

# Sistema AMPS-TDMA

## Objetivos

- **AMPS** (Bandas de frecuencia, canales, procesamiento de las llamadas).
- El canal de control celular.
- Capacidad del canal de control.
- El canal de voz AMPS.
- El canal de localización en AMPS.
- Principios de **NA-TDMA** (formato de transmisión, estructura de los campos, control de errores, protocolos, técnicas de modulación).





# **AMPS - Características.**

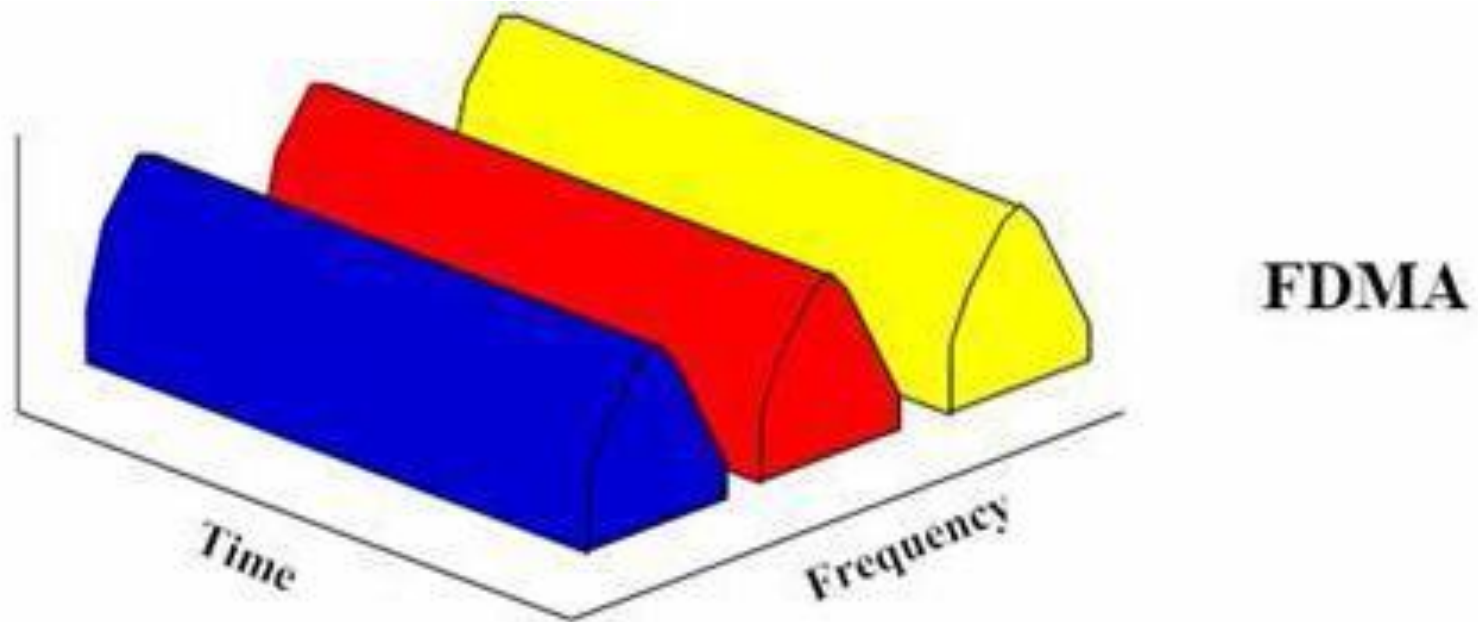
# Características del Sistema AMPS

## FDMA (Frequency Division Multiple Access):

Tecnología de acceso múltiple por división de frecuencias para el interfaz aire, usada en los sistemas analógicos. Con FDMA, se asigna a los usuarios un canal de un conjunto limitado de canales ordenados en el dominio de la frecuencia. Los sistemas muy grandes FDMA frecuentemente tienen más de un canal de control para manejar todas las tareas de control de acceso.

Una característica importante de los sistemas FDMA es que una vez que se asigna una frecuencia a un usuario, ésta es usada **exclusivamente** por ese usuario hasta que éste no necesite el recurso.

# Características del Sistema AMPS



# Características del Sistema AMPS

Standard Americano de FDMA - AMPS Advanced Mobile Phone System (Sistema Telefónico Móvil Avanzado):

Es un sistema de telefonía móvil de primera generación (**1G, voz analógica**) desarrollado por los laboratorios Bell. Se implementó por primera vez en 1982 en Estados Unidos.

# Características del Sistema AMPS

En los primeros sistemas AMPS el número de canales de voz para cada sistema era de 312 y se podían agrupar en cualquier número de subconjuntos (*subsets*). *Dado que hay 21 canales de set-up en cada sistema, es lógico agrupar los 312 canales en 21 subconjuntos, por lo tanto cada subconjunto consta de 16 canales de voz.*

En cada conjunto, el canal adyacente más cercano se encuentra a 21 canales de distancia. Los 16 canales de cada subconjunto pueden ser montados en una trama y conectados a un multiplexor de canales. La amplia separación entre canales adyacentes es requerida para lograr los requerimientos mínimos de aislamiento o interferencia co-canal.

# Características del Sistema AMPS

En versiones de mejora posteriores se amplió el número de canales, debido también a los lotes de frecuencias asignados con la intención de cubrir la demanda.

AMPS usa en sus últimas versiones 832 canales dobles, formados por 832 simples de bajada FORWARD y otros 832 simples de subida REVERSE, cada uno de ellos con un ancho de banda de 30KHz, frente a los 200KHz de sistemas como GSM.

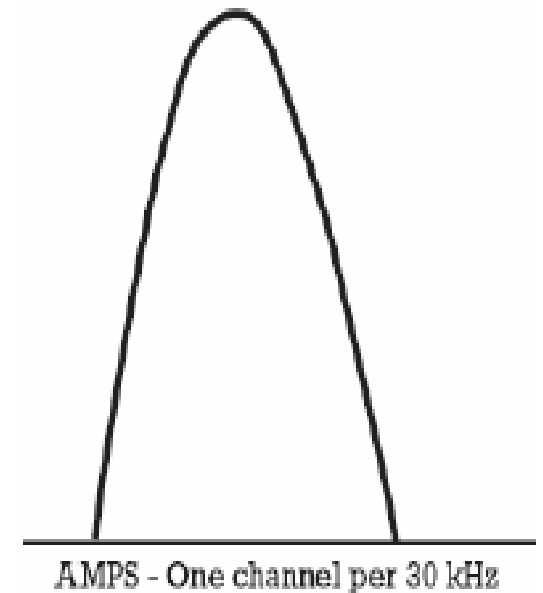
La banda de frecuencias usada va de 824 a 849 MHz para los canales de transmisión y de 869 a 894 MHz para los canales de recepción.

# Características del Sistema AMPS

## NAMPS (Narrowband Advanced Mobile Phone System):

Desde que fue desarrollado el servicio analógico celular, los sistemas han sido implementados extensivamente a través del mundo conocido como **primera generación de tecnología celular (1G)**.

En la **segunda generación** de sistemas celulares analógicos, NAMPS fue diseñado para resolver el problema de baja capacidad de llamadas.

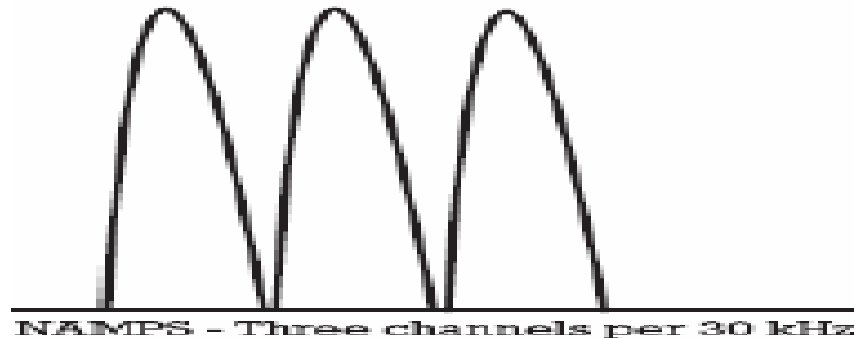




# Características del Sistema AMPS

NAMPS es un sistema radio celular que combina procesamiento de voz con señalización digital, aumentando 3 veces la capacidad de los sistemas

NAMPS provee tres usuarios en un canal AMPS dividiendo los 30KHz de la banda de AMPS en 3 canales de 10KHz. Esto incrementa la posibilidad de interferencia debido a que el ancho de banda se reduce.



# Características del Sistema AMPS



**Seguridad e Identificación**

# Características del Sistema AMPS

- **Seguridad e identificación:**

- 1) **MIN** (número de identificación del móvil). Número binario de 34 bits, derivado de los números telefónicos de los directorios de 10 dígitos.
- 2) **ESN** (número de serial electrónico). Número binario de 32 bits, fijado en fábrica que identifica la unidad móvil específicamente. Información clave para la seguridad, cualquier intento de violación debe deshabilitar el equipo.
- 3) **FIRSTCHP** (“First Paging Channel”). Sistema de 11 bits que identifica número de canal, del primer canal de búsqueda cuando la unidad móvil se fija como “home”. Este es almacenado en la misma.

# Características del Sistema AMPS

- **Seguridad e identificación:**

- 4) **SID.** Identificación de sistema base o home. Quince (15) bits utilizados para identificar la unidad o estación home. El bit menos significativo es 1 para un sistema de bloque “A”, el 0 corresponde al bloque “B”.
- 5) **Selección de sistema en preferencia.** Provisto para seleccionar a través del móvil si trabajar con bloque A o bloque B.

# Características del Sistema AMPS



**Metodo de Señalización**

# Características del Sistema AMPS

## Señalización.

### SAT (“Supervisory Audio Tone”).

- 1.- SAT Funciones : se tienen tres (3) tonos SAT: 5970, 6000 y 6030 Hz. Con una tolerancia cada tono de  $\pm 15$  Hz.
  - a) Cada estación de tierra dispone de uno de los 3 tonos SAT asignado.
  - b) Se adiciona un tono SAT a cada estación de tierra al FOVC. La estación móvil detecta, filtra, modula y devuelve el mismo tono en el REVC.

# Características del Sistema AMPS

- c) El tono SAT se suspende durante la transmisión de datos en banda ancha (ráfaga de señalización de 10 Kbps), información, y otras características de control a través del RVC.
- d) No se suspende al enviarse tono de señalización de 10 KHz.
- e) Transmisión de audio debe suspenderse o cambiarse si el SAT y el SCC (identificador de la frecuencia SAT que debería recibir el móvil), no corresponden entre si.

# Características del Sistema AMPS

2. La Transmisión del tono SAT se realiza con un índice de modulación de tono en FM con un  $\Delta f$  de  $\pm 2$  KHz centrada alrededor de cada tono SAT.
3. Control de Temporización y Desvanecimiento con SAT.  
El transmisor se apaga si no hay un tono SAT válido detectable o que no tenga concordancia con el SCC (código de color SAT) de cada sitio de celda transmitido en la señal de control, o si no se recibe ningún SAT en 5 segundos. El SCC se especifica en la configuración (“set-up channel”).





# Características del Sistema AMPS

## TONO ST

Un tono mayor, conocido como el tono de señalización (ST), se utiliza en AMPS. A diferencia de la SAT, que es generados por la estación base y luego se transmite por el canal, el ST en realidad se genera dentro del móvil con una frecuencia de 10 kHz. Así, el tono se utiliza en combinación con el SAT para proporcionar un indicador de una variedad de estados en el transcurso de una llamada. También se utiliza como un "reconocimiento" de la señal en algunos casos.

# Características del Sistema AMPS

## Tono de Señalización ST :

Deben mantenerse dentro de los  $10 \text{ KHz} \pm 1 \text{ Hz}$  y producir una desviación de  $\pm 8 \text{ KHz}$  de la portadora. Utilizado en el canal de voz para lo siguiente:

1. Liberación para órdenes especiales.
2. Terminación de llamadas.
3. Confirmación de orden.

## Temporizado para conteo por mal funcionamiento:

Fijado en 60 seg. La transmisión de los tonos SAT y ST cesará al superarse ese tiempo mientras se mantenga el problema. El temporizado nunca expirará mientras se mantenga la secuencia correcta de operaciones.

# Características del Sistema AMPS

Table de Supervisor audio tone frequencies.

SAT frequency (Hz)

5070

6000

6030

SCC

00

01

10

# Características del Sistema AMPS



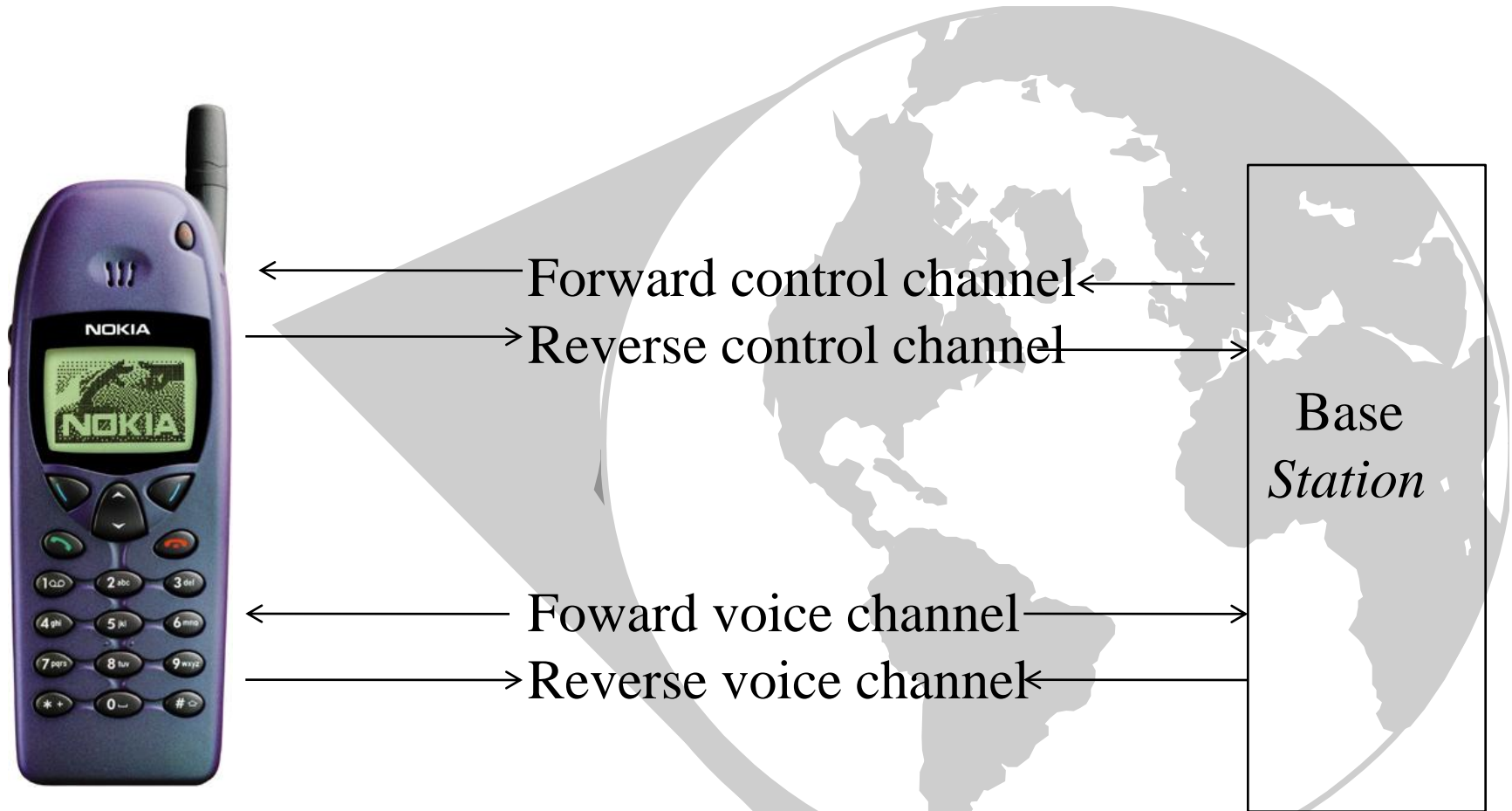
**Canales de Control**

# Características del Sistema AMPS

Los canales de control son los medios por los cuales los elementos del sistema de radio celular son organizados. Como tal, los canales de control son de vital importancia por que son los responsables de mantener el orden dentro los canales de radio e informar a los móviles de los canales que necesitan para su uso.

Para AMPS, hay un total de canales de veintiuno que se reservan en cada dirección. Un canal de control está asignado a cada estación base, y los móviles pueden buscar el canal más fuerte para evaluar la mejor estación base para acceder. Hay dos tipos de canal de control: **Forward** y **Reverse**. Para AMPS, el canal de hacia delante es conocido como el Canal de Forward Control (FOCC) y el otro como el canal de retorno de Control (RECC).

# Características del Sistema AMPS



The channels used in communicating with mobile stations.

# Características del Sistema AMPS

## *FORWARD CONTROL CHANNEL*

El FOCC se transmite continuamente por la estación base para que pueda ser recibida por todos los móviles. También actúa como un faro para móviles a la red, y para otros en busca de estaciones base alternativa en caso de necesidad de la entrega de una estación base a otra.

Con un total de veintiún canales de control disponibles, los móviles escanean estas frecuencias para buscar la señal más fuerte, el que tiene el canal más fuerte de control es probable que proporcione la mejores comunicaciones en general.

# Características del Sistema AMPS

## *FORWARD CONTROL CHANNEL*

Del mismo modo, la sensibilidad de recepción y los umbrales deben ser alterados de manera que el transmisor y el receptor sean compatibles.

El canal de control, obviamente, lleva a cabo otras funciones. Transmite datos de control a los móviles para que puedan actuar de acuerdo con los deseos de la red. Los datos se transmiten a 10 kbps, y se componen de cuadros de 463 bits que tienen 46.3 ms para transmitir.



# Características del Sistema AMPS

## *FORWARD CONTROL CHANNEL*

La secuencia de datos se compone de varios componentes. Se inicia con bits de sincronización, después de lo cual hay dos palabras. Cada una de estas palabras se repite cinco veces en una trama. Las palabras están dirigidas a móviles diferentes.

Además de esto hay bits de ocupado / inactividad. Estos son enviados cada 10 bits, y se utilizan para controlar el acceso de los móviles con el sistema.

# Características del Sistema AMPS

## *REVERSE CONTROL CHANNEL*

El RECC utiliza una palabra de 48 bits que se repite cinco veces, haciendo una secuencia de 240 bits. La móviles transmiten en el canal sólo cuando se les indica, o cuando el acceso al sistema es solicitado por el usuario.

Como resultado, puede haber momentos en los que parece estar desocupado.

Hay tres mensajes principales que se realizan por los RECC, y estos son el registro, la originación de llamadas y el paging de respuesta.

# Características del Sistema AMPS

Table 5.2 AMPS channel frequency bands.

	Reverse channel bands (MHz)	Forward channel bands (MHz)
A (initial)	824–834	869–879
A (Extended)	844–846.5	889–891.5
B (Initial)	834–844	879–889
B (Extended)	846.5–849	891.5–894

# Características del Sistema AMPS



# Características del Sistema AMPS

## Inicialización:

Esta arranca al energizarse el móvil.

1. Móvil se sintoniza al canal de control más fuerte de los 21 posibles en los 3 segundos posteriores a la energización. En ese momento se recibe un mensaje de parámetro.
2. Si no se completa la tarea anterior, se reintenta con el segundo canal más fuerte durando la secuencia igualmente 3 segundos.
3. Chequea si está en estado “habilitado” o “deshabilitado”, el primera corresponde al sistema A como preferido y el segundo al sistema B.

# Características del Sistema AMPS



**Estado Idle  
(Desosupado + Activo)**

# Características del Sistema AMPS

## Estado desocupado (“idle”):

El móvil ejecuta las siguientes cuatro (4) tareas al menos cada 46,3 milisegundos:

1. Responde al mensaje de encabezado. Compara si su SID almacenado es igual al recibido, si no es así, retorna a la inicialización.
2. Concordancia de búsqueda o llamada (“page match”). Si el estado “roam” está deshabilitado intenta coincidir con mensajes de una palabra o de dos palabras. Si es habilitado coincide dos palabras. Significa que hay mas información. Paging

# Características del Sistema AMPS





# Características del Sistema AMPS

Cuando un móvil en un sistema AMPS no está conectado en una llamada, el sistema está monitoreando constantemente el FOCC para ver si alguna llamada entrante (paging) pueda ocurrir.

Cuando un intento de llamada se dirige al móvil, la señal de paging se establece en más de una vez. En realidad, se repite después de varios segundos en caso de que el móvil cayó temporalmente en un "agujero" de RF o de otro tipo y no puede recibir la primera señal page. El intervalo de tiempo entre las señales paging es corto para minimizar el retraso experimentado por el autor de la llamada.

# Características del Sistema AMPS

Una vez recibido, el móvil responde al paging utilizando el RECC. A continuación, la red le asigna un par de canales de tráfico.

La respuesta de los móviles también se repite, en caso de que la respuesta inicial haya chocado con otro móvil en el RECC o el mensaje no haya tenido éxito como resultado de un recorrido de las señales pobres o de interferencia.

Una vez que el móvil ha recibido información de los canales de voz a utilizar, se procede a sintonizar sobre estos canales. Al mismo tiempo, la red produce el tono audible de llamada y el teléfono comienza a sonar.

Al igual que en el caso de una llamada originada por el móvil, todas las señales utilizan los tonos en el canal de voz o de tráfico SAT y ST para el intercambio de mensajes.

# Características del Sistema AMPS

## Selección del canal de búsqueda o llamada (paging):

1. El móvil se sintoniza con el canal de paging más fuerte en los 3 segundos subsiguientes a la inicialización, canales que usualmente son de control.
2. Recibe un tren de mensajes de encabezado (“overhead”) actualizando lo siguiente: “roaming”, identificación del sistema y estado de los controles locales.

# Características del Sistema AMPS



**Inicio de Llamada**

# Características del Sistema AMPS

Con el fin de realizar una llamada desde un teléfono móvil, el teléfono tiene que originar y comunicar a la red su intención de hacer una llamada.

El teléfono sabe el canal correcto a utilizar a partir de información difundida en el FOCC, y transmite una petición en ese canal.

A medida que el sistema no tiene acceso a la red, no puede pedir una ranura para transmitir de forma que no interfiera con otros móviles. En consecuencia, se utiliza una técnica conocida como acceso múltiple de sentido de portador (CSMA). Con el uso de esta técnica, el teléfono móvil envía el mensaje y espera a que un acuse de recibo.

# Características del Sistema AMPS

Si no recibe un acuse de recibo, se supone que otro móvil está en transmisión y ha bloqueado el canal. Entonces se debe esperar hasta que el otro móvil haya dejado de transmitir y trata de enviar su mensaje de nuevo, repitiendo esto hasta que reciba una respuesta.

# Características del Sistema AMPS

El mensaje desde el móvil contiene información sobre el mismo, incluida su MIN y ESN.

Después de transmitir el mensaje, el móvil escucha en el FOCC para saber del reconocimiento de su mensaje y el canal asignado. La estación base envía la solicitud al Centro de conmutación móvil y, después de la validación de los móviles, selecciona un par de canales de tráfico para el móvil.

Si no hay canales disponibles, la red rechaza la solicitud.

# Características del Sistema AMPS

Si la red permite que el móvil ingrese en la red, asigna los canales y envía esta información al móvil, que luego se sintoniza el transmisor y el receptor asignado, y es entonces cuando los tonos SAT se utilizan para confirmar que todo está configurado correctamente.

Adicionalmente la red enruta la llamada a la PSTN, donde se vuelve a rutear al destino, o a otro móvil en la red.

Toda el control de la llamada y el control de potencia desde aquí en adelante se maneja con los tonos SAT y ST en el Canal de AMPS de tráfico asignado al móvil.



# AMPS: Inicio de Llamada

## Inicio de llamada:

1. Cuando la Tarea de acceso al sistema es Iniciada un temporizado contabiliza las siguientes acciones:

TAREA	TIEMPO
ORIGEN O COMIENZO	Máximo 12 segundos
RESPUESTA AL PAGE	Máximo 6 segundos
RESPUESTA A LA ORDEN	Máximo 6 segundos
REGISTRO ("REGISTRATION")	Máximo 6 segundos

# AMPS: Inicio de Llamada

**2. Búsqueda (“scan”) de canales de acceso.** Se escoge uno o a lo sumo dos canales con las señales más fuertes. Si no se puede completar la requisición con el primero más fuerte, se intenta con el segundo llamado canal de acceso alternativo.



# AMPS: Inicio de Llamada

## 3. Captura del Reverse Channel Control (RECC).

**3.a. BIS = 1.** El móvil está listo para enviar. La radio base puede pedir al móvil chequear y esperar por el bit de mensaje de encabezado (WFOM).

WOFM = 1. El móvil espera para actualizar la información del encabezado. Paso 5.

WOFM = 0. Espera un tiempo aleatorio (0 a 92 ms) y envía un intento de acceso.

**3.b. BIS = estado 0.** Estado de la condición ocupado (“busy”). El móvil incrementa el **NBUSY** en 1, y espera un tiempo aleatorio de 0 a 200 ms para chequear la transición de 0 a 1 del **BIS** de nuevo. Si el **NBUSY** excede el **MAXBUSY** se termina la llamada.

# AMPS: Inicio de Llamada

**4. Parámetros de intento de acceso.** Máximo de 10 intentos. Intervalo de retardo aleatorio de 0 a  $92 \pm 1$  ms para cada intento al chequear el estado del **BIS**. Si el **BIS** es 1, el movil ha capturado el **RECC**. El tiempo aleatorio es para evitar que dos o más móviles requieran el servicio al mismo tiempo.

# AMPS: Inicio de Llamada

5. **Actualización de la información de encabezado (OHD).** Debe recibirla el móvil dentro de los 1,5 sg después que se inició la llamada. Esta es como sigue:
- a. **Control de encabezado.** Si el sistema está sobre cargado o no.
  - b. **Parámetros de estado del acceso,** fijan los bits de estado (ocupado desocupado) en el **BIS**.
  - c. **Parámetros de cantidad de accesos,** proveen lo siguiente:
    - (1) Máximo número de intentos de captura permitidos.
    - (2) Máximo número de “ocurrencias” de ocupado.

Una vez recibido el **OHD**, el móvil espera un tiempo aleatorio de 0 a 750 msgs e intenta la Captura de nuevo del **RECC** especificado en el punto 3.

# AMPS: Inicio de Llamada

- 6. Retardo después de falla.** El móvil examina el temporizador de acceso cada 1,5 sg, si éste no expira, re-introduce la tarea de acceso después de la falla, la cual puede ocurrir en las situaciones siguientes:
- a.** Colisión con mensajes de otros móviles. Si la misma ocurre antes de los primeros 56 bits, el **BIS** cambia de 1 a 0.
  - b.** La estación de tierra no recibe los bits de señalización. El **BIS** permanece en 1 después que el móvil ha enviado 104 bits.
  - c.** La estación de tierra recibe los bits de señalización pero no puede interpretar ni responder correctamente.

Cuando ocurre las situaciones anteriores el móvil espera un tiempo aleatorio para otro intento, en un intervalo de 0 a 200 ms.

# AMPS: Inicio de Llamada

**7. Mensaje de requisición de servicio.** Un paquete completo de mensajes de este tipo son enviados a la estación de tierra. Con una longitud máxima de cinco (5) palabras: A, B, C, D y E. Cada palabra contiene 240 bits. Después que el móvil envía el mensaje completo en los 25 ms posteriores envía un tono para indicar el fin del mismo.

**8. Espera de respuesta al mensaje.** Si el móvil no recibe respuesta a su mensaje en un tiempo de 5 sg, se termina la llamada y se alerta al usuario con un tono rápido de 120 impulsos por minuto.

# AMPS: Inicio de Llamada

Si los bits decodificados del **MIN** coinciden dentro de los 5 sg, el **móvil** responde con lo siguiente:

- a. Si el acceso es un origen (“origination”) o respuesta a una búsqueda (“page response”): (1) inicia el mensaje de designación del canal de voz, actualizando los parámetros según la información que trae el mensaje. (2) Para un mensaje de reintento dirigido de envío de información (“directed retry”), el móvil examina el nivel de señal en cada reintento y selecciona los dos (2) más fuertes, sintonizándose con el más fuerte de los dos.
  
- b. Si el móvil encuentra el comienzo de un nuevo mensaje antes de recibir el reintento dirigido, la llamada se termina.



# Controles del móvil sobre canal de voz.

## Perdida de continuidad de enlace de radio:

Si el móvil está sintonizado en un canal de voz y no se recibe tono SAT, se arranca un temporizador de desvanecimiento, el cual al contar hasta 5 sgs produce desconexión del móvil.

## Confirmación inicial de canal de voz:

Dentro de los 100 ms desde la recepción de designación del canal de voz inicial, el móvil debe determinar el número de canal asignado, este dentro de la configuración de la estación de tierra o de lo contrario la llamada se cae.

# Controles del móvil sobre canal de voz.



# Controles del móvil sobre canal de voz.

Una vez que se dan las condiciones para un Handoff, el sistema genera una instrucción que envía sobre el FOCC. Esta lleva la información que incluye el nuevo canal que se utiliza junto con el SAT.

El móvil acepta la información y envía un tono de señalización ST de 50 ms. A continuación, se apaga el Reverse Channel Voice y se sintoniza el nuevo canal. El transmisor en el móvil es apagado, para que la señal no se esparza en todos los otros canales , provocando interferencias.

Una vez que el nuevo canal es obtenido, el móvil enciende el transmisor y retransmite el tono SAT a la nueva BTS. Esto confirma que el enlace ha sido establecido.

# Controles del móvil sobre canal de voz.

## HANDOFF

### a. La radio Base apaga:

- (1) Se habilita una señal con tono de 10 Khz por 50 ms después del SAT.
- (2) Apaga tono de señalización.
- (3) Apaga transmisor.

### b. Prende o activa nuevo sitio.

- (1) Cambia al nuevo canal.
- (2) Ajusta al nuevo SAT.
- (3) Fija el nuevo SCC (código de color de señalización).
- (4) Prende el nuevo transmisor.



# Controles del móvil sobre canal de voz.

## - LIBERACIÓN (“RELEASE”)

- a. Envía tono de señalización por 1,8 msg.
- b. Detiene envío anterior.
- c. Apaga transmisor.



# Controles del móvil sobre canal de voz.

## CONTROL Y CAMBIO DE POTENCIA

### El Movil :

- 1.- Ajusta transmisor al nuevo nivel ordenado de potencia.
- 2.- Envía confirmación de orden a la Radio Base o BTS .
- 3.- Control local. Aplica en algunas situaciones si el móvil tiene esta opción de habilitación y puede ejecutarse siempre que el **SID** coincida con el valor almacenado en la memoria permanente de seguridad del móvil.

Un técnico - operador del sistema podría tener esta opción como orden en algunas localidades para efectos de mantenimiento.

# Controles del móvil sobre canal de voz.

## Estado de Conversación:

Un temporizado de retardo al “release” se fija en 500 ms durante la conversación. Aplica para los siguientes casos:

1. Si el usuario termina la llamada.
2. Si el móvil requiere de una descarga.
3. Dentro de los 100 ms de recepción de cualquier orden, el móvil tomará la acción de acuerdo a la misma.



# TDMA







**Principios de NA-TDMA (formato de transmisión, estructura de los campos, control de errores, protocolos, técnicas de modulación).**



# Historia TDMA.

## Historia

- North American TDMA (NA-TDMA) es un sistema digital celular algunas veces llamado American digital cellular (ADC) o digital AMPS (DAMPS), o North American digital cellular (NADC) or IS-54 system.
- Este sistema TDMA fue diseñado y aprobado en 1987 por un grupo llamado TR45-3 después que la industria se debatió entre FDMA y TDMA, La razón por la que los miembros votaron por la aprobación de TDMA fue debido a la gran influencia del sistema Europeo GSM, que es un sistema TDMA.
- Europe (935–960 MHz downlink and 890–915 MHz uplink) Norte America, no habian bandas nuevas para alojar un nuevo sistema celular digital.

# Historia TDMA

## Historia

Tomando en cuenta acortar el tiempo de implementación y las bandas y frecuencias asignadas al analógico AMPS, se decide trabajar en función de mantener un arreglo híbrido inicialmente en 1990 hasta su implementación mejorada como IS-136 en 1994.



# Arquitectura TDMA

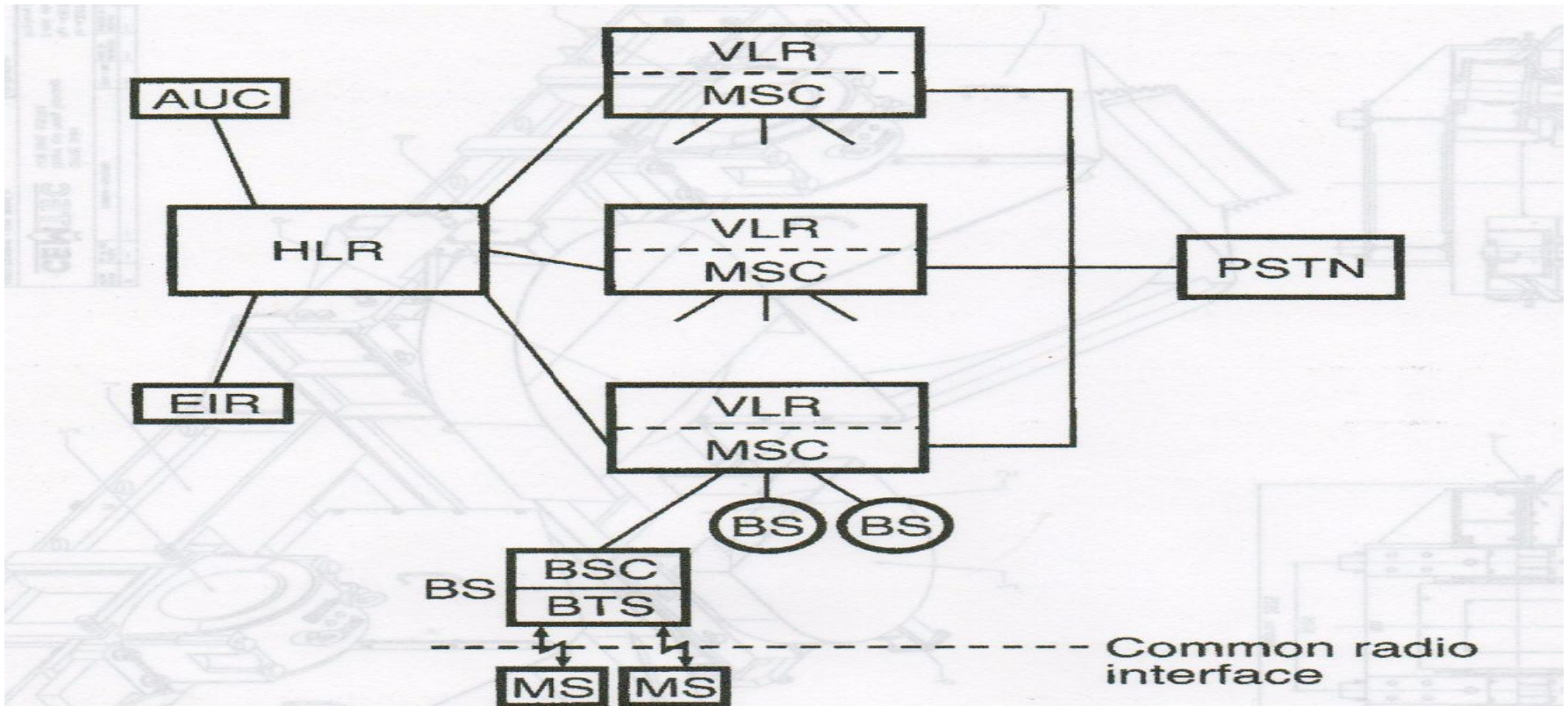
- Arquitectura TDMA

Tiene una arquitectura muy similar al europeo GSM, con la sola diferencia de poseer una sola interface común, la cual es la interface de radio.

Los elementos principales de la arquitectura NA-TDMA son:

- MS (“Mobile Stations”): Móviles.
- BS (“Base Station”): Estación base, sitio de tierra o sitio de celda donde en general se dispone del BSC (“Base Station Controller”) que controla las comunicaciones entre la BTS y el MSC (“Mobile Switching Center”) o MSTO como se ha definido anteriormente, y la propia BTS (“Base Transceiver Station”) particularmente el radio transceptor.

# Arquitectura TDMA



VLR: Visitor location registration  
HLR: Home location registration  
BS: Base station  
AUC: Authentication center  
EIR: Equipment identity register  
BSC: Base station controller  
BTS: Base transceiver station

# Arquitectura TDMA

- MSC: Donde se dispone del conmutador celular del sistema y se encuentran los siguientes elementos:
- HLR (“Home Location Register”) Registro de localización base, basado en un computador con manejador de una base de datos, la cual contiene información de los suscriptores, información relacionada con la localización de los mismos pero no la exacta, ya que hace un rastreo referencial.

Se subdivide en el AUC (“Authentication Center”) centro de autenticación, en el cual se maneja la seguridad de los datos para verificar la autenticidad del suscriptor.

Igualmente se tiene el EIR (“Equipment Identity Register”), donde se almacenan los datos de los equipos móviles o datos **relacionados con los mismos.**

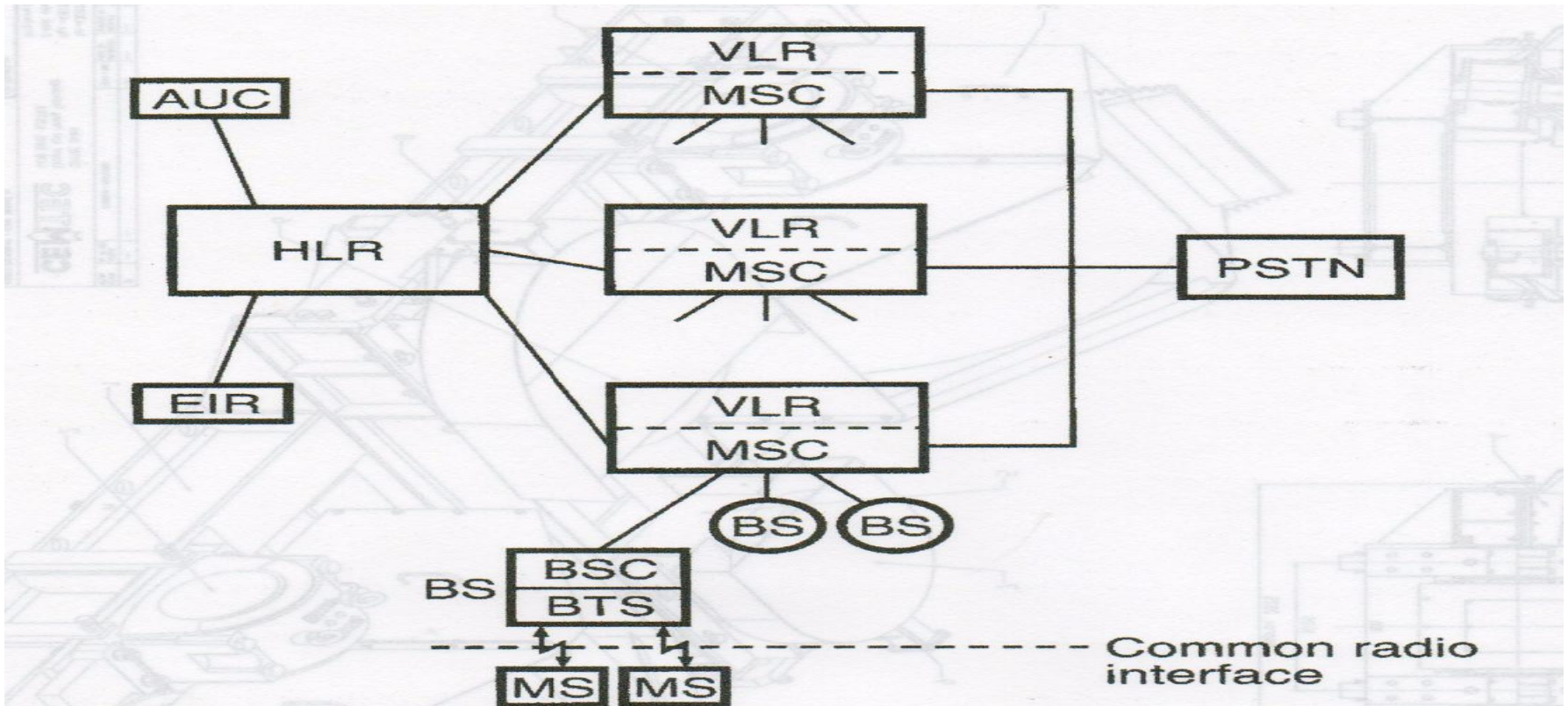
# Arquitectura TDMA

- VLR (“Visitor Location Register”). Registro de localización o ubicación de suscriptores. Se enlaza con uno o más MSC, almacena temporalmente datos de subscripción servidos por la MSC que le corresponde, manteniendo una información más detallada que la del HLR.

Un ejemplo es el almacenar información de ubicación de suscriptor más actualizada que la que yace en el HLR.



# Arquitectura TDMA



VLR: Visitor location registration  
HLR: Home location registration  
BS: Base station  
AUC: Authentication center  
EIR: Equipment identity register  
BSC: Base station controller  
BTS: Base transceiver station

# Arquitectura TDMA

Hubo dos fases en el desarrollo TDMA:

Primera fase: Compartir comúnmente los 21 canales de control (“set-up channels”) utilizados por AMPS, solamente para voz. Ambas opciones estaban construidas en la misma unidad. El Handoff debía tener en cuenta lo siguiente:

1. Celda AMPS a celda AMPS
2. Celda TDMA a celda TDMA
3. Celda AMPS a celda TDMA
4. Celda TDMA a celda AMPS

Segunda fase: (1) Generar nuevos canales de configuración (estaban en la banda de voz) para acceder canales de voz TDMA, de manera que una unidad individual pueda proveerse y (2)

Especificar un protocolo de señalización de servicio de datos para la transmisión de los mismos.

# Arquitectura TDMA

Segunda fase:

1.- ) Generar nuevos canales de Set Up (estaban en la banda de voz) para acceder canales de voz TDMA, de manera que los estados de monitoreo pudieran proveerse.

2.- ) Especificar un protocolo de señalización de servicio de datos para la transmisión de los mismos.

# Arquitectura TDMA

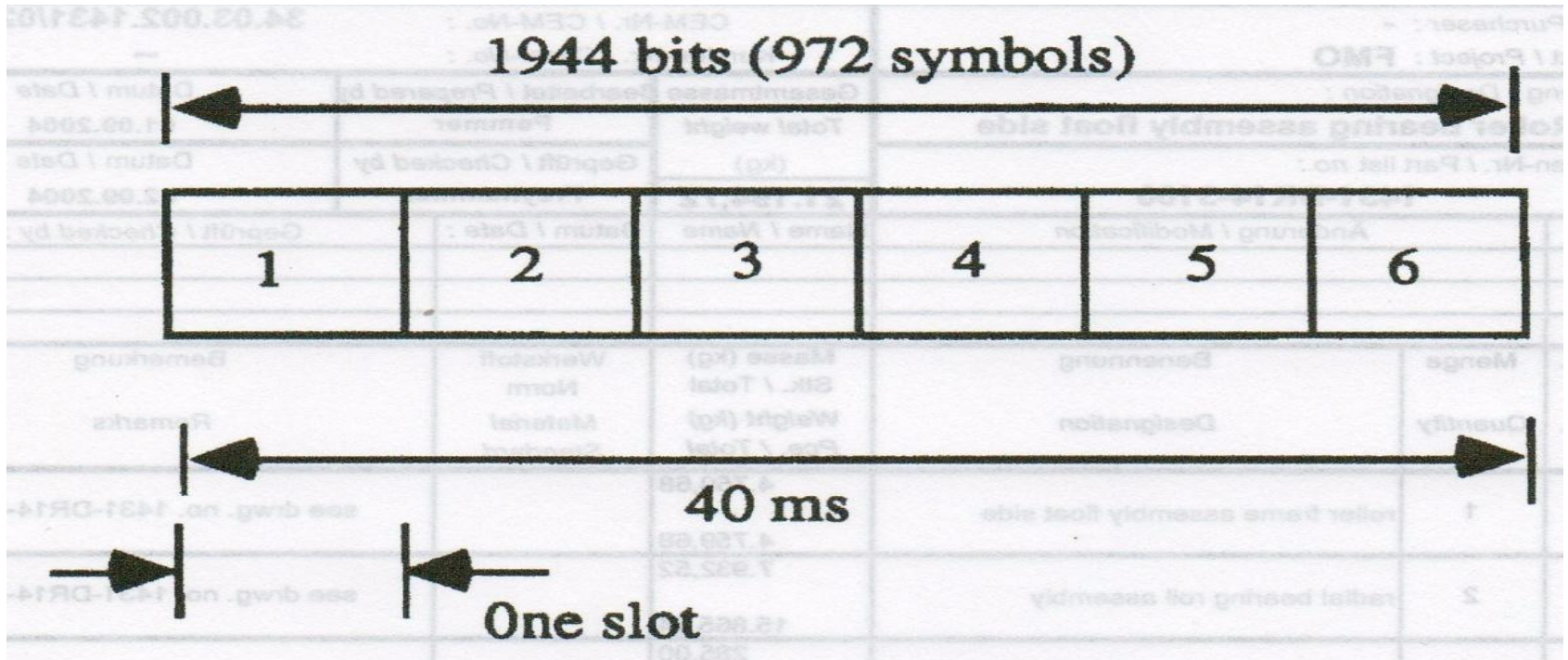
- **Transmisión y modulación:**

1. Estructura TDMA (canales digitales). Los canales de configuración son canales analógicos compartidos con el sistema AMPS. Un canal digital TDMA de 30 KHz contiene 25 tramas por segundo. Cada trama es de 40 ms de longitud y tiene 6 ranuras de tiempo. Cada ranura es de 6,66 ms longitud. Una trama contiene 1944 bits (972 símbolos)

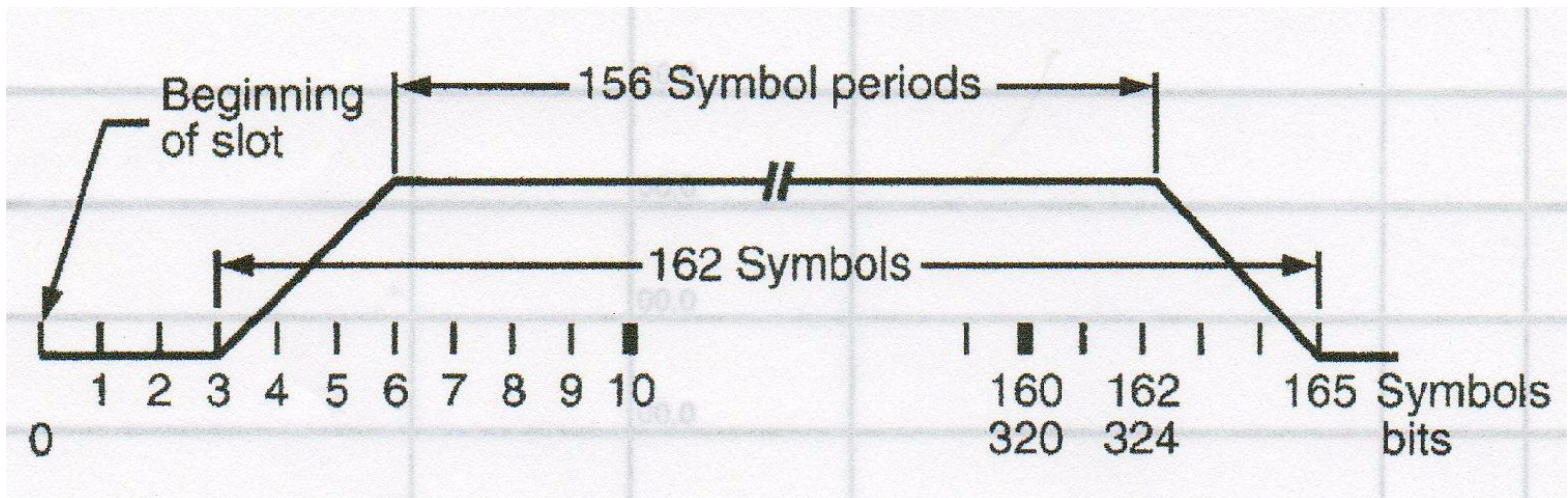
Una ranura contiene 324 bits (162 símbolos) y la duración entre los bits es de 20,57  $\mu$ s. Por lo tanto, un canal de radio se transmite a 48,6 Kbps pero solamente 24.000 símbolos x seg en un enlace de radio.

# Arquitectura TDMA

Cada trama consiste de seis (6) ranuras Time Slots. El máximo efecto sobre la señal para una forward time slot es la mitad del período de símbolo completo y para un reverse time slot es de 6 períodos de símbolos.







Longitud de la trama:

Se tienen dos longitudes, la proporción completa y la media. Cada canal de tráfico de proporción completa debe usar dos ranuras espaciadas igualmente en el tiempo.

# Arquitectura TDMA

Canal 1 usa ranuras 1 y 4.

Canal 2 usa ranuras 2 y 5.

Canal 3 usa ranuras 3 y 6.

Cada canal de tráfico de proporción media usa una sola ranura de la trama:

Canal 1 usa ranura 1

Canal 2 usa ranura 2

Canal 3 usa ranura 3

# Arquitectura TDMA

Canal 4 usa ranura 4.

Canal 5 usa ranura 5.

Canal 6 usa ranura 6.

Desviación de trama:

En el móvil, la desviación entre la temporización de las tramas inversa y en adelante (sin tiempo avanzado aplicado), es:

Trama en adelante = trama inversa + (1 ranura de tiempo + 44 símbolos) = trama inversa + 206 símbolos



# Arquitectura TDMA

Temporización en la modulación:

Dentro de un forward time slot, el primer símbolo modulado correspondiente a la palabra de sincronización que usa el móvil debe tener efecto máximo en la señal (156 símbolos) transmitida desde la base, un período de medio símbolo (1 bit) después de comenzar la ranura.

Dentro de un Reverse time slot, el primer símbolo modulado tiene máximo efecto en la señal transmitida desde el móvil 6 períodos de tiempo después de comienzo de la ranura inversa.

# Arquitectura TDMA

Nivel de potencia:

En adición a los 8 niveles del AMPS, se tienen tres más para completar 11 niveles de potencia. En la condición “portadora apagada”, la potencia de salida de la antena de transmisión debe caer 0 dB dentro de 2 msgs.

Con portadora encendida, la salida debe estar dentro de los 3 dB del nivel especificado.



# Arquitectura TDMA

Mobile Station Power Level (PL)	Mobile Attenuation Code (MAC)	Nominal Effective Radiated Power, dBW, for Mobile Station Power Class							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0	000	6	2	-2	-2	*	*	*	*
1	001	2	2	-2	-2	*	*	*	*
2	010	-2	-2	-2	-2	*	*	*	*
3	011	-6	-6	-6	-6	*	*	*	*
4	100	-10	-10	-10	-10	*	*	*	*
5	101	-14	-14	-14	-14	*	*	*	*
6	110	-18	-18	-18	-18	*	*	*	*
7	111	-22	-22	-22	-22	*	*	*	*
Dual-mode only									
8					-26 ± 3 dB	*	*	*	*
9					-30 ± 6 dB	*	*	*	*
10					-34 ± 9 dB	*	*	*	*



# Arquitectura TDMA

## SCM y SID:

La marca de clase de la estación (SCM) se debe almacenar en el móvil. Formalmente usaba en AMPS 3 bits para la identificación de la potencia máxima de los tres (3) tipos de móviles . Ahora el SCM utiliza 4 bits y puede identificar 11 diferentes niveles de potencia.



# Arquitectura TDMA

Power Class	Max. Power, dBm	Min. Power, dBm	Number of Power Levels	SCM	Transmission	SCM	Bandwidth	SCM
I	6	-22	0-7	0XX00	Continuous	XX0XX	20 MHz	X0XXX
II	2	-22	1-7	0XX01	Discontinuous	XX1XX	25 MHz	X1XXX
III	-2	-22	2-7	0XX10				
IV	-2	-34 ± 9 dB	2-10	0XX11				
V				1XX00				
VI				1XX01				
VII				1XX10				
VIII				1XX11				

# Arquitectura TDMA

## Codificación de conversación de Voz :

Se utiliza un codificador de voz llamado VSELP (“vector sum excited linear predictive”), el cual es una variación de un CELP (“code excited linear predictive”).

Tiene una tasa o proporción de muestreo de 7950 bps. La conversación se divide en dos (2) tramas, cada trama con una longitud de 20 msgs conteniendo 160 símbolos, éstas a su vez se dividen en muestras de 40 sub-tramas con longitudes de 5 msgs.

En el móvil, se convierte la conversación analógica en formato PCM uniforme.

# Arquitectura TDMA

(2) filtro paso-banda y (3) conversor analógico-digital.

el decodificador VSELP tiene dos (2) etapas, la primera es la generación de excitación de pulsos y la segunda una síntesis de la forma de onda de la conversación, uniendo las dos (2) se obtiene la calidad de la voz.

Los retardos debidos a la interface de aire entre la base y el móvil pueden exceder los 100 msg, midiéndose el control de eco que se hace necesario.

En el codificador de proporción media la trama de 20 msg puede contener hasta 80 símbolos.

# Señal RF TDMA

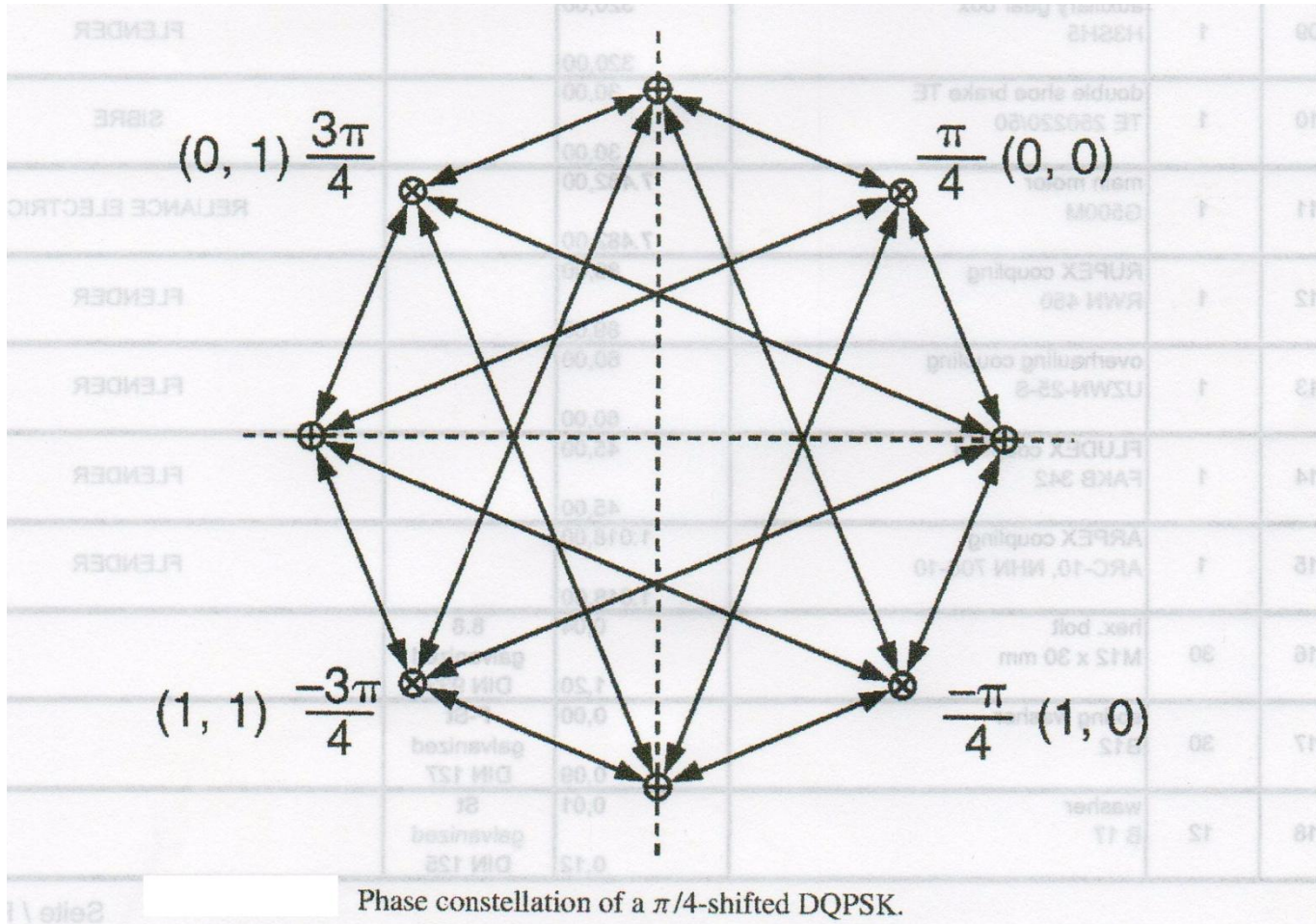
## **Modulación:**

Se depende de un codificador tipo DQPSK (“Differential Quadrature Phase Shift Keying”), con cambios de fase  $\pi/4$  alternativamente entre estados impares y pares.

Cada señal de fase representa un estado de dos (2) bits.



# Señal RF TDMA





# Canales en TDMA



# Canales en TDMA

## Canales en NA-TDMA:

Aquí no hay canales comunes, como se estila en GSM (a estudiar después). La configuración de llamadas digitales utiliza 21 canales de configuración compartidos con el sistema analógico.

## Supervisión del canal de voz digital:

- **FACCH.** Canal de control asociado rápido. Del tipo “blank and burst”, equivalente a un canal de señalización de mensajes de supervisión y control entre la base y el móvil.

Consiste de 260 bits y es utilizado principalmente para funciones de handoff.

# Canales en TDMA

- **SACCH:** Canal de control asociado lento. Es un canal de señalización que presenta doce (12) bits de código en cada ranura de tiempo transmitido siempre sobre el canal de tráfico si el mismo contiene voz o información del tipo FACCH.
- **MAHO.** Handoffs asistidos en el móvil. El móvil implementa mediciones de calidad de señal en dos tipos de canal:
  1. Mide el **RSSI** (indicador de nivel de señal recibida) y el **BER** del forward traffic channel durante la llamada.
  2. Mide el **RSSI** de cualquier canal RF que es identificado en un mensaje de orden de la medición enviado desde la estación base.

# Canales en TDMA

El MAHO consiste de tres (3) mensajes:

## 1. Arranque de orden de medición

- Mensaje orden de medición enviado desde la base al móvil.
- Mensaje reconocimiento de orden , desde el móvil a la base.

## 2. Parada de orden de medición

- Parar orden de medición, desde la base al móvil.
- Reconocimiento de orden, desde móvil a base.

## 3. Mensaje de calidad de canal (solo desde el móvil a la base)

# Canales en TDMA

El móvil transmite la información de calidad de señal sea en el SACCH o el FACCH, dependiendo si está en selección de transmisión discontinua (DTX) o no.

Si el DTX está en estado “high”, la transmisión es sobre el SACCH, si está en “low”, será sobre el FACCH.

# Canales en TDMA

## Acción del handoff:

Cuando se recibe el handoff el móvil es deseable se encuentre en estado DTX alto y permanezca así. Si está en DTX low, debe entrar en high y esperar 200 ms antes de actuar el handoff. El handoff en un canal digital de tráfico, como sigue:

1. Activa tono de señalización por 50 ms, lo apaga, apaga el transmisor que operaba en la frecuencia a cambiar.
2. Ajusta la potencia, se sintoniza al nuevo canal, fija el DVCC almacenado en el campo DVCC del mensaje recibido.

# Canales en TDMA

3. Fija transmisor y receptor a modo digital, fija proporción o rata de transmisión y recepción basado en la información del campo “tipo de mensaje”.
4. Fija la ranura de tiempo basado en el campo “tipo de mensaje”.
5. Fija el tiempo de desviación (offset) de alineación al valor basado en el campo “TA”.
6. Una vez se sincroniza el transmisor, se introduce la tarea de conversación en el canal digital de tráfico.



# Canales en TDMA

## Transmisión Discontinua en un Canal Digital de Tráfico:

Cuando están en DTX, los móviles pueden trabajar autónomamente entre dos niveles de potencia del transmisor: DTX alto y DTX bajo. En el primero la potencia del móvil está definida por el último valor almacenado de mensaje de orden de control desde la base.

En este estado, el CDVCC (código de color de verificación digital codificado) es enviado en todo momento, y se utiliza para distinguir el canal de tráfico actual de los co-canales.

# Canales en TDMA

La decodificación del CDVCC (12,8), produce el DVCCr, el cual se recibe y chequea contra el DVCCs (almacenado) para identificación.

Hay 255 códigos (2 a la 8 pero sin usar el 0). En DTX bajo, el transmisor permanece apagado y el CDVCC no se envía excepto para mensajes sobre el FACCH. Todo mensaje SACCH será enviado como un FACCH. Después de enviar todos los mensajes el transmisor vuelve a estado off.

# Canales en TDMA

## Autenticación:

Un PIN secreto se asigna a cada suscriptor, el móvil al recibir el mensaje global aleatorio, actualiza su variable RAND almacenada y que se utiliza para arrancar el algoritmo de autenticación AUTH1. El móvil utiliza su PIN, ESN y el MIN para calcular una respuesta al RAND en concordancia con el AUTH1.

Después el móvil responde al “page” transmitiendo su MIN, la salida del AUTH1, el RANDC (confirmación aleatoria) y el COUNT (parámetro histórico de llamadas).

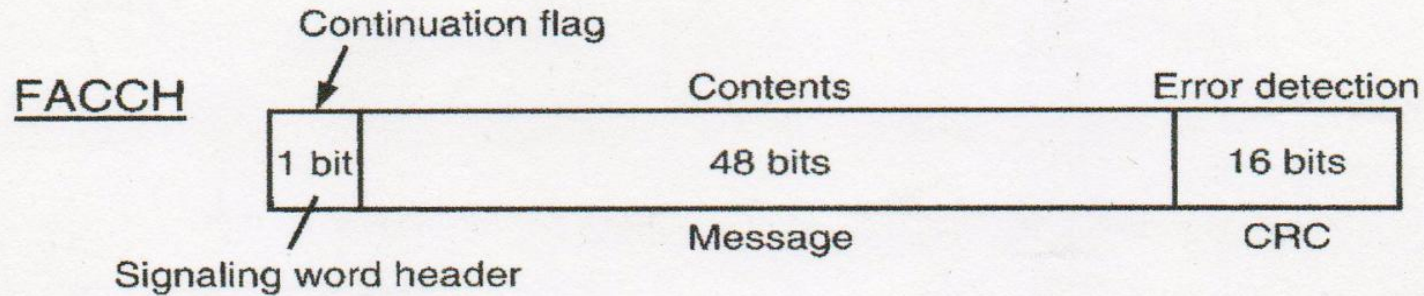
# Canales en TDMA

## Formato de Señalización:

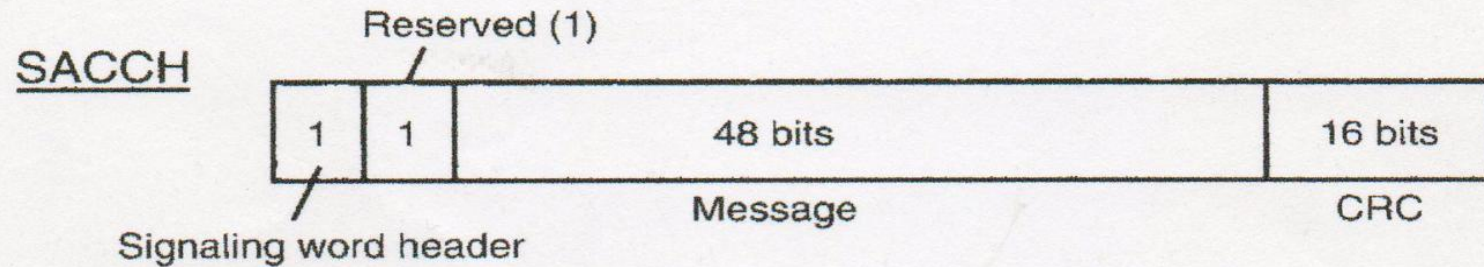
Formato de señalización en canales diferentes:

Un RDTC (canal inverso de tráfico digital) se utiliza para transportar y señalar información del usuario. El FDTC (canal en adelante de tráfico digital) tiene el mismo formato del RDTC. Se utilizan dos (2) canales de control, el SACCH que es continuo donde se establece igualmente el intercalado de bits y el FACCH que es del tipo “centelleo y ráfaga” (blank and burst).

# Canales en TDMA



- 0 First word
- 1 Subsequent word



Signaling formats of FACCH and SACCH.



# Sistema Móvil Celular TDMA