

SISTEMAS MÓVILES TERRESTRES PÚBLICOS CELULARES
DIGITALES DE TELECOMUNICACIÓN (SMTPCDT)

(Programa de Estudios 39A/8)

(1990)

1. Introducción

Los sistemas móviles terrestres públicos celulares digitales de telecomunicación (SMTPCDT) son sistemas móviles terrestres para servicios de telefonía y datos que usan la tecnología de la radio celular digital para la conexión con la red telefónica pública conmutada (RTPC), la red digital de servicios integrados (RDSI) y las redes públicas de datos (RPD).

La Parte A de este Informe trata de los principios generales de los SMTPCDT y, en particular, explica la razón fundamental de los sistemas celulares digitales. Esta parte contiene también una comparación básica con los sistemas celulares analógicos existentes y analiza algunas características estructurales de estos sistemas.

En la Parte B del Informe se presentan las principales características de algunos SMTPCDT actualmente en fase de desarrollo, y se ofrece una breve descripción del estado actual de esos sistemas y de las características únicas de su diseño.

PARTE A

PRINCIPIOS GENERALES DE LOS SMTPCDT

1. Introducción

Algunos SMTPCDT se encuentran ya en desarrollo. Actualmente se procede a la convalidación de un sistema paneuropeo denominado GSM. La especificación de un sistema norteamericano se completará a finales de 1989. Está también muy avanzada la fase de concepción de un sistema japonés. Estos sistemas están destinados a la explotación internacional y se espera que en los años 90 estén ampliamente en servicio. Paralelamente, los estudios en curso (Decisión 69) necesarios para especificar los futuros sistemas móviles terrestres públicos de telecomunicación (FSMTPT) no se han completado todavía. Es de esperar que los FSMTPT completen los SMTPCDT en el futuro. Parece, pues, llegado el momento de elaborar un Informe en el que se describan las características más importantes de los nacientes sistemas móviles terrestres públicos celulares digitales de telecomunicación.

2. Objetivos generales

Los objetivos generales de los SMTPCDT 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 Móviles Terrestres Públicos de Telecomunicación (SMTPT) analógicos;
- 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, RDP, etc.) y con acceso a las mismas;
- servicios y facilidades exclusivas a los sistemas móviles, incluidas las facilidades para el desplazamiento automático, 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.

3. Sistemas móviles celulares

3.1 Antecedentes de los sistemas celulares

Los sistemas celulares dividen la zona de servicio deseada en un número de subzonas (células) en las que una o varias estaciones de base proporcionan cobertura radioeléctrica a cada célula. Una planificación de frecuencias apropiada permite utilizar las frecuencias varias veces en una zona de cobertura.

Cuando una estación móvil origina o está preparada para recibir una llamada, se selecciona la célula que mejor puede servir a la estación. Con una separación cocanal adecuada, cada frecuencia se puede utilizar simultáneamente en varias células de la zona de servicio, lo que multiplica la capacidad que se puede obtener en los sistemas no celulares.

Las características generales de un sistema celular son:

- inclusión de más de una estación de base en una zona de servicio, lo que permite la extensión de la zona de servicio del sistema más allá de la cobertura proporcionada por una sola ubicación;
- "desplazamiento" o inscripción automática de estaciones móviles en zonas de posición adecuada;
- "traslado" o transferencia de la responsabilidad del radiocontacto con una estación móvil de una estación de base a otra. Ello puede suponer también la transferencia de una frecuencia o intervalo de tiempo a otro;

- reutilización simultánea de la misma asignación RF por más de una estación de base y para más de un mensaje. Esta es la base de la eficacia de utilización del espectro de los sistemas celulares;
- crecimiento; es decir, el sistema debe ser capaz de comenzar con un escaso número de células de gran tamaño y dar cabida al crecimiento del tráfico creando células más pequeñas en los puntos de mayor densidad de tráfico.

Estas características son la base de los sistemas celulares. En los Informes 740 y 742 se puede encontrar una descripción más completa de los aspectos generales y específicos de los sistemas celulares.

3.2 Sistemas celulares digitales

Los sistemas celulares descritos en el punto precedente han tenido un gran éxito. Como consecuencia ha crecido el número de usuarios y la demanda de servicios nuevos y mejorados. Desde la introducción de los sistemas celulares se han producido también cambios en la red de telecomunicaciones. El más importante lo constituyen los nuevos servicios que pueden introducirse por la RDSI. Estas circunstancias han llevado al desarrollo de nuevos sistemas digitales SMTPT.

3.2.1 Tecnología digital

La tecnología digital se ha introducido en los SMTPT en seis sectores principales:

- modulación/demodulación radiodigital;
- Acceso Múltiple por División en el Tiempo (AMDT);
- codificación vocal digital;
- codificación del canal y procesamiento digital de señales;
- canales digitales de control y datos;
- secreto y autenticación.

3.2.1.1 Modulación/demodulación radiodigital

La modulación/demodulación radiodigital permite una utilización eficaz del espectro y hace posible la explotación a relaciones portadora/interferencia más bajas que las de los sistemas analógicos. Ello permite a los SMTPCDT acomodar células de múltiples dimensiones, adaptadas a las condiciones locales de tráfico. El uso de técnicas digitales permite también la instalación de muchos circuitos que utilizan procesos de integración en muy gran escala (VLSI), con la consiguiente reducción de costes (particularmente de las estaciones móviles). Las nuevas técnicas de modulación, que permiten la explotación a relaciones C/I menores, hacen posible también el uso de estructuras mejoradas de reutilización de frecuencias y la sectorización de las células, para aumentar aún más la eficacia del sistema.

3.2.1.2 AMDT

La introducción del AMDT mejora considerablemente la señalización, explotación y coste del sistema.

Una estación móvil puede intercambiar señales de control del sistema con la estación de base sin interrupción de la transmisión vocal (o de datos). Ello facilita la introducción de nuevos servicios de red y de usuario. La

estación móvil puede también comprobar el nivel de la señal desde las células vecinas conmutando momentáneamente a un nuevo intervalo de tiempo y canal radioeléctrico. Ello permite a la estación móvil facilitar las operaciones de transferencia y mejora la continuidad del servicio en condiciones de movimiento o de desvanecimiento de la señal. La disponibilidad de información sobre la fuerza de la señal en la estación de base y en las estaciones móviles, junto con los algoritmos idóneos en los controladores de la estación, incrementa aún más la eficacia de utilización del espectro a través de la utilización de asignaciones dinámicas de canales y de control de potencia.

El coste de las estaciones de base que utilizan AMDT se puede reducir ya que varios canales de tráfico comparten equipo radioeléctrico. La reducción del número de transceptores llevaría a disminuir la complejidad de los multiplexores. Fuera de las zonas metropolitanas más importantes, la capacidad de tráfico requerida para una estación de base puede ser atendida en muchos casos por uno (o dos) transceptores. El ahorro en el número de transceptores se traduce en una importante disminución de costes.

Otra ventaja del AMDT es el aumento de la flexibilidad del sistema. Se puede asignar un número de intervalos de tiempo apropiados a diferentes servicios vocales y no vocales. Por ejemplo, a medida que se perfeccionan los códecs vocales, se puede conseguir mayor capacidad asignando un número reducido de intervalos de tiempo al tráfico vocal. El AMDT facilita también la introducción de servicios digitales de datos y señalización y la posible introducción ulterior de mejoras de la capacidad tales como la interpolación digital de la palabra (IDP).

3.2.1.3 Codificación vocal digital

La codificación digital avanzada de la voz (a velocidades inferiores a 16 kbit/s) contribuye a la eficacia del sistema. Esta codificación permite también el crecimiento de la capacidad a través del uso de códecs a la mitad de la velocidad (cuando se perfeccionen). La codificación digital de la voz hace posible también la utilización de poderosas técnicas de detección y corrección de errores. Ello contribuye de manera significativa a la mejora de la calidad de la voz y a la explotación satisfactoria a relaciones C/I inferiores.

3.2.1.4 Codificación del canal y procesamiento de la señal digital

En los sistemas celulares el uso de técnicas adecuadas de control digital de errores y procesamiento de la señal puede contribuir a la eficacia espectral del sistema. El control de errores permite la explotación a relaciones C/I más bajas y en medios de elevado ruido radioeléctrico. Las técnicas de procesamiento digital de la señal facilitan también la utilización de procesos de igualación de canal adaptable para compensar la dispersión en el canal radioeléctrico. El procesamiento de la señal digital permite también la utilización de técnicas de diversidad, de saltos de frecuencia y de entrelazado para mejorar la explotación en condiciones de desvanecimiento de la señal.

3.2.1.5 Canales digitales de control y datos

Los canales digitales de control y datos son la clave de la flexibilidad del nuevo sistema y de la introducción de nuevos servicios. Se pueden transmitir datos digitales a elevada velocidad a las estaciones móviles con mayor protección y mejor control de errores. El canal de control digital facilita además la introducción de servicios de red, tales como los servicios de mensajes y las comunicaciones simultáneas de voz y datos. El canal de control digital facilita también la introducción de servicios RDSI en los SMTPT.

3.2.1.6 Secreto y autenticación

La combinación de la codificación digital de la voz y los canales digitales de control facilitan el secreto y la autenticación. En la transmisión vocal digital se puede proteger fácilmente con el uso de algoritmos

digitales de codificación del secreto. El canal de control facilita la distribución oportuna de claves de secreto. A través del canal de control, otros recursos del sistema (tales como el registro de posición propio (RPP) y el centro de autenticación (CAU)) pueden facilitar la autenticación positiva de los usuarios móviles. La autenticación asegura la precisión de la información de tarificación y facilita el desplazamiento de los usuarios a través de una amplia zona geográfica y entre redes. La autenticación positiva del usuario móvil por el centro de autenticación puede facilitar también la introducción de nuevos servicios que de otro modo no resultarían prácticos. (Esto podría incluir, por ejemplo, el acceso a registros de cuentas o la recuperación de mensajes almacenados).

3.2.2 Preocupaciones prácticas

Sin embargo, la introducción de la tecnología digital plantea algunas preocupaciones.

Conviene advertir que el AMDT, el entrelazado y la codificación vocal digital a baja velocidad binaria introducirán un retardo importante en el trayecto vocal. Es necesario prestar la máxima atención al control del eco cuando los sistemas móviles digitales se conecten a la RTPC/RDSI.

El sistema digital debe ocuparse también de la sincronización del tiempo en un canal radioeléctrico dispersivo. Ello resultará de particular importancia si las señales radiodigitales tienen una gran anchura de banda.

La técnica AMDT requiere una relación más elevada potencia de cresta/potencia media. Ello habrá de tenerse en cuenta cuando se calcule la vida útil de las baterías y los posibles efectos de la radiación.

4. Comparación con los sistemas existentes

Los SMTPCDT se apoyan en conceptos de tecnología y de diseño utilizados ya por los sistemas celulares analógicos. Sin embargo, algunas características son consecuencia del uso de técnicas digitales y del método de multiplexión por división en el tiempo.

4.1 Características comunes

- La banda RF utilizada (alrededor de 800 - 1 000 MHz) sigue siendo la misma que para muchos sistemas celulares analógicos, con lo que no cambian las estadísticas básicas de propagación (pérdida de trayecto, amplitud del retardo, envolvente de la distribución de Rayleigh, etc.);
- como la desviación típica de la pérdida de trayecto no ha cambiado, las oportunidades básicas de reutilización de la frecuencia celular siguen siendo las mismas, al igual que los objetivos de diseño en materia de interrupciones;
- la arquitectura de la red, dictada por diversos factores, sigue siendo esencialmente la misma. Otros atributos constantes de la red son: plan de numeración, técnicas de desplazamiento y métodos de tarificación.

4.2 Diferencias

- La modulación digital permite economías potenciales de diseño y una relación C/I inferior con relación a técnicas precedentes;
- la modulación digital ofrece también una mayor compatibilidad con la RDSI;

- la multiplexión por división en el tiempo (MDT) ofrece nuevas flexibilidades de diseño, incluido la transferencia asistida a la estación móvil y la comunidad de formatos de información y control;
- la codificación del canal añade otra dimensión al control de diseño;
- para un funcionamiento óptimo de un canal digital se requiere la igualación adaptable;
- la MDT, el entrelazado y la codificación vocal digital introducen un retardo apreciable (50 - 100 msec.), lo que necesita un control de eco en los casos de circuitos de línea terrestre de dos hilos;
- la codificación vocal digital cambia la forma en que suena el sistema cuando se encuentran degradaciones, en comparación a lo que sucede con un sistema analógico con compresión-expansión. La calidad de cresta vocal en ausencia de degradaciones es una característica intrínseca de cada sistema;
- el secreto en un sistema digital resulta más fácil de conseguir.

5. Servicios

5.1 Consideraciones generales

El desarrollo de los SMTPCDT viene estimulado por el crecimiento de la demanda de los abonados móviles de todo el mundo de servicios vocales y no vocales. El énfasis actual se dirige más hacia el aumento de la capacidad de servicios vocales, pero existe también una creciente demanda de servicios no vocales. Los sistemas analógicos existentes no pueden hacer frente con eficacia o comodidad a esta demanda. Los SMTPCDT ofrecerán una variedad mucho mayor de servicios mejorados.

Paralelamente a la necesidad de aumentar la capacidad y los servicios, crecen las exigencias de mejorar la calidad del servicio. Con la utilización de técnicas tales como la modulación y codificación avanzadas, los SMTPCDT pueden ofrecer servicios vocales y no vocales de mejor calidad.

5.2 Tipos de servicios

Los servicios básicos de telecomunicación ofrecidos por los SMTPCDT 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 SMTPCDT 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 SMTPCDT admiten algún servicio en cada categoría, pero la gama ofrecida varía según los sistemas.

5.3 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.

5.4 Teleservicios

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

5.5 Servicios suplementarios

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

6. Arquitectura común de todos los sistemas digitales

6.1 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.

Estas dos técnicas se utilizan ya en los sistemas celulares analógicos. Para más detalles sobre la distribución de las estaciones de base celulares véase el Informe 740 de la Comisión de Estudio 8 del CCIR.

6.2 Diseño de los canales

Para los SMTPCDT 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;

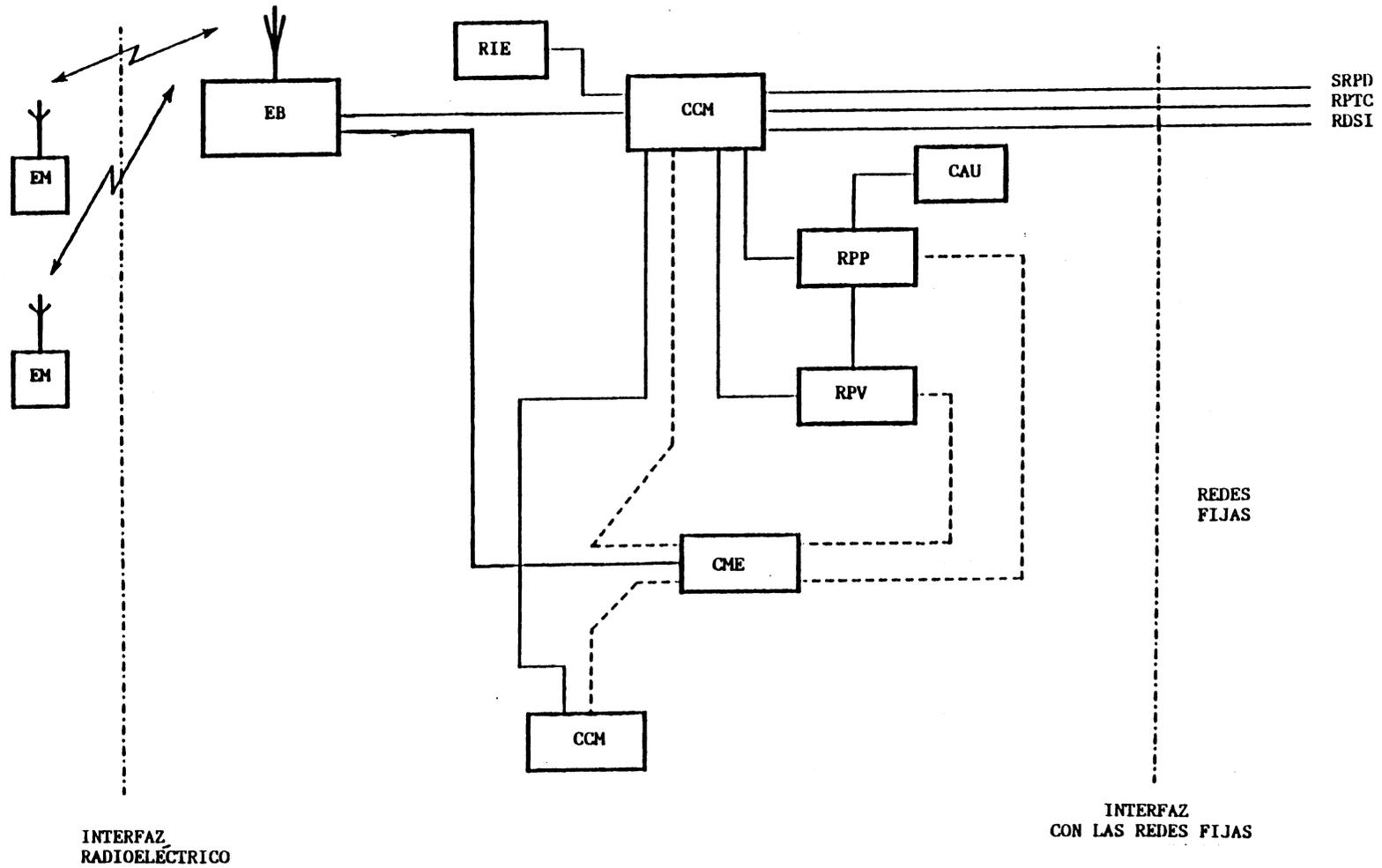
- canales de control asociados (CCA), que a su vez se pueden dividir en lentos y rápidos y proporcionan funciones de control y señalización a usuarios individuales.

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 Q.1000 del CCITT.

6.3 Arquitectura de la red y asignación de funciones

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



—— CONEXIÓN FÍSICA
 - - - - RELACIONES LÓGICAS

EM: ESTACION MÓVIL
 EB: ESTACION DE BASE
 CCM: CENTRO DE COMMUTACIÓN DE SERVICIOS MÓVILES
 RPP: REGISTRO DE POSICIÓN PROPIO
 RPV: REGISTRO DE POSICIÓN VISITADO
 CME: CENTRO DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN
 RIE: REGISTRO DE IDENTIDAD DEL EQUIPO
 CAU: CENTRO DE AUTENTIFICACIÓN

FIGURA 1 - Arquitectura básica de un SMTPCDT

PARTE B

SISTEMAS SMTPCDT EN CURSO DE INSTALACIÓN O EN PROYECTO

1. Introducción

En Europa, América del Norte y Japón se están creando sistemas SMTPCDT de alta capacidad. Todos esos sistemas tienen los objetivos y características fundamentales expuestos en la Parte A del presente Informe, pero cada uno de ellos se desarrolla con arreglo a pautas ligeramente diferentes y obedece a condicionamientos distintos. Esto ha dado lugar a tres especificaciones diferentes del sistema. Seguidamente se presentan estos sistemas, y en los Anexos I a III pueden encontrarse descripciones más detalladas de los mismos.

1.1 GSM

La concepción y especificación de este sistema paneuropeo en la banda de 900 MHz es el fruto de la cooperación entre más de 16 países del Continente. El sistema será explotado por una o varias organizaciones de cada país, desde principios de los años 90.

Desde un comienzo se tuvieron en cuenta los aspectos internacionales del sistema GSM, gracias a lo cual éste constituye una verdadera red móvil terrestre pública (RMTP) internacional. Por ejemplo, el GSM permite el desplazamiento entre países y ofrece pleno acceso a las RTPC, RDSI y RPD.

1.2 América del Norte

En América del Norte se ha establecido una norma celular digital concebida con el objeto de satisfacer la necesidad de nuevos servicios digitales y de ofrecer una capacidad de tráfico adicional de una manera compatible con la norma existente para el servicio telefónico móvil perfeccionado (STMP) analógico. La nueva norma digital se utilizará en América del Norte, y se podrá aplicar un modelo similar en los cuarenta y más países que han adoptado, instalado o especificado STMP o sus versiones derivadas (TACS).

La norma celular dual, digital y analógica, de América del Norte en materia de SMTPT es el resultado de una evolución a partir de la norma STMP existente para ofrecer servicios tanto vocales como de datos con la meta de una capacidad de tráfico diez veces mayor. La norma digital de América del Norte permite el desplazamiento internacional y ofrece pleno acceso a las RTPC, RDSI y RPD.

1.3 Japón

Debido al rápido aumento del número de abonados móviles del Japón, la capacidad del sistema celular analógico existente está cerca de la saturación. Para dar cabida a más abonados y ofrecer una mayor variedad de servicios, la tecnología celular digital ofrece oportunidades prometedoras. La norma celular digital japonesa admite el nuevo tráfico digitalizado y ofrece canales de control. La norma es aplicable tanto en las bandas de 800/900 MHz como en la banda de 1,5 GHz.

2. Explicación del cuadro

En los Anexos I, II y III se dan detalles de los sistemas celulares digitales que van surgiendo en Europa, América del Norte y Japón, respectivamente. En el Cuadro I se presentan los parámetros fundamentales de estos tres sistemas. Las instancias competentes en cada caso, conforme se indica en los anexos, pueden o podrán facilitar especificaciones completas.

CUADRO I

Parámetros fundamentales

CARACTERISTICAS	Sistema paneuropeo GSM	AMERICA DEL NORTE	JAPON
Clase de emisión - canales de tráfico - canales de control	271KF7W 271KF7W	40KOG7WDT 40KOG1D	por definir por definir
Bandas de frecuencias de transmisión (MHz) - estaciones de base - estaciones móviles	935 - 960 890 - 915	869 - 894 824 - 849	810 - 830 (1,5 GHz por definir) 940 - 960 (1,5 GHz por definir)
Separación de dúplex (MHz)	45	45	130 48 (1,5 GHz)
Separación entre portadoras RF (kHz)	200	30	25 con entrelazado 50
Número total de canales RF dúplex	124	832	por definir
P.r.a. máxima de la estación de base (W) - valor de cresta de la portadora RF - media del canal de tráfico	300 37,5	300 100	por definir por definir
Potencia de transmisión nominal de la estación móvil (W) (valor de cresta - valor medio)	20 - 2,5 8 - 1,0 5 - 0,625 2 - 0,25	9 - 3 4,8 - 1,6 1,8 - 0,6 pd - pd	
Radio de la célula (km) - mín - máx	0,5 35 (hasta 120)	0,5 20	0,5 20
Método de acceso - canales de tráfico/ portadora RF - inicial - capacidad proyectada	AMDT 8 16	AMDT 3 6	AMDT 3 6



CUADRO I (Cont.)

Modulación - velocidad de transmisión (kbit/s)	MDM Gaussiano (ST-0,3) 270,833	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$ (caída-0,25) 48,6	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$ (caída-0,05) 37 - 42
Estructura del canal de tráfico - códec vocal de velocidad completa - velocidad binaria (kbit/s) - protección contra errores - algoritmo de codificación - códec vocal de velocidad mitad - inicial - futura - datos - velocidad neta inicial (kbit/s) - otras velocidades (kbit/s)	13,0 FEC a 9,8 kbit/s + procesamiento de las palabras RPE-LTP por definir Sí hasta 9,6 hasta 12	8 FEC a 5 kbit/s CELP por definir Sí 2,4; 4,8; 9,6 por definir	6,5 - 9,6 FEC ~ 3 kbit/s por definir por definir Sí 1,2; 2,4; 4,8 8 y más
Codificación del canal	Código convolucional de relación 1/2 con entrelazado más detección de errores	Código convolucional de relación 1/2	por definir
Estructura del canal de control - canal de control común - canal de control asociado - canal de control de difusión	Sí (=3) 8 rápidos y lentos Sí (=3)	Compartido con el STMP Rápido y lento Sí	Sí Rápido y lento Sí
Capacidad de igualación de la dispersión del retardo (μ s)	20	60	por definir

CUADRO I (Cont.)

Traspaso - asistido por la estación móvil - Capacidad intersistema para el sistema analógico existente	SÍ No	SÍ Entre el sistema digital y el STMP	SÍ No
Capacidad de itinerancia internacional	SÍ >16 países	SÍ	SÍ
Capacidad para múltiples entidades de explotación del sistema en una misma zona	SÍ	SÍ	SÍ

ANEXO I

DESCRIPCION 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 la Parte A del presente Informe.

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.

En las referencias enumeradas figuran informaciones detalladas y completas 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 RMTG 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 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: el interfaz radioeléctrico (Um) y el 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 otro interfaz más, el "A bis" dentro del SEB, pero su utilización no es obligatoria.

La arquitectura funcional está ilustrada en la Figura 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° 7 del CCITT, 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.

4.1 Requisitos del equipo RF

Según la Recomendación 05.05 del GSM (véase la lista de referencias).

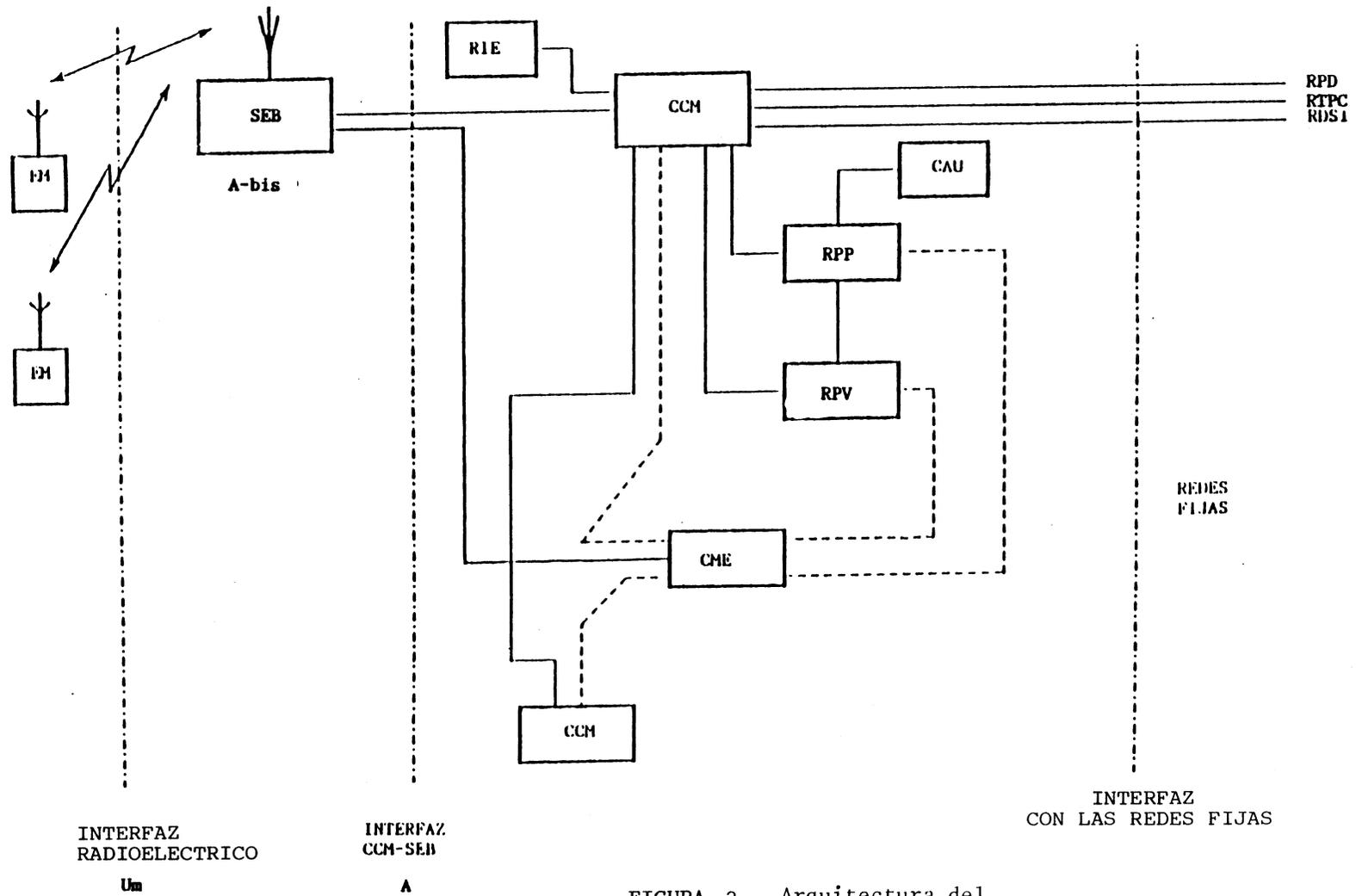
4.2 Separación entre portadoras

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 (~~MM-C~~(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.



INTERFAZ
RADIOELECTRICO

Um

INTERFAZ
CCM-SEB

A

INTERFAZ
CON LAS REDES FIJAS

REDES
FIJAS

RPD
RTPC
RDS1

FIGURA 2 - Arquitectura del sistema GSM

———— CONEXIÓN FÍSICA
----- RELACIONES LÓGICAS

EM: ESTACION MÓVIL
SEB: SISTEMA DE ESTACION DE BASE
CCM: CENTRO DE CONMUTACIÓN DE SERVICIOS MÓVILES
RPP: REGISTRO DE POSICIÓN PROPIO
RPV: REGISTRO DE POSICIÓN VISITADO
CME: CENTRO DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN
RIE: REGISTRO DE IDENTIDAD DEL EQUIPO
CAU: CENTRO DE AUTENTIFICACIÓN

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 nueve células (esquema de reutilización de 3 células con tres sectores por célula).

La sensibilidad, que es similar a la de los sistemas analógicos existentes, permite que la potencia media de 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 el códec vocal de velocidad completa y los correspondientes mecanismos de corrección y detección de errores (véase el Informe 903-1. 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 detalles en [de Brito y Natvig, 1988] para los aspectos de la codificación vocal, y en [Maloberti, 1989] para los aspectos de transmisión.

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 12,0 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, canales de acceso aleatorio y canales de concesión de acceso.

4.7.3 Canales de control especializado

Los canales de control especializados 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 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 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 punto 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.

5.8 Interfaces de RDSI, RPD y RPTC

Según las Recomendaciones de las series Q.700 y Q.1000 del CCITT.

5.9 Plan de numeración

Según las Recomendaciones E.164, E.212 y E.213 del CCITT.

5.10 Señalización entre CCM

Sistema de señalización Nº 7 del CCITT (Recomendaciones E.214, serie Q.700 y GSM 09.02 ó Q.1051 del CCITT).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DE BRITO, G. y NATVIG, J.E., "Low bit rate speech for the Pan European Mobile Communications system", 38th IEEE Vehicular Technology Conference, Philadelphia, Estados Unidos, 15-17 de junio de 1988.

Digital Cellular Radio Conference Proceedings, Hagen FRG, octubre de 1988. Deutsche Bundespost, FRG; France Telecom, Francia; FernUniversität, FRG.

GSM Specifications, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Francia*.

MALOBERTI, A., "Radio transmission interface of the digital Pan European Cellular System", 39th Vehicular Technology Conference, San Francisco, Estados Unidos, 1-3 de mayo de 1989.

Third Nordic Seminar on Digital Land Mobile Radio Communication Proceedings, Copenhagen, septiembre de 1988. Telecom Denmark.

* ETSI
B.P. 152
Sophia Antipolis
F-06 561 Valbonne CEDEX

ANEXO II

DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DIGITAL CELULAR NORTEAMERICANO
DE TELECOMUNICACIONES MOVILES TERRESTRES PUBLICAS1. Descripción general1.1 Objetivos

El sistema digital celular norteamericano (NCNA) para sistemas móviles terrestres públicos de telecomunicación tiene por objeto proporcionar servicios digitales de voz y datos y satisfacer unas necesidades de capacidad continuamente crecientes. La norma se adapta a los nuevos sistemas y también es compatible con el sistema actual de servicio telefónico móvil perfeccionado (STMP). La separación de portadoras RF es compatible con la separación del sistema STMP, por lo que ambos tipos pueden coexistir en el mismo medio de radiocomunicación.

1.2 Estrategia evolutiva

Dada la compatibilidad de las señales RF, el sistema brinda a los operadores la posibilidad de una evolución sin sobresaltos hacia la introducción de servicios digitales e introduce una capacidad de tráfico adicional en los SMTPT actuales. La norma digital se puede incorporar a las redes existentes para hacer posible el tráfico digital y analógico. Los usuarios que posean terminales dobles pueden recibir servicio de los operadores que hayan agregado una capacidad digital y de los operadores que sólo tengan facilidades analógicas. Los operadores no necesitan instalar equipo digital hasta que el crecimiento del tráfico lo justifique. Como el tráfico digital y el tráfico analógico comparten la misma banda y el mismo canal de control, los terminales dobles pueden compartir económicamente muchos componentes de control y de radiocomunicación. En el punto 2 de este anexo se describen las características técnicas del sistema. Como la nueva norma es compatible con el actual sistema de STMP, sólo se subrayan las características digitales. Véase una descripción más detallada del STMP en el Informe 742 .

1.3 Mejora de la capacidad

El sistema utiliza una técnica de modulación lineal y una codificación de la voz de baja velocidad binaria para conseguir una mayor eficacia espectral. Esta combinación permite a cada portadora RF de 30 kHz poder acomodar tres canales de tráfico. En el futuro se podrán acomodar seis canales de tráfico con códecs a velocidad mitad. La técnica de la modulación lineal opera también a una relación portadora/interferencia menor que la del sistema analógico actual. La capacidad se puede aumentar asimismo con el uso de sistemas mejorados de reutilización de frecuencias, la sectorización de las células y las técnicas de planificación. La reunión de todas estas técnicas permite una mayor capacidad de tráfico, como se indica en el Cuadro II.

En la preparación del cuadro se partió de las hipótesis siguientes:

- a) el operador dispone de un espectro total de 25 MHz;
- b) se considera aceptable una probabilidad de bloqueo del 2%;
- c) para los sistemas digitales se utiliza una relación C/I menor, y
- d) en los sistemas analógicos y digitales se utiliza la misma relación entre canales de tráfico y de señalización.

CUADRO IIMejoras de la capacidad del sistema celular digital norteamericano en comparación con el sistema analógico actual

Etapa de evolución				Número de CT	Erlang por célula	Factor de mejora con respecto a (7x3)*	Factor de mejora con respecto a (4x6)*
Técnica de acceso	CT por PRF	Tipo de reutilización	Sector por célula				
AMDF	1	7	3	395	37	1,0	
AMDF	1	4	6	395	60	1,6	1,0
AMDT	3	7	3	1185	138	3,7	
AMDT	3	4	6	1185	236	6,4	3,9
AMDT	6	7	3	2370	302	8,7	
AMDT	6	4	6	2370	522	14,1	8,7
AMDT	6	4	3	2370	550	14,9	9,2
AMDT	6	3	3	2370	746	21,3	12,4

CT - Canales de tráfico, PRF - Portadora de RF

* (mxn) plan de reutilización de m-células con n-sectores.

2. Descripción técnica

2.1 Requisitos de interfaz RF

- modulación: por desplazamiento de fase cuadrivalente de codificación diferencial $\pi/4$.

La información se somete a codificación diferencial; los símbolos se transmiten como variaciones de fase y no como fases absolutas.

El código Gray se utiliza en la cartografía de los símbolos; dos símbolos de los grupos de dos elementos binarios que corresponden a fases de señal adyacentes difieren entre sí solamente en un elemento binario.

2.2 Radio típico de la célula: 0.5 - 20 km

Es posible tener células de tres y seis sectores que utilicen antenas direccionales con canales digitales y analógicos para las zonas rurales y urbanas.

2.3 Codificación de los canales

- códec convolucional de velocidad mitad,
- dos niveles de protección de errores,
- el Código de Redundancia Cíclica CRC protege los más importantes bits vocales.

2.4 Intervalos de tiempo y tramas de AMDT

Los intervalos de tiempo están ordenados de la forma siguiente: transmisión-recepción-reposo. Los intervalos de reposo se pueden utilizar con fines de comprobación de canal y medición.

El plan de numeración es de uno a seis. Actualmente se utilizan seis palabras de sincronización para permitir que un número máximo de seis usuarios comparta un canal de AMDT.

Se prevén otras condiciones de transmisión bajo el control de la estación de base para que haya más usuarios y más servicios diferentes en un canal de AMDT.

2.5 Estructura del canal de tráfico

- Conversación: mantiene códecs de conversación de velocidad plena y de velocidad mitad.

En cuanto al códec de conversación de velocidad plena, se asignan 13 kbit/s a la codificación de señales telefónicas y la corrección de errores sin canal de retorno. Es posible mantener en la estación de base códecs de conversación diferentes de velocidades diferentes.

- Datos: facilita servicios de datos de velocidades de 2,4, 4,8 y hasta 9,6 kbit/s [1] y [2]. También se especificarán velocidades más elevadas.

2.6 Estructura del canal de control

- Canal de control común:

El canal de control común del AMPS [3] lo compartirán las estaciones móviles digitales y analógicas.

Los mensajes adicionales para las estaciones móviles en modo digital se tratarán en los canales de tráfico digital para mantener una mayor capacidad del sistema celular de modo dual.

También se especificará el canal de control digital.

- Canales de control rápido y lento: reservados en cada canal para cada usuario.

Las funciones de supervisión y otras funciones de control se pueden realizar por canales de control asociados rápidos y lentos.

El código de colores digital de señales vocales será un campo aparte para facilitar la función equivalente al tono de audiofrecuencia de supervisión analógico para detectar interferencias.

2.7 Transferencia

- La transferencia entre sistemas y dentro del sistema se especifica.
- La transferencia entre canales digitales y analógicos es posible.

- Transferencia con ayuda del equipo móvil:

Permite a las estaciones móviles medir y registrar en el modo digital tanto la potencia de la señal recibida y la calidad del canal a través de la conexión digital actual como la potencia de la señal recibida en otros canales según lo solicite la estación de base.

2.8 Estructura del sistema

- Protocolo de comunicación:

El modelo de referencia del protocolo de comunicación de la red está concebido conforme al modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA).

- Interfaces [4]:

Las interfaces entre bloques funcionales del sistema se han modelado conforme a la serie Q.1000 del CCITT.

2.9 Red celular entre sistemas

- Transferencia entre sistemas [5]:

El conjunto mínimo de mensajes proporciona peticiones de ubicación entre sistemas, mediciones y respuesta. Las secuencias de selección de enlaces y conexión de llamadas se especifican en IS-41-2.

- Transferencia automática entre sistemas para estaciones móviles itinerantes:

Los mensajes y funciones del Registro de Posición Propio (RPP) y del Registro de Posición Visitado (RPV) se especifican tomando como base la Recomendación del CCITT.

También se definen los procedimientos de acceso a la base de datos para la validación de la estación móvil itinerante, el tratamiento de características especiales y las llamadas que se hacen.

- Comunicaciones de datos entre sistemas:

Mediante el protocolo X.25 del CCITT o la parte "transferencia de mensajes" utilizada con el protocolo SS7 [5] del CCITT.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] "Feature Services Description", (Descripción de Servicios Característicos), EIA/TIA TR45.3.2.1/89.3.28.1.
- [2] "Feature Services Priorities", (Prioridades de Servicios Característicos), EIA/TIA TR45.3.1.1/89.5.3.3.
- [3] "Cellular System: Mobile Station - Land Station Compatibility Specification", (Especificación de compatibilidad de estación terrestre-estación móvil), EIA/TIA-553, septiembre de 1989.
- [4] "Definition of Interface Architecture: U.S. Second Generation Cellular System", (Definición de la estructura de interfaz: sistema celular estadounidense de segunda generación), EIA/TIA TR45.3.2/88.08-1.
- [5] "Cellular Radio Telecommunications Intersystem Operations", (Operaciones entre sistemas de radiotelecomunicaciones celulares), EIA/TIA IS-41 (5 documentos), febrero de 1988.

ANEXO III

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DIGITAL CELULAR JAPONÉS
DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES/TERRESTRES/PÚBLICAS1. Introducción

El sistema digital celular japonés SMTPT se especifica 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.

2. Características principales2.1 Requisitos del interfaz RF

- Separación de canales: separación de canales entrelazados: 25 kHz, separación de canales: 50 kHz.
- Modulación: por desplazamiento de fase cuadrivalente de codificación diferencial $\pi/4$ (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: se especificará en la gama de 37 a 42 kbit/s.

2.2 Estructura de la célula y reutilización de la portadora

- Radio típico de la célula: 0,5-20 km.
- Estructura de célula sectorizada usando antenas direccionales.

2.3 Intervalos de tiempo

- 3 para velocidad plena, 6 para velocidad mitad.

2.4 Canales de tráfico

- Conversación: admite códecs de velocidad plena y mitad.
 - Los códecs de conversación de velocidad plena de 6,5 a 9,6 kbit/s están en prueba.
 - La gama de 9,6 a 12 kbit/s está asignada a la codificación vocal y a la corrección de errores sin canal de retorno.
 - También se especifica el códec de conversación de velocidad mitad.
- Datos y otros servicios:
 - Servicios de datos de 1,2; 2,4; 4,8 kbit/s. También se especifican velocidades más altas.
 - Facsímil.
 - Sub-velocidad RDSI (8 kbit/s).

2.5 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.

2.6 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.

2.7 Transferencia

- Se especifican transferencias inter-sistemas e intra-sistemas.
- Transferencia asistida 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.

2.8 Desplazamiento

- En conformidad con la Recomendación 624.
- La estación móvil evalúa la señal recibida y la codificación, e inicia el procedimiento de actualización de la posición si es necesario.
- El desplazamiento es posible entre los MSC y entre sistemas.

2.9 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: Los interfaces entre los bloques funcionales del sistema se modelan según la serie Q.1000 de las Recomendaciones del CCITT.

2.10 Interfuncionamiento

- Interfaces RDSI y RTPC: Según las series Q.700 y Q.1000 de las Recomendaciones del CCITT.
 - Plan de numeración: Según las Recomendaciones E.164, E.212 y E.213 del CCITT.
-