz a cada llamada, realizar los trasposos y supervisar las llamadas para obtener la información pertinente para su facturación.

TIPOS DE CANALES:

- Existen 2 tipos de canales disponibles entre la unidad móvil y la estación base.
 - canales de control.
 - canales de tráfico.

• CANALES DE CONTROL:

se usan para el intercambio de información concerniente al establecimiento y mantenimiento de la llamada, así como el establecimiento de una relación entre la unidad móvil y la estación base más cercana.

• CANALES DE TRAFICO:

sustentan la conexión de voz o datos entre los usuarios.

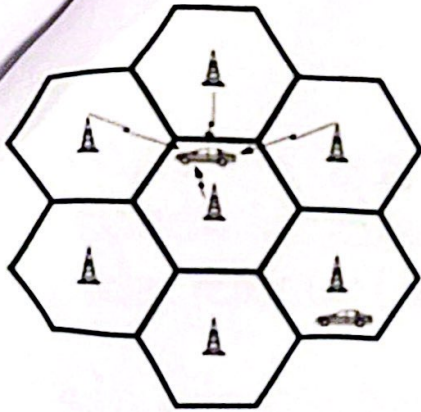
PASOS DE UNA LLAMADA TÍPICA

- Inicialización de la unidad móvil:

- Cuando la unidad móvil es encendida, busca y selecciona el canal de control de establecimiento de mayor potencia.

- El receptor selecciona el de mayor potencia y lo monitorea.

- El efecto de este proceso es que la unidad móvil ha seleccionado automáticamente la antena de la estación base de la celda dentro de la cual operará.



(a) Monitor for strongest signal

MTSO

- A continuación tiene lugar, a través de la estación base, una etapa de negociación entre la unidad móvil y la MTSO que controla la celda.

- Mediante esta negociación se identifica al usuario y se registra su localización.

- Este proceso de rastreo se repite periódicamente mientras que el usuario se encuentra activo con objeto de registrar el movimiento de la unidad.

- Si esta entra en una nueva celda, entonces una nueva estación base es seleccionada.

- Adicionalmente, la unidad móvil es supervisada para su localización.

— Inicio de la llamada desde el móvil:

- Una unidad móvil origina una llamada enviando el número de la unidad a la que se llama a través del canal de establecimiento preseleccionado.

- El receptor en la unidad móvil comprueba en primer lugar que el canal de establecimiento este libre examinando la información del canal de ida.



- Una vez que se detecta libre, la unidad móvil puede transmitir sobre el correspondiente canal de retorno (hacia la estación base).

- La estación base envía entonces una solicitud hacia la MTSO.

- Localización.

- A continuación, la MTSO intenta complementar la conexión con la unidad a la que se llama.

- Para ello, la MTSO envía un mensaje de localización a ciertas estaciones bases en función del número móvil al que se está llamando.

- Aceptación de la llamada:

- La unidad móvil llamada reconoce su número en el canal de establecimiento que monitorea y responde a la estación base la cual envía la respuesta de la MTSO.

- La MTSO establece un circuito entre la estación base que llama y la que recibe la llamada.

- Al mismo tiempo, la MTSO selecciona un canal de tráfico disponible dentro de la celda de cada estación base y notifica a las mismas, las cuales informan a las dos unidades móviles sintonizan los respectivos canales que les han sido asignados.

- Llamada en curso:

- Las dos unidades móviles intercambian señales de voz o datos mientras se mantiene la conexión, llevándose a cabo todo el proceso a través de sus respectivas estación base y la MTSO.

- **Traspaso:**

- Si durante la conexión una de las unidades móviles se desplaza fuera del rango cubierto por la celda y entra en la zona de otra, el canal de tráfico tiene que cambiar a otro asignado a la estación base en la nueva celda.
- El sistema realiza este cambio sin interrumpir la llamada ni alterar al usuario.

MECANISMOS DE ACCESO AL MEDIO:

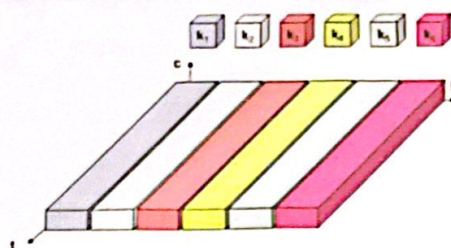
- En telefonía inalámbrica los protocolos que controlan el acceso operan de acuerdo a los parámetros de frecuencia, tiempo y código.

- | | | | | |
|---------|-----------|----------|----------|--------|
| • FDMA: | Frequency | division | multiple | Access |
| • TDMA: | Time | | | |
| • CDMA: | Code | | | |

• FDMA:

Protocolos de acceso

FDMA



- cada usuario tiene un canal de frecuencia asignado, mientras dure.

- Este canal puede estar siempre asignado o ser usado transitoriamente por el usuario.

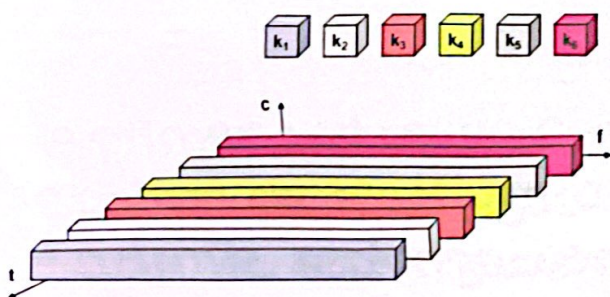
- es fácil de implementar y sencillo de administrar, cuando el número de usuarios es bajo.

- desventajas: el sistema es rígido, no es muy eficiente con un número de usuarios elevados.

• TDMA:

Protocolos de acceso

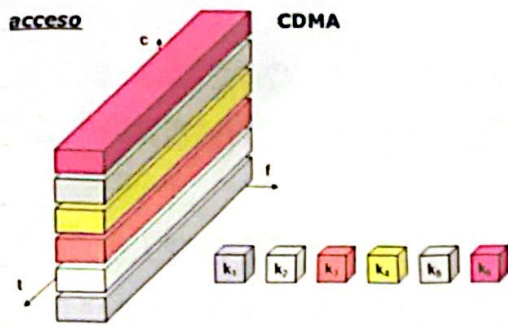
TDMA



- Cada usuario tiene asignado un canal durante una ristra de tiempo. Sobre un rango determinado de una banda de frecuencias para su comunicación.

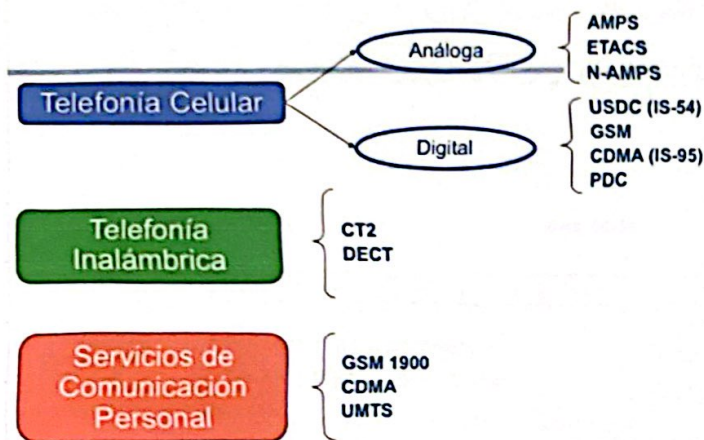
- El canal puede estar permanentemente asignado o ser usado transitoriamente por el usuario.

• CDMA:



- El usuario tiene todo el ancho de banda de frecuencia asignado para su comunicación durante todo el tiempo que ésta dure, pero su comunicación se realiza utilizando un código que es único.

PRINCIPALES NORMAS Y SISTEMAS:



AMPS: Advance mobile Phone Service.

- primer sist celular en U.S.A.
- patron de reutilización de 7 celdas.
- admite sectorización y división de celdas.

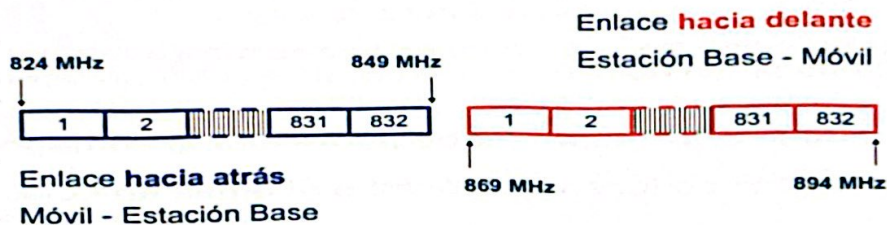
RADIOENLACE: sistema FDMA / FDD

- B de cada canal RF : 30KHz.
- numero de canales de RF por enlace : 832
- rango de frecuencias: (movil - BS = 824 - 849 MHz)
(BS - movil = 869 - 894 MHz)





- Se asignó una banda de frecuencia de 28MHz para la transmisión de las comunicaciones de voz.
- $25.000/30 = 833$ canales. Si se consideran zonas de frecuencia de guarda en los extremos de la banda entonces son 832 canales.
- La FCC reguló que los 832 canales se distribuyeran entre dos operadores, dejando 416 canales para cada uno.



832 Canales Duplex de Comunicación (FDD)

CANALES DE CONTROL:

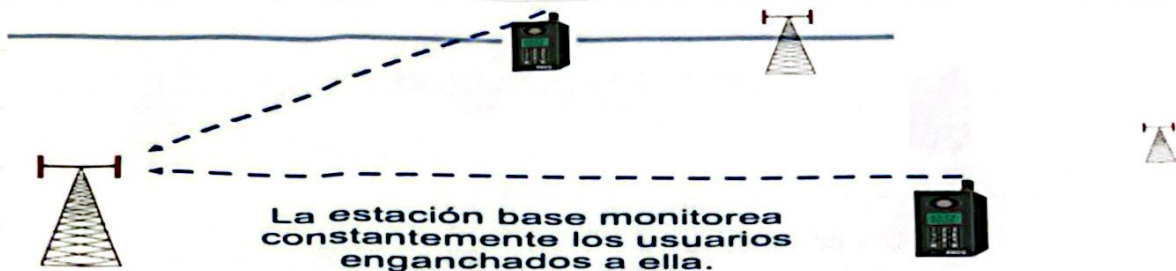
- Se asignan 21 canales de control para cada operador, lo cual deja un total de $416 - 21 = 395$ canales para cada operador.
- Cada canal de control debe monitorear $395/21 = 18$ canales de audio.
- Se establece que ATIS empleara celdas de 3 sectores
 - 21 canales de control por cluster.
 - 7 celdas/cluster.
 - 3 sectores/celdas.

Funcionamiento:

La estación base transmite continuamente un **canal de control hacia delante**



El móvil sólo necesita examinar un **limitado** número de canales de control, para encontrar la mejor señal y engancharse



Los usuarios acceden al canal de control hacia atrás utilizando un **protocolo de contienda** en canal común

Supongamos que el **móvil desea hacer una llamada**

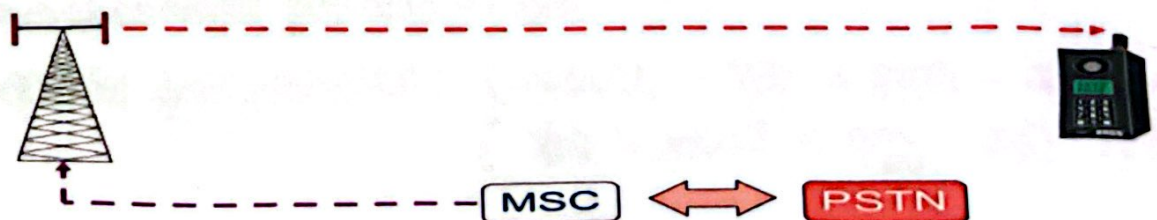
1. Petición de llamada a través del canal de control hacia atrás, enviando:

- **MIN:** Mobile Identification Number
- **ESN:** Electronic Serial Number
- **SCM:** Station Class Mark
- Número del destinatario



3. El centro de conmutación móvil:

- Verifica los datos del usuario
- Conecta al abonado a la PSTN
- Asigna un par de canales de RF a la llamada
- Asigna su correspondiente SAT y VMAC



SAT: Supervisory Audio Tone

- Un único tono de 5970, 6000 ó 6030 Hz
- Estación base transmite y móvil retransmite
- Transmisión continua.
- Si la BS recibe otro SAT, entiende hay interferencia, disminuye así el efecto co-canal)
- Detección por parte del móvil cada 250 ms

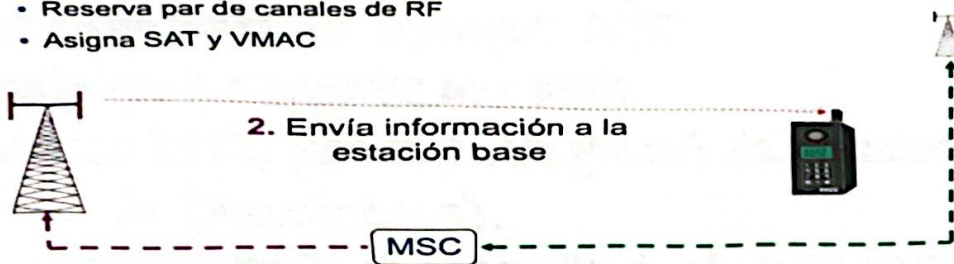
VMAC: Voice Mobile Attenuation Code

- Control de potencia

Supongamos que es necesario efectuar un **handoff**

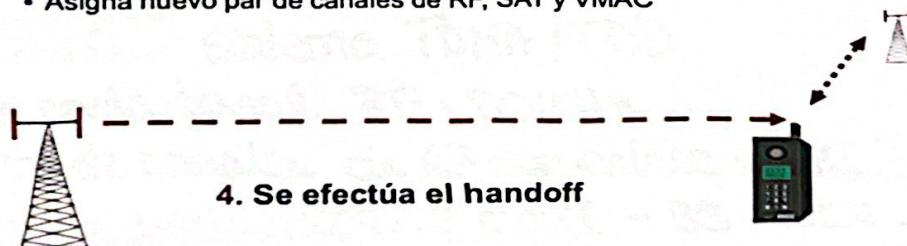
1. EL MSC decide efectuar un handoff

- Decide nueva estación base
- Reserva par de canales de RF
- Asigna SAT y VMAC



3. La estación base transmite datos en el canal de voz a través de "wideband data signaling"

- Asigna nueva estación base
- Asigna nuevo par de canales de RF, SAT y VMAC



ETACS: European Total Access Communication System:

- sistema celular Europeo.
- virtualmente idéntico a AMPS.

DIFERENCIAS CON AMPS:

- B de cada canal de RF : 25 kHz.
- modulación de voz : FM/ΔF = 10kHz.
- Tasa de transmisión de datos : 8 Kbps.
- número de canales por enlace: 1000.
- rango de frecuencias: (móvil - BS = 890 - 915 MHz)
(BS - móvil = 935 - 960 MHz)

N-AMPS: Narrowband Advance mobile Phone Service.

- sistema derivado de AMPS.
- aumenta 3 veces la capacidad de AMPS.
- utiliza canales de RF de 30kHz.

USDC: United State Digital Cellular:

- utiliza técnicas de modulación digital.
- mayor capacidad de usuarios AMPS.
- diseñado para compartir con AMPS.
(estaciones base, plan de reutilización de frecuencias, espectro de frecuencias).
- IS-54 permite modo de operación dual AMPS/USDC en las estaciones base.

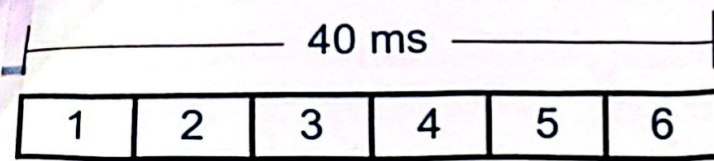
RADIOENLACE: sistema TDMA/FDD

- B de cada canal RF: 30kHz.
- número de canales de RF por enlace: 832
- rango de frecuencias: (movil - BS = 824 - 849 MHz)
(BS - movil = 869 - 894 MHz)

CANALES DE CONTROL:

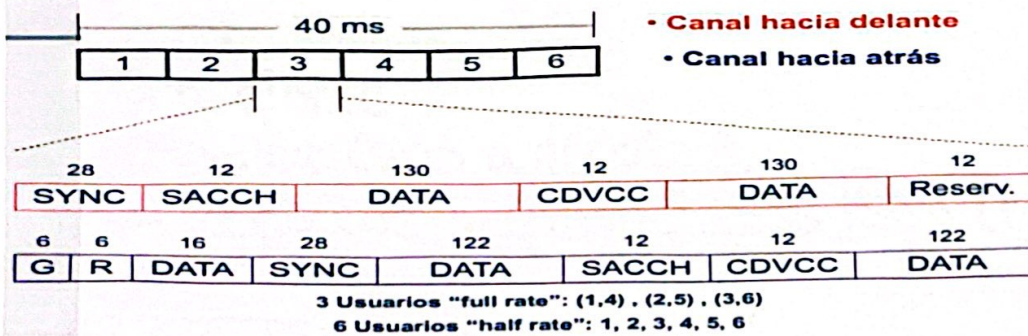
- número de canales de control: 84
 - 42 canales AMPS (canales primarios)
 - 42 canales USDC (11 secundarios)
- Tasa de transmisión de datos: 40Kbps.
- modulación de datos: BFSK / $\Delta F = 8\text{kHz}$
- codificación de datos: MANCHESTER.

ESTRUCTURA DE UNA TRAMA:



• Para aumentar la capacidad del sistema introduce un acceso TDMA en cada canal de radio frecuencia.

- Cada canal de frecuencia es dividido en ranuras temporales, asignadas de a pares a cada usuario dentro del sistema.
- Es decir, con el mismo patrón de frecuencias reutilizado, IS-54 permite triplicar la capacidad de AMPS.



CDVCC: codec Digital Verification Color Code:

- 12 bits en cada ranura de tiempo.
- similar al SAT en AMPS.
- Funcionamiento:
 - estación Base transmite CDVCC.
 - móvil recibe, decodifica y retransmite CDVCC.
- Error en la recepción por parte de la BS:
 - descorecta al usuario.
 - Libera la ranura de tiempo.

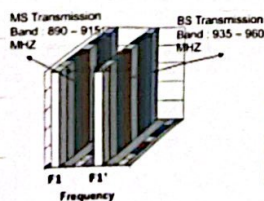
SACCH: slow Associated Control Channel

- 12 bits en cada ranura de tiempo.
- canales de señalización en paralelo con la voz. (nivel de potencia, requerimientos de handoff).
- Reporte de potencia de otras estaciones base por parte del móvil.

GSM: Global System for mobile

- sistema inalámbrico de 2ª generación.
- Primer sistema en especificar:
 - Arquitectura de Red.
 - modulación Digital.
 - Servicios.
- Principales servicios:
 - Telefonía
 - Datos (300 a 9600 bps).
 - Servicios suplementarios ISDN. (caller ID, SMS)

ARQUITECTURA:



Year Introduced	1990
Access method	TDMA
Channel Bandwidth	200 kHz
Number of duplex channels	125
Users per channel	8
Speech coding bit rate	13 kbps
Data coding bit rate	12 kbps
Frame size	4.6 ms

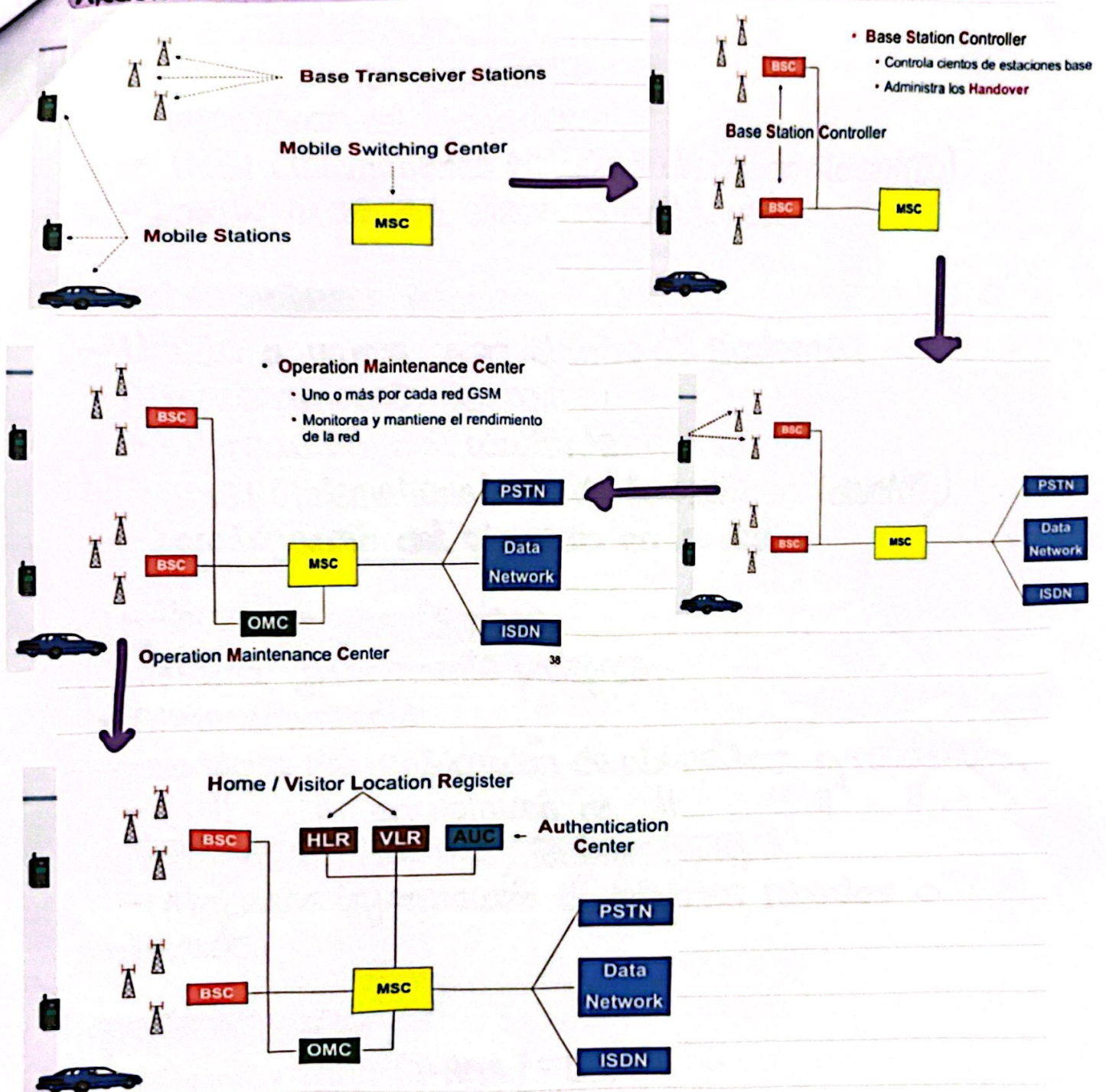
SIM: Subscriber Identity Module:

- Dispositivo de memoria.
- número de identificación del abonado.
- redes y pausas accesibles por el usuario.
- números secretos

SIM + PIN (Personal Identification Number)

- permite activar el servicio desde cualquier teléfono GSM.

ARQUITECTURA DE RED:



BASE DE DATOS DE LA REP:

- Home Location Register.

- Almacenamiento permanente
- Información del abonado.
- IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
- Localización del abonado en la red.

- Visitor Location Register.:

- Unida a varios MSC dentro del sistema.
- Almacenamiento temporal:
 - Información del visitante
 - IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
 - Localización del abonado en la red.

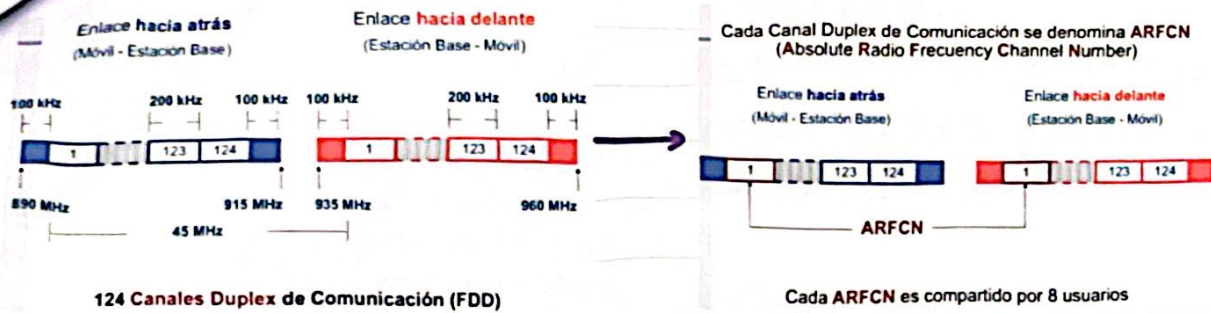
Authentication Center:

- sistema fuertemente protegido.
- Almacenamiento
 - códigos de verificación de abonados y usuarios.
 - || || encriptación de || || ||.
- **Equipment Identity Register (EIR)**
 - Almacena información de teléfonos robados o alterados.

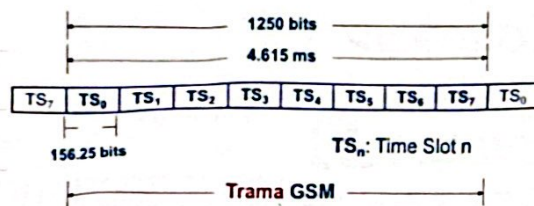
RADIOENLACE:

- Sistema: TDMA (FHMA / FDD)
- B de cada canal de RF: 200 KHz.
- rango de frecuencias: (movil - BS = 890 - 915 MHz)
(BS - movil = 935 - 960 MHz)
- Bandas de resguardos: 100 KHz
- Numero de canales de RF: 124 por enlace.

RADIOENLACE:



Los usuarios comparten el ARFCN en distintos tiempos



Cada usuario utiliza una única ranura de tiempo por trama

- canal físico: Un time slot en un ARFCN.
- cada canal físico puede ser asignado a diferentes canales lógicos en tiempos diferentes.
 - Transportes de información del usuario (voz, datos).
 - Datos de señalización.
 - Datos de control.

CANALES LÓGICOS:

se utilizan 2 tipos:

TCH (Traffic Channels)

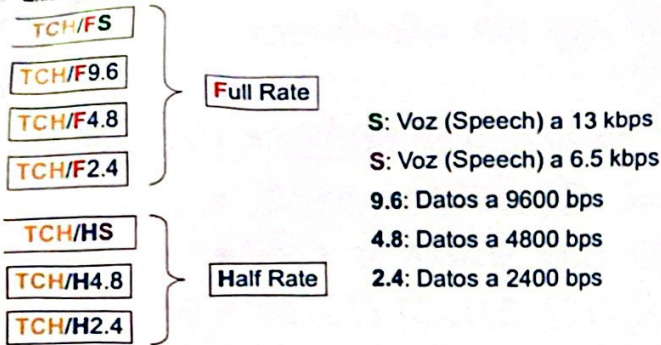
- transporta voz o datos del usuario
- idénticas funciones y formas de ambos en los enlaces.

CCH (Control Channels)

- transporta señalización y sincronización entre la BS y la estación móvil.
- funciones y formas varían según el enlace.

TRAFIC CHANNELS:

Existen 7 Canales de Tráfico soportados:



CONSIDERACIONES:

• FULL RATE:

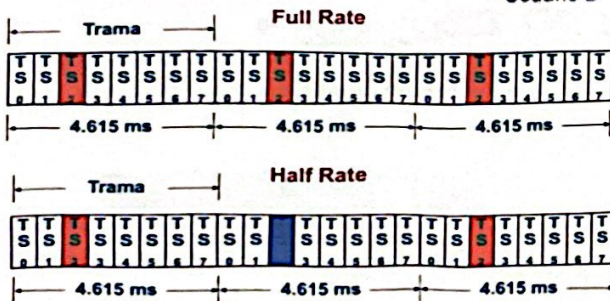
la información de un usuario se envía en una ranura de tiempo, en cada trama.

• HALF RATE:

la información de un usuario se envía en una ranura de tiempo, trama por medio.
(dos usuarios comparten una misma ranura en diferentes tiempos).

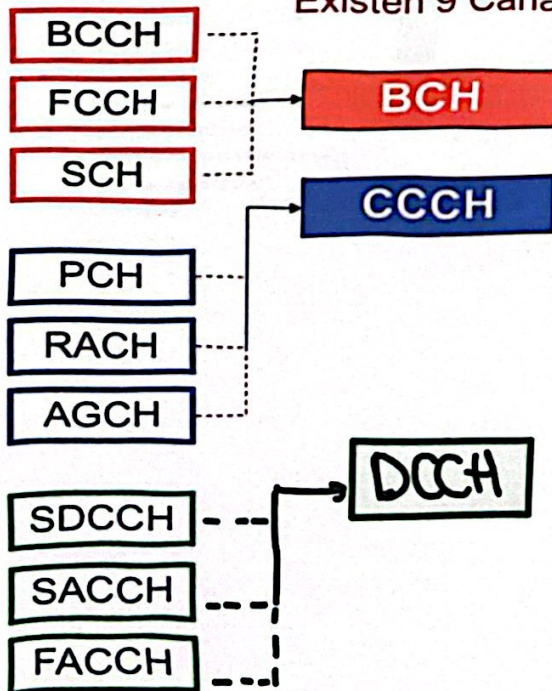
GSM Traffic Channels

- Usuario A
- Usuario B



CONTROL CHANNELS:

Existen 9 Canales de Control soportados:



Broadcast Channels

Common Control Channels

Dedicated Control Channels

- BCCH:**
- canales de control hacia adelante.
 - Enganche de los móviles.
 - monitoreo de potencia de móviles en celdas vecinas.

- CCCH:**
- establecimiento de llamadas.
 - Asignación de canales de supervisión.
 - PCCH y AGCH son canales de control hacia adelante.
 - RACH es un canal de control hacia atrás.

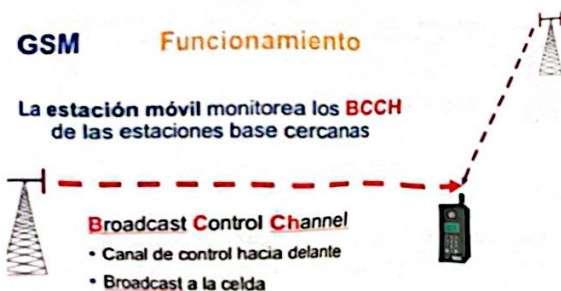
- DCCH:**
- canales de control bidireccionales.
 - servicios de señalización y supervisión al usuario.

Funcionamiento:

GSM

Funcionamiento

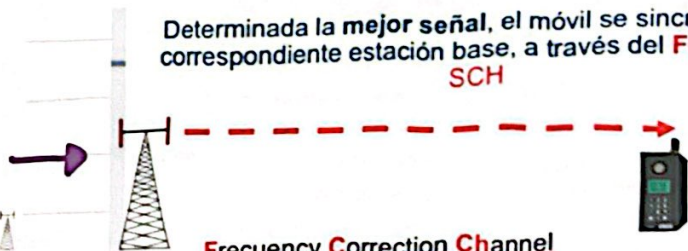
La estación móvil monitorea los **BCCH** de las estaciones base cercanas



Broadcast Control Channel

- Canal de control hacia adelante
- Broadcast a la celda
 - Identificación de la celda
 - Identificación de la red
 - Estructura de los canales de control
 - Disponibilidad de canales
 - Congestión

Determinada la **mejor señal**, el móvil se sincroniza a la correspondiente estación base, a través del **FCCH** y del **SCH**



Frequency Correction Channel

- Canal de control hacia adelante
- Broadcast a la celda
 - Señal de Sincronización
 - Permite a cada usuario, ajustar su frecuencia interna a la de la estación base

Determinada la **mejor señal**, el móvil se sincroniza a la correspondiente estación base, a través del **FCCH** y del **SCH**



Synchronization Channel

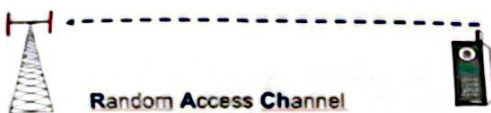
- Canal de control hacia adelante
- Broadcast a la celda
 - Identificación de la BTS a través del **BSIC** (Base Station Identity Code) Código único para cada BTS en toda la red GSM
 - **FN** (Frame Number 0 - 2715 647) Sincronización de trama

1º CASO:

MOVIL DESEA HACER UNA LLAMADA.

Supongamos que el móvil desea hacer una llamada

1. Petición de llamada a través del RACH



Random Access Channel

- Canal de control hacia atrás
- Acceso basado en Aloha ranurado
- Petición de llamada
- Confirmación de recepción de PCH

Supongamos que el móvil desea hacer una llamada

2. La estación base responde a través del AGCH asignando un determinado SDCCH

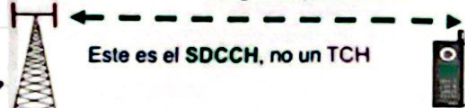


Access Grant Channel

- Canal de control hacia delante
- Instruye al móvil a operar en un determinado canal físico (SDCCH)

Supongamos que el móvil desea hacer una llamada

3. El móvil cambia al canal físico (TS en un ARFCN) asignado por el AGCH

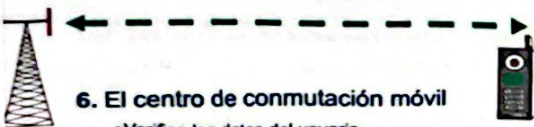


Este es el SDCCH, no un TCH

Stand-alone Dedicated Control Channel

- Canal de control bidireccional
- Datos de señalización durante el establecimiento de la llamada
 - Asegura la mantención de la comunicación entre la MS y la BTS mientras el MSC verifica los datos del abonado y se asigna un TCH
- Una vez asignado un TCH, el SDCCH es liberado.

5. El móvil envía datos de autenticación y validación en el SDCCH

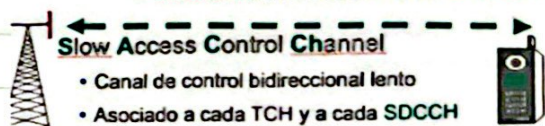


6. El centro de conmutación móvil

- Verifica los datos del usuario
- Conecta al abonado a la PSTN

7. A través del SDCCH, la estación base asigna un nuevo canal físico a la estación móvil

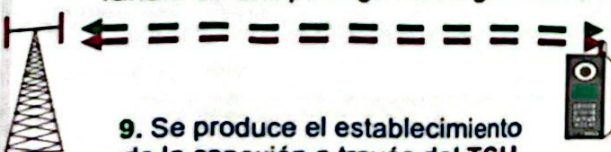
4. El móvil espera el primer SACCH hacia adelante. Cada SDCCH tiene asociado un SACCH



Slow Access Control Channel

- Canal de control bidireccional lento
- Asociado a cada TCH y a cada SDCCH
- Mismo canal físico, en distinto tiempo
- Enlace hacia delante
 - Instrucciones de Potencia y de avance de tiempo específico
- Enlace hacia atrás
 - Potencia de la señal recibida, calidad del TCH y mediciones de potencia de celdas adyacentes (MAHO)

8. El móvil cambia a un nuevo ARFCN y a una nueva ranura de tiempo según la asignación del SDCCH



9. Se produce el establecimiento de la conexión a través del TCH y su correspondiente SACCH

10. El SDCCH es liberado

2º CASO LLAMAN AL MOVIL

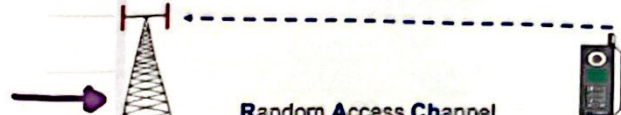
1. El MSC instruye a las estaciones base para que efectuen un broadcast través del **PCH**



Paging Channel

- Canal de control hacia delante
- Servicios de paging a todos los usuarios de la celda
 - Notifica al móvil de una llamada entrante
 - IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
 - "Broadcast SMS" a los usuarios de la red

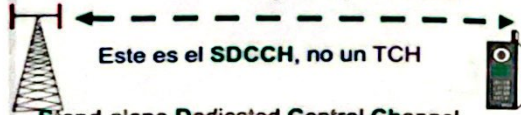
2. El móvil confirma la recepción del mensaje a través del **RACH**



Random Access Channel

- Canal de control hacia atrás
- Acceso basado en Aloha ranurado
- Petición de llamada
- Confirmación de recepción de PCH

4. El móvil cambia al canal físico (TS en un ARFCN) asignado por el AGCH



Este es el **SDCCH**, no un TCH

Stand-alone Dedicated Control Channel

- Canal de control bidireccional
- Datos de señalización durante el establecimiento de la llamada
 - Asegura la mantención de la comunicación entre la MS y la BTS mientras el MSC verifica los datos del abonado y se asigna un TCH
- Una vez asignado un TCH, el SDCCH es liberado.

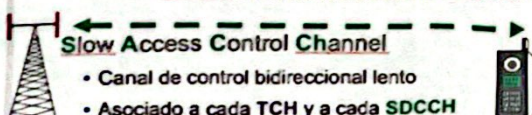
3. La estación base asigna un determinado **SDCCH** a través del **AGCH**



Access Grant Channel

- Canal de control hacia delante
- Instruye al móvil a operar en un determinado canal físico (**SDCCH**)

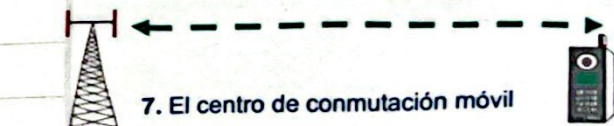
5. El móvil espera el primer **SACCH** hacia adelante. Cada **SDCCH** tiene asociado un **SACCH**



Slow Access Control Channel

- Canal de control bidireccional lento
- Asociado a cada TCH y a cada **SDCCH**
- Mismo canal físico, en distinto tiempo
- Enlace hacia delante
 - Instrucciones de Potencia y de avance de tiempo específico
- Enlace hacia atrás
 - Potencia de la señal recibida, calidad del TCH y mediciones de potencia de celdas adyacentes (MAHO)

6. El móvil envía datos de autenticación y validación en el **SDCCH**

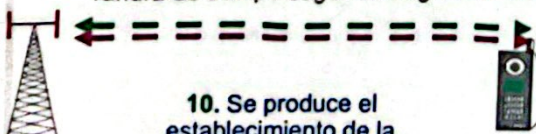


7. El centro de conmutación móvil

- Verifica los datos del usuario
- Conecta al abonado a la PSTN

8. A través del **SDCCH**, la estación base asigna un nuevo canal físico a la estación móvil

9. El móvil cambia a un nuevo ARFCN y a una nueva ranura de tiempo según la asignación del **SDCCH**



10. Se produce el establecimiento de la conexión a través del TCH y su correspondiente **SACCH**

11. El **SDCCH** es liberado