

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1073-1

**SISTEMAS CELULARES DIGITALES DE TELECOMUNICACIONES
MÓVILES TERRESTRES**

(Cuestión UIT-R 107/8)

(1994-1997)

Resumen

Esta Recomendación establece recomendaciones sobre las características técnicas y de explotación de los sistemas celulares digitales de telecomunicaciones móviles terrestres para uso internacional y regional. Mediante la recopilación y comparación de las características de los mismos, así como la provisión de las referencias asociadas, la Recomendación suministra a las administraciones directrices para la evaluación de distintos sistemas celulares en sus aplicaciones proyectadas.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se están utilizando señales digitales con diversos formatos para mejorar la eficacia de las comunicaciones del servicio móvil terrestre;
- b) que también deben examinarse los sistemas de transmisión digital que no son compatibles con los actuales sistemas móviles terrestres, incluyendo la transmisión de las señales vocales codificadas digitalmente;
- c) que actualmente se encuentran en explotación en varios países servicios telefónicos móviles, es decir, servicios abiertos a la correspondencia pública por medio de estaciones radioeléctricas conectadas a la red telefónica pública con conmutación (RTPC), y que su empleo se está extendiendo;
- d) que los diversos sistemas técnicos ya utilizados o propuestos para esos servicios no son necesariamente compatibles entre sí;
- e) que para la explotación internacional es necesaria la compatibilidad entre los sistemas;
- f) que para la explotación internacional es conveniente llegar a un acuerdo sobre los parámetros del sistema;
- g) la Recomendación N.º 310 de la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1979) (CAMR-79);
- h) la Cuestión UIT-R 52/8 sobre la integración de los servicios de radiocomunicaciones móviles en ondas métricas y decimétricas;
- j) la necesidad de mejorar la eficacia de utilización del espectro y, por ende, la capacidad de los sistemas por MHz y unidad de superficie;
- k) la necesidad de una estructura de sistema flexible, capaz de adecuar las inversiones en la red al crecimiento de los ingresos, de adaptarse rápidamente a los factores del entorno y de responder a las nuevas circunstancias en vez de limitar la innovación;
- l) la creciente importancia de los diversos tipos de servicios de datos y de telemática;
- m) la Cuestión UIT-R 101/8 sobre la transmisión vocal digitalizada y la Cuestión UIT-R 37/8 sobre sistemas celulares;
- n) la Recomendación UIT-R M.622 sobre sistemas celulares analógicos;
- o) las Recomendaciones UIT-T sobre los temas en estudio que revisten importancia para estos trabajos,

recomienda

que se adopten las siguientes características técnicas y operacionales de los sistemas celulares digitales de telecomunicaciones móviles terrestres (SDCTMT) para los sistemas destinados a la utilización internacional o regional:

1 Objetivos generales

Los objetivos generales de los SDCTMT son proporcionar:

- a los sistemas una elevada eficacia de utilización del espectro, acomodando con ello en el limitado espectro disponible a más usuarios que los actuales sistemas públicos analógicos celulares de telecomunicaciones móviles terrestres (SPACTMT);
- a los usuarios una amplia gama de servicios y medios técnicos, tanto vocales como no vocales, compatibles con los ofrecidos por las redes fijas públicas (RTPC, RDSI, RPD, etc.) y con acceso a las mismas;
- servicios y facilidades exclusivas a los sistemas móviles, incluidas las facilidades para la conmutación automática en el desplazamiento, la localización y la actualización de la posición de los usuarios móviles;
- a los usuarios una diversidad de estaciones móviles de acuerdo con sus necesidades, desde vehículos montados hasta estaciones portátiles con interfaces vocales y no vocales;
- servicios de elevada calidad e integridad a un coste económico;
- equipos móviles e infraestructura de coste, precio, dimensiones y potencia reducidos como consecuencia de la adopción del procesamiento digital y de la tecnología VLSI.

2 Tecnología digital

La tecnología digital se ha introducido en los SPACTMT en cinco sectores principales:

- modulación/demodulación radiodigital,
- codificación vocal digital,
- codificación del canal y procesamiento digital de señales,
- canales digitales de control y datos,
- secreto y autenticación.

3 Tipos de servicios

Los servicios básicos de telecomunicación ofrecidos por los SDCTMT se pueden dividir en dos tipos:

- servicios portadores, que dan al usuario la capacidad necesaria para transmitir las señales apropiadas entre ciertos puntos de acceso;
- teleservicios, que dan al usuario la capacidad plena, incluidas las funciones de equipo terminal, de comunicar con otros usuarios.

En asociación con los servicios básicos se dispone también de servicios suplementarios.

Los servicios que admiten los SDCTMT en cada una de estas categorías guardan relación con los ofrecidos por la RDSI, pero las limitaciones del canal radioeléctrico los reducen a los canales de velocidad binaria inferior (menos de 16 kbit/s). Todos los SDCTMT admiten algún servicio en cada categoría, pero la gama ofrecida varía según los sistemas.

3.1 Servicios portadores

Los servicios portadores ofrecidos son:

- servicio de datos síncronos, asíncronos y por paquetes a velocidades hasta un máximo de 9,6 kbit/s;
- capacidad digital ilimitada a velocidades binarias específicas (por lo general menos de 16 kbit/s).

En general no es posible la conexión de módems de banda vocal al trayecto vocal de las estaciones móviles. A través de los servicios portadores enumerados más arriba se puede proporcionar un servicio equivalente al ofrecido por la utilización de los módems de banda vocal en la RPTC o en la RDSI.

3.2 Teleservicios

Todos los SDCTMT admiten teleservicios de telefonía y facsímil. Algunos amplían la oferta de teleservicios con la inclusión del videotex, teletex, etc.

3.3 Servicios suplementarios

La gama de servicios suplementarios que admiten los SDCTMT varía en función del sistema y de su configuración particular.

4 Arquitectura común de todos los sistemas digitales

4.1 Distribución de las estaciones de base

La distribución geográfica de las estaciones de base se organiza en torno a dos tipos de estructuras:

- estructuras de células regulares que utilizan antenas omnidireccionales y
- estructuras de células sectoriales que utilizan antenas direccionales.

4.2 Diseño de los canales

Para los SDCTMT se definen dos categorías básicas de canales:

- canales de tráfico (CT) que se utilizan para transmisión de voz y datos (es decir, servicios portadores y teleservicios);
- canales de control (CC) que se utilizan a fines de señalización y control, incluida la transferencia.

Los CC se subdividen a su vez en tres grandes tipos:

- canales de control común (CCC) que se utilizan para radiobúsqueda, acceso aleatorio, etc.;
- canales de control de radiodifusión (CCR), que se utilizan para mensajes de radiodifusión y de sincronización y para corrección de frecuencia;
- canales de control asociados (CCA), que a su vez se pueden dividir en lentos y rápidos y proporcionan funciones de control y señalización a usuarios individuales.

Algunos sistemas pueden definir también otros tipos de canales de control para aplicaciones particulares (por ejemplo, los canales de control específicos autónomos).

La terminología básica de algunos de estos canales de control puede verse en las Recomendaciones de la Serie UIT-T Q.1000.

4.3 Arquitectura de la red y asignación de funciones

La Fig. 1 muestra la arquitectura básica de un sistema SDCTMT, incluidos los principales componentes funcionales. Los protocolos de comunicación se especifican de conformidad con el modelo ISA de 7 capas, en tanto que la interfaz entre los centros móviles de conmutación (CMC) y las interfaces con la RDSI, la RPTC y la RPD se especifican de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T. El plan de numeración sigue también las Recomendaciones UIT-T.

5 Sistemas que se están instalando o planificados

Las características generales de los sistemas figuran en el Anexo 1. Los Anexos 2 a 8 ofrecen descripciones generales de sistemas específicos.

CUADRO 1
Parámetros fundamentales

Características	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	América del Norte D-AMPS (800 MHz 1,8 GHz)	América del Norte AMDC (800 MHz 1,8 GHz)	Japón PDC	AMDC/AMDT compuesto	PCAS con licencia	AMDC y banda ancha
Clase de emisión							
– Canales de tráfico	271KF7W	40K0G7WDT	1250K0B1W	32K0G7WDE	5000KF7W	300KF7W	5000K0B1W
– Canales de control	271KF7W	40K0G1D	1250K0B1W	32K0G1D	5000KF7W	300KF7W	5000K0B1W
Bandas de frecuencias de transmisión (MHz)							
– Estaciones de base	935-960 (GSM) 1 805-1 880 (DCS) 1 930 -1 990 (PCS)	869-894 (800 MHz) 1 930-1 990 (1,8 GHz)	869-894 (800 MHz) 1 930-1 990 (1,8 GHz)	810-826 1 477-1 501	1 850-1 990	1 930-1 990	1 930-1 990
– Estaciones móviles	890-915 (GSM) 1 710-1 785 (DCS) 1 850-1 910 (PCS)	824-849 (800 MHz) 1 850-1 910 (1,8 GHz)	824-849 (800 MHz) 1 850-1 910 (1,8 GHz)	940-956 1 429-1 453	1 850-1 990	1 850-1 910	1 850-1 910
Separación de dúplex (MHz)	45 (GSM) 95 (DCS) 80 (PCS)	45 (800 MHz) 80 (1,8 GHz)	45 (800 MHz) 80 (1,8 GHz)	130 (0,9 GHz) 48 (1,5 GHz)	0	80	80
Separación entre portadoras RF (kHz)	200	30	1 250	25 Entrelazado 50	5 000	300 Entrelazado 100 kHz	5 000
Número total de canales RF dúplex	124 (GSM) 374 (DCS) 299 (PCS)	832 (800 MHz) 1 985(1,8 GHz)	20 (800 MHz) 47 (1,8 GHz)	640 (0,9 GHz) 960 (1,5 GHz)	28	256	12
p.r.a. máxima de la estación de base (W)							
– Valor de cresta de la portadora	300 (GSM) 20 (DCS) 1 000 (PCS)	300 (800 MHz) 1 000 (1,8 GHz)	No especificado (800 MHz) 1 034 (1,8 GHz)	No especificado	No especificado	0,8	No especificado

CUADRO 1 (Continuación)

Características	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	América del Norte D-AMPS (800 MHz 1,8 GHz)	América del Norte AMDC (800 MHz 1,8 GHz)	Japón PDC	AMDC/AMDT compuesto	PCAS con licencia	AMDC y banda ancha
Potencia de transmisión nominal de la estación móvil (W)	8, 1,0 (GSM)	9, 3	0,2, 0,01	3	0,6, 0,0093	0,2, 0,025	-, 0,25
Valor de cresta, valor medio	1, 0,125 (DCS/PCS) 5, 0,625 (GSM) 0,25, 0,031 (DCS/PCS) 2, 0,25 (GSM) 0,8, 0,1 (GSM) 2, 0,25 (PCS)	0,006, 0,0004 4,8, 1,6 1,0, 0,6, 0,33, 0,002 1,8, 0,6 Por definir		2 0,8 0,3			
Radio de la célula (km)							
– Mínimo	0,5	0,5	No especificado	0,5	0,1	< 0,1	No especificado
– Máximo	35	20	50	20 (hasta 60)	10	1,6	20
Método de acceso	AMDT	AMDT	AMDC	AMDT	AMDT/AMDC	AMDT	AMDC
Canales de tráfico/portadora RF							
– Inicial	8	3	61	3	32	8	125
– Capacidad proyectada	16	6	122	6	64	32	253
Modulación	MDM Gaussiano (ST = 0,3)	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$ (caída = 0,35)	MDP-4 (dispersión) MDP-2 (salida) Ortogonal-64 (entrada)	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$ (caída = 0,5) Filtro Nyquist de raíz)	SEQAM	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$	MDP-4 (modulación de datos) MDP-2 (ensanchamiento)
Velocidad de transmisión (kbit/s)	270,833	48,6	9,6 ó 14,4 por canal hasta 921,6 por portadora	42	781,25	384	64

CUADRO 1 (Continuación)

Características	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	América del Norte D-AMPS (800 MHz 1,8 GHz)	América del Norte AMDC (800 MHz 1,8 GHz)	Japón PDC	AMDC/AMDT compuesto	PCAS con licencia	AMDC y banda ancha
Estructura del canal de tráfico							
– Códec vocal de velocidad completa							
– Velocidad binaria (kbit/s)	13	8	8,55 ó 13,3 máximo	6,7	8	32	32
– Protección contra errores	FEC a 9,8 kbit/s + procesamiento de las palabras	FEC a 5 kbit/s			CRC	CRC de 15 bits con detección de errores	Ninguna
– Algoritmo de codificación	RPE-LTP	VSELP	CELP velocidad variable	VSELP		G.726 (MICDA)	MICDA (COM101+)
– Códec vocal de velocidad completa perfeccionado							
– Velocidad binaria (kbit/s)	13						
– Protección de errores	FEC, CRC con detección y sustitución de trama						
– Algoritmo de codificación	ACELP						
– Códec vocal de velocidad mitad							
– Inicial	Sí	Por definir	No	Sí	No	TBD	LD-CELP
– Velocidad binaria (kbit/s)	5,6			3,45			
– Protección de errores							
– Algoritmo de codificación	VSELP			PSI-CELP			
– Futura		Sí	Sí		Sí	Sí	Sí
– Datos							
– Velocidad neta inicial (kbit/s)	Hasta 9,6	2,4, 4,8, 9,6 hasta 28,8	Hasta 13,3	2,4, 4,8	8	32	Hasta 64
– Otras velocidades (kbit/s)	Hasta 12	Por definir	Por definir	Hasta 9,6	512	256	

CUADRO 1 (Continuación)

Características	GSM 900/ DCS 1 800/ PCS 1 900	América del Norte D-AMPS (800 MHz 1,8 GHz)	América del Norte AMDC (800 MHz 1,8 GHz)	Japón PDC	AMDC/AMDT compuesto	PCAS con licencia	AMDC y banda ancha
Codificación del canal	Código convolucional de relación ½ con entrelazado más detección de errores	Código convolucional de relación ½	Código convolucional con entrelazados y detección de errores. Relación ½ ó ¾ de salida, ⅓ ó ½ de entrada	Código convolu- cional de relación ⅓ en velocidad completa y código convolucional de relación ½ en velocidad mitad con entrelazado de intervalos y detección de errores (canal de tráfico de conversación)	CRC con ensanchamiento de espectro de secuencia directa	CRC de 15 bits con detección de errores	Código convolucional con entrelazado de 5 ms (opcional de 10/20 ms)
Estructura del canal de control							
– Canal de control común	Sí (3)	Compartido con el AMPS Sí (3)	Sí (configurable)	Sí	Sí	Sí	Sí
– Canal de control asociado	Rápido y lento	Rápido y lento	Ráfaga incrustada	Rápido y lento	Sí	Lento y rápido	Sí
– Canal de control de difusión	Sí (3)	Sí	Sí (configurable)	Sí	Sí	Sí	Sí
Capacidad de ecualización de la dispersión (µs)	20	60 41,2	Receptor «Rake» (dispersión limitada por la reutilización del código)	(1)	No se requiere ecualizador, no se especifica dispersión de retardo	No se requiere ecualizador, no se especifica dispersión de retardo	Receptor Rake
Traspaso							
– Asistido por la estación móvil	Sí	Sí	Sí	Sí	Móvil dirigido en lugar de móvil asistido	Móvil dirigido en lugar de móvil asistido	Sí
– Capacidad intersistema para el sistema analógico existente	No	Entre el sistema digital y el AMPS	Sí, AMDC (ambas, 800 MHz y 1,8 GHz) a AMPS y AMPS-N	No	No	No	No
Capacidad de itinerancia internacional	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Capacidad para múltiples entidades de explotación del sistema en una misma zona	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

(1) No se requiere ecualizador; no obstante, está disponible como opción para determinados entornos de propagación. No se especifica la dispersión de retardo.

ANEXO 2

Descripción general del sistema GSM**1 Introducción**

Las características del sistema GSM que son comunes a la mayoría de los sistemas celulares digitales pueden encontrarse en el Anexo 1 precedente. En este Anexo, por consiguiente, sólo se indican los aspectos peculiares del sistema GSM y, de hecho, únicamente ciertas partes de los mismos.

La motivación del sistema GSM fue su carácter internacional, al disponerse en todos los países interesados de bandas de frecuencias prácticamente «libres». Esta situación ofrecía una oportunidad excepcional de optimizar la utilización de las nuevas tecnologías y por consiguiente la eficacia de espectro, con un número de condicionamientos bastante limitado. Era posible, pues, una concepción sumamente perfeccionada del sistema radioeléctrico.

El sistema GSM es aplicable en la banda de 900 MHz (GSM 900), en la de 1 800 MHz (DCS 1 800) y en la banda 1 900 MHz (PCS 1 900). En la lista de Referencias Bibliográficas Generales figuran informaciones detalladas y completas del ETSI sobre las especificaciones de sistema GSM.

2 Servicios

Al elaborar la norma GSM se especificaron con detalle la realización práctica de cada servicio así como los mecanismos de interfuncionamiento necesarios, con el objeto de ofrecer pleno acceso a los servicios durante la itinerancia y de reducir al mínimo la complejidad de la estación móvil.

2.1 Servicios portadores

Los servicios portadores que ofrece la RMTTP GSM comprenden servicios de datos transparentes y no transparentes en modo circuito así como en modo paquete, hasta la velocidad neta de transmisión de datos de 12 kbit/s.

2.2 Teleservicios

Entre los principales teleservicios que admite el sistema GSM están los siguientes:

- conversación, es decir, telefonía y llamadas de emergencia;
- servicio de mensajes cortos;
- acceso a sistema de tratamiento de mensajes de datos;
- videotex;
- facsímil.

2.3 Servicios suplementarios

Los servicios suplementarios que ofrecen las entidades de explotación del GSM pueden dividirse en cuatro grupos:

- reenvío de llamada;
- llamada completada;
- indicación de tasa;
- restricción de llamada.

2.4 Aspectos relacionados con la seguridad

Además de ofrecer un amplio espectro de servicios, el sistema GSM ha sido también concebido para ofrecer un alto grado de seguridad; se han previsto medidas de seguridad para proteger el acceso a los servicios y el secreto de la información relacionada con el usuario. El sistema GSM cuenta con las siguientes características de seguridad:

- *identidad confidencial del abonado*: garantiza que no se pueda revelar la identidad del abonado móvil internacional (IAMI);
- *autenticación de la identidad del abonado*: verifica que la identidad de abonado enviada por la estación móvil es la pretendida (no duplicada o despersonalizada);

- *datos confidenciales del usuario*: garantiza que ninguna entidad no autorizada pueda revelar los datos del usuario, incluida la palabra, transferidos por el trayecto radioeléctrico;
- *elemento de información de señalización confidencial*: propiedad consistente en asegurar que un determinado elemento de la información de señalización (identidades del abonado y del equipo, números de la guía de abonados) intercambiado por el trayecto radioeléctrico no pueda ser utilizado por personas o entidades no autorizadas.

La IAMI es la información que identifica al abonado en forma unívoca, y tiene que estar presente y ser válida para que la estación móvil pueda funcionar.

Cada estación móvil tiene una identidad única que será llevada a efecto por el fabricante: la identidad de equipo móvil internacional (IEMI).

Las funciones de seguridad para la autenticación de la información relacionada con el abonado, así como todos los procesos en que interviene la clave de autenticación, están contenidos en un elemento desenchufable de la estación móvil que se denomina módulo de identidad de abonado (MIA).

3 Descripción general del sistema

El sistema GSM ha sido normalizado por las administraciones, organizaciones de explotación y fabricantes de más de 16 países europeos y de otros países en todo el mundo con el objeto de ofrecer pleno acceso al servicio a estaciones móviles itinerantes en el plano internacional. La norma del sistema GSM se describe en términos de sus interfaces y entidades funcionales.

Dos interfaces son obligatorias: la interfaz radioeléctrica (Um) y la interfaz «A» entre el centro de conmutación de servicios móviles (CCM) y el sistema de la estación de base (SEB). Se procede a especificar actualmente otra interfaz más, la «A-bis» dentro del SEB, pero su utilización no es obligatoria.

La arquitectura funcional está ilustrada en la Fig. 2, que muestra:

- el CCM, el registro de posición propio (RPP) y el registro de posición visitado (RPV), donde se efectúan las funciones de ratificación y conmutación;
- el SEB, que comprende el controlador de estación de base (CEB) y los transceptores de estación de base;
- el centro de operaciones y mantenimiento (COM); y
- la estación móvil (EM).

La PAM es la parte de aplicación móvil del Sistema de señalización N.º 7 del UIT-T, especificada con el objeto de permitir el encaminamiento de llamadas hacia EM que han itinerado a zonas de CCM diferentes o a redes distintas.

El CCM, el RPP y el RPV llevan a efecto el interfuncionamiento con las redes conexas, así como el control de la llamada y la encriptación de la señalización y de las señales vocales y de datos del usuario. Estas funciones incluyen también la autenticación del usuario móvil, la actualización de la posición cuando se produce itinerancia y la radiobúsqueda de la estación móvil para avisar de llamadas entrantes.

El SEM efectúa las funciones de gestión del canal radioeléctrico, que comprenden la administración de las configuraciones del canal, las atribuciones de radiocanales y la supervisión del enlace, la programación de los mensajes en los canales de difusión, la elección de las secuencias de salto de frecuencia cuando es necesario, y el control de la potencia.

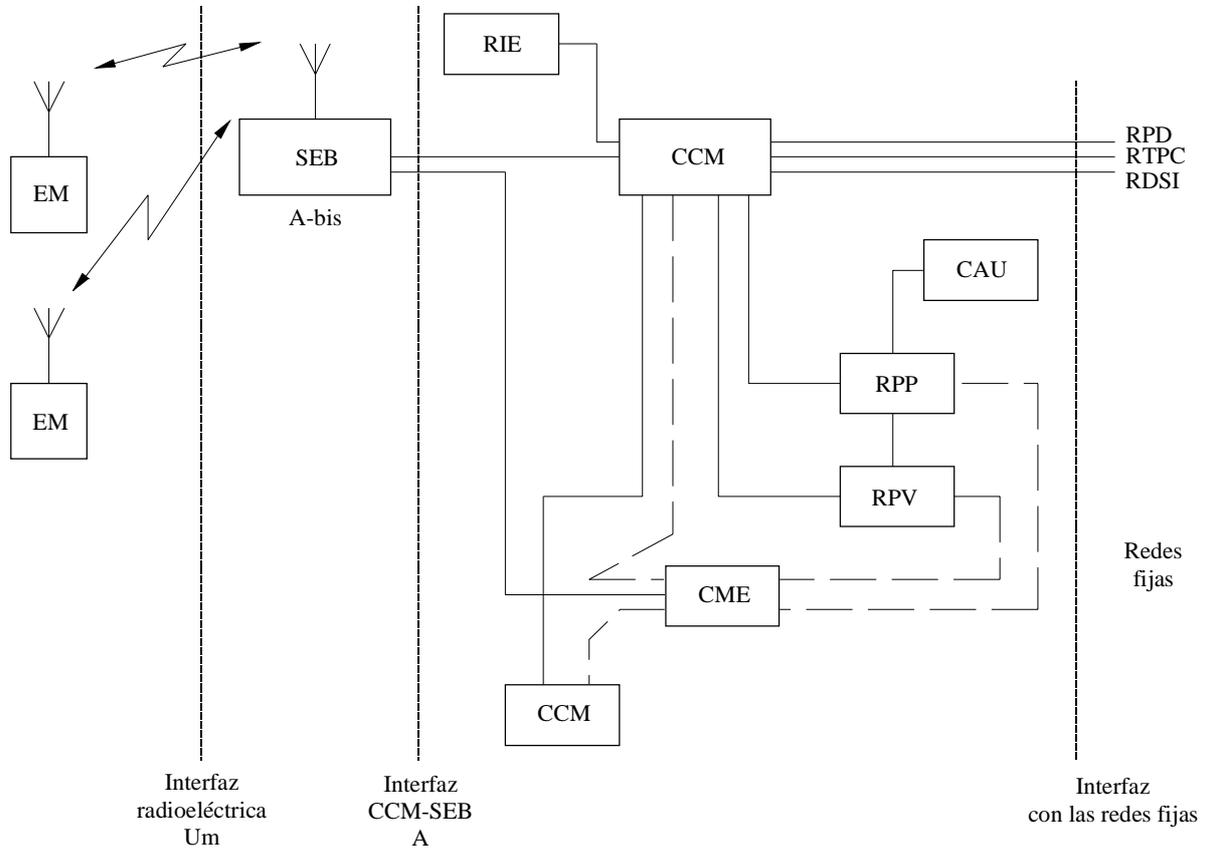
4 Características técnicas del sistema radioeléctrico

Estas características se especifican en las Series 05 y 06 de Recomendaciones del GSM y en PCS 1900 ANSI Standard J-STD-007, Volúmenes 1 y 3.

4.1 Requisitos del equipo RF

Según la Recomendación 05.05 del GSM y en PCS 1900 ANSI Standard J-STD-007, Volúmenes 1 y 3.

FIGURA 2
Arquitectura del sistema GSM 01.02



- CAU: centro de autenticación
- CCM: centro de conmutación de servicios móviles
- CME: centro de mantenimiento y explotación
- EM: estación móvil
- RIE: registro de identidad del equipo
- RPP: registro de posición propio
- RPV: registro de posición visitado
- SEB: sistema de estación de base

- Conexión física
- - Relaciones lógicas

4.2 Separación entre portadoras

La separación entre portadoras de 200 kHz proporciona al menos una selectividad de canal adyacente de RF de 18 dB dentro del sistema. La separación del segundo canal adyacente de RF de 400 kHz proporciona, como mínimo, una selectividad de 50 dB dentro del sistema. La selectividad correspondiente del tercer canal adyacente de RF es como mínimo 58 dB.

Una característica posible es la técnica de salto de frecuencia.

4.3 Clase de emisión

271KF7W según el número 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones, con modulación por desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (MDM G ($BT = 0,3$)) y una velocidad de modulación de 270,83 kbit/s por portadora, y empleando acceso múltiple por división de tiempo (AMDT) para ocho canales físicos básicos.

4.4 Estructura de la célula y reutilización de portadoras

Es posible utilizar células grandes (hasta una distancia estación de base-estación móvil de 35 km) en zonas rurales, así como células pequeñas (diámetro mínimo de 1 km) en zonas urbanas.

También es posible la explotación con célula ampliada, hasta una distancia estación de base-estación móvil de 120 km.

En zonas con grandes crestas de densidad de tráfico (por ejemplo, centros de ciudades) es posible establecer una estructura de célula sectorial por medio de antenas direccionales, con una concentración de canales en la zona de cresta de tráfico.

El sistema admite relaciones de protección cocanal aceptables de $C/I = 9$ dB, lo que permite una reutilización que corresponde a una agrupación de 9 células (esquema de reutilización de 3 células con tres sectores por célula).

La sensibilidad del receptor, que es similar a la de los sistemas analógicos existentes, permite que la potencia media emitida por los transmisores sea inferior en 9 dB a la de los sistemas analógicos corrientes, cuando los requisitos en materia de tamaño máximo de la célula son iguales y se utilizan los mismos dispositivos de RF.

4.5 Intervalos de tiempo y tramas AMDT

Se envía una ráfaga que contiene 148 bits, correspondiente a 114 bits codificados, en un intervalo de tiempo cuya duración es de 0,577 ms. Se utiliza un conjunto de 8 intervalos de tiempo para establecer una trama AMDT que contiene 8 canales físicos básicos. A cada canal físico se hacen corresponder canales lógicos, es decir, canales de tráfico y canales de control.

La información útil se distribuye entre los intervalos de tiempo de manera tal que sea posible el restablecimiento tras una pérdida total de algunos de los intervalos de tiempo.

Se han definido dos estructuras de multitrama: una que consta de 26 tramas AMDT (con un intervalo de recurrencia de 120 ms) para los canales de tráfico y sus canales de control asociados, y otra constituida por 51 tramas AMDT (intervalo de recurrencia de 236 ms) para los demás canales de control.

4.6 Canales de tráfico

4.6.1 Canales de tráfico de velocidad completa y de velocidad mitad

El sistema puede admitir canales de tráfico tanto de velocidad completa como de velocidad mitad, correspondientes respectivamente a las velocidades binarias brutas de 22,8 y 11,4 kbit/s. El canal de velocidad mitad se obtiene utilizando la mitad de los intervalos de tiempo que emplea el canal de velocidad completa. Por tanto, una portadora proporciona hasta 8 canales de tráfico de velocidad completa o 16 de velocidad mitad (o una combinación de ambos) con sus respectivos canales de control asociados.

4.6.2 Canales de tráfico vocal

Se han definido en la norma GSM el códec vocal de velocidad completa y los correspondientes mecanismos de corrección y detección de errores. Las tramas vocales de 20 ms compuestas de 260 bits cada una proporcionan una

velocidad binaria neta de 13 kbit/s. El método de codificación, «codificación con predicción lineal excitada por impulso regular con predicción a largo plazo (RPE-LTP)» asegura una inmunidad contra los errores de transmisión y ofrece una calidad cercana a la de la RTPC, a la vez que requiere una velocidad binaria limitada.

Se han especificado esquemas de corrección de errores (mediante un código convolucional de relación 1/2) y de entrelazado a fin de proteger en forma selectiva los bits más importantes de la trama vocal (70% de los bits). Además, se ha previsto un mecanismo de detección de errores, con técnicas de extrapolación descritas y/o recomendadas, a fin de reducir al mínimo la degradación de la calidad vocal debida a la recepción incorrecta de tramas vocales. En el sistema GSM se especifica también la utilización de detectores de actividad vocal. Pueden encontrarse otros detalles en la norma GSM.

En el PCS 1900, se ha definido un códec de velocidad completa mejorado que proporciona una calidad de audio próxima a la de la línea filar en condiciones sin error. La mensajería del PCS 1900 también admite la posibilidad de múltiples códecs.

4.6.3 Canales de tráfico de datos

Mediante diferentes adaptaciones de la velocidad y esquemas de codificación y entrelazado de canales pueden prestarse servicios de datos transparentes y no transparentes de hasta 9,6 kbit/s en canales de velocidad completa y/o de velocidad mitad.

También se prestan servicios portadores digitales sin restricciones con una velocidad binaria neta de 12 kbit/s.

4.6.4 Transmisión discontinua

Cuando es posible, todos los canales de tráfico pueden utilizar transmisión discontinua (es decir, el transmisor queda en silencio cuando no hay información para transmitir). En el caso de la transmisión vocal, ello es posible gracias a la especificación de detectores de actividad vocal.

Esta característica, combinada con la técnica de salto de frecuencia que crea una diversidad en materia de fuentes de interferencia, hará aumentar la capacidad del sistema, y también prolongará la vida de las baterías de las estaciones portátiles.

4.7 Canales de control

Se han definido tres categorías de canales de control: de difusión, común y especializados.

4.7.1 Canales de difusión

Los canales de difusión se dividen en canales de corrección de frecuencia, de sincronización y de control de difusión.

4.7.2 Canales de control común

Los canales de control común se dividen en canales de radiobúsqueda, acceso aleatorio y concesión de acceso.

4.7.3 Canales de control dedicados

Los canales de control dedicados se dividen en canales de control asociados lentos y rápidos y en canales de control especializados independientes, con sus canales de control asociados. Dentro de esta categoría se define asimismo un canal de difusión de célula para transportar mensajes breves para el servicio de difusión de célula.

El servicio de mensajes cortos, llamadas punto a punto con origen o destino en la estación móvil, se presta por medio del canal de control especializado independiente o por los canales de control lentos asociados.

5 Características de explotación

5.1 Selección de célula

Cuando se encuentra en el modo reposo, la estación móvil está vinculada a una célula desde la cual puede decodificar fiablemente los datos del enlace descendente y con la cual tiene una elevada probabilidad de comunicar en el enlace ascendente.

La condición para efectuar la selección de célula se basa en criterios de pérdida de propagación del trayecto. Si no se cumplen estos criterios o la estación móvil es incapaz de decodificar los bloques de radiobúsqueda o falla en el intento de acceder al enlace ascendente, dicha estación móvil inicia un proceso de reelección.

5.2 Actualización de la posición (desplazamiento)

El desplazamiento se lleva a cabo de acuerdo con la Recomendación UIT-R M.624.

La estación móvil evalúa la señal recibida y la codificación, e inicia cuando sea necesario el procedimiento de la actualización de la posición.

La localización de abonados itinerantes es posible entre centros de conmutación de servicios móviles (CCM), así como entre países.

5.3 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación están estructurados según el modelo de ISA y se especifican en las Recomendaciones del GSM.

La capa de red se divide en tres subcapas: control de la llamada, gestión del terminal móvil y gestión de recursos radioeléctricos.

La capa de enlace se basa en protocolos LAPD y hace uso de los canales de control. Los mensajes entre las entidades pares de la capa de red se codifican en la fuente con 23 octetos, es decir 184 bits.

5.4 Establecimiento de la llamada

5.4.1 Establecimiento de la llamada originada en el móvil

El procedimiento se inicia en el canal de acceso aleatorio para establecer un recurso radioeléctrico. A continuación se efectúa la autenticación en la subcapa de gestión del terminal móvil. Una vez confirmado el envío de cifras y la asignación, se confirma el establecimiento de la llamada en la subcapa de control de la llamada.

5.4.2 Establecimiento de la llamada terminada en el móvil

Cuando la red concluye el proceso de radiobúsqueda, se sigue el mismo procedimiento que el indicado en el § 5.4.1 anterior.

5.5 Traspaso

Es necesario efectuar el traspaso para mantener activa una llamada cuando la estación móvil pasa de la zona de cobertura de una célula a la de otra, pudiéndose también emplear para satisfacer las exigencias de gestión de red, lo que reduce la congestión (traspaso ordenado por la red).

La conmutación en curso puede efectuarse desde un canal de una célula a otro canal de otra célula o bien entre canales de la misma célula.

La estrategia de traspaso utilizada por la red para el control del enlace radioeléctrico, determina la decisión de traspaso, que habrá de efectuarse sobre la base de los resultados de mediciones comunicados por el terminal móvil y las estaciones de base y diversos parámetros establecidos para cada célula. El operador de la red determina las estrategias concretas de traspaso.

Se establece un procedimiento en la estación móvil mediante el cual ésta supervisa el nivel de señal en el enlace descendente y la calidad de la célula que la atiende, así como el nivel de señal en el enlace descendente y el código de color de las células vecinas.

Se establece un procedimiento en la estación de base mediante el cual ésta supervisa el nivel de señal en el enlace ascendente y la calidad de cada estación móvil a la que atiende esa célula.

Estas mediciones del enlace radioeléctrico se utilizan también para controlar la potencia de RF.

El traspaso es posible entre zonas de localización y entre CCM distintos que pertenezcan a la misma RMTP.

5.6 Fallo del enlace radioeléctrico

Se especifican los criterios para determinar la condición de fallo del enlace radioeléctrico, a fin de asegurar que la red maneja satisfactoriamente las llamadas que fallan ya sea por pérdida de cobertura radioeléctrica o por interferencia inaceptable. El fallo del enlace radioeléctrico provoca un restablecimiento de la llamada o la liberación de la llamada en curso.

El criterio para determinar la condición de fallo del enlace radioeléctrico en la estación móvil se basa en la tasa de éxito de la decodificación de mensajes en el canal de control de baja velocidad asociado al enlace descendente.

5.7 Señalización entre la estación de base y el CCM

La señalización utiliza un método de capas similar al de la RDSI, de conformidad con las Recomendaciones GSM y las normas PCS 1 900.

5.8 Interfaces de RDSI, RPD y RTPC

Estas interfaces se establecen de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T de las Series Q.700 y Q.1000.

5.9 Plan de numeración

El plan de numeración se instala de acuerdo con las Recomendaciones UIT-T E.164, UIT-T E.212 y UIT-T E.213.

5.10 Señalización entre CCM

La señalización entre CCM utiliza el Sistema de señalización N.º 7 del UIT-T (Recomendaciones UIT-T E.214, Serie Q.700 y GSM 09.02 o UIT-T Q.1051 y para PCS 1 900 – ANSI SS N.º 7).

BIBLIOGRAFÍA

EIA/TIA IS-651. SS No.7-based A-Interface. Estados Unidos de América. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.

EIA/TIA IS-652. PCN-PCN Intersystem Operations Based on DCS 1 900. Estados Unidos de América.

ANEXO 3

Norma de la interfaz de aire AMDT basada en IS-136

1 Introducción

La nueva norma de compatibilidad de la interfaz de aire AMDT PCS norteamericana está diseñada para proporcionar una característica de calidad de servicio multiusuario optimizada en las condiciones de desvanecimiento dinámico que caracteriza a los canales del sistema PCS sin hilos. La especificación es totalmente compatible e interoperativa con el servicio telefónico móvil perfeccionado (AMPS – advanced mobile phone service) de generaciones anteriores basado en especificaciones de sistemas celulares –EIA/TIA-553, IS-54 Rev. B e IS-136– pudiendo por ello utilizarse para acelerar la implantación del PCS a nivel mundial. Debido a la compatibilidad inherente hacia atrás con las especificaciones AMPS precedentes, puede efectuarse la migración de los sistemas celulares actuales para soportar el PCS de manera inmediata poniendo a disposición de los operadores de sistemas las siguientes ventajas:

- reutilización de las infraestructuras al 100%;
- minimización del coste de implantación;
- cobertura inmediata a gran escala.

El sistema está diseñado en torno a la norma celular IS-136 para 800 MHz, pero es totalmente digital y se caracteriza por el uso de un nuevo canal de control digital (DCCH – digital control channel) que soporta accesos y servicios multiusuario mejorados, incluyendo:

- múltiples modos de reposo opcionales para alargar el tiempo de autonomía de la batería;
- servicio de mensajes cortos;
- estructura jerárquica de células como soporte para la realización de sistemas microcelulares y privados.

La especificación completa AMDT PCS norteamericana comprende las siguientes normas:

- ANSI J-STD-009: PCS IS-136 Based Mobile Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard
- ANSI J-STD-010: PCS IS-136 Based base Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard
- ANSI J-STD-011: PCS IS-136 Based Air Interface Compatibility 1 900 MHz Standard.

2 Características técnicas generales

2.1 Banda de frecuencias y canalización

La atribución del espectro de banda ancha del PCS define las frecuencias en las que transmiten la estación de base y las estaciones móviles. La gama de frecuencias de transmisión directa es de 1 930-1 990 MHz, y la gama de frecuencias de transmisión inversa es de 1 850-1 910 MHz.

El plan de canalización de la banda del PCS hace una división de ésta en canales de radiofrecuencia de 30 kHz de anchura. Los canales RF son duplexados por distribución de frecuencia con una distancia dúplex de 80,04 MHz. La anchura de banda total por canal RF dúplex es pues de $2 \times 30 \text{ kHz} = 60 \text{ kHz}$. Hay 1 985 frecuencias dúplex.

Los canales de tráfico están multiplexados por división en el tiempo en cada canal RF. Cada canal RF soporta 6 intervalos de tiempo. Esto permite 6 canales de tráfico de velocidad mitad cuando cada intervalo de tiempo se utiliza individualmente. Estos intervalos de tiempo están emparejados en el orden (1, 4), (2, 5), ó (3, 6), para su asignación como tres canales de tráfico de velocidad plena.

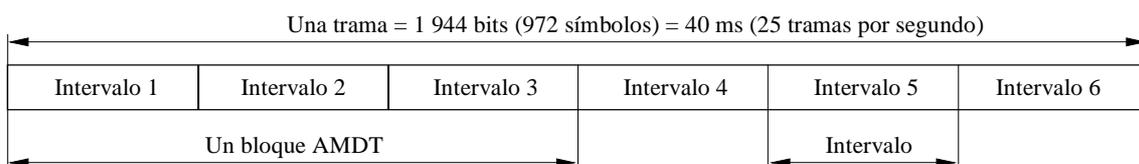
2.2 Modulación de banda base y velocidad binaria de canal

La modulación de banda base es una modulación MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$, utilizando un filtro de conformación de banda de base en raíz cuadrada de coseno alzado, con un factor de conformación de $\alpha = 0,35$. Hay 2 bits por símbolo. La velocidad binaria por canal es de 48,6 kbit/s, lo que permite una velocidad binaria máxima utilizable de 39 kbit/s si se utilizan los tres intervalos de tiempo de velocidad completa.

2.3 Multiplexación y acceso múltiple

La norma de interfaz de aire emplea un acceso múltiple por división de tiempo (AMDT) dúplex en combinación con acceso múltiple por distribución de frecuencia (AMDF).

FIGURA 3
Estructura de trama



La trama AMDT tiene una longitud de 40 ms y se compone de 6 intervalos de tiempo (de 6,7 ms de duración cada uno). Cada trama se subdivide en dos bloques de AMDT, y cada bloque se compone de tres intervalos de tiempo. Cada canal de velocidad completa asigna dos intervalos de tiempo por trama AMDT (40 ms), lo que equivale a un intervalo de tiempo por bloque AMDT (20 ms). Cada intervalo de tiempo tiene una longitud de 324 bits y puede transportar cierto número de canales lógicos. El canal de control digital (DCCH – digital control channel) comprende un canal de acceso aleatorio (RACH – random access channel), un canal de control de difusión (BCCH – broadcast control channel), un canal de respuesta de acceso y radiobúsqueda (SPACH – paging and access response) del servicio de mensajes cortos (SMS), y un canal de retorno de canal compartido (SCF – shared channel feedback). El canal de tráfico digital (DTC – digital traffic channel) comprende un canal de control asociado lento (SACCH – slow associated control channel), un canal de control asociado rápido (FACCH – fast associated control channel) y un canal de información de usuario. La información de usuario pueden ser datos, servicio de mensajes cortos (SMS) punto a punto, o señales de voz.

2.4 Especificaciones de potencia

2.4.1 Estación de base

Se especifica una potencia máxima de salida de la estación de base de 1 640 W de p.i.r.e. determinada por las normas de la FCC.

2.4.2 Estación móvil

Dependiendo de la clase de potencia, se permiten varios niveles de potencia de la estación móvil, con un máximo de potencia transmitida de 1,0 W ó 0,6 W de p.r.a. Para canales de velocidad completa las potencias de salida medias son de 0,33 W y 0,2 W respectivamente.

Por debajo de cada nivel máximo se han definido varios saltos de control de potencia operacionales, que permiten bajar la potencia de funcionamiento real hasta un nivel de 6 mW (valor medio 0,2 mW) y 0,4 mW (valor medio 0,13 mW), respectivamente. Estos saltos en el control de potencia se utilizarán normalmente para hacer funcionar la estación móvil en el nivel de potencia mínimo necesario para el ambiente de propagación e interferencia reinante.

Puesto que en el sentido inverso se permiten las técnicas de transmisión discontinua (de la estación móvil a la estación de base), la potencia real transmitida depende de la frecuencia con que el locutor está «activo» en la situación de hablar.

2.4.3 Características de control de potencia

El control de potencia se aplica en ambos enlaces, directo e inverso. En el enlace directo el control se basa en la portadora y en el enlace inverso se basa en el canal.

2.5 Características de calidad de funcionamiento

2.5.1 Dispersión de retardo

Se requiere un ecualizador para la estación móvil. El ecualizador es resistente a la interferencia entre símbolos con intervalos de retardo menores de 41,2 μ s. El retardo se define como la diferencia de tiempo entre el primero y el último rayos importantes. El ecualizador no es sensible a la forma que presenta el perfil de la dispersión del retardo y se puede adaptar a las variaciones de canal para velocidades del vehículo de hasta 110 km/h como mínimo.

2.5.2 Frecuencia Doppler

El máximo tolerable de frecuencia doppler depende de la implementación del receptor y otras condiciones del canal. Todas las estaciones de base y estaciones móviles pueden manejar al menos hasta 200 Hz de frecuencia Doppler.

2.5.3 Retardo de extremo a extremo

El retardo de extremo a extremo especificado es de al menos 100 ms entre PCS y línea filar, y menor de 200 ms entre PCS y PCS.

2.6 Servicios de voz

El codificador de voz directamente aplicado es el de 7,95 kbit/s de la Recomendación UIT-T G.714 y algoritmo de codificación VSELP. Se proporciona señalización para soportar múltiples codificadores de voz. En el futuro inmediato el sistema incorporará un codificador de voz avanzado.

El codificador de voz VSELP actual proporciona una calidad comparable a la de una línea terrestre en un ambiente multitrayecto. Se dispone de la capacidad de reconocimiento del hablante y la capacidad de transmitir música reconocible. El usuario tiene la posibilidad de oír en un ambiente ruidoso, en medio de las perturbaciones debidas al proceso de digitalización de la voz «resonando» de modo parecido al ruido de fondo tradicional. Se hacen mínimos el retorno de ruido de fondo y el ruido introducido por la red inalámbrica.

La interfaz de aire soporta llamadas con o sin compresión de la actividad de la voz en el canal inverso (estación móvil a estación de base).

2.7 Servicios de datos

Se aplican directamente dos tipos de servicios de datos con conmutación de circuitos. Son el servicio de transmisión de datos asíncronos y el fax G3:

- *Servicio de datos asíncronos con acceso a los abonados de la RTPC mediante módem:* Los datos de usuario se transportan en forma digital por la interfaz radio. Los módems residen en el sistema PCS. Se pueden utilizar todos los módems de uso generalizado (por ejemplo, módems conformes con las Recomendaciones UIT-T V.22, UIT-T V.32, UIT-T V.32 bis y UIT-T V.34). El servicio de datos asíncronos puede acceder a la red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP) a través de PADS X.3.
- *Servicio fax del Grupo 3:* Este servicio fax se basa en la norma PC-fax conforme con EIA/TIA-592 e IS-134. La información de fax es transportada en forma digital por la interfaz radio. Los módems para fax residen en el sistema PCS. Se utiliza el modo de corrección de errores y la transferencia binaria de ficheros (T.434).

2.7.1 Velocidades de datos

Se soportan todas las velocidades de datos más comunes hasta 28,8 kbit/s.

2.7.2 Fiabilidad de los datos

La fiabilidad de la información de abonado se asegura mediante la corrección de errores en recepción y los sistemas ARQ. El código de detección/corrección de errores en recepción (FEC) es un código convolucional de relación 5/6. Cada intervalo de tiempo del AMDT contiene una trama de protocolo de enlace radio 1 (RLP1, IS-130), es decir, hay un máximo de 6 tramas RLP1 por trama AMDT. Cuando en una trama RLP1 recibida existen errores que no han sido corregidos mediante la FEC, entonces el RLP1 retransmitirá la trama hasta que el receptor acuse recibo positivo de la misma. Cada trama RLP1 errónea se retransmitirá al menos una vez. No hay establecido un número límite de retransmisiones, sino solamente un temporizador que asegura que el enlace consigue operar en condiciones libres de error.

2.7.3 Probabilidad de error

La probabilidad de error depende del código de redundancia cíclica CRC. Se utilizan dos códigos, uno de 16 bits y otro de 24 bits. La tasa media de error de los datos de usuario es mejor que 1×10^{-6} para el código CRC de 16 bits y mejor que 1×10^{-8} para el código CRC de 24 bits.

2.8 Manejo de la llamada

Se proporciona una canal de control digital (DCCH) que está formado por varios canales lógicos multiplexados en el tiempo.

El canal DCCH puede ser asignado a cualquier frecuencia que proporcione la flexibilidad máxima a la gestión de frecuencias del operador del sistema. Se han previsto dos medios para ayudar a los móviles a encontrar un DCCH:

- El localizador de canal DCCH proporcionado en todos los canales de tráfico.
- Los bloques de probabilidad DCCH.

El DCCH directo (forward DCCH – FDCCH) y el DCCH inverso (reverse DCCH – RDCCH) están estructurados en capas de acuerdo con el modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISA), es decir en Capa 1 (capa física), Capa 2 (capa de enlace) y Capa 3 (nivel de mensaje).

CUADRO 2

Nombre	Tipo de canal	Sentido
RACH	Canal de acceso aleatorio	Inverso
BCCH – F-BCCH – E-BCCH	Canal de difusión	Directo
SPACH – SMSCH – PCH – ARCH	Canal de servicio de mensajes cortos (punto a punto) Canal de radiobúsqueda Canal de respuesta de acceso	Directo

En la Fig. 4 se muestra la correspondencia («mapping») de un mensaje C3 (mensaje en la Capa 3 (3)) con varias tramas de la Capa 2 (2), un ejemplo de correspondencia de una trama C2 con un intervalo de tiempo y un ejemplo de correspondencia de un intervalo de tiempo con un canal DCCH. La longitud de un mensaje C3 viene determinada por un indicador de longitud C3 situado en las tramas C2. La longitud de una trama C2 es fija, viniendo determinada por el canal lógico específico. Los bits de cola se añaden a las tramas C2 antes de la codificación del canal. Las longitudes de los intervalos de tiempo de canal de control directo (FDCCH) y de las ráfagas del canal de control inverso (RDCCH) son fijas. Hay dos tipos de ráfagas de RDCCH, y tienen longitudes diferentes. En la Figura se supone un intervalo FDCCH y un canal DCCH de velocidad completa en la capa física.

En lo que se refiere a la potencia, la MS busca la frecuencia que transporta la información del canal de control directo. Para ayudar a la MS en la localización de un canal de control, en el canal de tráfico directo se proporciona información acerca de la ubicación del canal de control digital. Además, se divide la banda de frecuencias en bloques de probabilidad. A estos bloques de probabilidad se les asigna un orden relativo de probabilidad de acuerdo con sus posibilidades de soportar un DCCH.

No se pueden enviar todos los datos de un canal de control de difusión (BCCH) con la misma periodicidad. Así, el canal BCCH se divide en un BCCH rápido (fast-BCCH) y un BCCH ampliado (extended-BCCH). La información completa del F-BCCH se envía una vez cada supertrama, mientras que un conjunto completo de información de E-BCCH puede abarcar varias supertramas.

Una supertrama se define como el conjunto de 32 intervalos de tiempo consecutivos (velocidad plena) del DCCH, y comienza con un intervalo BCCH. Los demás intervalos de la supertrama se asignan a PCH (radiobúsqueda), ARCH (respuesta de acceso) y SMSCH (SMS punto a punto) de una manera completamente dinámica, tal como viene definida por la información de encabezamiento de la Capa 2. Todos los intervalos de tiempo del enlace ascendente (estación móvil transmitiendo a estación de base) se emplean para el acceso al sistema por parte de los móviles en el canal de acceso aleatorio (RACH). La estructura de supertrama se ilustra en la Fig. 5.

Dos supertramas se ensamblan en una hipertrama (véase la Fig. 5). Finalmente, las hipertramas se agrupan en distintas tramas de radiobúsqueda.

La función retorno de canal compartido (SCF – shared channel feedback) permite una elevada capacidad de tráfico de acceso aleatorio. Además, el protocolo de Capa 2 del canal RACH soporta ambos modos de acceso, el modo de acceso basado en la contienda y el modo de acceso basado en la reserva. El modo de acceso basado en la reserva permite una utilización eficaz de la capacidad del enlace ascendente.

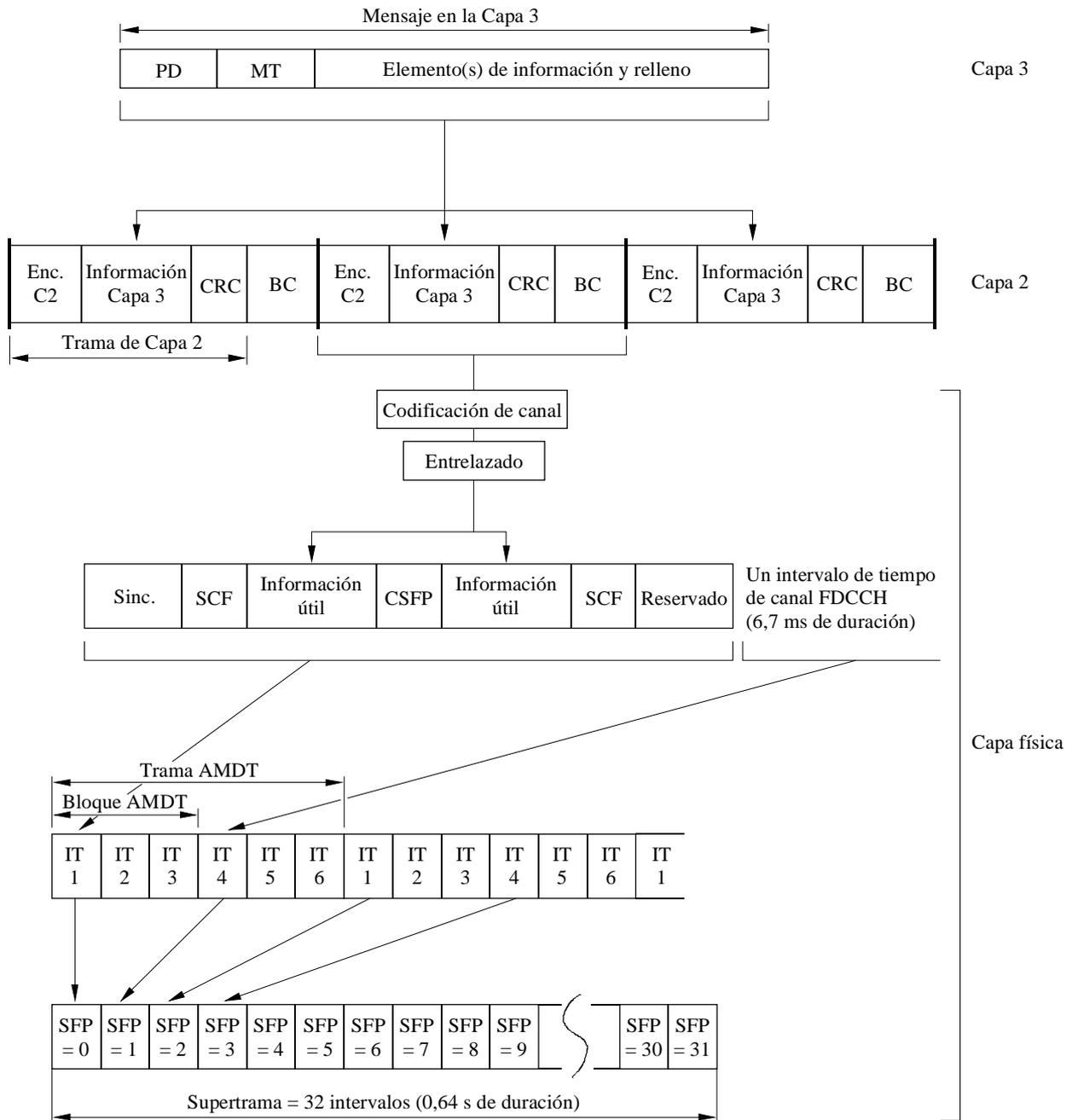
2.9 Gestión de la movilidad del terminal

Se utilizan distintas formas de registro para proporcionar un seguimiento mejorado del paradero de la estación móvil. Los registros del aumento de potencia, la bajada de potencia, la periodicidad y los datos geográficos se reenvían del mismo modo que anteriormente eran soportados por EIA/TIA IS-54 Rev. B.

Las nuevas formas de registro incluyen:

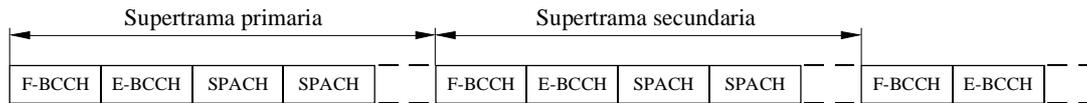
- registro obligado;
- borrado del registro; y
- registro de zona de posición de móvil virtual (VMLA – virtual mobile location area).

FIGURA 4
Disposición del mensaje en las capas



- BC bits de cola
- CRC: código de redundancia cíclica
- CSFP: fase de supertrama codificada
- Enc.: encabezamiento
- IT: intervalo de tiempo
- MT: tipo de mensaje
- PD: discriminador de protocolo
- SCF: retorno de canal compartido (utilizado para ARQ de RACH)
- SFP: fase de supertrama
- Sinc.: palabra de sincronización

FIGURA 5
Estructura de supertrama



1073-05

El registro obligado permite a los sistemas obligar a todas las estaciones móviles que «acampan» en un DCCH dado a registrarse a petición. El borrado del registro es el proceso a través del cual una estación móvil notifica al sistema su intención de abandonar su red actual y retomar el servicio en un tipo de red diferente. Esto significa que el servicio de transferencia sin interrupción se proporciona incluso cuando la estación móvil deja una red pública y entra en una red privada.

El registro de VMLA se basa en el concepto de que una estación móvil tiene asignada, en el registro, una lista de identificadores de célula (o células) que define un dominio de registro, es decir la VMLA. Una estación móvil puede entonces supervisar la información de difusión para determinar si un DCCH dado puede o no haber adquirido servicio en parte de su VMLA asignada. Si su DCCH actual es miembro de la VMLA, no necesita realizar un registro basado en la VMLA. Entre las ventajas de este esquema de registro se incluyen las siguientes:

- facilita el servicio personalizado. Pueden asignarse zonas VMLA específicas de la estación móvil en provecho del seguimiento de los paraderos de acuerdo con esquemas de movilidad individuales a fin de aumentar el control del sistema sobre la carga del tráfico de radiobúsqueda; y
- puede utilizarse para eliminar el problema de registro denominado de ping-pong centrado cada nueva zona de registro alrededor del móvil: una estación móvil debe transitar su VMLA asignada antes de que pueda configurar otro registro basado en VMLA.

2.10 Interoperabilidad

Puesto que ANSI J-STD-011 se deriva de IS-136, es totalmente compatible e interoperativa con las especificaciones de sistemas celulares basados en el servicio telefónico móvil perfeccionado (AMPS) de las generaciones anteriores. Estas especificaciones incluyen las EIA/TIA-553, IS-54 Rev. B e IS-136. Se admiten completamente las operaciones entre bandas de frecuencias. Estas incluyen:

- selección/reselección de célula mediante la lista de vecindad;
- descuelgue/cuelgue;
- transferencia asistida por la unidad móvil entre bandas de frecuencias (MAHO – mobile assisted handoff);
- asignación de canal asistida por la unidad móvil entre bandas de frecuencias (MACA – mobile assisted channel assignment);
- asignación de bloques de probabilidad DCCH;
- indicación de la capacidad de soportar múltiples bandas de frecuencias.

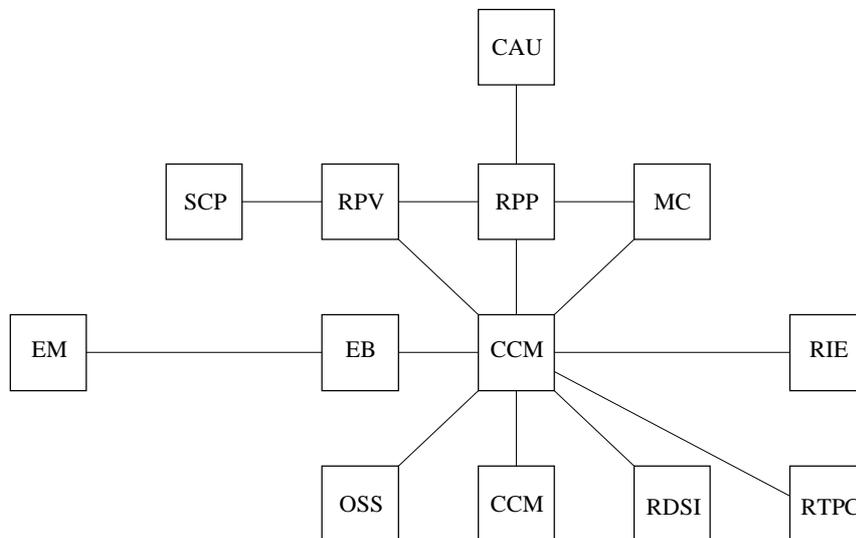
La asignación MACA es una facilidad similar a la transferencia MAHO, pero se aplica a la estación móvil cuando ésta se encuentra en el modo reposo y fijada a un DCCH.

Puesto que la separación de portadoras RF es la misma en las cuatro normas, estas pueden coexistir en el mismo ambiente radioeléctrico.

3 Modelo de referencia de red

La red PCS basada en ANSI J-STD-011 puede comprender las entidades funcionales e interfaces asociadas descritas en la Fig. 6. En el Apéndice 1 se describen los detalles de la arquitectura de red soporte, y en el Apéndice 2 se expone el sistema para el intercambio de llamadas que detalla la información utilizada por el abonado.

FIGURA 6
Red PCS basada en ANSI J-STD-011



Centro de conmutación de servicios móviles (CCM): componente de control del sistema, actuando también como interfaz entre la red PCS basada en IS-136 y otras redes, por ejemplo la red telefónica pública con conmutación (RTPC). El CCM también incorpora las funciones de codificación de la voz y cancelación de eco. El CCM se conecta a las estaciones de base vía una interfaz MIC de 1,5 Mbit/s o 2 Mbit/s de conformidad con G.703 T1/CEPT.

Estación de base (EB): gestiona el tráfico radio destinado a, o procedente de, las estaciones móviles que se encuentra dentro de una zona geográfica definida que describe la célula. La EB también supervisa la calidad de la transmisión de la voz y los datos mediante la monitorización de la intensidad de la señal, la relación señal/ruido y los parámetros de error de las llamadas en curso.

Estación móvil (EM): es empleada por el abonado para comunicar con el sistema. La EM está enlazada, mediante un canal radioeléctrico, a la estación de base. La EM colabora en el procedimiento de localización y traspaso mediante la medición de la intensidad de la señal procedente de las estaciones de base vecinas.

Registro de posiciones propio (RPP): almacena los perfiles detallados de sus abonados propios para el registro de itinerancia automática de abonados en la red PCS. También mantiene almacenadas otras informaciones tales como el número de serie del equipo, la posición, la clase de servicio, etc. El RPP conecta con el CCM y el MC vía IS-41.

Registro de posiciones visitado (RPV): registro de localización distinto del RPP utilizado por un centro CCM para extraer información sobre los abonados visitantes. El RPV puede ubicarse con el CCM.

Punto de control de servicio (SCP - service control point): aporta la posibilidad de crear servicios a medida para cada abonado en particular o por grupos comerciales de abonados. La funcionalidad del SCP puede ubicarse junto con el RPP.

Centro de mensajes (MC - message centre): proporciona las funciones de conmutación para aplicaciones tales como el servicio de mensajes cortos (SMS - short message service), correo vocal, correo facsímil, correo electrónico, etc. El MC interfunciona con el RPP y el CCM utilizando el intercambio de mensajes basado en la IS-41.

Registro de identidad del equipo (RIE): registro al que es asignado el equipo a efectos de registro. El RIE puede ubicarse junto con el CCM.

Centro de autenticación (CAU): gestiona las claves de encriptación asociadas con un abonado individual. El CAU puede ubicarse junto con el CCM.

Sistema de soporte de funcionamiento (OSS - operations support system)

BIBLIOGRAFÍA

JTC(AIR)/94.11.03 – 739. Tag-4 Response to 244 Radio System Characterization Report.

T1S1.1/95-160R2. T1S1-14 Mobility Management Application Layer Protocol (MMAP).

ANEXO 4

Descripción general del sistema digital celular japonés de telecomunicaciones personales móviles terrestres

1 Introducción

El sistema digital celular japonés (PDC) de telecomunicaciones personales móviles terrestres se ha diseñado para proporcionar varios servicios y acomodar un gran número de usuarios.

El sistema es aplicable a las bandas de 800/900 MHz y 1,5 GHz y admite servicios de datos, facsímil y RDSI. Para conseguir una eficaz utilización de las frecuencias, la separación de las portadoras RF es de 25 kHz, de acuerdo con la norma analógica existente [RCR, 1995].

2 Panorámica del sistema

La Fig. 7 muestra un ejemplo de la arquitectura de red de comunicaciones móviles digitales y la configuración de la zona.

La red de comunicaciones móviles digitales se conecta a la RTPC y a otras RMTP (redes móviles terrestres públicas). También se conecta a la RDSI mediante la parte usuario RDSI y a la RPDCP (red pública de datos con conmutación de paquetes) a través de la RDSI.

El *centro de conmutación cabeza de línea del servicio móvil (CCCSM)* realiza una función de cabecera entre la red fija y la red móvil.

El *centro de conmutación visitado de servicio móvil (CCVSM)* tiene capacidad de conexión para los establecimientos de llamada móvil de origen y destino y de servicios suplementarios.

El *registro de posición propio (RPP)* almacena los datos de abonado y el emplazamiento de los abonados propios. Por ejemplo, el número de identificación de estación móvil, la zona en que está inscrito el abonado.

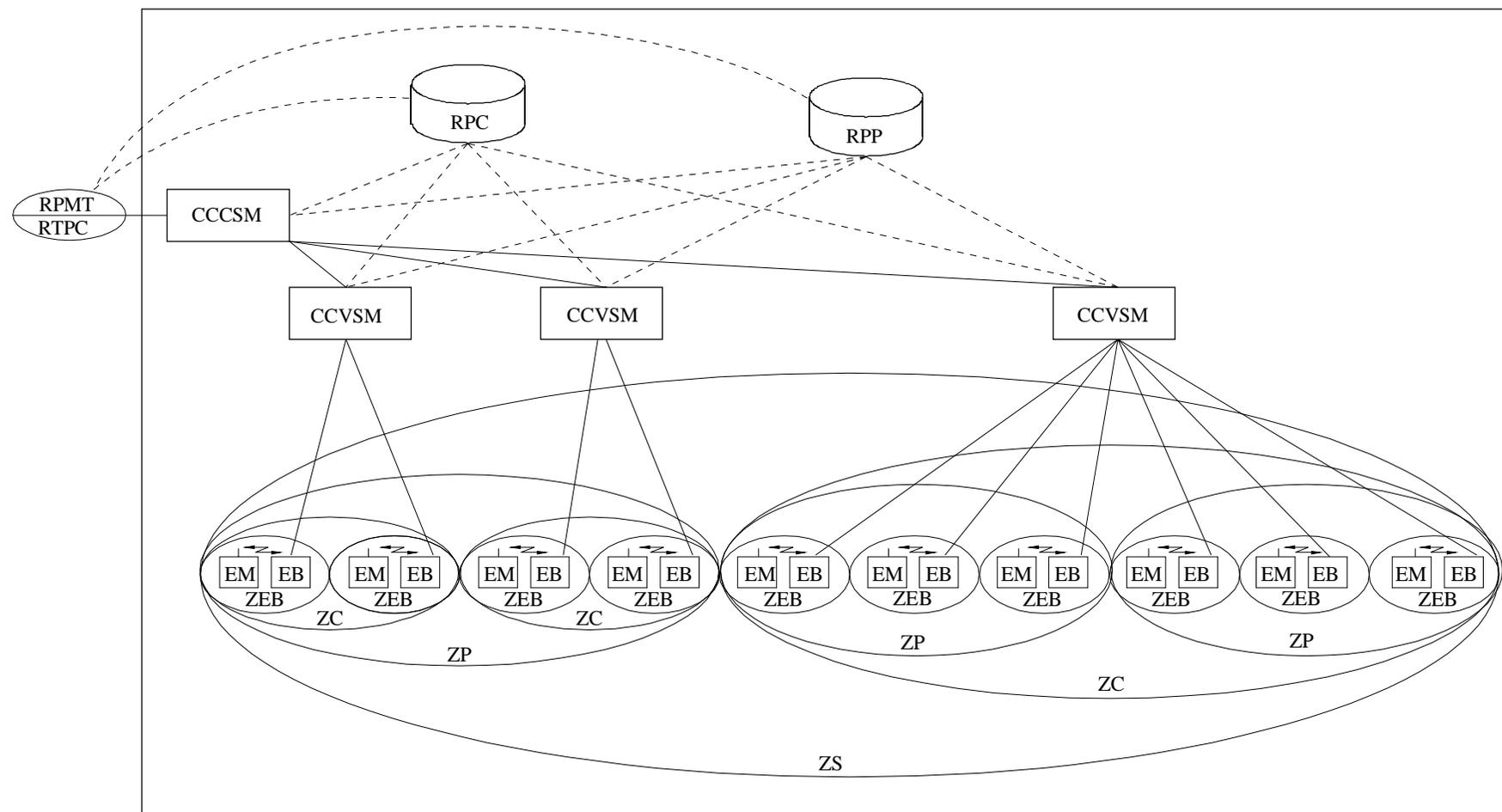
Hay un *registro de posición de cabecera (RPC)* para almacenar temporalmente los datos de un terminal en movimiento procedente de otras redes. El RPC complementa al RPP en el que se almacena la información del abonado normal de servicio de comunicaciones móviles.

La *estación de base (EB)* efectúa funciones de gestión del canal radioeléctrico.

La *estación móvil (EM)* es un terminal de interfaz y efectúa las funciones multiservicio con el abonado móvil.

FIGURA 7

Arquitectura de red de comunicaciones móviles digitales y configuración de zona



CCCSM: Centro de conmutación cabeza de línea del servicio móvil
 CCVSM: Centro de comutación visitado del servicio móvil
 EB: Estación de base
 EM: Estación móvil

RPC: Registro de posición cabeza de línea
 RPMT: Red pública móvil terrestre
 RPP: Registro de posición propio
 ZC: Zona de control CCM

ZEB: Zona de estación de base
 ZP: Zona de posición
 ZS: Zona de servicio

Red de comunicaciones móviles

———— Canal de comunicación
 - - - - - Canal de control

3 Características principales [RCR, 1995]

3.1 Requisitos de la interfaz RF

- Separación de canales: separación de canales entrelazados: 25 kHz, separación de canales: 50 kHz.
- Modulación: MDP-4 desplazado $\pi/4$ (filtro raíz cuadrada de Nyquist con factor de caída: 0,5).
- Método de acceso: AMDT:
 - 3 intervalos de tiempo/25 kHz (para velocidad plena),
 - 6 intervalos de tiempo/25 kHz (para velocidad mitad).
- Velocidad binaria de transmisión: 42 kbit/s.

3.2 Estructura de la célula y reutilización de la portadora

- Radio típico de la célula: 0,5-20 km (hasta 60 km por alineación temporal).
- Estructura de célula sectorizada usando antenas direccionales.

3.3 Codificación del canal (canal de tráfico de conversación)

- Código convolucional de relación 9/17 y velocidad completa.
- Código convolucional de relación 1/2 y velocidad completa.
- Dos niveles de protección contra errores.
- Código de redundancia cíclica (CRC) para proteger los bits más importantes de la señal vocal.

3.4 Intervalos de tiempo

- 3 para velocidad plena, 6 para velocidad mitad.

3.5 Canales de tráfico

- Conversación: admite códecs de velocidad plena y velocidad mitad.
 - los códecs de conversación de velocidad plena (VSELP) funcionan a 6,7 kbit/s;
 - la velocidad binaria de hasta 11,2 kbit/s está asignada a la codificación vocal de velocidad plena y a la corrección de errores en recepción (FEC);
 - los códecs de conversación de velocidad mitad (PSI-CELP) funcionan a 3,45 kbit/s;
 - la velocidad binaria de hasta 5,6 kbit/s está asignada a la codificación vocal de velocidad mitad y a la corrección de errores en recepción (FEC).
- Datos y otros servicios:
 - se especifica norma de sistema de transmisión de datos (facsimilar de tipo G3 y módem, Anexo a la Recomendación UIT-T V.42); y también se especifica norma de sistema de transmisión de datos a velocidades altas;
 - subvelocidad RDSI (8 kbit/s).

3.6 Canales de control

- Canales de control de radiodifusión (CCR): Canales de control para radiodifusión.
- Canales de control comunes (CCC): Canales de control para señalización tales como la radiobúsqueda.
- Canales de control asociados (CCA): CCA lentos y CCA rápidos.

3.7 Selección de la célula

- Mientras se encuentra en el modo libre, la estación móvil supervisa el nivel de la señal del enlace descendente y el código de color desde su célula de servicio y las células adyacentes.

3.8 Traspaso

- Se especifican traspasos intersistemas e intrasistemas.
- Traspaso asistido por la estación móvil:
 - permite a las estaciones móviles medir e informar tanto con respecto a la potencia de la señal recibida como la calidad del canal sobre el que la conexión actual se está realizando, así como la potencia de la señal recibida en otros canales a pedido de la estación de base.

3.9 Itinerancia

- De conformidad con la Recomendación UIT-R M.624.
- La estación móvil evalúa la señal recibida y la codificación, e inicia el procedimiento de actualización de la posición si es necesario.
- La itinerancia es posible entre los CCM y entre sistemas.

3.10 Arquitectura del sistema

- Protocolo de comunicaciones: El modelo de referencia del protocolo de comunicaciones de la red ha sido desarrollado según el modelo ISA.
- Interfaces: Las interfaces entre los bloques funcionales del sistema se modelan según las Recomendaciones UIT-T.

3.11 Interfuncionamiento

- Interfaces RDSI y RTPC: Según las Recomendaciones UIT-T de la Serie Q.700.
- Plan de numeración: Según las Recomendaciones UIT-T E.164, UIT-T E.212 y UIT-T E.213.

ANEXO 5

Descripción general del sistema inalámbrico digital de banda ancha con AMDC y espectro ensanchado

1 Introducción

1.1 Objetivos

El sistema norteamericano (AMDC) inalámbrico digital de comunicaciones públicas móviles terrestres que utiliza el acceso múltiple por diferenciación de código está concebido para dar servicios digitales telefónicos, de datos y de mensajes cortos cumpliendo requisitos de capacidad significativamente mayores. La norma es adecuada para los nuevos sistemas y también es compatible con el actual sistema de servicio telefónico móvil perfeccionado (AMPS). La separación de portadoras RF en cada canal AMDC es de 1,25 MHz. Para sistemas de 800 MHz, AMPS y AMDC pueden coexistir a partir del número adecuado de canales del AMPS. Las capacidades pueden ser superiores a diez veces las que pueden lograrse con el sistema AMPS en la anchura de banda equivalente. El funcionamiento AMDC se base en TIA/EIA IS-95-A para funcionamiento (celular) en 800 MHz y en ANSI J-STD-008 para funcionamiento (PCS) en 1,8 GHz. AMDC proporciona también soporte para múltiples conjuntos de velocidades de datos.

1.2 Consideraciones sobre la compatibilidad

Dada la compatibilidad de las señales RF, el sistema ofrece a las entidades de explotación una transición paulatina en la introducción de los servicios digitales AMDC y una capacidad de tráfico adicional para los actuales SPACTMT. La norma digital AMDC puede incorporarse en las redes actuales con tráfico digital o analógico. Los usuarios dotados de terminales de modo doble pueden recibir el servicio de los operadores que hayan añadido una capacidad digital y de aquellos que sólo tengan facilidades analógicas. Los operadores sólo han de instalar equipo digital para añadir canales AMDC cuando lo exija el crecimiento de tráfico o cuando deseen añadir servicios especializados. En el § 2 de este Anexo se describen algunas de las características técnicas del sistema. En el Cuadro 1 se resumen las especificaciones del sistema. Como la norma es compatible con actuales sistemas AMPS, sólo se describen aquí las características digitales. Para otras descripciones del AMPS (véase el Informe UIT-R M.742).

La distinción principal entre las tecnologías AMDC y las tecnologías de banda estrecha es que en la primera de ellas muchas señales comparten el mismo ancho de banda. Se obtiene una capacidad muy elevada mediante diversas técnicas tales como el control de potencia, la codificación de canal, la codificación vocal de velocidad variable y sistemas de recepción de rastrillo capaces de combinar componentes multitrayecto, etc.

AMDC soporta estaciones móviles de doble banda de modo que una estación móvil puede operar en ambas bandas, PCS y celular. Los trasposos son soportados desde AMDC a ambos, analógico de banda estrecha (TIA/EIA IS-91) y AMPS, así como entre celular y AMDC PCS. Además, la estación móvil puede ser dirigida de modo que use los canales de control celular analógico, los canales de control celular AMDC, o los canales de control AMDC PCS.

El AMDC es soportado por las normas de red TIA/EIA IS-41-C. Estas normas soportan capacidades tales como la itinerancia automática, la entrega de llamada, el traspaso entre centros CCM, la facturación automática, la autenticación y el secreto. En el Apéndice 1 se detalla la arquitectura de red soporte y en el Apéndice 2 el sistema para el intercambio de información de uso del abonado sobre el detalle de la llamada. La interfaz del centro de conmutación de servicios móviles (CCM) al controlador de estaciones de base (BSC – base station controller) puede ser implementado de múltiples formas. Un ejemplo de interfaz MSC-BSC (soporte) utilizado en los Estados Unidos de América se describe en el Apéndice 3.

1.3 Panorámica funcional

Para más detalles de la interfaz aire AMDC (véanse ANSI J-STD-008 y TIA/EIA IS-95-A). Las señales transmitidas por el aire pueden representar la voz, datos de usuario o información de señalización (TIA/EIA IS-634-A).

Las señales transmitidas en los canales de tráfico AMDC directo e inverso se agrupan en tramas de 20 ms. Los datos transmitidos por el canal AMDC inverso están codificados convolucionalmente, entrelazados en bloques, modulados mediante modulación ortogonal de 64 estados, con dispersión de secuencia directa mediante una par de secuencias de pseudorruído en cuadratura a una frecuencia de chips (segmentos) fija, filtrados y convertidos a la frecuencia de transmisión.

El canal AMDC directo se compone de 64 canales de código. Cada uno de estos canales de código se cubre ortogonalmente por un conjunto de 64 funciones de Walsh, entrelazado y sometido a ensanchamiento mediante un par de secuencias en cuadratura a una frecuencia de segmentos fija antes de ser filtrados y convertidos a la frecuencia de transmisión. Estos canales de código incluyen el canal piloto, cero o uno canales de sincronismo, hasta siete canales de radiobúsqueda y hasta 61 canales de tráfico directo. Las señales recibidas por la estación móvil son filtradas, amplificadas, demoduladas y decodificadas.

2 Descripción técnica

2.1 Aspectos de RF

2.1.1 Numeración de canales y frecuencias

En el Cuadro 3 se especifican las separaciones de canal, las designaciones de canales AMDC y las frecuencias centrales de transmisión. La frecuencia central de transmisión en MHz corresponde al número de canal (expresado como N).

CUADRO 3

Correspondencia del número de canal AMDC y la asignación de frecuencia AMDC

Transmisor	Número del canal AMDC	Frecuencia central del canal AMDC (MHz)
Estación móvil (800 MHz)	$1 \leq N \leq 777$	$0,030 N + 825,000$
	$1\ 013 \leq N \leq 1\ 023$	$0,030 (N - 1\ 023) + 825,000$
Estación de base (800 MHz)	$1 \leq N \leq 777$	$0,030 N + 870,000$
	$1\ 013 \leq N \leq 1\ 023$	$0,030 (N - 1\ 023) + 825,000$
Estación móvil (1 900 MHz)	$0 \leq N \leq 1\ 199$	$1\ 850,000 + 0,050 N$
Estación de base (1 900 MHz)	$0 \leq N \leq 1\ 199$	$1\ 930,000 + 0,050 N$

2.1.2 Clase de potencia

Los Cuadros 4 y 5 muestran las p.i.r.e. de distintas clases de estación móvil que son soportadas por AMDC. La mayoría de las estaciones móviles son de la clase II para PCS y de la clase III para celular. La p.i.r.e. máxima de una estación móvil no puede exceder de 2 W.

CUADRO 4

Potencia isotrópica radiada equivalente para la máxima potencia de salida y funcionando a 1,8 GHz (PCS)

Clase de estación móvil	p.i.r.e. excedida para el máximo de potencia de salida
I	-2 dBW (0,63 W)
II	-7 dBW (0,20 W)
III	-12 dBW (63 mW)
IV	-17 dBW (20 mW)
V	-22 dBW (6,3 mW)

CUADRO 5

Potencia radiada aparente para la máxima potencia de salida y funcionando a 800 MHz (celular)

Clase de estación móvil	p.r.a. excedida para el máximo de potencia de salida
I	1 dBW (1,25 W)
II	-3 dBW (0,5 W)
III	-7 dBW (0,2 W)

2.2 Enlace directo

2.2.1 Interfaz de RF

2.2.1.1 Modulación de datos

La modulación de los datos en el enlace directo es una MDP-2 coherente a una velocidad de 19,2 kbit/s.

2.2.1.2 Modulación de espectro ensanchado

El tren de símbolos del enlace hacia adelante se añade, en módulo 2, a una secuencia de cobertura ortogonal, utilizada para la introducción en los canales y a continuación se efectúa el ensanchamiento MDP-4 mediante una secuencia de pseudorruído a 1,2288 MHz con un periodo de 32 768 chips. Se limita fuertemente la onda radiada a una anchura de banda de 1,25 MHz. La distancia entre las estaciones de base se distingue por las fases relativas y sus secuencias de pseudorruído piloto.

2.2.2 Estructura de canales

El enlace hacia adelante se divide en canales añadiendo una secuencia de cobertura a cada canal. Las secuencias de cobertura tienen un periodo igual a la duración de los símbolos y son mutuamente ortogonales. La ortogonalidad de las secuencias de cobertura permite establecer una separación de 64 canales lógicos en el receptor de la estación móvil. Hay tres tipos de canales suplementarios: piloto, sincronismo y radiobúsqueda. Los canales restantes están disponibles para el tráfico.

2.2.2.1 Canal piloto

El canal piloto se ensancha pero no se modula. Sirve como referencia de fase para la modulación coherente de los otros 63 canales. También se utiliza como objetivo de búsqueda para la adquisición de nuevas estaciones de base a medida que las estaciones móviles se desplazan de una zona de cobertura a otra.

2.2.2.2 Canal de sincronismo

El canal de sincronismo cursa información que permite a las estaciones móviles determinar el tiempo del sistema y la separación del canal piloto de la estación de base, en la preparación para el acceso al sistema. La velocidad de datos en el canal de sincronismo es de 1 200 bit/s.

2.2.2.3 Canales de radiobúsqueda

Cada estación de base tiene uno o más canales de radiobúsqueda. Los canales de radiobúsqueda cursan información para las estaciones móviles para las que no hay una llamada. Esta incluye parámetros de sistema, difusión de mensajes cortos, mensajes cortos dirigidos a estaciones móviles, mensajes de radiobúsqueda y acuses de recibo de mensajes enviados por el canal de acceso.

La velocidad de datos de los canales de radiobúsqueda es de 4 800 ó 9 600 bit/s, a elección del operador. Los canales de radiobúsqueda atienden a estaciones móviles que pueden funcionar tanto en el modo ranurado («slotted») como en el modo no ranurado («non-slotted»). Las estaciones móviles que funcionan en el modo ranurado aumentan periódicamente su potencia para recibir mensajes de radiobúsqueda, mensajes cortos, u otra información dirigida a ellas. La estación móvil puede seleccionar el lapso de tiempo en el que aumenta la potencia. Este puede encontrarse entre 1,28 s y 163,84 s.

2.2.2.4 Canales de tráfico

El canal de tráfico puede cursar señales de voz codificadas u otro tipo de tráfico. El tráfico de velocidad variable del enlace directo reduce la interferencia mutua entre canales. Se soportan dos juegos de velocidades de datos, el juego 1 y el juego 2. Se dispone de velocidades de datos de 9 600, 4 800, 2 400 y 1 200 bit/s de trama a trama en el canal de tráfico para el juego 1. Se dispone de velocidades de datos de 14 400, 7 200, 3 600 y 1 800 bit/s de trama a trama en el canal de tráfico para el juego 2. Estas velocidades soportan servicios de voz y de datos a 8,5 kbit/s y 13,3 kbit/s.

2.2.3 Codificación y entrelazado

El enlace directo se codifica convolucionalmente y se efectúa un entrelazado de bloques. El código convolucional tiene una longitud límite de 9. El canal de sincronismo, los canales de radiobúsqueda y el canal de tráfico directo para el juego de velocidades 1 tienen un código convolucional de relación 1/2. El canal de tráfico directo para el juego de velocidades 2 tiene una relación de código efectiva de 3/4. En el caso de velocidades distintas de 9 600 y/o 14 400 bit/s, los símbolos de la codificación se repiten para proporcionar diversidad.

El canal de sincronismo utiliza un intervalo de entrelazado de bloques de 26,666... ms, lo que es equivalente a 128 símbolos de modulación a la velocidad de símbolos de 4 800 s/s. Los canales de tráfico y de radiobúsqueda directo utilizan un intervalo de entrelazado de bloques idéntico de 20 ms, lo que es equivalente a 384 símbolos de modulación a la velocidad de modulación de 19 200 s/s.

Cada trama del juego de velocidades 2 y las tramas de 9 600 kbit/s y 4 800 kbit/s del juego 1 incluyen un indicador de calidad de trama. Este indicador de calidad de trama es un código de redundancia cíclica CRC.

2.2.4 Control de potencia en el enlace inverso

Por el canal de tráfico directo se transmite continuamente un subcanal de control de potencia. El subcanal transmite un bit (bien 0 o bien 1) cada 1,25 ms que ajusta la potencia de transmisión en el enlace inverso en ± 1 dB.

2.2.5 Control de potencia en el enlace directo

El juego de velocidades 2 dispone de un mecanismo de control de potencia de un bit por trama en el que la estación móvil indica si la trama se ha recibido correcta o incorrectamente. La estación base puede utilizar este tren de bits de un bit por trama del control de potencia para ajustar la potencia transmitida en el canal de tráfico directo dirigido a la estación móvil. Ambos juegos 1 y 2 de velocidades disponen de mensajería de señalización para transportar estadísticas de error del enlace directo que pueden utilizarse para ajustar la potencia transmitida en el enlace directo.

2.3 Enlace inverso

2.3.1 Interfaz de RF

2.3.1.1 Modulación de datos

La modulación de datos en el enlace inverso es ortogonal de 64 estados, utilizando códigos Walsh. La velocidad de símbolos es de 4 800 s/s.

2.3.1.2 Modulación de ensanchamiento

El tren de símbolos del enlace inverso se añade, en módulo 2, a una secuencia de cobertura en 1,2288 MHz utilizada para el establecimiento de los canales y a continuación se ensancha en MDP-40 mediante un par de secuencias de pseudoruido a 1,2288 MHz con un periodo de 32 768 chips. Se trata de la misma secuencia que la del pseudoruido utilizada en el enlace directo. La secuencia de cobertura de enlace inverso («código largo») es una secuencia con fase única de un registrador de desplazamiento de longitud máxima de 42 bits y retroalimentación lineal. Se limita fuertemente la banda de la onda radiada a una anchura de 1,25 MHz.

2.3.2 Estructura de canales

La disposición de canales del enlace inverso se efectúa asignando a cada estación móvil una fase única del código largo que se utiliza para cubrir sus transmisiones de tráfico. También hay fases predefinidas para los canales de acceso común. A diferencia de lo que sucede en el enlace directo, las secuencias de cobertura del enlace de entrada no son ortogonales.

2.3.2.1 Canales de acceso

Los canales de acceso tienen fases de código largo predefinidas. Las estaciones móviles las utilizan para comunicar con la estación de base cuando la estación móvil no se asigna a un canal de tráfico. Típicamente esto es respondiendo a una búsqueda, originando una llamada, o efectuando un registro. La velocidad de datos del canal de acceso es de 4 800 bit/s.

2.3.2.2 Canales de tráfico

Los canales de tráfico cursan señales vocales codificadas y otro tipo de tráfico. El tráfico de velocidad variable en el enlace de llegada reduce la interferencia mutua entre canales. Se soportan dos juegos de velocidades de datos, juego 1 de velocidades y juego 2. En los canales de tráfico se dispone de velocidades de datos de 9 600, 4 800, 2 400 y 1 200 bit/s de trama a trama para el juego 1. En los canales de tráfico se dispone de velocidades de datos de 14 400, 7 200, 3 600, y 1 800 bit/s trama a trama para el juego 2. La velocidad puede cambiar cada 20 ms. Estas velocidades soportan los servicios de voz y datos a 8,5 kbit/s y 13,3 kbit/s.

2.3.3 Codificación y entrelazado

En el enlace inverso se efectúa una codificación convolucional y un entrelazado de bloques. El código convolucional tiene un longitud límite de 9. El canal de tráfico inverso para el juego de velocidades 1 tiene un código convolucional de relación 1/3. El canal de tráfico inverso para el juego 2 tiene una relación de código efectiva de 1/2.

El canal de tráfico inverso utiliza un intervalo de entrelazado de 20 ms, lo que es equivalente a 576 símbolos de código. Cada trama con el juego 2 de velocidades y las tramas de 9 600 bit/s y 4 800 bit/s del juego 1 incluye un indicador de calidad de trama. El indicador de calidad de trama es un código de redundancia cíclica CRC. Para las velocidades de transmisión de 2 400 bit/s y 1 200 bit/s del juego 1 no se utiliza indicador de calidad de trama.

2.3.4 Control de potencia del enlace inverso

La potencia transmitida por la estación móvil se ajusta de forma que se acerque al mínimo necesario para lograr una tasa de errores adecuada. La potencia radiada se estima a partir de la potencia recibida y es corregida mediante los bits transportados por el subcanal de control de potencia del bucle cerrado recibido.

2.4 Canal de señalización asociado

La señalización entre las estaciones móvil y de base, después de la transmisión del tráfico, se efectúa mediante un proceso de «blanco y ráfaga» o «señal y ráfaga» en el canal de tráfico. El proceso de blanco y ráfaga da prioridad a una o más tramas de tráfico y sustituye al mensaje de señalización. El proceso de señal y ráfaga es similar, excepto en que se informa al codificador de la señal vocal de que no puede utilizar la velocidad máxima. Una trama de velocidad máxima consta de datos a velocidad mitad o a velocidad inferior y una media trama de datos de señalización. El método de señal y ráfaga influye menos en la calidad de la señal vocal. En ambos casos, el códec de señal vocal del receptor recibe la notificación de que la trama tiene prioridad y puede adoptar medidas de reducción que serán posiblemente distintas de las que adoptaría cuando la trama es errónea.

2.5 Traspaso

2.5.1 Traspaso suave

El sistema permite efectuar un traspaso suave. Se realiza éste mediante dos o más estaciones de base que radian el tráfico de salida a la estación móvil. Esta última, combina la señal procedente de aquellas estaciones de base. La estación móvil combina la señal procedente de estas estaciones de base. Esto proporciona diversidad espacial, mejorando así la calidad y la cobertura; además los traspasos suaves son indetectables por los usuarios.

2.5.2 Traspaso duro

El traspaso duro se efectúa por ejemplo cuando la estación móvil es transferida entre conjuntos activos separados, asignaciones de frecuencia AMDC diferentes, o desplazamientos de trama diferentes. Los traspasos duros se efectúan también para transferir una estación móvil de un sistema AMDC PCS a AMDC celular y celular analógico.

2.6 Registro y gestión de movilidad

La gestión de movilidad se efectúa mediante nueve mecanismos de registro seleccionables por el operador. Los nueve tipos de registro son:

- *Encendido*: La estación móvil registra el encendido.
- *Apagado*: La estación móvil registra el apagado.
- *Basado en el tiempo*: La estación móvil registra la expiración de un temporizador.
- *Basado en la distancia*: La estación móvil registra la distancia entre la estación de base actual y la última estación de base en la cual el último registro excedía un umbral.
- *Basado en la zona*: La estación móvil registra la entrada en una nueva zona.
- *Cambio de parámetros*: La estación móvil registra el cambio de algunos de sus parámetros almacenados.
- *Ordenado*: La estación móvil registra cuando se lo pide la estación de base.
- *Canal de tráfico*: La estación de base puede interrogar una estación móvil que ha sido asignada a un canal de tráfico, efectuando con ello un registro.
- *Registro implícito*: Toda respuesta a un origen o radiobúsqueda constituye un registro implícito.

2.7 Aspectos de seguridad

Se dispone de procedimientos de autenticación globales y de respuesta única en la norma para evitar los diversos tipos de fraude en el servicio de radiodifusión. Todas las transmisiones de canal de tráfico pueden protegerse mediante códigos secretos largos. Se obtiene mayor protección mediante la encriptación de algunos campos de mensaje sensibles. Así se protegen elementos tales como los números de tarjeta de crédito introducidos por el abonado, los números de identificación personal (PINs), etc.

2.8 Identificación de estación móvil

El número de serie del equipo (ESN – electronic serial number) se utiliza para identificar unívocamente una estación móvil ante cualquier sistema PCS. El ESN tiene 32, 40, 48 ó 56 bits.

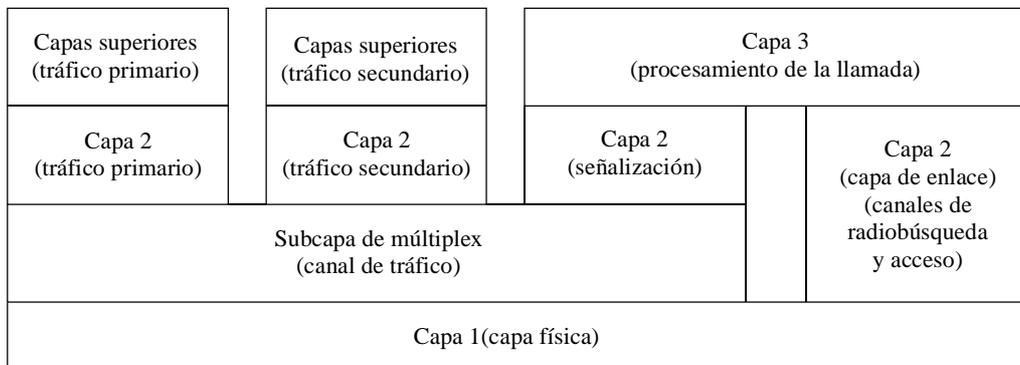
La suscripción del abonado se identifica por la identidad de estación móvil internacional (IMSI – international mobile station identity) de la Recomendación UIT-T E.212. La IMSI se compone de hasta 15 caracteres numéricos (0-9). Las tres primeras cifras de la IMSI son el código de país del móvil (MCC – mobile country code) y las cifras restantes son la identidad de estación móvil nacional (NMSI – national mobile station identity).

La estación móvil puede también asignarse a una identidad de estación móvil temporal (TMSI – temporary mobile station identity). La TMSI se utiliza para ocultar la identidad del usuario. Esto permite también utilizar direccionamientos mas cortos. La TMSI se compone de un código TMSI y una zona TMSI. El código TMSI se asigna localmente. La zona TMSI proporciona la identidad del elemento de red que asignó el código TMSI.

2.9 Servicios

La norma AMDC PCS soporta opciones de servicio que interconectan a la subcapa de múltiplex como se muestra en la Fig. 8. La subcapa de múltiplex hace una multiplexación del tráfico primario, secundario y de señalización. El sistema AMDC PCS puede soportar simultáneamente dos o más servicios, tales como voz y datos.

FIGURA 8
Capas de una estación móvil



1073-08

Además de soportar los servicios a 8,5 kbit/s y 13,3 kbit/s, el sistema AMDC PCS soporta una variedad de servicios de datos. Entre ellos el servicio asíncrono de datos y facsímil, que se apoyan en TIA/EIA IS-99; además TIA/EIA IS-657 soporta datos en el modo paquete. Las comunicaciones punto a punto y la difusión de mensajes cortos se realiza mediante TIA/EIA IS-637.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSI J-STD-018. Recommended Minimum Performance Requirements for 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Stations. American National Standards Institute.
- EIA/TIA-553. Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.
- TIA/EIA IS-96-A. Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

ANEXO 6

Descripción general del sistema compuesto AMDC/AMDT**1 Introducción**

Esta Norma de uso práctico J-STD-017/Norma transitoria IS-661 (la Norma o documento) ha sido desarrollada por el Grupo Técnico ad hoc (TAG) AMDC/AMDT/AMDF del Comité Técnico Conjunto sobre Acceso inalámbrico (JTC – Joint Technical Committee on Wireless Access). Esta norma transitoria de uso práctico describe el diseño del sistema que fue emprendido por la Omnipoint Corporation como pionera para uso en las bandas de frecuencias de los servicios de comunicaciones personales (PCS – personal communications services) de los Estados Unidos de América. Esta norma se refiere a la implementación y el funcionamiento del sistema en las bandas de frecuencias autorizadas de 1 850 a 1 990 MHz, dentro de la red telefónica pública con conmutación (RTPC).

2 Características técnicas generales

El sistema compuesto AMDC/AMDT proporciona una arquitectura optimizada para los PCS, que utiliza las ventajas específicas de las tecnologías AMDF, AMDT y AMDC para facilitar a múltiples usuarios el acceso a la red PCS.

El sistema emplea la técnica de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS – direct sequence spread spectrum) con acceso múltiple por división de tiempo (AMDT) acceso múltiple por división de frecuencia (AMDF) y acceso múltiple por diferenciación de código (AMDC) para los enlaces RF de comunicaciones digitales PCS. El uso combinado de tecnologías:

- ayudará a mitigar la degradación de la calidad de funcionamiento del enlace PCS causada por las condiciones de propagación multitrayecto que tienen lugar en los ambientes de los PCS móviles típicos;
- ayudará a mitigar los problemas de interferencia con usuarios del servicio telefónico ordinario (OFS) próximos a la zona de servicio del PCS.

La tecnología permite:

- acomodar la gama completa de condiciones de traspaso de una estación móvil, incluidas las relativas a la velocidad en autopista;
- emplear un factor de eficacia de reutilización de frecuencias y de anchura de banda de $N = 3$. Pueden acomodarse hasta 32 usuarios simultáneos por canal RF, y cualquier usuario dispone de una velocidad de transmisión de datos variable de hasta 256 kbit/s (dúplex).

2.1 Descripción de la interfaz de aire**2.2 Característica de potencia de salida del transmisor****2.2.1 Estación móvil (EM)**

El valor nominal de cresta de la p.i.r.e. (potencia isotropa radiada equivalente) de la estación móvil es 1 W. La potencia media entregada a la antena es inferior a 10 mW para cada intervalo de tiempo de 8 kbit/s, lo que permite periodos largos entre recargas de la batería de la estación móvil. La característica de envolvente constante de la técnica de modulación permite utilizar un amplificador de salida no lineal eficaz que reduce además la descarga de la batería.

2.2.2 Estación de base (EB)

Las normas de la FCC permiten un valor máximo de la p.i.r.e. por canal de hasta 1 640 W para las estaciones de base del PCS. La potencia máxima RF entregada por la estación de base a la antena es de 2 W.

2.3 Control de la potencia de salida del transmisor

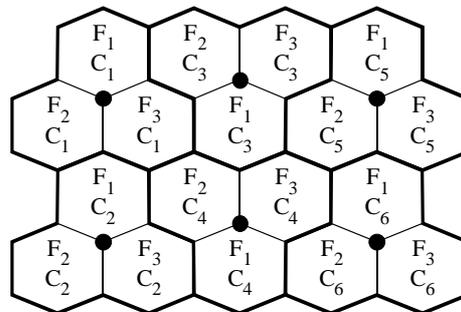
El sistema utiliza un impulso de control de potencia (PCP – power control pulse). El PCP es transmitido por la estación móvil (EM) en su intervalo de tiempo AMDT justo antes de que la estación de base (EB) transmita a la EM en su intervalo de control TDD asociado. El PCP proporciona a la EB una medición de las pérdidas de transmisión del trayecto EM-EB así como de las condiciones de propagación multitrayecto, y constituye la base para ajustar el nivel de la potencia transmitida por la EB a la EM mediante una instrucción de control de potencia (PCC – power control command) transmitida de la EB a la EM. La instrucción PCC produce un cambio de la potencia de salida de la EM, por saltos nominales de 3 dB (en una gama de 33 dB como máximo), a un valor justamente suficiente para proporcionar a la EB la relación señal/ruido + interferencia requerida, que viene determinada por la calidad con la que el impulso PCP es recibido por la EB. Este método de control de potencia trabaja especialmente bien en los sistemas TDD, ya que los canales directo e inverso utilizan la misma frecuencia portadora RF que experimenta las mismas pérdidas de trayecto. La potencia de la EB se controla canal por canal (intervalo de tiempo por intervalo de tiempo), independientemente de los otros canales (intervalos de tiempo).

En el diseño de la trama TDD/AMDT, el tiempo transcurrido para un canal (intervalo de tiempo) TDD entero es inferior a 625 μ s. Como consecuencia de la rapidez de este tiempo de respuesta, el algoritmo de control de potencia actúa más deprisa que los cambios de canal RF ocasionados por la propagación multitrayecto y el desvanecimiento de la señal por sombra, lo que ayuda a controlar la degradación de la calidad de funcionamiento ocasionada por estos efectos.

2.4 Sectorización RF con reutilización de frecuencia de coeficiente $N = 3$ y reutilización de código

En la Fig. 9 se ilustra una configuración de células sectorizada basada en un coeficiente de reutilización de frecuencias de $N = 3$. Este diagrama no pretende agotar todas las configuraciones posibles. Los puntos gruesos en el centro de los tres hexágonos representan el centro de la célula, y las tres zonas adyacentes representan sectores de 120°.

FIGURA 9
Reutilización celular $N = 3$



1073-09

2.5 Características de modulación

Para producir la característica de ensanchamiento de espectro con secuencia directa (DSSS – direct sequence spread spectrum) de la señal RF del sistema, se utiliza una forma de modulación en cuadratura con desplazamiento de fase continuo (CPM – continuous phase shift quadrature modulation) denominada modulación de amplitud en cuadratura con eficacia espectral (SEQAM – spectrally efficient quadrature amplitude modulation). Esta modulación proporciona una amplitud constante a la envolvente de la portadora modulada. La modulación de envolvente de amplitud constante permite una amplificación no lineal de potencia RF eficaz (especialmente deseable para disponer de una larga vida de la batería de la unidad portátil), sin que se produzca un recrecimiento espectral de los lóbulos laterales de modulación. El

transporte de información DSSS se realiza utilizando múltiples secuencias de segmentos (chips) de pseudoruido DSSS para codificar los datos de banda de base. La secuencia de pseudoruido modula la portadora a una anchura de banda de 5 MHz. Configurando las formas de onda de los segmentos de pseudoruido antes de la modulación, todos los lóbulos laterales de modulación en frecuencias separadas de la frecuencia central de la señal DSSS RF más de media frecuencia de segmentos («chip rate») son fuertemente atenuadas.

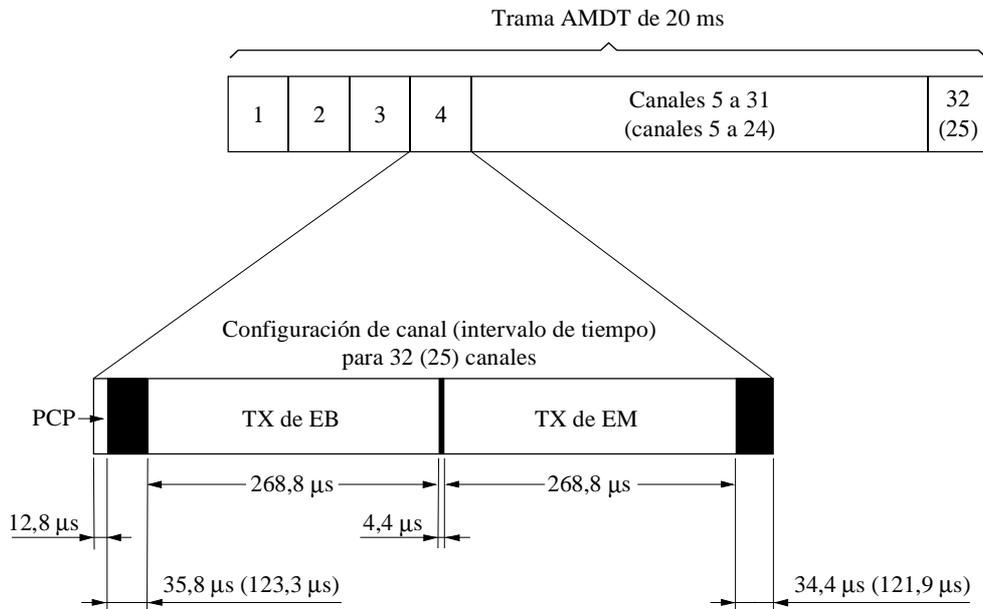
2.6 Descripción del método de acceso múltiple

Dentro de una célula, se emplea el acceso múltiple por división de tiempo (AMDT). Se utiliza el duplexaje por división de tiempo (TDD – time division duplexing), permitiendo hasta 32 comunicaciones dúplex simultáneas de usuarios móviles a 8 kbit/s. Las células adyacentes se ajustan a canales de frecuencia diferentes (AMDF) de acuerdo con una arquitectura de reutilización de frecuencias mínima de coeficiente $N=3$. Las células situadas más allá de las células adyacentes utilizan una variedad de técnicas de separación, incluyendo códigos de pseudoruido (AMDC) diferentes, control de potencia, antenas direccionales e intercambio de intervalos de tiempo (TSI – time slot interchange) para el aislamiento adicional entre células. Empleando un esquema AMDT dentro de una célula, y no dependiendo únicamente del acceso AMDC para la separación de las múltiples señales de estaciones móviles (EM) recibidas en la estación de base (EB), la interferencia propia en el receptor de la EB se reduce grandemente, permitiendo una zona de cobertura mayor para un nivel dado de potencia de salida del transmisor de la EM. Los alcances de la células para el sistema compuesto pueden extenderse hasta alcanzar diámetros de 20 millas en las configuraciones de tamaño máximo.

2.7 Estructura de trama AMDT

La estructura de trama y de intervalo de tiempo (canal) AMDT se basa en un bucle de interrogación secuencial para acceso del usuario al enlace RF de 20 ms. Véase la Fig. 10. Utilizando un modo TDD, la trama de 20 ms se divide equitativamente entre 32 ó 25 canales dúplex dentro de la trama. Cada intervalo de tiempo (canal) resultante es capaz de atender a un usuario dúplex de 8 kbit/s.

FIGURA 10
Trama AMDT y estructura de intervalos de tiempo de canal AMDT



En la estación de base, la primera mitad del intervalo de tiempo AMDT/TDD se asigna a la función de transmisión de la EB. Durante la segunda mitad, la EB recibe de la estación móvil asignada a ese intervalo de tiempo particular. La EM recibe durante la primera mitad del intervalo de tiempo y transmite durante la última mitad. Después de cada transmisión procedente tanto de la estación de base como de la estación móvil, se asigna una pequeña porción de cada intervalo de tiempo (denominada tiempo de guarda) para permitir que la señal transmitida se propague hasta un receptor móvil situado a la máxima distancia especificada desde la estación de base (radio de célula máximo), y retorne. Esta operación es necesaria para evitar que las señales recibida y transmitida se solapen en el tiempo en los terminales base y móvil.

La señal de impulso de control de potencia (PCP) recibida de la EM sirve como un impulso de sondeo de canal para determinar las pérdidas de propagación del enlace y para la medición de la calidad del enlace que utilizará el subsistema de control de potencia. También puede emplearse para determinar cuál de las múltiples antenas ha de utilizarse en el esquema de diversidad espacial y permite actualizar el control de diversidad espacial durante cada periodo de intervalo de tiempo AMDT.

Cada canal (intervalo de tiempo) se compone de seis elementos y da acomodo a la transacción completa entre una estación de base y una móvil. Los tiempos de guarda incluyen un tiempo de ida y retorno (turn around) del TDD máximo de 4,4 μ s. El Cuadro 6 muestra las duraciones de cada elemento en las tramas AMDT de 32 y 25 canales. El paréntesis indica los tiempos asociados con una configuración de 25 canales.

CUADRO 6

Elemento de información	Duración (μ s)
PCP	12,8
Tiempo de guarda 1	35,8 (123,3)
TX de EB	268,8
Tiempo de guarda 2	4,4
TX de EM	268,8
Tiempo de guarda 3	34,4 (121,9)

2.8 Asignación de varios canales (intervalos de tiempo) AMDT a un usuario

Mediante la asignación de canales (intervalos de tiempo) adicionales por trama AMDT a un usuario en una celda, este usuario puede comunicar a una velocidad de datos superior. Por ejemplo, empleando 2 canales (intervalos de tiempo), el terminal de usuario opera a una velocidad de datos de 16 kbit/s, en contraposición a la velocidad de 8 kbit/s para un solo canal (intervalo de tiempo) asignado. La velocidad de datos máxima para un usuario es de 256 kbit/s para funcionamiento dúplex o 512 kbit/s para semidúplex.

2.9 Sincronización

La norma sobre diagrama de tiempos (temporización) de datos primarios en un sistema de canal de vuelta («backhaul») de red digital, tal como T1 o RDSI BRI o PRI, es la norma de temporización de la RTPC. Para evitar la precesión de datos por exceso o defecto de la longitud asignada, el controlador de estaciones de base y sus estaciones de base están sincronizados a la norma de temporización de la RTPC. El reloj de movimiento de datos real, generado por la RTPC y entregado a un marcador de temporización de 8 kHz, es utilizado por el sistema para conseguir el caudal de velocidad de datos.

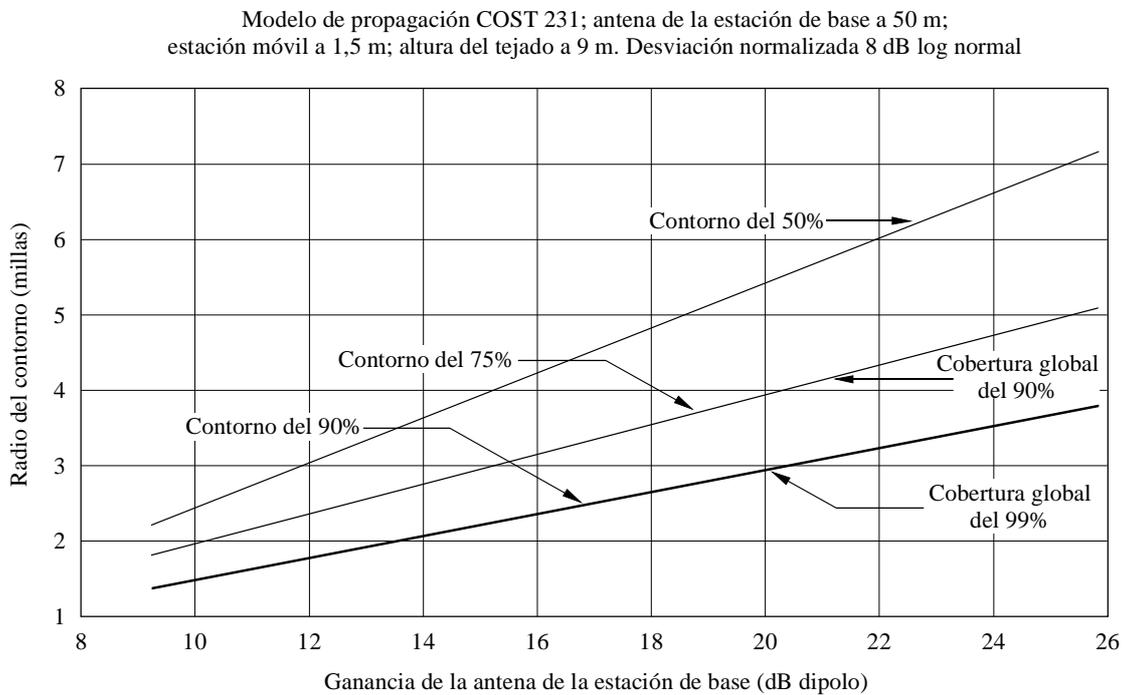
La EM puede sincronizarse a una nueva EB dentro de un canal (intervalo de tiempo) y es capaz de sincronizarse con múltiples EB cuando éstas se encuentran sincronizadas a través de una red digital común. El sistema permite a los receptores de las EB y EM la detección no coherente sin necesidad de enganche de fase. Sin embargo, las frecuencias de los osciladores locales de transmisor y receptor de las EB y EM se controlan automáticamente para evitar la precesión de datos entre la EB y la EM.

2.10 Traspaso

Siempre que el nivel de señal recibido en una EM cae por debajo de un nivel aceptable es necesario el traspaso. El sistema utiliza un método de traspaso controlado por la estación móvil.

Para la mayoría de los traspasos, el retardo de tiempo total del procedimiento de traspaso, incluido el restablecimiento del tráfico del canal portador, es típicamente menor de 10 ms. El tiempo máximo es de 40 ms aproximadamente. Puesto que en circunstancias normales el retardo es menor que un intervalo del bucle de interrogación secuencial, los paquetes del portador continuarán hacia la EM sin interrupción. El traspaso entre racimos («intercluster») o intercambio de intervalos de tiempo (TSI – time slot interchange) es particularmente dependiente de los retardos inherentes al computador anfitrión de PCS, los cuales caen fuera del alcance de esta descripción general del sistema. Los retardos en el aire para el traspaso entre racimos son los mismos anteriormente citados, es decir, entre 10 y 40 ms. Los traspasos del tipo conectar antes de desconectar (break-before-make) emplean típicamente menos de 250 ms.

FIGURA 11
Estadísticas de la mejora de la cobertura global con la capacidad de transferencia rápida de la estación móvil



El microteléfono transmite una potencia de 300 mW de cresta en una antena de 0 dB dipolo
 La sensibilidad de la estación de base es de - 100 dBm.

1073-11

2.11 Implementación de la red

El sistema CCT está diseñado en torno a una arquitectura de soporte lógico basada en el objeto que permite la flexibilidad en la interconexión con las infraestructuras de redes RTPC, AIN y GSM y la interconexión de redes conformes a la Norma IS-41. Este esquema dota al operador PCS de flexibilidad para lograr que cualquier infraestructura de red satisfaga los objetivos comerciales y las descripciones de servicio deseados.

2.12 Características soportadas

El sistema CCT proporciona las características y servicios que se encuentran normalmente en el ámbito de las líneas filares, tales como el correo vocal, retención de la llamada, llamada en espera, identificador de la parte llamante, conferencia tripartita, etc., así como los servicios inalámbricos de mensajes cortos, tarjeta inteligente y la programación en el aire.

2.13 Evolución de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)

La tecnología compuesta AMDC/AMDT se desarrolló con la flexibilidad necesaria para que pudiera evolucionar hacia una oferta más mejorada. Las velocidades de datos que se facilitarán en la interfaz de aire se aumentarán hasta alcanzar el objetivo de los servicios IMT-2000 de 2 Mbit/s. Además, se acomodarán diferentes atribuciones de frecuencias utilizando múltiples opciones de interfaz de aire mientras se mantiene la misma codificación de voz y canal así como la señalización en el aire. Esto permitirá la prestación del conjunto completo de características en diversos ambientes de implementación y atribuciones de frecuencias.

BIBLIOGRAFÍA

- EIA/TIA-553. Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.
- TIA/EIA IS-96-A. Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.
- TIA/EIA IS-99. Data Services Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System.
- TIA/EIA IS-634. MSC-BS Interface for Public 800 MHz.
- TIA/EIA IS-637. Short Message Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.
- TIA/EIA IS-651. SS7-based A-Interface.
- TIA/EIA IS-657. Packet Data Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.

ANEXO 7

Descripción general del sistema AMDC de banda ancha norteamericano (W-CDMA – Acceso múltiple por diferenciación de código de banda ancha)

1 Introducción

1.1 Panorámica funcional

El sistema PCS con AMDC de banda ancha (W-CDMA) de América del Norte proporciona servicios de voz, datos en banda vocal, datos transparentes y datos no transparentes mediante el control de la llamada, la gestión de los recursos radioeléctricos y la gestión de la movilidad. El sistema soporta también servicios de voz y de datos seguros utilizando procedimientos de autenticación y secreto. Para más detalles, véanse las Normas de uso práctico TIA/EIA IS-665 y ANSI J-STD-015.

El W-CDMA utiliza el método acceso múltiple por diferenciación de código (AMDC) como método de acceso a la interfaz de aire. En el lado transmisor, la señal de información es una secuencia directa ensanchada que utiliza un código único producido por códigos pseudoaleatorios y de Hadamard. En el lado de recepción, la señal de información es sometida al proceso inverso del ensanchamiento (despread) utilizando los mismos códigos. Se aplica el dúplex por distribución de frecuencia (FDD – frequency division duplex) de 80 MHz de separación dúplex. La estación personal transmite frecuencias entre 1 850 y 1 910 MHz, y la estación de base transmite frecuencias entre 1 930 y 1 990 MHz. La Norma W-CDMA soporta anchuras de banda de 5 MHz, 10 MHz y 15 MHz. Cada una de estas anchuras de banda alberga velocidades de datos de 16, 32 y 64 kbit/s, a elección.

Mediante un codificador de voz MICDA avanzado a 32 kbit/s (COM101+) se proporciona señal de voz de calidad similar a la de larga distancia incluso en condiciones de ambiente radioeléctrico severas. Tiene una calidad de funcionamiento superior a las normas de la UIT siguientes: MIC (G.711), MICDA (G.721) y LD-CELP (G.728).

El W-CDMA dispone de una interfaz flexible para acomodar distintos sistemas de conmutación. Se puede interconectar con sistemas de conmutación que utilicen el Sistema de señalización N.º 7. La asignación de canal, el control de traspaso, el control de llamada, el registro, la autenticación y la operación, administración, mantenimiento y aprovisionamiento (OAM&P – operation, administration, maintenance & provisioning) se gestionan a través de la red de gestión de telecomunicaciones (TMN – telecommunications management network).

Mediante el ensanchamiento de banda ancha, el W-CDMA consigue señales de voz de calidad elevada, y una fuerte resistencia al desvanecimiento por propagación multitrayecto. La ganancia de procesamiento inherente al ensanchamiento de banda ancha sobrepasa la interferencia entre usuarios en la misma anchura de banda. Además del ensanchamiento de banda ancha, el W-CDMA utiliza el control de potencia de bucle abierto y cerrado, la corrección de errores en recepción, el entrelazado, la combinación de señales multitrayecto y la cancelación de interferencia para obtener capacidades del sistema mayores en comparación con otras normas PCS. En el Apéndice 1 se describe con detalle la arquitectura de red soporte, y en el Apéndice 2 el sistema para el intercambio de llamada detallando la información utilizada.

1.2 Configuración del sistema

En la Fig. 12 se muestra un modelo genérico de sistema PCS basado en W-CDMA. En la misma, el controlador de estaciones de base puede incluirse en cada una de ellas, en el centro de conmutación de comunicaciones personales o en una entidad separada.

2 Características técnicas

2.1 Enlace directo

2.1.1 Interfaz de RF

2.1.1.1 Modulación de datos

La modulación de datos en el enlace directo es MDP-4 coherente a una velocidad de símbolos de 64 kbit/s.

2.1.1.2 Modulación de ensanchamiento

Se utiliza la modulación con ensanchamiento MDP-2 para canales en fase (I-inphase) y en cuadratura de fase (Q-quadrature) por medio de secuencias pseudoaleatorias y de Hadamard con una velocidad de segmentos (chips) de 4,096 u 8,192, ó 12,288 Msegmento/s y un periodo de 20 ms.

La forma de onda radiada está limitada estrechamente a una anchura de banda de 4,1, 8,2 ó 12,3 MHz. Las estaciones de base se distinguen unas de otras por las fases relativas de sus secuencias de ensanchamiento.

2.1.2 Estructura de canales

El enlace directo se compone de canales piloto, de sincronismo, de radiobúsqueda y de tráfico. La canalización del enlace directo se realiza añadiendo a cada canal secuencias de Hadamard y pseudoaleatorias. Las secuencias Hadamard y pseudoaleatorias tienen la misma velocidad de segmentos.

Los códigos de Hadamard se utilizan para proporcionar ortogonalidad a cada canal, lo que permite la separación de 64, 128 ó 192 canales en el receptor de la estación personal.

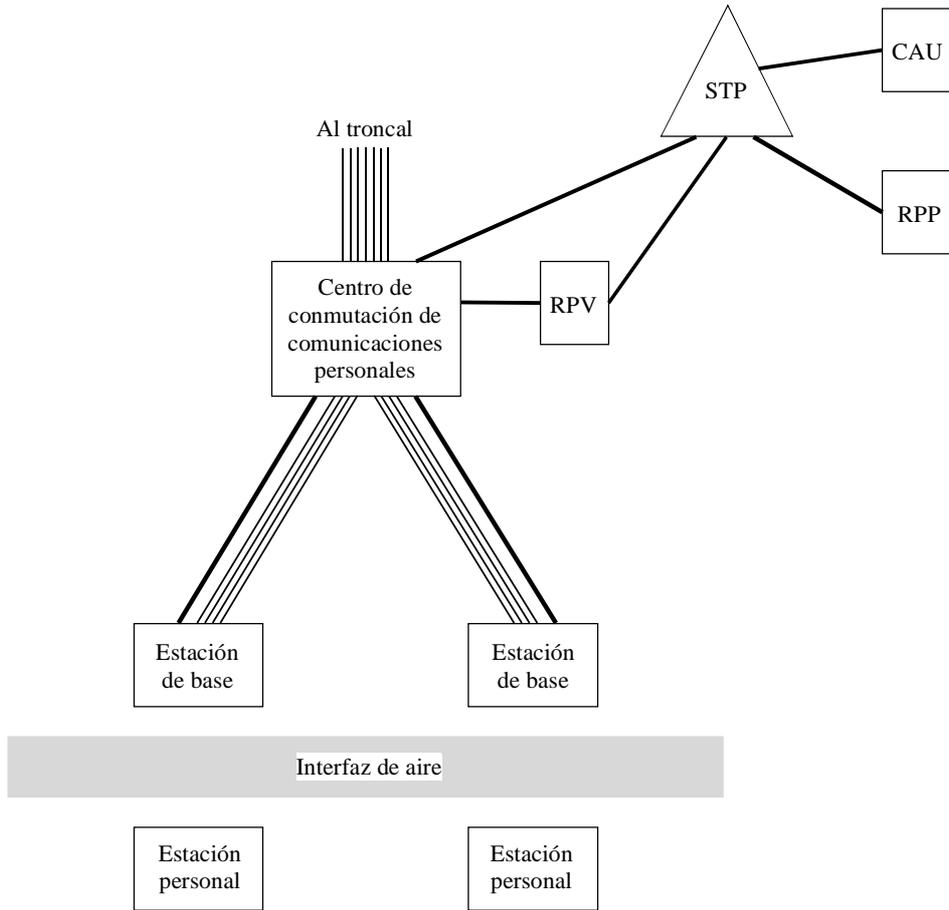
2.1.2.1 Canal piloto

El canal piloto está asociado a cada estación de base como canal exclusivo. El canal piloto se ensancha pero no se modula. Sirve como referencia de fase para la demodulación coherente de los otros canales. También se utiliza como objetivo de búsqueda en la adquisición de una nueva estación de base cuando la estación personal se desplaza de una zona de cobertura a otra.

2.1.2.2 Canal de sincronismo

El canal de sincronismo cursa información que permite a la estación personal determinar la temporización del sistema y el desplazamiento del piloto. La velocidad de datos del canal de sincronismo es de 16 kbit/s.

FIGURA 12
Ejemplo de configuración del sistema



CAU: centro de autenticación
 RPP: registro de posiciones de base
 RPV: registro de posiciones visitado
 STP: punto de transferencia de señalización

— Trayecto de señalización
 — Trayecto vocal

2.1.2.3 Canales de radiobúsqueda

Cada estación de base tiene uno o mas canales de radiobúsqueda asociados. Estos canales emiten las identificaciones de las estaciones personales para las que hay llamadas entrantes. Las estaciones personales que reciben sus identificaciones por el canal de radiobúsqueda responden a la estación de base a través de un canal de acceso. La velocidad de datos de los canales de radiobúsqueda es de 16 kbit/s.

2.1.2.4 Canales de tráfico

Los canales de tráfico pueden cursar señales de voz codificadas o cualquier otro tipo de información. Se dispone de velocidades de datos de 64, 32 y 16 kbit/s trama a trama en el canal de tráfico. La variación de velocidad se logra mediante la repetición de símbolos, manteniendo constante la energía por bit.

2.1.3 Codificación y entrelazado

El enlace directo se codifica convolucionalmente y se efectúa un entrelazado de bloques. La relación de codificación es 1/2 con una longitud límite de 9. El intervalo de entrelazado es de 5 ms en los canales de sincronismo y de radiobúsqueda. El intervalo de entrelazado en el canal de tráfico es de 5 ms con opciones de 10 y 20 ms.

Los mensajes de los canales de sincronismo y de radiobúsqueda se protegen mediante un código de redundancia cíclica (CRC) de 32 bits, que puede utilizar el receptor para detectar los fallos de codificación.

2.1.4 Tren de bits de control de potencia del enlace inverso

En los canales de tráfico directo se insertan datos a una velocidad de 2 kbit/s para el control de potencia en bucle cerrado independiente de cada estación personal. Se utilizan 2, 4 u 8 símbolos por bit de control de potencia para velocidades de datos de tráfico de 64, 32 y 16 kbit/s, respectivamente. El tren de bits de control de potencia no se codifica.

2.2 Enlace inverso

2.2.1 Interfaz de RF

2.2.1.1 Modulación de datos

La modulación de datos en el enlace inverso es MDP-4 coherente a una velocidad de símbolos de 64 ks/s.

2.2.1.2 Modulación de ensanchamiento

Se utiliza la modulación con ensanchamiento MDP-2 para canales en fase (I-inphase) y en cuadratura de fase (Q-quadrature) por medio de secuencias pseudoaleatorias y de Hadamard con una velocidad de segmentos de 4,096 u 8,192, ó 12,288 Msegmento/s y un periodo de 20 ms.

La forma de onda radiada está limitada estrechamente a una anchura de banda de 4,1, 8,2 ó 12,3 MHz. Las estaciones de base se distinguen unas de otras por las fases relativas de sus secuencias de ensanchamiento.

2.2.2 Estructura de canales

El enlace inverso se compone de canales piloto, de acceso, de tráfico y de señalización. La canalización del enlace inverso se realiza añadiendo secuencias de Hadamard y pseudoaleatorias. Las secuencias de Hadamard y pseudoaleatorias tienen la misma velocidad de segmentos.

Los códigos de Hadamard se utilizan para proporcionar ortogonalidad entre los canales piloto, de tráfico y de señalización de cada estación personal.

2.2.2.1 Canal piloto

El canal piloto está asociado al canal de tráfico de la estación personal. El canal piloto se ensancha pero no se modula. Sirve como referencia de fase para la demodulación coherente de los otros canales. También se utiliza como objetivo de búsqueda en la adquisición de una nueva estación de base cuando la estación personal se desplaza de una zona de cobertura a otra.

2.2.2.2 Canal de acceso

El canal de acceso se utiliza tanto para responder a los canales de radiobúsqueda de la estación de base como para originar una llamada o preparar un registro. La velocidad del canal de acceso es de 16 kbit/s.

2.2.2.3 Canal de tráfico

El canal de tráfico cursa señales de voz codificadas o cualquier otro tipo de tráfico. Se dispone de velocidades de datos de 64, 32 y 16 kbit/s trama a trama en el canal de tráfico. La variación de velocidad se logra mediante la repetición de símbolos.

2.2.2.4 Canal de señalización

El canal de señalización está asociado con el canal de tráfico de la estación personal. La velocidad del canal de señalización es de 4, 4 ó 2 kbit/s, para velocidades de datos de 64, 32 ó 16 kbit/s, respectivamente.

2.2.3 Codificación y entrelazado

El enlace inverso se codifica convolucionalmente con una relación de 1/2 y una longitud límite de 9. En el canal de tráfico se efectúa el entrelazado con un intervalo de entrelazado de 5 ms, o facultativamente de 10 ó 20 ms. En el canal de señalización se efectúa un entrelazado de bloques de 5 ms.

2.2.4 Control de potencia del enlace directo

La potencia transmitida por la estación personal se regula de forma que se acerque al mínimo requerido para lograr una tasa de errores adecuada. La potencia radiada se determina a partir de la información de potencia recibida de la estación de base vía el canal de señalización.

2.3 Operación de traspaso

La estación de base efectúa uno de los dos siguientes procedimientos de traspaso, los cuales pueden ser seleccionados por el proveedor del servicio.

Traspaso tipo A: Supone que la estación personal está activa y recibiendo simultáneamente un canal piloto y un canal de tráfico procedente de una estación de base servidora designada. El método de traspaso tipo A establece primero un canal piloto entre la estación personal y la estación de base objeto designada. En esta situación la estación personal está recibiendo simultáneamente canales piloto procedentes de las estaciones de base servidora y objeto. Mediante una instrucción, el canal de tráfico procedente de la estación de base servidora es conmutado a la estación de base objeto. La estación personal recibe ahora el canal de tráfico procedente de la estación de base objeto. La estación personal desconecta entonces el piloto de la estación de base servidora, con lo que se completa el traspaso.

Traspaso tipo B: Una estación de base objeto inicia comunicaciones con la estación personal sin interrumpir la comunicación con ambas estaciones de base servidoras. La estación personal proporciona diversidad combinando canales de tráfico directos procedentes de las estaciones de base servidora y objeto. Mediante una instrucción se desconecta el canal de tráfico procedente de la estación de base servidora, con lo que se completa el traspaso.

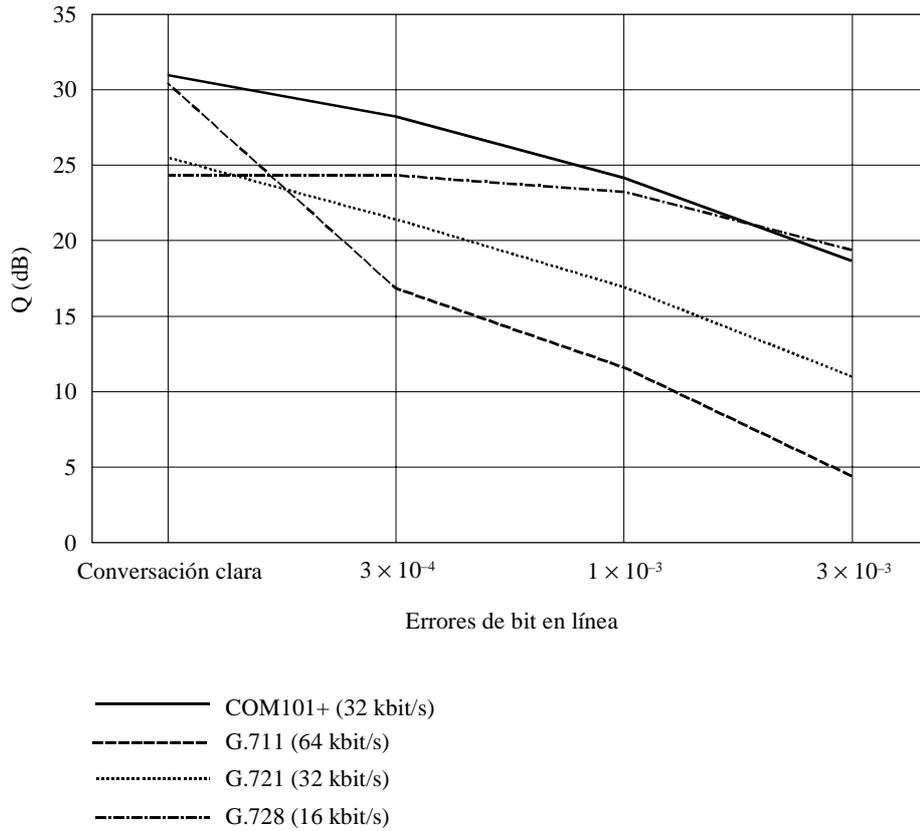
2.4 Codificación de la voz y transmisión de datos de anchura de banda vocal

W-CDMA utiliza un codificador vocal MICDA de 32 kbit/s/s robusto (COM101+). Se han implementado los siguientes servicios:

- voz de calidad de larga distancia para servicios de telefonía;
- velocidad de datos en banda vocal de hasta 14,4 kbit/s; y
- velocidad de FAX G3 de 9,6 kbit/s.

En la Fig. 13 se muestra el resultado de la comparación entre los siguientes métodos de codificación de la voz: COM101+, MIC (G.711), MICDA (G.721) y LD-CELP (G.728).

FIGURA 13
 Comparación de resultados de varios codificadores vocales



Nota 1 - MICDA (COM101+) no utiliza ninguna trama para codificación y decodificación.

Nota 2 - Un codificador MICDA de 32 kbit/s avanzado (UIT-T COM101) se utiliza en sistemas de satélite internacionales y en sistemas de cable submarino de fibra óptica. El COM101+ ha sido mejorado para utilizarlo en ambientes radioeléctricos severos.

1073-13

BIBLIOGRAFÍA

TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radio-Telecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

Descripción general del sistema de comunicaciones de acceso personal (PACS)

1 Introducción

El sistema de comunicaciones de acceso personal (PACS – personal access communications system) es una interfaz de aire común para acceso radio PCS de nivel intermedio y bajo. Las características del PACS difieren de las de sistemas de la interfaz de aire radio PCS de otras tecnologías en varios aspectos. Está destinado a lugares interiores y exteriores a nivel bajo y utiliza un modo dúplex por división de frecuencia (FDD) y un modo dúplex por división de tiempo (TDD). Ofrece el acceso al modo circuito y el acceso al modo paquetes embebidos en el protocolo. Se destina a las aplicaciones siguientes:

- movilidad moderada (hasta 65 km/h) en el exterior (se recomienda el modo FDD), tal como el caso del tráfico urbano;
- acceso inalámbrico fijo;
- movilidad en el interior baja (hasta 30 km/h) como en los casos de telefonía sin hilos a través de centralita privada PBX, Centrex sin hilos, juegos de claves sin hilos o sin cordón (se aceptan los modos TDD y FDD).

El PACS ofrece una interfaz común aplicable a una gama amplia de lugares y ambientes y capaz de soportar el interfuncionamiento entre el acceso público y el acceso privado. El PACS se ha diseñado para su fácil integración en una red RTPC y para aprovechar al máximo los elementos de red existentes.

La aplicación acceso inalámbrico fijo (FWA – fixed wireless access) corresponde a situaciones en las que puede ser preferible una conexión inalámbrica con segregación (por razones económicas o de otra índole) a una conexión de línea filar. Las unidades de abonado (SU – subscriber unit) FWA proporcionan al usuario una interfaz normalizada (por ejemplo, conector RJ-11) para permitir el acceso desde equipos de telefonía normalizados.

La interfaz de aire PACS se especifica en:

- ANSI J-STD-014 Personal Access Communication System Air Interface Standard;
- ANSI J-STD-014A Personal Access Communication System Unlicensed – Version A Air Interface Standard;
- ANSI J-STD-014B Personal Access Communication System Unlicensed – Version B Air Interface Standard.

2 Servicios

La interfaz de aire PACS está diseñada para soportar servicios de voz, datos en banda vocal y datos digitales junto con los servicios de red inteligente correspondientes. El sistema soporta llamadas de emergencia sin registro de abonado.

2.1 Teleservicios

Algunos de los servicios incluidos como parte de la norma de la interfaz de aire PACS PCS incluyen un servicio de mensajería individual, un servicio de datos en el modo circuito no transparente y protegido, un servicio de datos en el modo paquete, y un servicio de voz/datos entrelazados.

2.2 Servicios suplementarios

Los servicios suplementarios disponibles comprenden: reenvío de llamada, conferencia tripartita, llamada en espera, llamada completada, indicación de tasa y restricción de llamada. Ya que la RTPC puede proporcionar la infraestructura, es posible ofrecer fácilmente a los abonados otros muchos servicios suplementarios basados en la red interfaz de aire (AIN).

2.3 Aspectos relacionados con la seguridad

El PACS ha sido concebido para garantizar un nivel de seguridad coherente con lo especificado en TIA PN 3554, Vols. 1, 2 y 3, «Privacy and Authentication for Personal Communication Services». Se han previsto medidas de seguridad para proteger el acceso a los servicios y el secreto de la información relacionada con el usuario. El PACS cuenta con las siguientes características de seguridad:

- confidencialidad de la identidad del abonado;
- autenticación de la identidad del abonado: verifica que la identidad de abonado enviada por la unidad de abonado es la pretendida (no duplicada o despersonalizada);
- confidencialidad de los datos del usuario: garantiza que ninguna entidad no autorizada pueda revelar los datos del usuario, incluida la palabra, transferidos por el trayecto radioeléctrico;
- confidencialidad del elemento de información de señalización: se asegura que ninguna información de señalización, tal como las identidades del abonado y del equipo, los números de la guía de abonados, etc., intercambiada por el trayecto radioeléctrico pueda ser utilizada por personas o entidades o autorizadas.

La ID de abonado es la información que identifica al abonado de forma unívoca, y tiene que estar presente y ser válida para que las unidades de abonado puedan funcionar.

Cada unidad de abonado tiene una identidad única que será implementada por el fabricante y denominada número de serie del equipo.

El PACS soporta, tanto para el contexto público como privado, el secreto y la autenticación por claves.

3 Descripción general del sistema

En la Fig. 14 se muestra la representación funcional de la arquitectura del sistema. La arquitectura se compone de unidades de abonado fijas y portátiles que comunican a través de puertos radio (RP – radio ports) que, típicamente, tienen un acceso de línea filar vía una unidad de control de puertos radio (RPCU – radio port control unit) y un gestor de acceso (AM – access manager) a la red telefónica pública conmutada. La RPCU, el AM y algunas funciones de control de red pueden además combinarse en una unidad autónoma o integrada en la RTPC.

El AM, junto con la RPCU, facilita los aspectos del acceso radioeléctrico, tales como la transferencia de enlace automática (ALT – automatic link transfer) para una llamada en curso moviéndose de una RPCU a la próxima. El AM puede implementarse en un conmutador adjunto, o bien incorporar su funcionalidad en una función de control de servicio de red inteligente avanzada.

La red de conmutación proporciona una variedad de funciones, incluidas el aprovisionamiento, la gestión de la calidad de funcionamiento, la gestión de la capacidad, etc.

La especificación de la interfaz de aire esta concebida para que sea compatible con diferentes arquitecturas de red.

3.1 PACS e interfaces asociados

Se definen las siguientes interfaces del sistema:

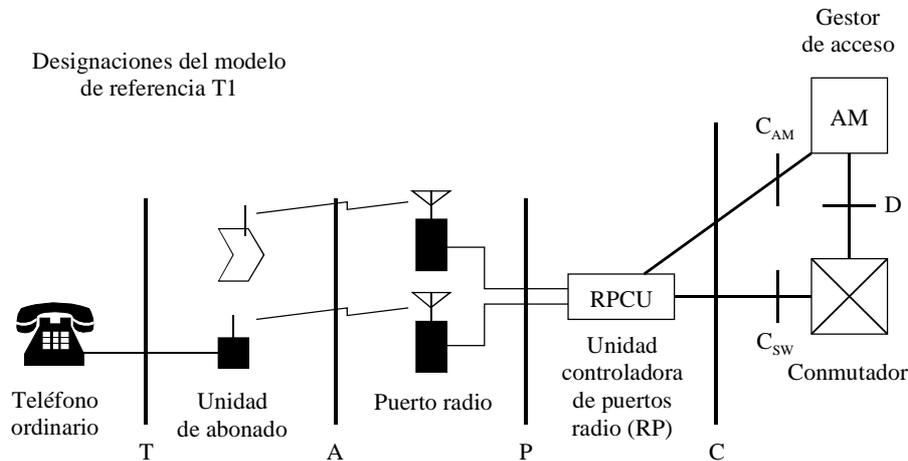
- La interfaz A (la «interfaz de aire») que conecta la SU y el RP.
- La interfaz P que proporciona conectividad entre la RPCU y sus RP. Los protocolos proporcionados por las Capas 2 y 3 aportan la interacción entre la SU y la RPCU que, por consiguiente, atraviesa la interfaz P. La interfaz P también transporta un canal de operaciones incorporado (EOC – embedded operations channel) que soporta funciones de control entre la RPCU y sus RP. La interconexión física (Capa 1) entre la RPCU y sus RP puede implementarse en cualquiera de varios medios posibles.
- La interfaz C, que conecta la RPCU al gestor del acceso y al conmutador. Se trata de una interfaz Q.931.

4 Características técnicas del sistema radioeléctrico

El PACS es un sistema radioeléctrico de baja potencia que utiliza modulación MDP-4 diferencial $\pi/4$. El enlace descendente (RP a SU) utiliza la multiplexación por división de tiempo (MDT) con una potencia RF máxima de transmisión de 800 mW. El enlace ascendente (SU a RP) utiliza el acceso múltiple por división de tiempo (AMDT) con una potencia de

transmisión RF máxima de 200 mW por ráfaga. El PACS soporta ambos modos de funcionamiento FDD y TDD, lo que facilita el interfuncionamiento entre sistemas de acceso privado y público. La velocidad binaria en la interfaz de aire es de 384 kbit/s a una velocidad de símbolos de 192 ks/s.

FIGURA 14
Arquitectura de referencia funcional



1073-14

4.1 Asignación de frecuencias de los puertos

Las frecuencias RF se asignan manualmente o a través de una asignación de frecuencias autónoma casi estática (medio autorregulado de selección de parejas individuales de canales RF de puerto radio que funciona sin una coordinación centralizada de frecuencias entre los diferentes puertos).

4.2 Control automático de frecuencia

La potencia del transmisor en la unidad de abonado se controla y varía según las condiciones de la propagación radioeléctrica.

4.3 Intervalos de tiempo y tramas AMDT

La trama MDT/AMDT tiene ocho (8) ráfagas de 120 bits cada una en una trama de 2,5 ms, con una supertrama envolvente.

4.4 Canales de tráfico

4.4.1 Canales de tráfico de velocidad completa y de subvelocidades

El sistema puede soportar canales de tráfico a velocidad plena de 32 kbit/s y canales de subvelocidades de 16, 8 y 4 kbit/s. El canal de velocidad mitad se obtiene aplicando una ráfaga en cada segunda trama y el canal de velocidad 1/4 mediante una ráfaga en cada cuarta trama. El canal de velocidad 1/8 se obtiene empleando una ráfaga en cada octava trama. Una portadora proporciona por tanto hasta 8 canales de velocidad plena, 16 canales de velocidad mitad, 32 de velocidad 1/4 y 64 canales de velocidad 1/8, o cualquier combinación de ellos.

4.4.2 Canales de tráfico vocal

Se especifica una codificación de treinta y dos (32) kbit/s como codificación por defecto para el interfuncionamiento (se contemplan disposiciones para sistemas de 16 y 8 kbit/s cuando tales sistemas de codificación son realizables).

4.4.3 Canales de tráfico de datos

El servicio de datos en modo circuito es un servicio de datos de baja latencia y modo no transparente, en el que los datos son encriptados para asegurar el secreto y en el que la integridad de los datos está protegida mediante un protocolo de control de errores y de flujo, *protocolo de acceso al enlace para radio* (LAPR – link access protocol for radio). El retardo de la interfaz de aire PACS en los dos sentidos, de ida y retorno, incluido el retardo de transporte de la interfaz controlador puerto-a-puerto y el tiempo de procesamiento de la unidad RPCU, es del orden de algunas decenas de milisegundos. El flujo de datos en un canal de 32 kbit/s es aproximadamente 28 kbit/s en condiciones de funcionamiento extremas. Además, los canales pueden agruparse para soportar velocidades de datos más altas.

4.4.4 Canales del modo paquete

El servicio de datos en el modo paquete es un protocolo de paquetes RF compartido y basado en la contienda que utiliza como mecanismo de contienda el acceso DSMA (data sense multiple access). El enlace descendente utiliza una programación casi perfecta. La estructura básica del canal de paquetes permite el funcionamiento de las unidades de abonado capaces de operar en un solo intervalo de tiempo por trama AMDT, así como de las unidades de abonado que alcanzan flujos mayores y retardos de paquete más bajos utilizando varios intervalos de tiempo por trama. El protocolo permite a ambos tipos de unidades de abonado compartir la anchura de banda de paquetes disponible de una manera justa y equitativa.

4.4.5 Capacidad de voz/datos

El servicio de voz/datos entrelazados proporciona la capacidad de transmitir información vocal e información de datos utilizando un solo intervalo de tiempo de 32 kbit/s. Los datos se transmiten durante los periodos de reposo entre ráfagas de voz. Una ventaja de este modo de operación es que los trasposos son más fiables ya que solamente es necesario establecer un canal de 32 kbit/s con el nuevo puerto. Las ráfagas de datos son entregadas de manera fiable por el protocolo LAPR y, al igual que en todos los servicios de datos PACS, encriptadas para asegurar el secreto.

4.4.6 Servicio de mensajería individual

El servicio de mensajería individual puede entregar mensajes de hasta 16 Mbytes de longitud. La entrega se asegura y protege mediante un protocolo de control de errores y flujo y el secreto del contenido se garantiza mediante su cifrado. Las aplicaciones incluyen los mensajes de texto, el correo SMPT y MIME, las imágenes de FAX Grupo III, así como las imágenes GIF, TIFF, JPEG y PICT, el sonido codificado en MIC y MICDA, el vídeo MPEG, y otras más.

4.5 Canal de difusión del sistema

Se asigna un intervalo de tiempo de 16 u 8 kbit/s a la información de control del sistema y se denomina canal de difusión del sistema (SBC – system broadcast channel). El SBC se compone de tres canales lógicos denominados canal de información del sistema, canal de alerta y canal de petición de prioridad.

4.5.1 Canal de información del sistema

El canal de información del sistema (SIC – system information channel) cursa información relativa a los usuarios, tal como la identificación del proveedor del servicio, los parámetros de encriptación, los parámetros del protocolo (por ejemplo, los valores del contador y el temporizador) y otras. El SIC se difunde en el enlace descendente del SBC.

4.5.2 Canal de alerta

El canal de alerta (AC – alerting channel), transporta códigos cortos que, cuando son tomados con el valor de la fase alerta, identifican de manera inequívoca las unidades de usuario registradas en la zona de registro. La presencia de un código de unidad de abonado particular significa que hay una llamada entrante para esa unidad de abonado. El AC está multiplexado con el SIC en el enlace descendente del SBC. La capacidad de alerta de la versión FDD del PACS es de 200 000 abonados por zona de registro/alerta (ARA – alerting/registration area) con una probabilidad próxima a cero de que la alerta se bloquee durante la hora cargada. La capacidad de alerta correspondiente a la versión TDD de PACS es de 80 000 abonados por ARA.

El canal de alerta esta configurado para permitir un modo de reposo de la SU con un ciclo de servicio cerrado/abierto de 0,7%.

4.5.3 Canal de acceso con prioridad

El canal de acceso con prioridad (PRC – priority access channel), proporciona peticiones de acceso prioritario al enlace en caso de emergencia cuando los canales de tráfico están marcados como disponibles para el acceso normal. La petición de prioridad es enviada por la SU en el enlace ascendente y la RPCU envía el acuse de recibo por el enlace descendente. La utilización del PRC para el acceso se limita a unos pocos tipos de llamada (es decir, llamadas de emergencia).

5 Características de explotación

5.1 Selección de canal

La SU está en el estado «CERRADO» cuando no está alimentada y la SU se mueve al estado «CERRADO» desde cualquier otro estado. Después de pasar al estado «ABIERTO», la SU entra en el estado de «ADQUISICIÓN» (acquiring) en el que efectúa una exploración de frecuencias para seleccionar la señal de RP adecuada.

Después de efectuar el enganche de fase con algún RP, la SU entra en el estado de «ESPERA». La SU debe sincronizarse con el tren de bits, leer la información del sistema y determinar si es necesario efectuar el registro. Si no se requiere registro, la SU sincroniza a su fase de alerta y está atenta a una indicación de una llamada entrante. En el estado de «RESERVA», la SU está atenta al canal SBC para recoger la información del sistema más reciente.

Si la SU determina que es preciso llevar a cabo el registro, o si el usuario está intentando iniciar una llamada, o si la SU desea responder a una difusión de alerta (esto es, una difusión de notificación de llamada entrante), la SU toma un canal de tráfico y pasa a la situación de «ACTIVO».

La SU pasa al estado de «ESPERA» después de liberar el canal de tráfico al final de una llamada. La SU pasa al estado de «ADQUISICIÓN» después de la pérdida del enganche de fase. Si la SU pasa del estado de «ACTIVO» al estado «ADQUISICIÓN» cualquier llamada en curso es mantenida en la RPCU durante un tiempo apropiado hasta conseguir el enganche de fase y la SU retorne al estado «ACTIVO».

5.2 Registro (itinerancia)

La SU evalúa la señal recibida e inicia el procedimiento de registro en caso necesario. Es posible la itinerancia entre zonas de registro/alerta (ARAs) y entre proveedores. La itinerancia es también posible entre sistemas públicos y privados.

5.3 Protocolos de comunicaciones

Los protocolos de comunicaciones de los sistemas PACS se dividen en tres capas. La capa uno corresponde a la capa física. La capa dos es la capa de enlace y la capa de acceso al medio. La capa tres es la capa de red. Todos los mensajes de la capa tres utilizan el acuse de recibo positivo en la capa dos para control de errores y control de flujo.

5.4 Establecimiento de la llamada

5.4.1 La SU origina el establecimiento de la llamada

La llamada es originada por la SU, la cual solicita acceso a un canal de tráfico disponible para establecer el recurso radioeléctrico. Se configura la siguiente autenticación. Una vez que se ha establecido el cifrado del enlace, se intercambian mensajes de establecimiento de la llamada.

5.4.2 La SU termina el establecimiento de la llamada

Después de que la SU recibe un mensaje de búsqueda procedente de la red por el canal de alerta, se sigue el mismo procedimiento que en el § 5.4.1.

5.5 Transferencia automática del enlace

En PACS, el traspaso se denomina transferencia automática del enlace (ALT – automatic link transfer). Las ALT mantienen la llamada en curso mientras la SU se mueve de la zona de cobertura de una RP a la zona de cobertura de otra RP. En el sistema PACS, las ALT son controladas, dirigidas e iniciadas por la SU y son iniciadas en el enlace nuevo

o preferido: las ALT dirigidas por la SU resultan en menos llamadas segregadas, y son mucho más rápidas que los trasposos dirigidos de la red convencional. Otra propiedad importante del protocolo ALT es que permite el restablecimiento de la llamada utilizando los mismos procedimientos que en la transferencia de enlace normal, incluso si se pierde la señal al RP fuente u original.

La red puede denegar peticiones ALT dirigidas por la SU. Además, la ALT dirigida por la red puede ser empleada para satisfacer los requisitos de gestión de red, tales como desbordamiento de carga para alivio de la congestión.

BIBLIOGRAFÍA

TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radio-Telecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.

APÉNDICE 1

Operaciones entre sistemas celulares

La Norma de operaciones entre sistemas IS-41 de Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA) se introdujo en febrero de 1988. La norma se encuentra en su cuarta revisión (IS-41-C). El objeto de esta norma es proporcionar la funcionalidad necesaria para soportar el acceso inalámbrico a los servicios celulares y de redes públicas con conmutación soportar la itinerancia sin interrupción entre diferentes proveedores de servicios que utilizan distintos sistemas celulares. La norma soporta tecnologías de interfaz de aire analógicas y digitales (por ejemplo, AMPS, AMDT, AMDC, AMPS de banda estrecha).

IS-41-C configura estas funciones mediante operaciones y procedimientos que:

- detectan automáticamente la presencia de un abonado móvil en un sistema visitado;
- autentifican a un abonado para el servicio;
- autorizan a un abonado para servicios específicos;
- permiten el acceso a servicios contratados durante la itinerancia; y
- proporcionan continuidad a las llamadas en curso mediante el procedimiento de transferencia (traspaso).

1 Características técnicas generales

En este punto se describen los servicios que requieren operaciones entre sistemas y se presenta un modelo de referencia de red que muestra las entidades funcionales de un sistema inalámbrico.

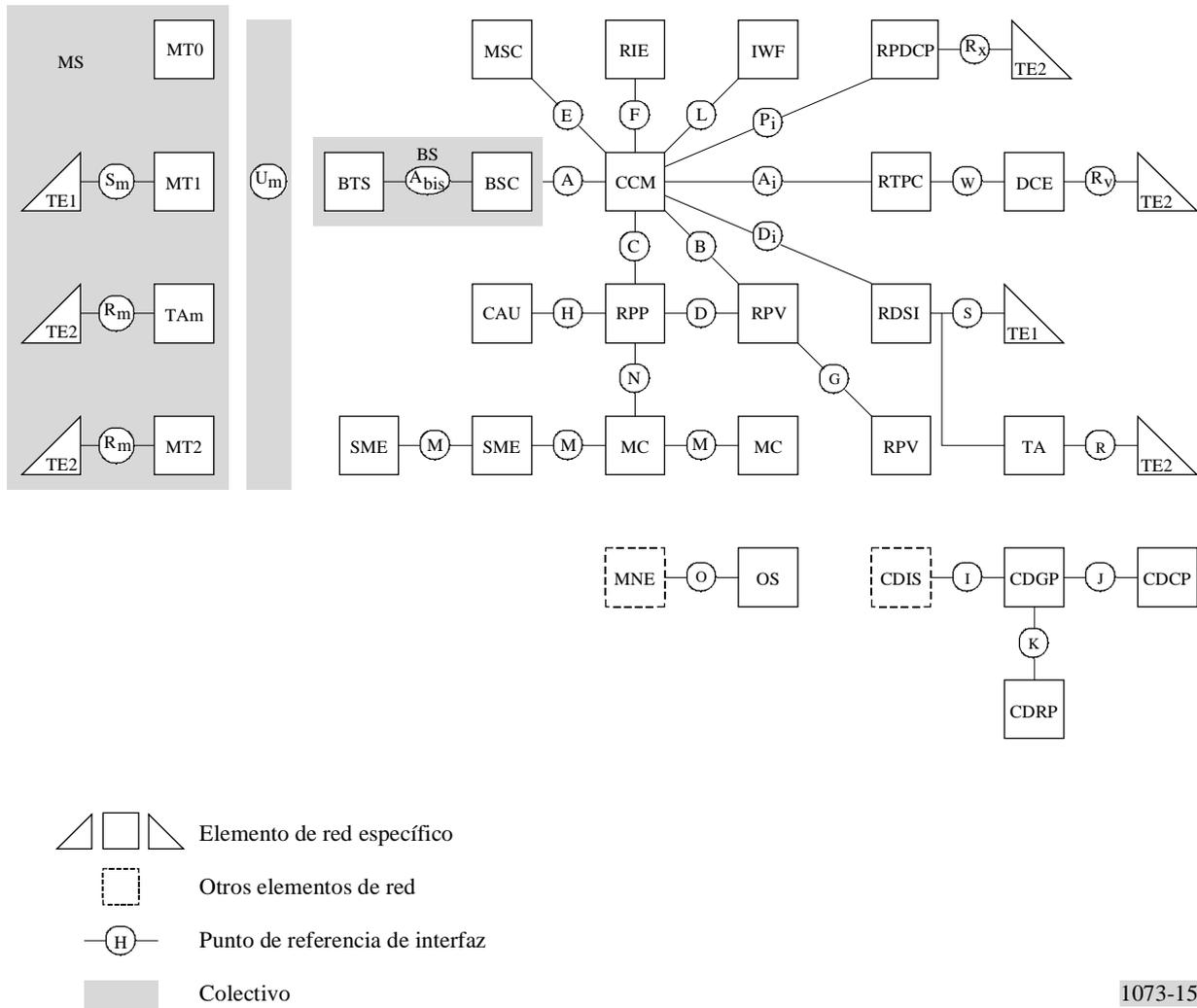
Una red inalámbrica se compone de varias entidades funcionales y puntos de referencia de interfaz asociados. La comunicación entre las entidades para soportar las funciones pertinentes a una red se efectúa mediante un conjunto específico de mensajes y protocolos. La Norma de operaciones entre sistemas TIA/EIA IS-41 señala los mensajes, protocolos y procedimientos utilizados para facilitar la comunicación entre las entidades funcionales lógicas de un sistema inalámbrico en relación con la itinerancia y el traspaso de llamada automáticos.

En la Fig. 15 se representan las entidades que componen una red celular.

1.1 Centro de autenticación (CAU)

El CAU es una entidad que gestiona la autenticación y las claves de encriptación asociadas con los abonados individuales. El CAU puede, o no, encontrarse dentro de un RPP, y ser indistinguible del mismo.

FIGURA 15
Red celular



1073-15

1.2 Estación de base (EB)

EB es el nombre común del equipamiento de radio completo situado en una ubicación y utilizado para servir a una o varias células.

1.3 Registro de posiciones de base (RPP)

El RPP es el registro de posiciones en el que se almacena la identidad del usuario y la información de abonado asociada (por ejemplo el número ESN, DN, información de perfil, posición actual, periodo de validación). El RPP puede, o no, encontrarse dentro de un centro de conmutación de servicios móviles (CCM), y ser indistinguible del mismo. Un RPP puede atender a más de un CCM. El RPP puede encontrarse distribuido en más de una entidad física.

1.4 Centro de mensajes (MC – message centre)

El MC se ocupa de la gestión de las características funcionales del servicio de mensajes cortos, del almacenamiento y reenvío de éstos y de su entrega a las entidades de mensajes cortos (SME) en la EM.

1.5 Estación móvil (EM)

La EM es el equipo de interfaz utilizado para terminar el trayecto radioeléctrico en el lado de usuario. Proporciona al usuario las capacidades necesarias para acceder a los servicios de red.

1.6 Centro de conmutación de servicios móviles (CCM)

El CCM es un sistema automático que constituye la interfaz del tráfico de usuario entre la red celular y otras redes públicas con conmutación, o con otros CCM en la misma o en otras redes celulares. El término «tráfico» en este Apéndice se refiere a información cursada hacia o procedente del usuario, en contraposición a la información relativa a la gestión de la red.

El CCM desempeña diferentes funciones:

Anchor MSC (CCM de anclaje): es el primer CCM del contacto radio en una llamada.

Border MSC (CCM fronterizo): CCM que controla células adyacentes a la posición de una estación móvil.

Candidate MSC (CCM candidato): CCM que podría aceptar una llamada para transferencia.

Originating MSC (CCM de origen): CCM que detecta una llamada entrante hacia una estación móvil.

Remote MSC (CCM distante): CCM en el otro extremo de un troncal en la transferencia entre sistemas.

Serving MSC (CCM servidor): CCM que está prestando servicio actualmente a una llamada.

Tandem MSC (CCM tándem): CCM que proporciona solamente conexiones troncales para una llamada transferida.

Target MSC (CCM objetivo): CCM seleccionado para un traspaso.

Visited MSC (CCM visitado): CCM que da servicio a la estación móvil.

1.7 Entidad de mensajes cortos (SME – short message entity)

La entidad de mensajes cortos (SME) es la entidad responsable de la composición y puesta a disposición de los mensajes cortos que son entregados a través del centro de mensajes.

1.8 Registro de posiciones visitado (RPV)

El RPV es el registro de posiciones, distinto del RPP, utilizado por un CCM para recuperar información que sirva para el manejo de las llamadas destinadas a, o procedentes de un abonado visitante. El RPV puede, o no, estar ubicado dentro de un CCM, y ser indistinguible del mismo. Un RPV puede servir a más de un CCM.

2 Servicios entre sistemas

Los servicios que requieren operaciones entre sistemas son:

- Transferencia (traspaso) entre sistemas.
- Itinerancia automática.
- Autenticación y secreto.
- Servicios de voz.
- Conexión de red inteligente.
- Servicio de mensajes cortos.
- Soluciones para sistemas fronterizos.
- Operaciones y mantenimiento.

2.1 Transferencia (traspaso) entre sistemas

La transferencia (traspaso) entre sistemas permite transferir automáticamente y sin interrupción una llamada en curso desde un canal radioeléctrico bajo control de un CCM a un canal radioeléctrico diferente bajo control de otro CCM. La Norma IS-41 soporta la transferencia de llamadas entre sistemas a través de múltiples tecnologías de interfaz de aire (por ejemplo, tecnologías analógicas y digitales como AMPS, AMDT, AMDC y AMPS de banda estrecha).

Un proceso de transferencia se pone en marcha cuando el sistema servidor de una EM determina, mediante un proceso de medición de la señal (por ejemplo, mediciones de la señal entre sistemas o una transferencia asistida por la móvil), que la EM debe transferirse a una célula objetivo. La transferencia ocurre cuando la EM recibe la instrucción para que sintonice de nuevo a un canal especificado en la célula objetivo.

La Norma IS-41 proporciona las funciones necesarias para la transferencia mediante una serie de operaciones básicas que incluyen:

- **FacilitiesDirective** (Directiva de facilidades) – Utilizada para pedir al CCM objetivo (recipiente) que inicie una tarea de transferencia hacia adelante.
- **FacilitiesRelease** (Liberación de facilidades) – Utilizada para pedir que se liberen todos los recursos atribuidos a un segmento de la llamada.
- **FlashRequest** (Flash petición) – Utilizada para informar al CCM de anclaje que se ha recibido un flash procedente de la EM especificada.
- **HandoffBack** (Transferencia hacia atrás) – Utilizada para pedir al CCM objetivo (recipiente) que inicie una tarea de transferencia hacia atrás.
- **HandoffMeasurementRequest** (Petición de medición para transferencia) – Utilizada por el CCM servidor para pedir a un CCM vecino que prepare una medición de la calidad de la señal en un canal radioeléctrico especificado.
- **HandoffToThird** (Transferencia a tercero) – Utilizada por el CCM servidor para iniciar una transferencia con minimización de trayecto.
- **InformationForward** (Información hacia adelante) – Utilizada después del traspaso para transferir hacia el CCM servidor información concerniente a la EM servida.
- **InterSystemAnswer** (Respuesta entre sistemas) – Utilizada después de la transferencia para informar a un CCM fronterizo de que la parte llamada ha contestado.
- **MobileOnChannel** (Móvil en el canal) – Utilizada por el CCM objetivo para confirmar la llegada de la EM en el nuevo canal de tráfico.

2.2 Itinerancia automática

La itinerancia automática proporciona automáticamente servicios de telefonía celular a estaciones móviles que se encuentran operando fuera de su zona de servicio propia, si bien dentro de la zona de servicio de otro CCM. Los servicios de itinerancia automática incluyen:

- La identificación oportuna en el tiempo del CCM servidor actual. Esta identificación se configura mediante un proceso de registro que es activado cuando la estación móvil accede a un sistema (por ejemplo, registro autónomo, tentativa de inicio de llamada, respuesta a una tentativa de terminación de llamada).
- La autorización de un servicio automático de una EM itinerante (por ejemplo, validación de crédito). Puede configurarse durante el proceso de registro o a petición de un sistema visitado. Si cambia la situación de validación, el sistema propio de la estación móvil puede borrar o cambiar una autorización otorgada anteriormente.
- La entrega del perfil de servicios de la EM itinerante. Este puede conformarse durante el proceso de registro (es decir, transferencia del perfil de servicios del abonado desde el sistema propio de la estación móvil al sistema visitado), a petición del sistema visitado, o bajo la dirección del sistema propio de la estación móvil cuando ha cambiado una condición de características.
- Acceso y control de características y servicios por la EM itinerante. Esto permite a un abonado alterar la situación de características y servicios contratados.

La funcionalidad de la itinerancia automática se proporciona mediante una serie de operaciones básicas que incluyen:

- **BulkDeregistration** (borrado de registro masivo) – Utilizado por un registro de posiciones visitado (RPV) para comunicar a un registro de posiciones de base (RPP) que todos los datos de la EM asociados con el RPP han sido borrados.
- **FeatureRequest** (petición de característica) – Utilizada para pedir la característica relativa al tratamiento de los dígitos recibidos de la EM especificada.
- **MSinactive** (EM inactiva) – Utilizada para indicar que la EM especificada se encuentra inactiva.
- **QualificationDirective** (directiva de calificación) – Utilizada para actualizar la autorización, la información de perfil, o ambas, para una EM especificada.
- **QualificationRequest** (petición de calificación) – Utilizada para pedir la validación de una EM, la información de perfil, o ambas.

- **RegistrationCancellation** (cancelación de registro) – Utilizada para comunicar a un elemento de red que la EM especificada ya no se encuentra en la zona de servicio.
- **RegistrationNotification** (notificación de registro) – Utilizada para comunicar la posición de la EM especificada, validar la EM y obtener el perfil de la EM.
- **ServiceProfileDirective** (directiva de perfil de servicios) – Utilizada para informar al sistema servidor sobre un cambio en el perfil de servicios de la EM.
- **ServiceProfileRequest** (petición de perfil de servicios) – Utilizada para recuperar el perfil de servicios de la EM especificada.
- **UnreliableRoamerDataDirective**(directiva de datos de itinerante no fiable) – Utilizada por el registro de posiciones de base (RPP) para pedir al registro de posiciones visitado (RPV) que borre los registros de las estaciones móviles asociadas con el RPP.

2.3 Autenticación y secreto

IS-41 estipula las características de seguridad para verificar la identidad de una estación móvil y garantizar el secreto de las comunicaciones del usuario.

La verificación de la identidad de una estación móvil se efectúa mediante procedimientos de autenticación. La autenticación se hace en cada petición de servicio (por ejemplo, registro, tentativa de inicio de llamada, respuesta a una tentativa de terminación de llamada) hecha por una estación móvil.

El concepto básico de la autenticación se basa en la conformación de un mecanismo impugnación de autenticación (-authentication challenge-). La estación móvil (EM) es «impugnada» con una variable aleatoria. La impugnación de variable aleatoria y otros parámetros de estación móvil se introducen en un algoritmo de *Cellular Authentication and Voice Encryption (CAVE)* para generar una respuesta de autenticación. La respuesta de autenticación recibida de la EM se compara con la respuesta esperada por el centro de autenticación (CAU).

La estación móvil (EM) puede también autenticar la conectividad de la red al centro de autenticación (CAU) con una impugnación de la estación base. Este proceso es similar a la autenticación de la EM, salvo que en este caso la EM genera la variable aleatoria y compara las respuestas de autenticación.

La componente integral de la autenticación es la clave de «autenticación» (clave A). La clave A es secreta y solamente la conocen la EM y el CAU. La clave A se utiliza para obtener *datos secretos* compartidos que pueden serlo entre sistemas y operadores de sistemas sin poner en riesgo la clave A. Cuando los datos secretos compartidos se utilizan con un sistema visitado, la anchura de banda de la red puede ahorrarse permitiendo que el RPV se haga cargo de algunas de las responsabilidades de autenticación del CAU.

Las claves de encriptación para el secreto de la voz y la encriptación de los mensajes de señalización se generan durante los procedimientos de autenticación. Las claves de encriptación se utilizan para asegurar el secreto en los canales de tráfico y canales de señalización digitales.

La autenticación y el secreto vienen soportados por las siguientes operaciones:

- **AuthenticationDirective** (directiva de autenticación) – Utilizada para pedir modificaciones de los parámetros de autenticación de la EM especificada.
- **AuthenticationDirectiveForward** (reenvío de directiva de autenticación) – Utilizada desde el CCM de anclaje para pedir al CCM servidor que inicie una impugnación única para la EM especificada.
- **AuthenticationFailureReport** (informe de fallo de autenticación) – Utilizada para informar del fallo de una operación de autenticación autónoma para la EM especificada.
- **AuthenticationRequest** (petición de autenticación) – Utilizada para pedir la autenticación de la EM especificada.
- **AuthenticationStatusReport** (informe de estatus de autenticación) – Utilizada para informar de los resultados de las operaciones de autenticación pedidas para la EM especificada.
- **BaseStationReport** (impugnación de la estación de base) – Utilizada para informar de los resultados de una operación de autenticación por impugnación de la estación de base para la EM especificada.
- **CountRequest** (petición de contaje) – Utilizada para obtener el valor del parámetro de contaje de la historia de la llamada para la EM especificada.

2.4 Servicios de voz

IS-41 sustenta el protocolo y los procedimientos que permiten a una estación móvil acceder a características y servicios de voz durante la itinerancia. IS-41 transporta la información necesaria para que el sistema servidor suministre el servicio a la estación móvil.

La entrega automática de llamada se realiza mediante una serie de operaciones que avisan al sistema visitado de que hay una llamada entrante y este sistema visitado asocia la llamada con una asignación de número de guía local temporal (temporary local directory number). Este número se utiliza para encaminar la llamada entrante a la estación móvil llamada.

La IS-41 soporta los siguientes servicios suplementarios, que se describen en TIA/EIA IS-53-A.

- Servicios de reenvío de llamada (CF – call forwarding)
 - CF incondicional
 - CF en caso de ocupado
 - CF en caso de ausencia de respuesta
 - CF por defecto
- Servicios de terminación de llamada
 - Entrega de llamada
 - Llamada en espera
 - Presentación de identificación de número solicitante
 - Restricción de identificación de número solicitante
 - No molestar
 - Alerta flexible
 - Notificación mensaje en espera
 - Búsqueda de acceso móvil
- Servicios de originación de la llamada
 - Lenguaje preferido
 - Prioridad de acceso y asignación de canal
 - Control de característica distante
 - Recuperación de correo vocal
 - Servicios pluripartitos
 - Transferencia de llamada
 - Comunicaciones conferencia
 - Comunicaciones tripartitas
- Servicios de restricción de llamadas
 - Aceptación de llamada con palabra de paso
 - Aceptación de llamada selectiva
 - Acceso número de identificación personal (PIN) de abonado
 - Interceptación PIN de abonado
- Servicios con garantía de secreto
 - Secreto de la conversación
 - Encriptación de mensajes de señalización.

Las operaciones de IS-41 para apoyar los servicios de voz incluyen:

- **CallDataRequest** (petición de datos de llamada) – Utilizada para pedir a un RPP que devuelva a la EM los datos asociados con el número de la guía especificado.
- **InformationDirective** (directiva de información) – Utilizada por el RPP para proporcionar información a la EM especificada.

- **LocationRequest** (petición de posición) – Utilizada por un CCM para obtener instrucciones de encaminamiento del RPP para una llamada a un número de la guía.
- **OriginationRequest** (petición de origen) – Utilizada para pedir el tratamiento de los dígitos del origen de la llamada recibidos de la EM especificada.
- **RedirectionDirective** (directiva de redirección) – Utilizada durante el proceso de caracterización para que el CCM dirija hacia adelante la llamada especificada.
- **RedirectionRequest** (petición de redirección) – Utilizada por el CCM servidor para pedir al CCM de origen que redireccione la llamada especificada.
- **RemoteUserInteractionDirective** (directiva de interacciones de usuarios distante) – Utilizada por el RPP para dirigir la operación de un elemento de red que proporciona interacciones de usuarios.
- **RoutingRequest** (petición de encaminamiento) – Utilizada por el RPP para pedir la asignación y asociación de un (o una) TLDN con una terminación a una EM, dialogo o puerto de correo vocal en un CCM servidor.
- **TransferToNumberRequest** (petición de transferencia a número) – Utilizada durante el proceso de caracterización para obtener del RPP el reenvío de número a la EM especificada.

2.5 Servicios de mensajes cortos

Se soporta un servicio portador punto a punto que puede utilizarse para transportar cualquier número de teleservicios de mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos está soportado por las siguientes operaciones de IS-41:

- **SMSDeliveryBackward** (entrega hacia atrás al SMS) – Utilizada después de la transferencia para entregar un mensaje corto originado en la EM al CCM de anclaje.
- **SMSDeliveryForward** (entrega hacia adelante al SMS) – Utilizada después de la transferencia para entregar un mensaje corto que termina en la EM al CCM servidor.
- **SMSDeliveryPointToPoint** (entrega punto a punto SMS) – Utilizada para cursar un mensaje corto.
- **SMSNotification** (notificación SMS) – Utilizada para informar de un cambio en la disponibilidad de la EM especificada para recibir un mensaje corto.
- **SMSRequest** (petición SMS) – Utilizada para pedir la dirección actual de encaminamiento de mensajes cortos actual de la EM especificada y pedir notificación de la disponibilidad de la EM para recibir mensajes cortos (si no se encuentra disponible actualmente para la entrega de mensajes cortos).

2.6 Soluciones de problemas en el caso de sistemas fronterizos

IS-41 da soluciones a los problemas que aparecen en la «célula fronteriza» debidos a anomalías de la señal de radiofrecuencia (RF) en las fronteras entre sistemas. Estas anomalías pueden darse en zonas urbanas densamente pobladas y en otras circunstancias.

La radiobúsqueda entre sistemas del CCM servidor al CCM «*fronterizo*» se realiza durante la entrega de la llamada para localizar una estación móvil en una zona fronteriza. El encaminamiento de la llamada se aplicará al sistema en el que se encuentra el abonado. La radiobúsqueda entre sistemas se efectúa también durante la entrega de la llamada para pedir a un CCM fronterizo que «*escuche*» una respuesta de búsqueda de fallo de posición no solicitada.

Mediante la consideración de la información relativa a la intensidad de la señal recibida y de la temporización se detectan varios sistemas que aceptan un solo registro procedente de una estación móvil, y se selecciona el «*mejor*» sistema para servir a la estación móvil.

Las operaciones entre sistemas se aplican para solicitar información «*challenge*» variable aleatoria de un sistema fronterizo cuando una estación móvil ha recibido el challenge del sistema fronterizo.

Las soluciones a los problemas en la célula fronteriza se proveen a través de una serie de operaciones básicas que incluyen:

- **InterSystemPage** (búsqueda entre sistemas) – Utilizada por el CCM servidor para solicitar a un CCM fronterizo que busque una EM especificada o que escuche una respuesta de búsqueda procedente de una EM especificada.
- **InterSystemSetup** (establecimiento entre sistemas) – Utilizada por el CCM servidor para solicitar al CCM fronterizo que lleve a cabo las acciones de conexión de canal de tráfico para entrega de la llamada.

- **RandomVariableRequest** (petición de variable aleatoria) – Utilizada por el CCM servidor para pedir el valor de una variable aleatoria de autenticación procedente del CCM fronterizo.
- **UnsolicitedResponse** (respuesta no solicitada) – Utilizada por un CCM para comunicar a un CCM fronterizo que se ha recibido una respuesta de radiobúsqueda procedente de la EM especificada que el CCM no ha buscado.

2.7 Operaciones y mantenimiento

El protocolo y los procedimientos IS-41 soportan también operaciones para el diagnóstico y mantenimiento del sistema troncal.

El conjunto de funciones de explotación y mantenimiento se configura mediante una serie de operaciones que comprenden:

- **Blocking** (bloqueo) – Utilizada por un CCM para informar a un CCM distante de que el circuito especificado ha sido recitado del servicio.
- **ResetCircuit** (reposición de circuito) – Utilizada por un CCM para restaurar información acerca de una condición de circuito especificada o para poner en servicio un circuito.
- **TrunkTest** (prueba de troncal) – Utilizada por un CCM para pedir que el circuito troncal especificado sea puesto en el modo de prueba por el CCM distante.
- **TrunkTestDisconnect** (desconexión de prueba de troncal) – Utilizada por un CCM para pedir que el CCM distante desconecte la prueba de circuito troncal especificado.
- **Unblocking** (desbloqueo) – Utilizada por un CCM para informar al CCM distante de que se ha puesto en servicio el circuito troncal especificado.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSI/EIA/TIA Standard 553. Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. American National Standards Institute/Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. Septiembre de 1989.
- EIA/TIA IS-52-A. Uniform Dialling Procedures and Call Processing Treatment for Use in Cellular Radio Telecommunications. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. 1995.
- EIA/TIA IS-54-B. Cellular System Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard. Abril de 1992.
- EIA/TIA IS-88. Mobile Station – Land Station Compatibility Standard for Dual-Mode Narrow-Band Analog Cellular Technology. Febrero de 1993.
- TIA/EIA IS-91. Mobile Station – Land Station Compatibility Standard. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association. 1994.
- TIA/EIA IS-95. Mobile Station – Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System. Julio de 1993.
- TIA/EIA IS-124. Cellular Radio Telecommunications Intersystem Non-Signalling Data Communications (DMH). 1993.
- TIA/EIA IS-136. Cellular System Mobile Station – Land Station Compatibility Standard. 1994.

APÉNDICE 2

Registro de los detalles de las llamadas

1 Visión general

La IS-124 *Cellular Intersystem Non-Signalling Data Communications* de Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA) es una norma transitoria que describe un medio para el intercambio casi en tiempo real de información sobre el uso hecho por los abonados de medios inalámbricos. La información trata de los usos de clientes de sistemas celulares que inician o reciben llamadas cuando se encuentra transitando, así como de otros sucesos y actividades de aquellos clientes en cualquiera de los sistemas visitados. IS-124 define los servicios para la transferencia de información detallada de la llamada entre entidades funcionales, permitiendo mecanismos automáticos de registro y entrega de la información de tasación y facturación, etc.

2 Objetivos

Los objetivos de esta norma transitoria son definir los servicios para transferir casi en tiempo real información detallada sobre las llamadas entre entidades. Incluyen mecanismos automáticos de registro y entrega de la siguiente información:

- La totalidad de tentativas de llamada, accesos de larga distancia, y tentativas de activación de características en cualquier sistema visitado.
- La totalidad de tentativas de entrega de llamada, incluidas las entregas de llamada a través de sistemas en tándem.
- La totalidad de usos de canal de aire.
- La totalidad de usos de los troncales en tándem entre sistemas.
- La totalidad de usos y activaciones de características.

Se proporcionan mecanismos adicionales para las siguientes aplicaciones:

- Petición de información de tasación.
- Petición de información detallada sobre las llamadas.
- Contabilidad entre sistemas para su uso acumulado.
- Petición de una contabilidad entre sistemas.

El plazo de entrega entre la conclusión de un informe de actividad y la transmisión del último bit de la información detallada sobre una llamada al consumidor de esta información, debe ser inferior a 60 s durante el 95% del tiempo. El valor absoluto del plazo de entrega más desfavorable debe ser menor de 15 min.

Las transferencias certificadas no deben duplicar más de un registro en 10 000 000. Las entregas certificadas no deben perder más de un registro en 10 000 000.

3 Registros de los detalles de las llamadas

Hay cinco tipos básicos de registros de detalles de las llamadas:

- Un registro auditor (de intervenciones) que resume una llamada.
- Un registro de tramo (porción) que detalla el troncal y el uso característico dentro de una llamada.
- Un registro de segmento que detalla el uso de una facilidad individual.
- Un registro de actividad que detalla el conjunto de las actividades del abonado implicadas en el contacto radioeléctrico.
- Un registro de eventos que detalla los eventos que pueden afectar a los abonados.

Se genera un registro auditor para cada tentativa de y terminación de una llamada.

Se genera un registro de tramo para cada tentativa de inicio, terminación o activación de característica de una llamada por parte de un abonado de un sistema inalámbrico. Se genera un registro de tramo para cada extensión o redireccionamiento de una llamada hacia su destino. Una única llamada puede tener más de un registro de tramo.

El registro de segmento contiene información concerniente al uso de una facilidad individual por parte de un abonado. Los registros se utilizan para contabilizar los detalles del uso de los recursos radioeléctricos, la liquidación entre operadores del uso de la facilidad y otros fines de análisis.

El registro de informes de actividad se utiliza para describir la actividad de un abonado que no tiene una duración asociada, pero que implica un contacto radio. Incluye actividades tales como el registro, transferencia, borrado del registro o cambio en el modo de llamada.

El registro de informes de eventos se emplea para describir los eventos que no implican un contacto radio. Incluye eventos tales como una activación de característica, autorizaciones, autenticaciones, cancelación de registros, inactividad del abonado declarado o detección de un problema del abonado.

4 Identificadores de los registros de llamadas.

Los objetivos de los identificadores en los registros de llamadas son:

- Establecer la relación entre los registros separados pertenecientes a una única llamada.
- Establecer la relación entre los sistemas separados involucrados en una única llamada.

Cada registro de tramo contiene el número de identificación de facturación (BIN – billing identification number), que se utiliza para agrupar los registros de tramo de una llamada.

Todos los registros de segmento comparten un registro auditor común y un número de identificación de facturación común con independencia del número de sistemas implicados en una transferencia. Los mensajes conformes con IS-41 transportan el BIN entre los sistemas.

Se utiliza una numeración secuencial y seriada a fin de poder detectar los casos de pérdida o duplicación de un mensaje así como para poder identificar de manera inequívoca cada componente.

Los números secuenciales se utilizan en IS-124 como sigue:

- Llamadas Número de identificación de facturación (BIN)
- Informes Número de identificación de informe (RIN – report identification number)
- Segmento Concatenación del BIN y el número secuencial de segmento
- Tramo Concatenación del BIN y el número secuencial de tramo.

Un número secuencial es un identificador secuencial utilizado para asegurar que todos los componentes concernidos se han reunido adecuadamente. A cada componente se le asigna un número secuencial.

A cada llamada se le asigna un número de identificación de facturación (BIN). El número es exclusivo dentro de un sistema durante un periodo suficientemente largo para la aplicación particular.

APÉNDICE 3

Descripción general de una interfaz abierta del centro de conmutación de servicios móviles al controlador de estaciones de base (Interfaz CCM-BSC)

1 Introducción

El presente Apéndice describe la Norma IS-634 publicada por la Asociación de Industrias de Telecomunicación (TIA – Telecommunications Industry Association) para su utilización por muchas redes inalámbricas de América del Norte. IS-634 es una especificación completa de una interfaz abierta entre el controlador de estaciones de base (BSC – base station controller) y el equipo del Centro de conmutación de servicios móviles (CCM) en una red inalámbrica. La interfaz CCM-BSC se define como la interfaz que proporciona acceso a servicios de telecomunicaciones entre un controlador de estaciones de base (BSC) y un centro de conmutación de servicios móviles (CCM). Se conoce también como interfaz A.

La razón explícita para desarrollar IS-634 era la necesidad de soportar muchas de las interfaces de aire que se encontraban en funcionamiento en América del Norte. Sin embargo, el diseño de IS-634 fue un diseño modular, y grandemente influenciado por las normas de interfaz A que operan en otras partes del mundo, como el sistema GSM en Europa y el sistema PDC en Japón.

El campo de aplicación de la Norma IS-634 incluye los siguientes temas:

- las descripciones de las capacidades funcionales que proporcionan servicios de telecomunicaciones inalámbricas a través de la interfaz CCM-BSC;
- las descripciones del reparto de responsabilidad en relación con las funciones proporcionadas entre el BSC y el CCM sin establecer implementaciones específicas;

- las descripciones de las normas de interfaz CCM-BSC que soportan las distintas interfaces de aire que operan en América del Norte. En particular, las siguientes normas de interfaces de aire:
 - analógica (TIA/EIA-553);
 - analógica de banda estrecha (EIA/TIA IS-91);
 - AMDC digital en modo dual (EIA/TIA IS-95).

2 Organización

IS-634 describe los procedimientos necesarios para proporcionar a los abonados de telefonía radio celular determinados servicios que precisan de la interacción entre el centro de conmutación de servicios móviles (CCM) y el controlador de estaciones de base (BSC). Describe y proporciona especificaciones sobre los siguientes temas y funciones:

- Visión general de las funciones de una interfaz A.
- Tratamiento de la llamada y servicios suplementarios.
- Gestión del recurso radioeléctrico.
- Gestión de la movilidad, autenticación y secreto.
- Capas 1 y 2 y gestión de las facilidades terrestres.
- Mensajes, parámetros y definiciones de temporizador.
- Anexos.

IS-634 se dirige a los temas de interés actuales y en desarrollo de la industria de telecomunicaciones radio celulares de América del Norte – abonados, proveedores de servicios y fabricantes relacionados con este campo – y orientada a los servicios útiles y eficaces que requieren procedimientos normalizados.

3 Estructura de la interfaz

La interfaz CCM-BSC definida en IS-634 incluye dos componentes principales:

- En primer lugar, la parte aplicación del controlador de estaciones de base (BSAP – base station controller application part). Esta parte comprende el conjunto de procedimientos y mensajes de señalización necesarios entre el CCM y el BSC para configurar diversas aplicaciones inalámbricas tales como el origen de la llamada, la terminación de llamada, el registro, el traspaso y un conjunto limitado de procedimientos para el mantenimiento de los sistemas troncales.
- En segundo lugar, la facilidad de transporte, la cual se compone de la facilidad de transmisión física que conecta el CCM con el BSC, y del protocolo de señalización SS N.º 7/C7 que garantiza la entrega de los mensajes BSAP de un extremo a otro.

Los distintos componentes que se emplean en esta interfaz se indican y definen en la Fig. 16. Una definición adicional de estas funciones y protocolos se da en los § 3.1 a 3.2.4.

3.1 Facilidad de transporte

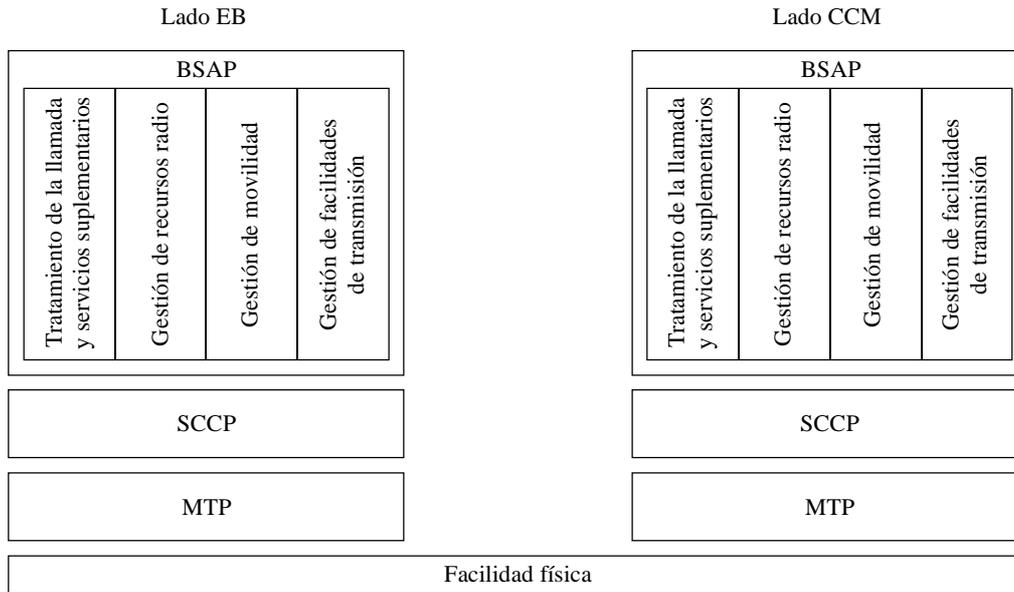
La interfaz CCM-BSC a la que nos referimos en este adjunto, se destina a soportar una amplia gama de arquitecturas posibles a ambos lados de la interfaz. Características como la ubicación física del transcodificador dentro del BSC (bien integrado en los transceptores o bien situado muy próximo al CCM), o el uso de la concentración de tráfico o señalización en cualquiera de los lados, queda a elección del operador.

La interfaz física se basa en el uso de una o más interfaces del sistema de transmisión digital T1 (1,544 Mbit/s). Cada interfaz 1,544 Mbit/s proporciona 24 canales de 56 kbit/s (ó 24 canales de 64 kbit/s) que pueden utilizarse para tráfico o para señalización según lo requiera el operador. Las normas de la interfaz física común se encuentran en ANSI T1.101 y en las referencias al respecto.

El principal mecanismo de transporte definido para cursar información de señalización entre el BSC y el CCM es la parte transferencia de mensajes (MTP – message transfer part) y la parte control de conexión de señalización (SCCP – signalling connection control part) del Sistema de señalización N.º 7. La MTP y la SCCP se utilizan para transportar los mensajes de la BSAP de la capa de aplicación.

FIGURA 16

Pila del protocolo de señalización de la interfaz CCM-BSC



1073-16

3.2 Parte aplicación del controlador de estaciones de base (BSAP – base station controller application part)

La parte aplicación del controlador de estaciones de base (BSAP) es el protocolo de señalización de la capa de aplicación que proporciona los mensajes para realizar las funciones de la interfaz CCM-BSC.

La parte BSAP se divide en dos partes subaplicaciones: la parte aplicación de gestión de BSC (BSMAP – BSC management application part), y la parte aplicación de transferencia directa (DTAP – direct transfer application part). Una descripción detallada de las subaplicaciones BSMAP y DTAP se encuentra en las Normas IS-634.

Sin embargo, la BSAP de capa de aplicación está dividida en cuatro funciones importantes. Esta división se basa en la aplicación inalámbrica que es necesario configurar a través de la interfaz A, y en último término entre la estación móvil y la red. El diseño y la especificación detallados de cada una de estas cuatro funciones son los apropiados para soportar todas las interfaces de aire enumeradas en este Apéndice. En IS-634 se definen las siguientes funciones BSAP:

- control de llamada y servicios suplementarios;
- gestión de los recursos radioeléctricos;
- gestión de la movilidad;
- gestión de las facilidades de transmisión.

3.2.1 Tratamiento de la llamada y servicios suplementarios

Esta función especifica un conjunto de procedimientos, mensajes y diagramas de flujo secuenciales para el inicio de la llamada, la terminación de la llamada, la liberación de la llamada y servicios suplementarios. Además, como en los sistemas GSM y PDC, esta función fue modelada después de la recomendación sobre control de la llamada en la red RDSI de la Recomendación UIT-T Q.931.

3.2.2 Gestión de recursos radioeléctricos

Esta función define distintos aspectos de la aplicación transferencia (traspaso). Especifica en detalle los procedimientos, conjunto de mensajes y escenarios de flujos de llamada. Se soportan todos las interfaces de aire listadas en este Apéndice. Se utilizan de nuevo el conjunto de mensajes aplicados en los sistemas GSM y PDC. Se añaden algunas mejoras para soportar el traspaso suave AMDC y otros requisitos de las normas de América del Norte.

3.2.3 Gestión de movilidad

Esta función especifica los procedimientos, definiciones de mensajes y diagramas de flujo de llamada para las aplicaciones de registro, autenticación y secreto. Aunque en algunos casos se reutilizan los de los sistemas GSM y PDC en la especificación de este punto, se añade una mejora substancial para soportar los requisitos de interfaz de aire de América del Norte, en especial en el ámbito de la autenticación y el secreto.

3.2.4 Gestión de facilidades de transmisión

Al igual que en los sistemas GSM y PDC, esta función proporciona un conjunto limitado de procedimientos de mantenimiento de los troncales para la interfaz A terrestre. Como en los sistemas GSM y PDC, los procedimientos, definiciones de mensajes y diagramas de flujo de los mensajes especificados en IS-634 soportan el bloqueo de troncales, la reposición de troncales y sistemas, el control del transcodificador y aplicaciones genéricas de control de sobrecarga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS GENERALES

- ANSI J-STD-007. Air Interface Specification for 1.8 to 2.0 GHz Frequency Hopping Time Division Multiple Access (TDMA) for Personal Communications Services, Estados Unidos de América. American National Standards Institute.
- ANSI J-STD-008. Personal Station-Base Station Compatibility Requirements for 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Communications Systems.
- ANSI J-STD-009. PCS IS-136 Based Mobile Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-010. PCS IS-136 Based Base Station Minimum Performance 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-011. PCS IS-136 Based Air Interface Compatibility 1 900 MHz Standard.
- ANSI J-STD-014. Personal Access Communication System Air Interface Standard.
- ANSI J-STD-015. (Trial Use) y EIA/TIA IS-665. W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) Air Interface Compatibility Standard for 1.85 to 1.99 GHz PCS Applications. American National Standards Institute y Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.
- ANSI J-STD-017 (Trial Use) y EIA/TIA IS-661. A Composite CDMA/TDMA Air Interface Compatibility Standard for Personal Communications in 1.85-1.99 GHz for Licensed Applications.
- ANSI J-STD-019. Recommended Minimum Performance Requirements for Base Stations Supporting 1.8 to 2.0 GHz Code Division Multiple Access (CDMA) Personal Stations.
- EIA/TIA IS-41-C. Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations. Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. 1995.
- EIA/TIA IS-53-A. Cellular Features Description. 1995.
- EIA/TIA IS-54 Rev. B. Cellular System Dual Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard.
- EIA/TIA-553. Cellular System: Mobile Station – Land Station Compatibility Specification. Septiembre de 1989.
- ETSI. GSM specifications. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- RCR [1995] Personal Digital Cellular Telecommunication System. Research and Development Centre for Radio Systems, Japón. RCR Standard STD-27D/1995.6.27.
- TIA/EIA IS-41-C. Cellular Radiotelecommunications Intersystem Operations. Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association.
- TIA/EIA IS-91. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for 800 MHz Analogue Cellular.
- TIA/EIA IS-95-A. Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System.
- TIA/EIA IS-99. Data Services Option Standard for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular System.

TIA/EIA IS-136.1. 800 MHz TDMA Cellular – Radio Interface – Mobile Station – Base Station Compatibility – Digital Control Channel.

TIA/EIA IS-136.2. 800 MHz TDMA Cellular – Radio Interface – Mobile Station – Base Station Compatibility – Traffic Channels and FSK Control Channel.

TIA/EIA IS-634. MSC-to-BSC Interface for Public 800 MHz.

TIA/EIA IS-637. Short Message Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.

TIA/EIA IS-657. Packet Data Services for Wideband Spread Spectrum Digital Cellular Systems.
