

INFORME UIT-R M.742-4*

SISTEMAS TELEFÓNICOS MÓVILES TERRESTRES DE USO PÚBLICO

(Cuestiones UIT-R 37/8 y UIT-R 39/8)

(1978-1982-1986-1990-1995)

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas telefónicos móviles terrestres de uso público se definen como sistemas móviles terrestres para la correspondencia pública a través de estaciones radioeléctricas conectadas a la red telefónica pública conmutada (RTPC).

La parte A de este Informe trata de los principios generales de los sistemas telefónicos móviles terrestres de uso público (convencionales y celulares) y en particular de los parámetros y características técnicas de estos sistemas que son importantes para la explotación internacional. El concepto básico de las técnicas celulares se expone en el Informe UIT-R M.740.

La parte B de este Informe trata de la introducción de sistemas internacionales.

En la parte C de este Informe figuran las principales características de algunos sistemas telefónicos móviles terrestres de uso público ya existentes o cuya entrada en servicio es inminente, así como una breve descripción del estado de estos sistemas y otros aspectos singulares de su diseño.

PARTE A

**PRINCIPIOS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS MÓVILES
TERRESTRES DE USO PÚBLICO**

1 PRINCIPIOS DE EXPLOTACIÓN

Deben aplicarse los siguientes principios de explotación generales:

- el establecimiento y la tasación de las llamadas hacia una estación móvil y desde ella, serán automáticos;
- para los sistemas internacionales, será posible establecer llamadas entre las estaciones móviles y cualquier abonado de la red telefónica fija o cualquier abonado de la red telefónica móvil dentro del sistema;
- la tasación se efectuará de manera compatible con los principios de tasación de la red telefónica pública con conmutación;
- la introducción del sistema no requerirá cambios significativos en las redes telefónicas fijas;
- la probabilidad de bloqueo debe mantenerse dentro de límites similares a la de los servicios por la RTPC en todas las fases de desarrollo;
- debe mantenerse un control continuo de la calidad de las llamadas, con transferencia (hand-over) automática entre las estaciones de base, si es necesario.

* Este Informe debe señalarse a la atención de la Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones.

Todo sistema específico debe tener al menos dos interfaces bien definidas:

- la interfaz "radioeléctrica" entre el sistema terrestre y los móviles a los que presta servicio; y
- la interfaz de línea con la red telefónica pública conmutada.

Pueden definirse también otras interfaces internas tales como:

- el sistema de tarificación;
- la interfaz entre controladores para el tratamiento de los transeúntes;
- la metodología para establecer comunicaciones entre los emplazamientos de base y los controladores; y
- la interfaz hombre-máquina para la explotación, incluido el mantenimiento.

2 INTERFUNCIONAMIENTO CON LA RTPC

La Recomendación UIT-T Q.70 especifica los requisitos de interfuncionamiento necesarios entre la RTPC y la red móvil.

3 PLAN DE NUMERACIÓN Y ENCAMINAMIENTO

Un problema difícil de resolver en un servicio telefónico móvil terrestre totalmente automático consiste en la selección de un plan de numeración para los abonados móviles que sea compatible con el establecido para la red fija. Un plan de numeración basado en las convenciones establecidas para la red terrestre puede imponer severas limitaciones al encaminamiento móvil especialmente debido a que el número de abonado en un sistema móvil ya no está referido a la posición del abonado.

Una solución consiste en atribuir un número especial de acceso al servicio móvil, con lo que todas las marcaciones dirigidas hacia la red móvil pueden manejarse independientemente de las rutinas de encaminamiento del servicio telefónico.

Puesto que la capacidad para manejar números largos y atribuir códigos a servicios especiales varía según los planes de numeración nacionales, es necesario establecer un plan de numeración internacional. Las Recomendaciones UIT-T E.212 y UIT-T E.213 tratan de este asunto.

4 TRANSEÚNTES ("ROAMING")

Para poder establecer llamadas automáticamente entre las estaciones móviles y cualquier abonado telefónico fijo, independientemente del país, es necesario disponer de la facilidad de actuar como transeúnte de forma totalmente automática. Debe informarse al sistema móvil de la posición del abonado móvil cuando éste se desplaza desde un área de posición a otra.

Se requieren ulteriores estudios antes de poder definir los procedimientos técnicos y operativos convenientes para el funcionamiento como transeúnte. Por esta razón se ha redactado la Recomendación UIT-T M.624.

El funcionamiento transeúnte requiere también compatibilidad de bandas de frecuencias, separación entre canales y protocolos y códigos de señalización.

5 TASACIÓN

El principio para la tasación en las redes móviles varía en las distintas redes nacionales.

Por tanto es necesario que el UIT-T estudie la cuestión de la tasación para conseguir un acuerdo internacional.

6 CONSIDERACIONES SOBRE LAS FRECUENCIAS RADIOELÉCTRICAS

Los sistemas actuales utilizan las bandas de 450 MHz, la banda 800-900 MHz, y otras bandas, según las posibilidades existentes.

Los sistemas convencionales de concentración de enlaces deben utilizar sólo un pequeño número de canales, pero los sistemas celulares son sólo rentables cuando se dispone de una mayor atribución (por ejemplo, 300 canales), dado que la atribución debe dividirse en subconjuntos a fin de poner en ejecución el plan celular. Tal vez sean necesarios ulteriores estudios antes de elegir la banda de frecuencias radioeléctricas para un servicio telefónico móvil internacional.

7 SEÑALIZACIÓN

Las funciones necesarias en un sistema telefónico móvil automático de uso público exigen una señalización bastante complicada. La movilidad de los abonados crea la necesidad de transferir cierto tipo de información que no tiene su equivalente en la red telefónica fija. Esto se aplica tanto a los procedimientos de actualización, realizados cuando la estación móvil penetra en una nueva área de posición, como al procedimiento de transferencia cuando una comunicación en curso se conmuta de una estación de base a otra.

Los errores de señalización en los canales radioeléctricos pueden entrañar una pérdida del control de los canales y la imposibilidad de establecer un canal de tráfico entre estaciones móviles y de base. La fiabilidad en la obtención de un canal de tráfico debe ser razonablemente elevada, ya que:

- los canales radioeléctricos equivalen a las líneas de abonado en la red telefónica pública con conmutación, y la fiabilidad de la señalización y supervisión debe ser tan buena como en esa red;
- la imposibilidad de establecer y mantener un canal de tráfico significa que la estación de base pierde el control de la estación móvil; por tanto, la probabilidad de tal situación debe ser lo más reducida posible;
- la exactitud de la tarificación reviste gran importancia.

La fiabilidad de los canales de control puede mejorarse, por ejemplo, mediante empleo de diversidad, codificación de corrección de errores, protocolos de intercambio de mensajes y de transmisión cuasisíncrona (simulcast) (véanse los Informes UIT-R M.903, UIT-R M.1022 y la Cuestión UIT-R 67/8).

Pueden fracasar las tentativas de toma de un canal debido a peticiones simultáneas por dos o más estaciones móviles. El problema puede reducirse por una técnica de interrogación pero en un sistema de alta capacidad es más eficaz marcar los estados de ocupación/reposo del canal [Fluhr y Porter, 1979; Okasaka, 1978].

8 REDUCCIÓN DE LA DURACIÓN DE LA TRANSMISIÓN INEFICAZ

En todos los sistemas radiotelefónicos incluyendo los celulares, transcurre un lapso considerable, motivado por la marcación, la conmutación y el tiempo de funcionamiento del timbre de llamada, entre la iniciación de una llamada y el comienzo de la conversación. Algunos sistemas celulares almacenan las cifras marcadas en la unidad móvil con anterioridad a la transmisión (procedimiento denominado "marcación anterior al origen"), lo que reduce sustancialmente la duración de la transmisión ineficaz.

La capacidad de tráfico puede aumentarse asignando canales radioeléctricos de tráfico sólo cuando ambas partes están en condiciones de hablar [Tridgell, 1977] o disponiendo las llamadas en una cola de espera, por orden de llegada, hasta que se materialicen y un canal de tráfico esté disponible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FLUHR, Z.C. y PORTER, P.T. [enero de 1979] Advanced mobile phone service control architecture. BSTJ, Vol. 58, 1.
- OKASAKA, A. [noviembre de 1978] Control channel traffic design in a high capacity land mobile telephone system. IEEE Trans. Vehic. Tech., Vol. VT-27, 4.
- TRIDGELL, R.H. [marzo de 1977] Proposals for increasing the user capacity of the British Post Office public radiotelephone. IEEE 27th Annual Conference of the Vehicular Technology Group, Orlando, Florida, Estados Unidos de América.

PARTE B

CONSIDERACIONES RELATIVAS AL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS INTERNACIONALES

1 GENERALIDADES

Esta parte contiene consideraciones pertinentes al desarrollo de sistemas telefónicos móviles terrestres de uso público internacional y de los servicios que pueden adoptar muchos países en el mundo entero. Se han introducido sistemas que facilitan servicios comunes entre algunos países vecinos.

2 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS INTERNACIONALES

Para que puedan establecerse sistemas internacionales, sería ideal elegir una banda de frecuencias común para el servicio y seleccionar un conjunto adecuado de normas técnicas y de servicio para su utilización mundial. Como la elaboración de estos acuerdos requeriría cierto periodo de tiempo, sería necesario elegir métodos que se apoyaran en fases intermedias, las cuales se beneficiarían inmediatamente de alguna de las ventajas de la compatibilidad internacional. Puede ser posible este tipo de realizaciones mediante adiciones de sistemas de banda ancha o de banda estrecha convenidos [Murtonen, 1985].

Pueden añadirse sistemas de banda estrecha con canales directamente adyacentes a los de sistemas existentes o, en el caso de algunos sistemas existentes, intercalando los canales de ambos. En ambos casos habría una expansión sistemática de los nuevos canales en las asignaciones de canales del sistema existente a medida que los sistemas antiguos se fueran retirando del servicio.

Análogamente, pueden añadirse sistemas de banda ancha (espectro ensanchado, AMDT, etc.) utilizando el espectro nuevo o liberado adyacente a los canales de los sistemas existentes. Será posible la expansión de los nuevos sistemas cuando se retiren del servicio los antiguos.

Adicionalmente, es posible sobreponer algunos sistemas de espectro ensanchado a las asignaciones existentes y explotar simultáneamente los sistemas nuevos y existentes; no obstante, la superposición de los sistemas de espectro ensanchado requiere ulterior estudio, especialmente en caso de gran concentración de usuarios en esos sistemas.

3 FACTORES QUE NECESITAN ACUERDO INTERNACIONAL

- atribución de los canales y separación entre los mismos;
- clase de emisión;
- características de modulación;
- normas relativas a los transmisores y receptores;
- técnicas de tratamiento de la señal, tales como compresión-expansión;

- empleo de diversidad de recepción;
- métodos y protocolos de señalización y supervisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MURTONEN, M.T. [mayo de 1985] Local y international considerations – cellular radio. Conf. Record, Microelectronics Conference and Exhibition (Miconex '85), Winnipeg, Canadá.

PARTE C

SISTEMAS QUE SE ESTÁN INSTALANDO O QUE ESTÁN PREVISTOS EN UN FUTURO PRÓXIMO

1 SERVICIOS TELEFÓNICOS MÓVILES PÚBLICOS CELULARES DE GRAN CAPACIDAD

1.1 Introducción

En los Estados Unidos de América, en Canadá, en el Reino Unido, en los Países Nórdicos, en Japón, en la República Federal de Alemania y en Italia, se han desarrollado sistemas celulares de gran capacidad para proporcionar servicios radiotelefónicos de alta calidad, compatibles a escala nacional.

Están ya en explotación o en curso de instalación sistemas en los Estados Unidos y en Canadá en los que los 666 canales se dividen en dos subbandas, atribuyéndose dos sistemas a cada ciudad. Constan de un número variable de celdas que dependen de la superficie a la que debe prestarse servicio. La capacidad del sistema podrá ampliarse para que atienda a la demanda prevista de los abonados, que se calcula será de más de 100 000 unidades en grandes ciudades. En el anexo 1 figuran más detalles sobre las características generales de esta planificación de sistemas.

En el Reino Unido se han establecido dos sistemas de cobertura nacional (TACS) semejantes a los norteamericanos, pero basados en una separación entre canales de 25 kHz en vez de 30 kHz, que se pusieron en servicio en enero de 1985. Para 1990 cada sistema proporcionará servicio al 90%, como mínimo, de los habitantes del Reino Unido. En noviembre de 1985, el número total de abonados de los dos sistemas rebasaba la cifra de 35 000. En el anexo 5 figuran más detalles sobre las características generales de esos sistemas.

El sistema japonés MCS-L1, proporciona actualmente un servicio de alcance nacional a más del 70% de las ciudades japonesas, utilizando nueve centros de conmutación telefónica del servicio móvil conectados a la red de señalización intercentrales por canal común. Se espera que en un futuro próximo el número de abonados en las zonas metropolitanas de Tokio y de Osaka alcance la capacidad máxima del MCS-L1. A fin de satisfacer las demandas, tales como aumento de la capacidad de tráfico, tasas más bajas y servicios mejorados, se ha introducido el nuevo sistema de comunicaciones móviles terrestres de alta capacidad en la banda de 900 MHz (MCS-L2). La capacidad de tráfico del sistema se ha ampliado a unos 100 000 abonados en las grandes ciudades, triplicando aproximadamente la eficacia espectral del sistema actual. El anexo 2 proporciona más detalles sobre las características generales de estos sistemas.

El sistema telefónico móvil nórdico (NMT-450) se puso en explotación en los países participantes, Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia a finales de 1981 y comienzos de 1982 con cobertura continua de todos los países y capacidad plena de indicación automática de la posición del móvil ("roaming"). Durante el último año se ha introducido la técnica de subdivisión de células en las ciudades grandes para atender a la demanda de tráfico. Se utilizan celdas pequeñas de hasta 1,0 km de radio. En octubre de 1985 el número de abonados superaba los 200 000 (que equivale al 0,9% de la población). Durante 1986 se ampliará este sistema

a Islandia con capacidad plena de indicación automática de la posición del móvil entre todos los países. El sistema se ampliará a la banda de 900 MHz a fines de 1986 y está concebido para 2 000 canales, incluyendo la utilización de entrelazado, pero inicialmente con 799 canales (NMT-900). El anexo 3 contiene más detalles sobre las características generales del sistema.

En Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo se está explotando un sistema celular que facilita servicio internacional de móviles transeúntes ("roaming"). Se trata de un sistema NMT-450 con ligeras modificaciones, como son, por ejemplo, una separación entre canales de 20 kHz y el uso de un compresor-expansor silábico.

La red C450 de la República Federal de Alemania entró en servicio en 1985. Provee cobertura completa a toda la República Federal de Alemania. Tendrá una capacidad final para un mínimo de 200 000 abonados. Entre sus características principales figuran el establecimiento de llamadas sin emisión y el funcionamiento según un procedimiento de cola de espera. El anexo 4 contiene más detalles sobre las características generales del sistema.

El sistema telefónico móvil italiano de la segunda generación, que funciona en la banda de frecuencias de 450 MHz, se puso en servicio en las zonas de Roma y Milán a partir de septiembre de 1985. Se espera que en 1988 proveerá una cobertura completa del territorio italiano. El anexo 6 contiene más detalles sobre las características generales del sistema.

1.2 Características de los sistemas

Las siguientes características son comunes a los tres sistemas descritos, a menos que se indique lo contrario:

- estructura celular tanto en el sentido base-móvil como en el de móvil-base con reutilización de frecuencias y transferencia entre celdas (conmutación de llamada en curso);
- funcionamiento automático, bidireccional, con marcación directa;
- comunicaciones dúplex;
- supervisión del canal vocal mediante un tono continuo (sistemas de Norteamérica y Reino Unido, sistema NMT y sistema italiano), o canal de control digital (sistemas C450, MCS-L2);
- indicación automática de la posición del móvil transeúnte ("roaming");
- utilización de canales de control especializados para establecer las comunicaciones (sistemas de Norteamérica y Reino Unido, sistema japonés, sistema C450 y sistema italiano);
- preselección de toma;
- subdivisión de las celdas durante la expansión del sistema.

1.3 Conclusiones

Se han instalado o están planificados para un próximo futuro sistemas celulares radiotelefónicos que utilizan los parámetros y las características anteriormente descritas. Hay una gran demanda de servicios radiotelefónicos móviles terrestres en muchas partes del mundo y se considera que sistemas con las anteriores características están en condiciones de satisfacer esta demanda.

CUADRO 1
Especificaciones generales de los sistemas

Característica	Sistemas norteamericanos AMPS Banda estrecha		Sistema japonés MCS-L1	Sistema japonés MCS-L2	Sistema NMT-450	Sistema NMT-900	Sistema C450	Sistema TACS del Reino Unido	Sistema italiano a 450 MHz	Sistema francés RADICOM 2000
		N-AMPS								
Clase de emisión	Vocal 40K0G3E Control 40K0G1D	Vocal 17K4F9W Control 40K0F1D	Vocal 16K0G3E Control 16K0F1D	Vocal 8K50G3E Control 8K50F1D	Vocal 16K0G3E Señalización 16K0G2D	Vocal 16K0G3E Señalización 16K0G2D	Vocal 14K0G3E Control 14K0F1D	Vocal 32K0G3E Control 32K0F1D	16K0G3E	Vocal 11K0G3E
Bandas de frecuencia de transmisión (MHz)										
- Estaciones de base	869 - 894	869 - 894	870 - 885	870 - 885	463 - 467,5	935 - 960	461,3 - 465,74	935 - 950	460 - 465	{202,7 – 207,5 {207,5 – 215,5 {424,8 – 427,9 {194,7 – 199,5 {215,5 – 223,5 {414,8 – 417,9
- Estaciones móviles	824 - 849	824 - 849	925 - 940	925 - 940	453 - 457,5	890 - 915	451,3 - 455,74	890 - 905	450 - 455	
Separación dúplex (MHz)	45	45	55	55	10	45	10	45	10	8 10
Separación entre canales (kHz)	30	10	25	12,5	25	12,5	20 (10)	25	25	12,5 12,5
Número total de canales dúplex	832 (416 en cada una de las dos subbandas, incluyendo 21 canales de señalización)	2 499	600	1 200	180	1 999	222	600 (300 en cada una de las dos subbandas, incluyendo 21 canales de señalización)	196	1 024 256
P.r.a. máxima de la estación de base (W)	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	50	20	50	100	100 (control adaptativo)	100	25/2,5	25 a 70
Potencia nominal del transmisor de la estación móvil (W)	3	3	5	1	15	Móvil 6 Portátil 1 (con control de potencia autónomo)	15 (con control de la ganancia de la antena adaptativo de +3 dB)	7 - estación móvil de la clase 1	10/1	11
Radio típico de la célula (km)	2-20	2-20	3 (zona urbana) ⁽²⁾ 10 (zona suburbana) ⁽²⁾	3 (zona urbana) ⁽²⁾ 10 (zona suburbana) ⁽²⁾	1 - 40	0,5 - 20	2 - 30	2 - 20	5 - 20	20
Señales vocales (telefónicas):										
- Tipo de modulación	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP (MF, si se emplea el inversor de banda)	MP
- Desviación de cresta (kHz)	±12	±5 ±1,5 promedio	±5	±2,5	±5	±5 (incluida la señal de supervisión) Compansión silábica 2:1 (Rec. UIT-T G.162)	±4	±9,5	±5	±2,5
- Tratamiento	Compansión silábica 2:1	Compansión silábica 2:1	Compansión silábica 2:1	Compansión silábica 2:1	-	-	Compansión silábica 2:1	Compansión silábica 2:1	Compansión silábica 2:1 (Rec. UIT-T G.162)	Compansión silábica (sentido estación de base a móvil)

- 8 -
I. UIT-R M.742-4

<p>Señales de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de modulación - Desviación de cresta (kHz) - Tipo de código - Velocidad de transmisión de bits (kbit/s) - Velocidad efectiva de transmisión de la información (kbit/s) (depende del tipo de mensaje) <p>Señales de control en servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de modulación - Desviación de cresta (kHz) - Tipo de código - Velocidad de transmisión de bits (kbit/s) - Velocidad efectiva de transmisión de la información (kbit/s) (depende del tipo de mensaje) 	<p>MDF ±8 Manchester 10</p> <p>0,27 - 1,2</p>	<p>MDF ±8 Manchester 10</p> <p>Señalización de canal vocal Manchester 100 bit/s sub-audible señalización de supervisión NRZ 200 bit/s sub-audible</p>	<p>MDF ±4,5 Manchester 0,3</p> <p>0,12 - 0,18</p>	<p>MDF ±2,0 Manchester 2,4 1,3 - 1,64</p> <p>MDF ±0,6 Manchester 0,1 0,04</p>	<p>MDFR ±3,5 NRZ 1,2 0,46 aprox.</p>	<p>MDFR ±3,5 NRZ 1,2 0,46 aprox.</p>	<p>MDF ±2,5 NRZ 5,28 1,82</p>	<p>MDF ±6,4 Manchester 8 0,22 - 0,96</p>	<p>MDF ±4 Multifrecuencia (dos de siete)⁽³⁾ 0,1 aprox.</p>	<p>MDFR ±1,7 NRZ 1,2 0,46</p>
<p>Código de protección contra errores:</p> <p>Señales de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estación de base a estación móvil - Estación móvil a estación de base <p>Señales de control en servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estación de base a estación móvil - Estación móvil a estación de base 	<p>Código BCH (63:51) acortado, repetido⁽⁴⁾</p> <p>Código BCH (40:28) Código BCH (48:36)</p>	<p>Canal de control de retorno BCH (48,36:5)</p> <p>Canal de control de ida BCH (63,51:5)</p>	<p>BCH (63:51) acortado; BCH (23:12) acortado; BCH (43:31); BCH (43:31) (canal de acceso); BCH (23:12) (canal de radiobúsqueda)</p>	<p>BCH (63:51) acortado; (40:28) BCH (40:28) BCH (23:12) BCH (23:12) BCH</p>	<p>Código convolucional con corrección de errores en ráfagas de tipo B1 (Hagelbarger)</p>	<p>Código convolucional con corrección de errores en ráfagas de tipo B1 (Hagelbarger)</p>	<p>Código BCH (15:7)</p>	<p>Código BCH (63:51) acortado, repetido⁽⁴⁾ Código BCH (40:28) Código BCH (40:36)</p>		<p>Código Hagelbarger (6:19)</p>
<p>Detección de errores</p>	<p>Mín. 11 por errores 200 Máx. 89 bits</p>	<p>Mín. 11 por errores 200 Máx. 89 bits</p>	<p>Mín. 3 errores</p>	<p>Mín. 3 errores</p>			<p>Mín. 40 errores por 150 bits</p>	<p>Mín. 11 por errores 200 Máx. 89 bits</p>		
<p>Corrección de errores</p>	<p>Mín. 5 por errores 200 Máx. 83 bits</p>	<p>Mín. 5 por errores 200 Máx. 83 bits</p>	<p>1 error</p>	<p>1 error para 2,4 kbit/s 2 errores para 0,1 kbit/s</p>	<p>Mín. 6 errores con espacio de guarda de 19 bits</p>	<p>Mín. 6 errores con espacio de guarda de 19 bits</p>	<p>Mín. 20 errores por 150 bits</p>	<p>Mín. 5 errores por 200 bits</p>		<p>Mín. 6 errores</p>
<p>Protección de mensajes</p>	<p>Transmisiones de señales de control recicladas Transmisiones de señales de control repetidas con votación mayoritaria bit por bit</p>	<p>5 repeticiones con votación mayoritaria</p>	<p>Transmisiones de señales de control recicladas Transmisiones simultáneas de las estaciones de base en una zona de control</p>	<p>Transmisiones de señales de control recicladas Transmisiones simultáneas de las estaciones de base en una zona de control</p>	<p>Procedimiento de aceptación de trama según la categoría del mensaje</p>	<p>Procedimiento de aceptación de trama según la categoría del mensaje</p>	<p>Mensaje adaptativo: repetición en caso de errores</p>	<p>Transmisiones de señales de control recicladas Transmisiones de señales de control repetidas con votación mayoritaria bit por bit</p>	<p>Control de autocorrelación del mensaje codificado, con repetición, según el tipo de mensaje en caso de error</p>	<p>Repetición de trama</p>
<p>(1) Pueden permitirse excepciones, conforme a las circunstancias.</p> <p>(2) Una zona de control abarca unas 10 celdas.</p> <p>(3) La velocidad de modulación es de 50 ms/carácter.</p> <p>(4) Repetidos 5 a 11 veces según el tipo de mensaje con un sistema de votación mayoritaria bit a bit. Además para evitar la correlación se intercalan dos trenes de mensaje en un canal de llamada común.</p> <p>MDFR: Modulación por desplazamiento de frecuencia rápido.</p> <p>Compansion: Compresión-expansión.</p>										

2 SISTEMAS MIXTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA TELEFÓNICO MÓVIL DE USO PÚBLICO Y REDES DE TIPO "DESPACHO"

2.1 Francia inauguró en 1985 un sistema cuyas características principales se dan a continuación:

2.1.1 Características generales

- explotación de tipo "despacho" que permite una utilización del tipo "red privada" en semidúplex que admite los enlaces siguientes:
 - base-móvil o base-flota (o subflota);
 - móvil-base;
 - móvil-móvil o flota (o subflota);
 - acceso de ciertos móviles a la RTPC;
- explotación de tipo radiotelefónico público, en dúplex, con número único de llamada al móvil, cualquiera que sea su posición;
- organización de tipo celular con amplia cobertura geográfica y localización automática de los abonados itinerantes ("roaming"), que utilizan células de dimensiones medias (15 a 20 km de radio); posible subdivisión de células durante la expansión del sistema;
- la transmisión de datos digitales está en estudio;
- el sistema prevé abonados prioritarios;
- se está estudiando la posibilidad de transferencia.

El anexo 7 contiene más detalles sobre las características generales del sistema.

ANEXO 1

SISTEMA NORTEAMERICANO

PARTE 1

DESCRIPCIÓN GENERAL

1 Características operacionales y del sistema

1.1 Objeto

Se ha diseñado el sistema telefónico móvil terrestre, a fin de que permita una conmutación automática del tráfico con la red telefónica pública conmutada (RTPC) y, desde el punto de vista del usuario, ofrezca un servicio similar al de llamadas por línea; alta calidad vocal, elevada fiabilidad, bloqueo reducido y costo relativamente pequeño.

1.2 Propiedades de las celdas

- Evolución desde celdas grandes en la fase inicial, hasta celdas pequeñas en la fase de madurez, permitiéndose una mezcla de varios tamaños.

- Se permite la conmutación en curso de hasta una llamada por minuto, por lo menos.
- A fin de conseguir eficacia espectral (reutilización de canales) se utilizan valores pequeños para el número de conjuntos de canales, adecuados al desvanecimiento multirayecto (tipo Rayleigh) característico de los canales móviles urbanos, la variabilidad del terreno, los diagramas de antena seleccionados y la calidad RF deseada. Se sugiere un objetivo de relación C/I mediana local de 17 dB para el percentil 90. (Si la desviación típica es 8 dB, esto equivale a una relación C/I mediana de 27 dB en el contorno nominal de la celda.) Por supuesto son admisibles otros objetivos de calidad.

1.3 Tratamiento de la señal

- Se utilizan la máxima desviación y anchura de banda de predetección del receptor adecuadas al concepto celular (que permite una partición del espectro en canales mediante distribución de frecuencia y distribución espacial).
- Se efectúa el tratamiento de la voz empleando un compresor-expansor 2:1, para mejorar la calidad percibida de la señal recibida.
- La codificación de la señalización digital utiliza detección y corrección de ráfagas de errores.
- Es posible realizar un diseño que permita conseguir, para la señal de voz demodulada, una relación valor de cresta/valor eficaz comprendida entre 6 dB y 20 dB, es decir ha de lograrse una gama de calidad comparable a la de un servicio por línea terrestre.

1.4 Protección del servicio

- La transmisión de un número de serie impide el uso de unidades robadas o su utilización por usuarios no autorizados.
- El diseño no impide la aplicación de métodos que aseguren el secreto de las comunicaciones.
- En el diseño del sistema se incluyen medios para evitar la diafonía inteligible.
- Se consigue contemplar con éxito la llamada al menos para el 99% de las llamadas para las cuales se ha establecido una conexión bilateral entre los abonados llamante y llamado.

1.5 Servicios ofrecidos

- Servicio telefónico de mensajes vocales con llamada automática hacia y desde la RTPC.
- Servicios de datos.
- Equipos montados en vehículos.
- Equipos portátiles.
- Otras mejoras coherentes con los servicios móviles, seguimiento de llamadas, marcación de números almacenados, espera de mensajes, etc.

2 Formatos y códigos de señalización

Véase la parte 2.

3 Equipo RF

3.1 El equipo RF permite el funcionamiento dúplex.

3.2 Tolerancias de frecuencia: estación de base, 1×10^{-6} ; estación móvil, $2,5 \times 10^{-6}$.

- 3.3 Límite de potencia RF: p.r.a. 100 W o más, cuando no se prevé la explotación de sistemas adyacentes.
- 3.4 Tolerancia de potencia: ± 2 dB.
- 3.5 Capacidad de los móviles para sintonizarse a todos los canales atribuidos.
- 3.6 Sensibilidad del receptor: -116 dBm desde una fuente de 50 ohm aplicada a los terminales de antena deberán producir una SINAD de 12 dB (ponderación para el mensaje C).
- 3.7 Diversidad: facultativa en el móvil; facultativa asimismo pero muy recomendable en la estación base.
- 3.8 Altura de antena: 30 a 45 m o más cuando no se esperan interferencias de sistemas adyacentes. Con un diseño cuidadoso, conforme a usos locales, pueden emplearse antenas de mayor altura.

4 Equipo de control terrestre

- 4.1 La conexión con la RTPC se efectúa de forma totalmente automática.
- 4.2 Se permiten las llamadas móvil-tierra, tierra-móvil y móvil-móvil.
- 4.3 La conmutación en curso de las llamadas de los móviles es una característica de la planificación del sistema (véase el § 1.2).
- 4.4 La supervisión del canal radioeléctrico es lo suficientemente potente para que quepa esperar una temporización de tasación precisa (exactitud de ± 5 s). La tasación al número apropiado tiene lugar con una probabilidad superior al 0,9999.
- 4.5 Dentro del territorio de una administración el sistema puede realizar la localización automática de transeúntes.
- 4.6 Se ha diseñado el sistema con objetivos de bloqueo similares a los de la RTPC.

BIBLIOGRAFÍA

BELL System Technical Journal [enero de 1979] Advanced mobile phone service. BSTJ, Vol. 58,1.

PARTE 2

ESPECIFICACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD DE LOS CÓDIGOS, FORMATOS Y PROTOCOLOS DE LOS SISTEMAS CELULARES*

1 Interfaz de modulación

* Estas normas se especifican con detalle preciso en el Documento OST-53 de la "Federal Communications Commission" de los Estados Unidos y en el Documento RSS-118 anexo A, de fecha octubre de 1983, del Departamento Canadiense de Comunicaciones, respectivamente. Ambos son compatibles con la Norma EIA, CIS-3A disponible en la "Electronic Industries Association Engineering Dept. 2001 I(Eye) Street, Washington D.C. 20006". Esta especificación describe una capacidad mínima. Los fabricantes y proveedores de sistemas han preparado asimismo versiones ampliadas de esta especificación que describen capacidades superiores e inferiores a esta capacidad mínima. Este documento comprende unas 60 páginas; en lugar de publicarlo totalmente, se resumen en esta parte 2 sus puntos más importantes en lo que se refiere a los códigos, formatos y protocolos.

1.1 Voz

- Compresor-expansor silábico de relación 2:1 (3 ms de ataque, 13,5 ms de recuperación).
- Preacentuación: 6 dB/octava, 300-3 000 Hz.
- Limitador de desviación: ± 12 kHz.
- Desviación eficaz: $\pm 2,9$ kHz.

1.2 Control

- Codificación de bits de Manchester.
- Desviación: ± 8 kHz, para señalización digital, ± 2 kHz para supervisión continua fuera de banda.

2 Interfaz de banda de base

2.1 Identificación de móvil exclusiva

- Número de identificación de la unidad móvil: 10 dígitos decimales codificados en 34 bits, por medio de un algoritmo especificado.
- Número de serie (no puede cambiarse): 32 bits, como método para impedir el fraude y el robo.

2.2 Memoria específica del sistema

- Clase de estación.
- Método de acceso.
- Primer canal de radiobúsqueda que debe usarse.
- Identificación del sistema local: 15 bits.
- Sistema preferido. El plan global admite uno o dos sistemas separados (A, B) en cualquier ciudad y la unidad debe recordar su asignación.

2.3 Supervisión

Los canales de voz utilizan un tono de audiofrecuencia continuo para supervisión (SAT). Los canales de control y las señales digitales en los canales de voz, emplean un equivalente digital denominado "código de color".

- Frecuencias SAT: 5 970, 6 000, 6 030 Hz.
- "Código de color" digital: 2 bits codificados en 7 bits, utilizando un código Hamming (7:4); se emplean para identificar la estación de base a la que se dirige el mensaje.

Además de estas señales de supervisión, se utiliza un tono de voz de 10 kHz (excursión: ± 8 kHz) para indicar la condición de "colgado".

2.4 Funcionamiento defectuoso

Cada móvil dispone de un temporizador que funciona con independencia de otras funciones lógicas, el cual apagará el transmisor móvil en menos de 60 segundos si la lógica principal deja de funcionar.

2.5 Tratamiento de las llamadas

Se especifican varias tareas primarias. Las más importantes son (en orden):

- arranque de la alimentación en continua e inicialización;
- reposo;
- activación:
 - origen;
 - respuesta de radiobúsqueda;
 - respuesta de órdenes;
 - registro autónomo;
- conversación;
- liberación.

Junto con las tareas primarias, y controladas por ellas, se realizan las denominadas tareas secundarias siguientes:

- transmisión y recepción de los datos de control;
- exploración de los canales de control;
- control de la potencia RF;
- respuesta a los mensajes de control del sistema;
- gestión de la interfaz de usuario.

Pueden describirse brevemente las siguientes tareas:

Iniciación: cuando se activa la unidad por primera vez, se hace que la lógica entre en la secuencia adecuada; pueden verificarse si se desea la memoria y las otras unidades funcionales de los móviles y después deben explotarse los posibles canales de control mediante una medición logarítmica de la intensidad de la señal, para hallar uno que indique a la unidad su ubicación. La unidad registrará su existencia en el sistema terrestre según esté en situación de "local" o de "tránsito". Debe también determinar un canal de control por el que pueda ser buscada si recibe una llamada.

Reposo: Sin radiar, la unidad debe recibir y decodificar el tren continuo de control del sistema (auxiliar) y los mensajes de radiobúsqueda, utilizando los algoritmos disponibles de detección y corrección de errores. Mientras tanto, debe controlar también la intensidad de la señal y proceder a una reiniciación si la señal se hace inutilizable.

Activación: si la unidad recibe una llamada o una orden de la interfaz del usuario para realizar una llamada, deben volverse a explorar los canales de control, determinar el estado en reposo del canal de control seleccionado y tratar de realizar una toma del sistema. La unidad debe entonces identificarse al sistema y el sistema terrestre le otorgará una asignación de canal de voz.

Conversación: si se llama al móvil, se inicia una secuencia de llamada; de lo contrario, empezará inmediatamente el estado de conversación. Durante la llamada podrán recibirse mensajes "pausa y ráfaga" (que incluyen una pausa breve de la señal vocal y una ráfaga de datos de control), instruyendo al móvil que cambie la potencia, el canal o ambos. Debe continuar la supervisión por medio de la SAT fuera de banda.

Liberación: cuando se termine con normalidad la llamada, debe apagarse el transmisor y restituir de nuevo la unidad a la función de reposo. En caso de producirse perturbaciones o bajas de la intensidad de la señal en el canal, debe aplicarse también la liberación para que se mantenga positivamente la integridad del sistema.

2.6 Señalización

Se requiere una variedad de mensajes para administrar el sistema (véase el cuadro 2); cabe citar:

CUADRO 2

Canal	Tipos de mensajes
Transmisión desde la base:	
– Canales de control	Mensajes de radiobúsqueda Asignaciones de canal Información de servicio Texto de complementación
– Canales vocales	Conmutaciones en curso Órdenes
Transmisión desde el móvil:	
– Canales de control	Respuesta de radiobúsqueda Dirección del móvil Número de serie Origen Dirección del móvil Número de serie Número llamado
– Canales vocales	Órdenes Confirmación de la orden Confirmación de la orden Números llamados

El formato básico de señalización es una palabra BCH (63:51) abreviada en la que los primeros 28 ó 36 bits son el mensaje y los últimos 12 bits de paridad calculados a partir de los bits del mensaje. Los cuatro primeros bits del mensaje sirven como función de control o de "contabilidad" y el resto forman los mensajes específicos. Se utilizan 28 bits de información en la transmisión desde la estación de base y 36 bits en la transmisión desde el móvil, de forma que los códigos resultantes son el BCH (40:28) y el BCH (48:36) respectivamente.

Sobre el código de bloqueo básico se sitúa un segundo nivel de redundancia - repetición del mensaje en la transmisión y selección por mayoría en la detección del valor correcto de los bits. Al entrelazar dos series de mensajes, se aumenta además la falta de correlación de la probabilidad de bits erróneos, siempre y cuando ello sea posible. Los mensajes se repiten usualmente 5 veces, salvo en el canal base-móvil cuando se envían mensajes de conmutación en curso, en cuyo caso se repite el mensaje 11 veces.

Se aumenta la sincronización de bits suministrando antes de cada mensaje una secuencia 101010... larga. La sincronización de palabras emplea una secuencia Barker de 11 bits (11100010010), con características propias de distancia mínima.

2.7 Toma

Los efectos de las colisiones durante la contienda de los canales de control se reducen gracias a dos dispositivos:

- entre cada 10 bits del canal de control base-móvil se inserta un bit suplementario; su estado informa a los móviles si el canal de control está ocupado o en reposo, y su cambio relativo a la temporización de una tentativa de toma indica al móvil si su toma se ha liberado o no;
- en el canal de control móvil-base se añade un precursor de 48 bits a la tentativa de toma asíncrona del móvil para:
 - proporcionar la sincronización de bits y de palabras, e
 - indicar a la estación de base a quién se dirige la tentativa.

Este último esquema reduce las tomas falsas causadas por la interferencia cocanal.

3 Varios

- Clases de potencia:
 - Clase I: +6 dBW máximo
 - Clase II: +2 dBW máximo
 - Clase III: -2 dBW máximo
- Control de la potencia: 7 pasos, 4 dB por caso.
- Otras especificaciones: las del estado actual de la técnica.

ANEXO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA JAPONÉS

PARTE I

MCS-L1

1 Objetivos de diseño de enlaces radioeléctricos

1.1 Calidad de servicio

- Probabilidad de bloqueo: los radiocanales se atribuyen de manera que la probabilidad de bloqueo del trayecto radioeléctrico sea inferior al 3%.
- Calidad de la palabra: el objetivo de diseño de la calidad de la palabra es obtener una nota de articulación del sonido de más del 80%, que puede producir una inteligibilidad de las frases del 100%, en la zona de servicio.

1.2 Configuración en zonas radioeléctricas

La fiabilidad en la cobertura con una nota de articulación del sonido del 80% es superior al 90% de la zona de servicio. Para lograr esta fiabilidad:

- Se determina el tamaño máximo de la célula, de forma que se obtenga una recepción fiable en el 90% de los emplazamientos situados en la frontera de la zona. La C/N media es de 17 dB.

- Se determina la reutilización del canal de forma que se obtenga una relación "señal deseada/señal no deseada" (D/U) fiable en el 90% de los emplazamientos situados en la frontera de la zona. La D/U media es 15 dB.

2 Configuración del canal de control

2.1 Atribución del canal de control

Los canales de control son dedicados y se dividen en los dos subconjuntos de canales siguientes:

- Canal de búsqueda: las estaciones móviles toman siempre este canal y reciben la señal de búsqueda, los datos de posición y los datos del canal de acceso.
- Canal de acceso: con ese canal se controlan las llamadas originadas en forma aleatoria en las estaciones móviles. Para evitar las tomas dobles, las estaciones de base detectan la señal de acceso procedente de los móviles y radiodifunden la situación de ocupación de este canal, evitando entonces la llegada de señales procedentes de otras estaciones móviles (ISMA - "idle signal multiple access": acceso múltiple por señal de reposo).

2.2 Técnica de control multicelular

Se asigna un canal de control para abarcar un grupo de células de tráfico adyacentes, transmitidas simultáneamente desde cada estación de base de la zona de control.

2.3 Toma

Para mitigar los efectos de colisión durante la competencia por el canal de control, se utiliza el estado ocupado/libre en el canal de control.

2.4 Reducción de la interferencia cocanal

Para impedir la interferencia cocanal, se discriminan las zonas radioeléctricas y las zonas de control que utilizan las mismas frecuencias, mediante un código J y un código K, respectivamente.

3 Secuencia de control

3.1 Llamada originada en el móvil

Las características funcionales necesarias para originar una llamada en un móvil son:

- la marcación de la estación móvil utiliza el mismo formato que en la RTPC;
- la posición de las estaciones móviles se detecta en las estaciones de base mediante la intensidad de campo de las señales de acceso recibidas de las estaciones móviles;
- el canal de acceso asigna los canales de conversación, y se intercambia una señal de comprobación del bucle en el canal de conversación asignado entre la estación móvil y la estación de base;
- las señales de marcación se envían a través del canal de conversación, después de haberse establecido éste.

3.2 Llamada destinada a un móvil

- La numeración de una estación móvil es la siguiente:

0 + A0 + (número del abonado de 7 cifras) donde A es el código de clase de tarifa que se selecciona de entre 3 ó 4 clases.

- Desde todas las estaciones de base de la zona de control se transmite de forma cuasisíncrona una señal de búsqueda contrastada con los datos del abonado en la memoria de la central de residencia. Si se produce una respuesta procedente de una estación móvil, el siguiente proceso es similar al de originar una llamada en un móvil. Cuando no existe respuesta por parte de la estación móvil, es decir la estación móvil está apagada o fuera de la zona de servicio, el abonado que originó la llamada oirá un aviso sobre la situación desde la central (CCM).

3.3 Conmutación de llamada en curso

Se reasigna un nuevo canal de conversación para las estaciones móviles que cruzan la frontera entre dos zonas:

- la estación de base detecta una degradación de la relación S/N en el canal de conversación y solicita a la estación de control la conmutación de la llamada en curso;
- la estación de control ordena una comprobación de la relación S/N de las estaciones de base original y vecinas;
- después de comprobar las señales procedentes de la estación de base, la estación de control selecciona una nueva zona y un nuevo canal de conversación, y lo asigna a la estación móvil. Para acortar el tiempo de desconexión durante este proceso (menos de 500 ms), se reserva la línea terrestre. Si la estación móvil no puede pasar con éxito a un nuevo canal de conversación vuelve al canal anterior.

4 Código de señalización

El código de señalización comprende las siguientes características:

- número telefónico: 7 cifras decimales codificadas mediante 24 bits, en binario;
- número de serie (inmodificable);
- clase de estación;
- primer canal de radiobúsqueda utilizable;
- identificación de la zona central: dos cifras decimales.

BIBLIOGRAFÍA

- HATTORI, T., YOSHIKAWA, N. y KANEKO, K. [enero de 1982] Digital signalling scheme on 800 MHz land mobile telephone communication with all digital radio link control. Rev. Elec. Comm. Labs., Vol. 30, 1, 150-157.
- ITO, S. y MATSUZAKA, Y. [noviembre de 1978] 800 MHz band land mobile telephone system – overall view. IEEE Trans. Vehic. Tech., Vol. VT-27, 4, 205-211.
- KURAMOTO, M., HIRADE, K. y SAKAMOTO, M. [14-17 de mayo de 1984] Design concept of new high-capacity land mobile communication system. IEEE International Conference on Communications (ICC'84), Amsterdam, Países Bajos, Conf. Proc., Vol. 3, 1188-1191.
- YOSHIKAWA, N., OKASAKA, S. y KOMAGATA, H. [noviembre-diciembre de 1977] 800 MHz band land mobile telephone control system. Rev. Elec. Comm. Labs., Vol. 25, 11-12, 1172-1190.

PARTE II

MCS-L2

1 Introducción

En Japón se ha desarrollado el sistema telefónico móvil de la segunda generación (MCS-L2) que funciona en la misma banda de 900 MHz que el sistema MCS-L1. Está destinado a ampliar la capacidad de tratamiento de tráfico del sistema, reducir el costo y diversificar los distintos servicios.

La capacidad de tráfico se ha ampliado a unos 100.000 abonados en las grandes ciudades mediante técnicas de transmisión MF analógica con separación de canales de 12,5 kHz, recepción por diversidad, reasignación de canales dentro de las zonas y entre las zonas, control de potencia transmisora adaptativa y utilización parcial del enlace radioeléctrico para el establecimiento de llamadas.

En la lista de referencias figuran las especificaciones detalladas completas del sistema y de sus componentes. A continuación se indican otras características y especificaciones, comparadas con las del sistema MCS-L1.

2 Objetivos de diseño de enlaces radioeléctricos

Véase la parte I, § 2.

3 Interfaz de radiofrecuencias

3.1 Canal de tráfico

La excursión de frecuencia máxima se limita a 2,5 kHz para una separación entre canales de 12,5 kHz.

3.2 Control de canales radioeléctricos

Para el control de canales radioeléctricos se utiliza la señalización a 2 400 bit/s y la señalización de control asociada al canal a 100 bit/s. El canal de datos a 100 bit/s transmite diversas señales entre una estación de base (EB) y una estación móvil (EM), tales como información sobre C/I y C/N de la EM, información de transferencia de la EB, etc., se transmite por debajo de la banda vocal, manteniendo la densidad del espectro radioeléctrico global para la separación de canales de 12,5 kHz.

4 Configuración del canal de control

4.1 Adjudicación de canales de control

Los canales de control están dedicados y se dividen en subconjuntos de dos canales, canal de búsqueda y canal de acceso.

- *Canal de búsqueda:* se utiliza un nuevo método de transmisión, difusión simultánea/secuencial de múltiples transmisores (MSSC). Se radiodifunden simultáneamente señales comunes a todas las zonas radioeléctricas de una zona de control, tales como información de llamada móvil terminada, desde múltiples estaciones de base. Se radiodifunden secuencialmente señales peculiares a cada zona radioeléctrica, tales como el número de canal de acceso de cada zona radioeléctrica.

- *Canal de acceso*: se utiliza el esquema de acceso múltiple por difusión de señal en reposo con reserva de intervalo de datos (ICMA-DR) en canales radioeléctricos de acceso múltiple. Se envía primero un paquete de reserva de intervalo de datos desde un terminal a través del canal radioeléctrico ascendente. Por consiguiente, la EM envía el paquete de información una vez que ha recibido una señal de petición de información de la EB. Este método reduce el periodo de transmisión que se pierde debido a la colisión de paquetes, y puede mejorar la eficacia de canal de acceso aleatorio.

La transmisión MSSC ofrece las ventajas de búsqueda en una zona amplia mediante la difusión simultánea y una localización más exacta mediante la radiodifusión secuencial para adjudicar canales de acceso exclusivamente a zonas radioeléctricas individuales.

4.2 Configuración de la zona de control

La unidad básica es la zona radioeléctrica, que corresponde a una zona de acceso. Varias de estas zonas radioeléctricas juntas forman una zona de búsqueda que corresponde a una zona de registro. Varias zonas de búsqueda se combinan en una zona de conmutación.

5 Sistema de conmutación y control

5.1 Señalización

Se ha adoptado el sistema de señalización N° 7 por canal común entre los centros de control de móviles (CCM) y entre el CCM y la RTPC. Se utiliza un sistema de señalización especializado por canal común entre el CCM y la EB.

5.2 Transeúntes

Como en el sistema MCS-L1, el MCS-L2 mantiene la posibilidad de conectar desde la RTPC y a ésta dondequiera que vayan los abonados. El sistema MCS-L2 puede también proporcionar la capacidad de transeúntes al sistema MCS-L1.

5.3 Método de marcación

Véase la parte I, § 3.2.

5.4 Supervisión del canal vocal

La calidad de una llamada en curso es supervisada continuamente por la EB y la EM utilizando mediciones del nivel de la señal RF, BER (proporción de bits erróneos) de la señal de datos de control en servicio a 100 bit/s y relación entre los niveles de las señales deseada y no deseada.

5.5 Procedimiento de transferencia

Se reasigna rápidamente y sin ruido un nuevo canal vocal a las estaciones móviles en los dos casos siguientes:

- la EB o la EM detecta la degradación de la relación C/I y la EM solicita a las estaciones de control la transferencia dentro de la zona;
- la estación de base detecta la degradación de la relación C/I o un valor muy elevado de la misma y la EM solicita a las estaciones de control la transferencia entre zonas.

BIBLIOGRAFÍA

- KURAMOTO, M. y SHINJI, M. [febrero de 1984] Second Generation Mobile Radio Telephone System in Japan. IEEE Communications Magazine, Vol. 24, 2, págs. 16-21.
- NAKAJIMA, A. y YAMAMOTO, K. [marzo de 1987] Advanced Mobile Communication Network Based on Signalling System No. 7, ISS'87, págs. C9.3.1 - C9.3.6.
- SAKAMOTO, M., ILATA, M. y FUJII, T. [1987] Efficient Utilization Techniques for a High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, Review of the ECL, Vol. 35, 2, págs. 89-94.
- KOZONO, S. y SAKAMOTO, M. [junio de 1985] Co-Channel Interference Measurement in Mobile Radio Systems. IEEE 35th VTC Conf. Rec., págs. 60-66.
- MATSUMOTO, T. y otros [1987] Voice and Data Transmission Techniques for NTT's High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, Review of the ECL, Vol. 35, 2, págs. 101-107.
- IMAMURA, K. y otros [1987] Radio Link Control for High-Capacity Land Mobile Communications System. NTT, Review of the ECL, Vol. 35, 2, págs. 91-100.

ANEXO 3

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA TELEFÓNICO MÓVIL NÓRDICO (NMT)

1 Introducción

Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia han cooperado en el desarrollo y en las especificaciones del sistema telefónico móvil internacional nórdico (NMT - nordic mobile telephone system). Se tuvieron en cuenta, desde un principio, los aspectos internacionales del sistema, por lo que éste constituyó, desde sus comienzos, una auténtica red móvil terrestre internacional de uso público, es decir, una red que interconecta a esos países y que proporciona pleno acceso a la red telefónica internacional con conmutación y a sus servicios.

El rápido crecimiento del número de abonados del sistema NMT-450 en los países nórdicos hace necesario ampliar el sistema a la banda de 900 MHz (NMT-900). Por consiguiente, se ha elaborado una nueva especificación que tiene en cuenta la experiencia adquirida con el NMT-450.

En la lista de referencia figuran las especificaciones detalladas completas de los sistemas y sus componentes.

2 Características técnicas

2.1 Requisitos del equipo RF

De conformidad con la Recomendación UIT-R M.478, el sistema responde a las necesidades en cuanto a selectividad y potencia para los canales adyacentes con una separación entre canales de 25 kHz.

2.2 Estructura de las células y reutilización de canales

Deberán poder utilizarse células grandes (20 a 40 km de radio) en las zonas rurales, y células pequeñas (hasta 1 km de radio) en las zonas urbanas. Podrá ajustarse la sensibilidad del receptor de la estación de base para lograr la simetría en la distancia de cobertura en las dos direcciones de propagación,

teniendo en cuenta la p.r.a. de la estación de base (EB) y de la estación móvil (EM) y la sensibilidad del receptor de la EM.

En las zonas de máxima densidad de tráfico (por ejemplo, los centros urbanos), podrá utilizarse una estructura celular en "sectores", con antenas direccionales y una concentración de canales en el centro de la zona de máximo tráfico.

2.3 Señales de control

El uso de señalización MDFR a 1 200 bit/s permite generar y detectar la señal en el centro de conmutación del servicio móvil (CCSM) y utilizar los circuitos ordinarios de la red telefónica para transmitir la señal de banda de base con MDFR. En las estaciones de base, la señal de banda de base con MDFR es procesada por los circuitos ordinarios de la señal de audiofrecuencia (incluidas la preacentuación y desacentuación). La misma señalización se utiliza para controlar el equipo de canal de la EB.

La capacidad de la señal de control es suficientemente elevada para tratar el tráfico de un mínimo de 25 000 estaciones móviles por zona de ubicación (ZU), con una carga de tráfico de 0,015 Erlang por estación móvil.

3 Características de explotación

3.1 Procedimiento de búsqueda de canales

Pueden utilizarse todos los canales como canales de llamada (CLL) o canales de tráfico (CT). El CLL de una estación de base se utiliza, principalmente, para avisar a las estaciones móviles de las llamadas procedentes de la RTPC, en tanto que los CT sirven para cursar las llamadas y para establecer las procedentes de una estación móvil.

El procedimiento de búsqueda de canales en una estación móvil, tiene por objeto encontrar un nuevo CLL (el CLL actual puede cambiarse o bien cuando la estación de base actual ha elegido un nuevo CLL o cuando se entra en una nueva célula) o encontrar un CT en reposo al establecerse la comunicación.

Los criterios relativos al enganche del canal se fijan de acuerdo con los criterios de planificación de las frecuencias. La exploración de la banda se realiza a tres niveles de sensibilidad del receptor.

3.2 Registro de la posición (abonado itinerante)

La estación móvil inicia el procedimiento de registro de la ubicación en caso necesario. Se aplica la itinerancia totalmente automática entre centros CCSM y entre países, de conformidad con la Recomendación UIT-R M.624.

3.3 Procedimiento para establecer las llamadas a la EM

La EM está enganchada a un CLL de una estación de base de la ZU en la que fue actualizada la última vez en el sistema. Se transmite una llamada de aviso por el CLL de todas las estaciones de base de esa zona. Al recibirse la llamada, la EM transmite un acuse de recibo en la frecuencia de retorno del CLL de la estación de base de que se trate. Al recibir esta señal, el CCSM envía una orden de conmutación de canal a un CT libre de esa estación de base, y se establece la comunicación por ese canal.

3.4 Procedimiento para establecer la llamada desde la EM

La EM busca un CT libre (NMT-450 y NMT-900) o un canal de acceso NMT-900. El canal se toma transmitiendo una petición de establecimiento de comunicación por ese canal.

3.5 Supervisión del canal de conversación

En el transcurso de una llamada, la EB inserta uno de cuatro tonos de supervisión en una frecuencia de unos 4 000 Hz, con una excursión de ± 300 Hz, junto con la señal vocal. Ese tono es puenteado por la EM y la estación de base evalúa la calidad del tono una vez efectuado el bucle.

3.6 Procedimiento de conmutación

La calidad de una llamada en curso está supervisada constantemente por la EB mediante mediciones del nivel de la señal de radiofrecuencia (NMT-900) y de la calidad del tono de supervisión NMT-450 y NMT-900. Cuando la calidad desciende por debajo de un nivel prefijado, se avisa al CCSM. Éste, a su vez, ordena a las estaciones de base (hasta 16) cercanas que midan la calidad de la señal en el CT utilizado de la primera EB, utilizando para ello un receptor especial de medida, que puede sintonizar todos los canales. El CCSM evalúa los resultados de las mediciones efectuadas por todas las estaciones de base cercanas. Si la recepción de una de esas estaciones de base es mejor que la de la estación de base utilizada, el CCSM asignará un CT libre de la nueva EB para la comunicación, enviará una orden de conmutación de canal a la EM por el CT utilizado para llamar a la primera EB y reencaminará la llamada al CT asignado en la nueva EB. Las llamadas también pueden conmutarse entre estaciones de base de zonas de ubicación adyacentes.

3.7 Procedimiento para la liberación de las llamadas

Las llamadas se liberan tan pronto como se recibe la señal de liberación de la estación móvil. Si el abonado a la RTPC cuelga sin que la estación móvil haga lo mismo, la función normal de temporización de la RTPC liberará la llamada. Se procederá a la liberación forzada de las llamadas cuando la calidad de la señal en la estación de base descienda por debajo del nivel prefijado durante más de 20 s y la conmutación sea imposible. En la estación móvil, hay una temporización autónoma que desconecta el transmisor cuando el nivel de la señal RF desciende por debajo de cierto nivel durante más de 30 s.

3.8 Plan de numeración

El plan de numeración está de acuerdo con la Recomendación UIT-T E.213. La estación móvil se identifica en la red móvil terrestre pública (RMTP) por un solo número de abonado móvil de siete cifras. En el sistema NMT-900, el número de abonado móvil se amplía con una contraseña secreta de tres cifras.

3.9 Señalización entre CCSM y la interfaz RTPC

Sistema de señalización N° 7 del UIT-T, que permite la conmutación entre CCSM, utilizando la parte de usuario móvil (PUM), o el sistema de señalización R2 del UIT-T.

La interfaz RTPC se conforma a la Recomendación UIT-T Q.70. Las diferencias entre diversas RTPC nacionales son absorbidas por los CCSM. La conexión con la RTPC se realiza a nivel de la central de enlace. Las CCSM y la central de enlace pueden integrarse.

BIBLIOGRAFÍA

NMT-450	1	System description, NMT Document 1
	2	Technical specification for the mobile telephone exchange, NMT Document 2
	3	Technical specification for the mobile station, NMT Document 3
	4	Technical specification for the base station equipment, NMT Document 3
NMT-900	1	System description, NMT Document 900-1
	2	Technical specification for the mobile telephone exchange, NMT Document 900-2
	3	Technical specification for Signalling System No. 7 mobile user part, NMT Document 900-2, Annex 3
	4	Technical specification for the mobile station, NMT Document 900-3
	5	Technical specification for the base station equipment, NMT Document 900-4
	6	Technical specification for the system simulator, NMT Document 900-5

Pueden obtenerse en cualquiera de las administraciones de telecomunicaciones de Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia.

ANEXO 4

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA C450

1 Resumen

En el diseño del sistema C450 se combina una calidad de transmisión óptima con una utilización muy eficaz del espectro de frecuencias y una capacidad elevada. Ello se consigue mediante un control adaptativo de potencia, la medición de la distancia para la asignación y conmutación de células y capacidades especiales de conmutación, como el establecimiento de la comunicación sin emisión y la explotación en cola de espera. Se cumplen todas las Recomendaciones pertinentes del UIT-R y del UIT-T.

2 Interfaz de radiofrecuencia

La interfaz de radiofrecuencia satisface la Recomendación UIT-R M.478. El sistema está diseñado para una separación de canales de 20 kHz y los canales adyacentes pueden ser explotados en una estación de base. Se proporcionan también en el equipo direcciones de canales para una separación de 25 kHz, y para canales entrelazados con una separación de 10 y 12,5 kHz.

3 Control permanente de la conexión

Los canales de tráfico tienen un control digital permanente en los subcanales que permite la identificación continua, el control de calidad de la señal y la potencia, etc. La potencia de los transmisores de la estación de base y de la estación móvil se controla de manera adaptativa con ocho pasos en una gama de 35 dB.

La intensidad de campo y la relación señal/ruido (fluctuación de fase) se supervisan para evaluar la calidad de la transmisión, tanto de la estación móvil como de la estación de base. En cuanto se violan las tolerancias de calidad se inicia dentro de la célula una conmutación a otro canal.

Durante la conexión, la distancia de la estación móvil se determina de manera permanente desde su estación de base, información que se transmite por el subcanal digital. Por medio de un receptor especial, cada estación de base observa la intensidad de campo y la distancia de las estaciones móviles situadas en las zonas próximas a medida que se aproximan a la frontera de su propia célula. De esta manera se prepara la conmutación, que se efectúa al atravesar la frontera. Con ello se limita la utilización de un canal a la zona de la estación de base definida, mejorando la reutilización de canales y la utilización del espectro.

Un intercambio permanente de identificación entre la estación de base y la estación móvil impide la entrada accidental de otra estación móvil en la conexión.

El subcanal digital se proporciona por compresión temporal de las señales vocales, dejando 1,14 ms para la ráfaga de datos dentro de un periodo de 12,5 ms. La compresión temporal no tiene una influencia palpable en la calidad vocal.

4 Canal AMDT de control común

Todas las estaciones de base del sistema C450 operan en un canal de control común de tiempo compartido a fin de que la estación móvil pueda comparar las señales de las células vecinas. Se selecciona la

estación de base correcta bien sea comparando la distancia relativa (retardo) -lo que constituye el modo preferible de selección- o midiendo la intensidad de campo. Cada estación de base utiliza un intervalo de tiempo de cada 32. En las zonas de elevado tráfico se pueden añadir canales adicionales de frecuencia para control común (usuarios móviles), hasta un total de ocho. La conmutación del primer canal de control común, que se utiliza en toda la zona de servicio, a otro canal de control común es iniciada por medio de una instrucción enviada por la estación de base correspondiente.

La trama AMDT de 2,4 s de duración consta de 32 intervalos de tiempo, cada uno de los cuales contiene 396 bits.

Si una estación de base se encuentra en el estado "bloqueado en cola de espera", las estaciones móviles comprobarán las células vecinas para determinar si es posible prestar apoyo.

5 Identificación de la estación móvil y de la estación de base

Estación móvil:

- nacionalidad 3 bits
- centro de conmutación móvil local 5 bits
- cifras restantes del número de abonado 16 bits

Estación de base:

- nacionalidad 3 bits
- número del centro de conmutación de la estación móvil 5 bits
- cifras restantes 16 bits

En cada mensaje se transmiten hasta 16 cifras decimales.

6 Registros de localización

El registro de localización se ajusta a la Recomendación UIT-R M.624. Hay tres tipos de registro de localización.

El centro de conmutación móvil local (MSC) tiene un fichero de todos los suscriptores asignados a su zona con los siguientes datos: clase de estación móvil, situación de prioridad, localización de móviles, etc.

El centro de conmutación móvil visitado tiene un fichero de las estaciones móviles activas, incluidas las procedentes de otros MSC.

La estación de base contiene un registro de las estaciones móviles activas dentro de los límites de su célula. Por término medio se interroga secuencialmente una vez cada cuatro minutos a las estaciones móviles y se les pide que respondan a la estación de base. Este procedimiento de actualización descubre las estaciones móviles no conmutadas y evita inscripciones "muertas" en el registro.

7 Seguridad

Las tarjetas de identificación personal de los abonados se utilizan para permitir la explotación de diferentes estaciones móviles por el mismo abonado. El precio de la comunicación se carga al titular de la tarjeta. Un código especial de seguridad prohíbe la utilización de tarjetas perdidas por usuarios no autorizados.

La confidencialidad se consigue por medio de la inversión de la banda de audiofrecuencia. Para transmisión de datos, esta inversión puede ser desconectada en la estación móvil.

La estación móvil tiene una función inherente de observación que desconecta el transmisor cuando se produce una anomalía grave.

8 Capacidades de conmutación

Se utiliza el sistema de señalización N° 7 del UIT-T entre los centros de conmutación de la estación de base y de la estación móvil. El plan de numeración se ajusta a la Recomendación UIT-T E.213. La interfaz RTPC se ajusta a la Recomendación UIT-T Q.70.

La capacidad de intervalos de tiempo del canal de control común está diseñada de forma que se minimice el porcentaje de colisiones de acceso. Todos los demás diálogos de mensaje se efectúan bajo control de la estación de base.

La utilización óptima de los canales de conversación se obtiene por medio de colas de espera y del establecimiento de la comunicación sin emisión durante las puntas de tráfico.

BIBLIOGRAFÍA

FERNMELDETECHNISCHES ZENTRALAMT [1985] C450 System Description. Puede obtenerse de: Fernmeldetechnisches Zentralamt, Referat S32, Postfach 5000, 0-6100 Darmstadt, Alemania (República Federal de).

ANEXO 5

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON ACCESO TOTAL (TACS)

1 Características operacionales y del sistema

1.1 Finalidad

La red móvil terrestre pública (RMTP) está concebida de manera que permita el intercambio automático de tráfico con la red telefónica pública conmutada (RTPC) y ofrece un servicio que, desde el punto de vista del usuario, es similar al no radioeléctrico: comunicación telefónica de alta calidad, gran fiabilidad, bajo nivel de bloqueo y costo relativamente reducido.

1.2 Propiedades del sistema celular

- Es posible el crecimiento, utilizando células grandes al iniciarse el servicio y pasando después a células pequeñas en la fase de madurez del sistema, con una combinación de varios tamaños.
- Es posible la conmutación en curso, por lo menos una vez por comunicación y por minuto.
- Por razones de eficacia en la utilización del espectro (reutilización de canales), se utilizan valores pequeños para el número de conjuntos de canales, de acuerdo con el desvanecimiento debido a la propagación por trayectos múltiples (Rayleigh) que es típico en los canales móviles, con la

variabilidad del terreno, con los diagramas de radiación de antena elegidos y con la calidad deseada en RF; se sugiere, como objetivo, una relación C/I local mediana de 17 dB en el 90^{ésimo} percentilo. (Si la desviación típica es 8 dB, esto equivale a una relación C/I mediana de 27 dB en la frontera nominal de la célula.) Como es natural, pueden fijarse otros objetivos en materia de calidad.

- Empleo de técnicas perfeccionadas de registro de las estaciones móviles, a fin de permitir su seguimiento automático tanto en el plano nacional como en el plano internacional.

1.3 Procesamiento de la senale

- La excursión de frecuencia y la anchura de banda del receptor antes de la detección son las mayores posibles en un sistema celular (lo que permite dividir el espectro en canales por división de frecuencia y mediante la separación espacial).
- Las señales vocales se procesan por medio de un compansor de relación 2:1 a fin de mejorar la calidad subjetiva de la señal recibida.
- En la codificación de la señalización digital se emplea detección y corrección de ráfagas de errores.
- Es posible diseñar el receptor en base a una relación "potencia de cresta/potencia eficaz" comprendida entre 6 dB y 20 dB para la señal vocal demodulada; quiere decir que es posible obtener una gama de calidades comparables a la del servicio clásico.

1.4 Protección del servicio

- La transmisión de un número de serie impide la utilización de unidades robadas o el establecimiento de comunicaciones por personas no autorizadas.
- El diseño no excluye la introducción de dispositivos con el fin de garantizar el secreto de las comunicaciones.
- El diseño del sistema comprende dispositivos que impiden la diafonía inteligible.
- La comunicación se completa satisfactoriamente en su totalidad en por lo menos el 99% de las llamadas en las que se ha establecido una conexión bidireccional inicial entre los usuarios llamante y llamado.

1.5 Servicios ofrecidos

- Servicio telefónico de mensajes vocales con llamada automática hacia y desde la RTPC y otros usuarios móviles.
- Servicios de datos.
- Equipo montado en vehículos.
- Equipo transportable.
- Equipo portátil de mano.
- Otros perfeccionamientos en el marco del servicio móvil son los siguientes: retransmisión de llamadas, selección programada, espera de mensajes, etc.
- Transmisión de información de tasación durante el transcurso de la comunicación a efectos de la visualización directa de las tasas; esto facilita el empleo de estaciones móviles de previo pago, taxífonos, etc.

2 Parámetros de radiofrecuencia

Los principales parámetros RF del sistema se exponen en el cuadro 1 de la parte C del presente Informe.

Se reseñan seguidamente algunos otros parámetros RF concretos.

2.1 Características de modulación

La excursión de MF de cresta es del orden del doble de la utilizada normalmente con una separación entre radiocanales de 25 kHz. Esto ofrece la ventaja de una mayor resistencia a la interferencia cocanal, siendo la mínima relación portadora/interferencia (C/I) media utilizable del orden de 10 dB en vez de 15 dB. Esto significa que para una misma calidad telefónica, puede utilizarse una distancia más corta para la reutilización de frecuencias, y por tanto, un diagrama de reutilización de frecuencias más pequeño. Sin embargo, existe el inconveniente de no poder utilizar canales adyacentes en la misma celda, aunque esto no resulta un problema para los sistemas radioeléctricos celulares ya que solamente una pequeña proporción de los canales disponibles (en general 1/7) se utilizan en una de las celdas.

2.2 Número total de radiocanales: hasta 1 000

2.3 Radiocanales de control

Para permitir la existencia de más de un operador del sistema en un determinado emplazamiento se han identificado dos conjuntos de radiocanales de control dedicados. Existen 21 radiocanales de control en cada conjunto y los bloques de canales de control son contiguos.

Los radiocanales de control especializados para el sistema A son los radiocanales del 23 al 43.

Los radiocanales de control especializados para el sistema B son los radiocanales del 323 al 343.

2.4 Potencia de la estación móvil

Existen 4 clases de estaciones móviles correspondientes a las siguientes potencias:

CUADRO 3

Clase de estación	Tipo de estación móvil	Potencia radiada aparente nominal (p.r.a.) (W)
1	Móvil de muy alta potencia	10
2	Móvil de alta potencia	4
3	Portátil de potencia media	1,6
4	Portátil de baja potencia	0,6

Se emplea un control de potencia adaptativo, con siete pasos de 4/8 dB.

2.5 Tonos de supervisión

Los tonos de audiofrecuencia de supervisión (SAT) son enviados por el sistema a través de un canal telefónico asignado y retransmitido desde la estación móvil por el canal telefónico dúplex, constituyendo un bucle cerrado de identificación.

Frecuencias del SAT: 5 970 Hz, 6 000 Hz, 6 030 Hz.

El tono de señalización (ST) es un tono de 8 kHz que se transmite, por el canal telefónico asignado, desde el móvil a la estación de base. Se envía para indicar el estado del microteléfono del equipo móvil:

- microteléfono colgado: se envía tono;
- microteléfono descolgado: no se envía tono.

3 Código y formato de señalización

La señalización se realiza en ambas direcciones por los radiocanales de control y por canales telefónicos para asegurar que la estación móvil se encuentra siempre bajo el control del sistema. Todos los datos se generan a una velocidad de 8 kbit/s.

Cada uno de los cuatro caminos de señalización transporta diferentes clases de información y sus condiciones de funcionamiento difieren. Esto exigiría muchos compromisos si se adoptara un formato común de señalización. Por tanto, cada camino se trata de forma independiente.

Las secuencias de sincronización (Sincro.) se eligen de forma que sea mínimo el riesgo de una aparición aleatoria dentro de los datos y que proporcionen el tiempo suficiente al equipo de la estación móvil/base para adquirir la sincronización. Con excepción del canal de ida de control (FOCC), utilizado por la estación de base, la transmisión se lleva a cabo cuando se solicita, en forma de una ráfaga de datos.

Todos los canales están sometidos al desvanecimiento y a la interferencia. Para proporcionar una adecuada protección contra errores cada palabra de datos se transmite un cierto número de veces e incorpora bits de corrección de errores sin canal de retorno (FEC) para asegurar su integridad. Al final de la recepción, las repeticiones se almacenan secuencialmente y se lleva a cabo una decisión por mayoría, bit a bit, sobre cinco palabras almacenadas (las once repeticiones enviadas por el canal telefónico de ida aseguran que la estación móvil recibirá al menos cinco).

Se utiliza un generador de código BCH para obtener los 12 bits de paridad que se suman al final de los datos para obtener la palabra global de datos. Los canales de ida (FOCC; FVC) utilizan 28 bits de información y 12 bits de paridad por palabra, los canales de retorno (RECC; RVC) tienen 36 bits de información y 12 bits de paridad por palabra. Esta estructura de código es capaz de corregir errores de un bit y de detectar errores de 4 bits.

La transmisión de los datos de control por los canales telefónicos (FVC; RVC) se realiza silenciando los caminos de audio mientras que se transmite la ráfaga de datos. Esta actividad es de muy corta duración y no resulta perceptible por el usuario.

Antes de la transmisión MDF, los datos se codifican según el método Manchester. De esta forma se asegura que se producirán suficientes transmisiones de datos como para permitir una sincronización precisa de bit dentro de la señal. Este aspecto resulta especialmente necesario para sincronizar secuencias con largas cadenas de ceros o unos.

Las palabras de datos son paquetes complejos de información subdivididos en grupos de bits o en bits aislados que definen cada uno un parámetro del sistema: un número serie, un dígito marcado, etc. El formato exacto dentro de una palabra depende de la clase de canal que se utiliza y de la modalidad de mensaje.

4 Identidad internacional de una estación móvil

Un número de identificación del móvil, binario, de 34 bits, se deduce a partir de la identidad internacional de la estación móvil de 10 cifras que consta de un código de orden del móvil de 3 cifras, un código de la red móvil de una cifra y un número de identificación de la estación móvil de 6 cifras (Recomendación UIT-T E.212).

A cada estación móvil se le asigna un número de serie único de 32 bits. Este número no puede modificarse y su objeto es impedir la utilización fraudulenta o el robo.

BIBLIOGRAFÍA

BABT-SITS Specifications dealing with the type approval of mobile equipment, including features such as hands-free operation and data transmission. Puede obtenerse de: British Approvals Board for Telecommunications.

BTRL [octubre de 1984] United Kingdom Total Access Communications System Mobile Station – Land Station Compatibility Specifications, Issue 3. Puede obtenerse de: British Telecom Research Laboratories.

ANEXO 6

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE 450 MHz DE ITALIA

1 Estructura del sistema

El territorio italiano se ha subdividido en diez zonas de llamada. Una zona de llamada se caracteriza por un canal de llamada único; las llamadas a las estaciones móviles presentes en dicha zona se transmiten simultáneamente (modo "simulcast") por todas las estaciones de base en el interior de dicha zona. Las zonas de llamada adyacentes utilizan canales de llamada diferentes. El mismo canal de llamada se reutiliza en zonas de llamada distantes.

Las llamadas dirigidas a estaciones móviles se encaminan por el centro de control móvil principal (MMCC) de la zona de llamada en que se encuentra la estación móvil.

Cuando una estación móvil cruza la frontera entre dos zonas de llamada, informa automáticamente de su presencia a la MMCC de la nueva zona de llamada. Esta MMCC actualizará el registro de posición de todas las demás MMCC, de forma que cada MMCC conozca la zona de llamada en que se encuentra cada abonado.

Una zona de llamada puede o bien coincidir con una zona de conversación o subdividirse en varias zonas de conversación. Una zona de conversación se caracteriza por el hecho de que las llamadas originadas en estaciones móviles pasan a la red telefónica directamente en el centro de control móvil subordinado (SMCC) de la zona de conversación, distinto de la zona de conversación en que está situado el MMCC. El procesamiento de conmutación sólo es posible en el interior de la zona de conversación. Toda zona de conversación incluirá varias estaciones de base a fin de cubrir las zonas más pobladas y las principales rutas de comunicación.

El territorio italiano será subdividido en 16 zonas de conversación; el tamaño medio de cada zona de conversación será de unos 20 000 km².

Los MMCC y SMCC se conectarán a los centros terciarios de la red telefónica.

2 Características de radiofrecuencia

2.1 Banda de frecuencias

Se ha previsto que el sistema funcione en la banda de 450 MHz. Se dispone de 200 canales dúplex, utilizándose los cuatro canales superiores como canales de llamada unidireccionales.

2.2 Estaciones de base y agrupación de canales

Cada estación de base está provista de un transmisor de llamada redundante, dos receptores de supervisión utilizados para el procedimiento de conmutación y una serie de emisores-receptores de tráfico, en función del tráfico previsto en la zona de cobertura de la estación de base.

El número máximo de canales dúplex de cada estación será de 64; se pueden prever varios grupos de 64 canales en una misma ubicación. Los canales de tráfico que utilizan el mismo sistema de antena se agrupan por regla general en disposiciones con enmascaramiento contra la intermodulación. Normalmente, se agrupan 8 canales con una separación igual de 600 kHz; esta separación permite la utilización de pequeños filtros de derivación de transmisión.

2.3 Características de los emisores-receptores

Las características de la mayoría de los emisores-receptores se ajustan a las del equipo utilizado en otros sistemas públicos móviles de características avanzadas. No obstante, parece conveniente, desde el punto de vista del sistema, mencionar las siguientes características:

- la potencia de salida nominal de los transmisores de la estación de base es de 25 W y la del transmisor móvil de 10 W. Se puede efectuar una reducción de 10 dB de la potencia de salida. La reducción de potencia de la estación móvil es automática;
- se utiliza un compansor silábico en ambos sentidos de transmisión a fin de mejorar la calidad de las señales vocales;
- se han previsto inversores de banda que el abonado móvil puede insertar y desactivar durante la conversación.

3 Numeración y procedimientos de llamada

3.1 Numeración

El número telefónico nacional de una estación móvil consiste en un código de acceso al servicio "0333" seguido de un número de abonado de seis cifras. La primera cifra es la misma para todos los abonados, y se utiliza con fines de control; las cifras segunda y tercera corresponden al MMCC al que pertenece el abonado.

Por regla general, el número telefónico es igual al número de identificación de la estación móvil en el trayecto radioeléctrico, no obstante, un 10% aproximadamente de los abonados dispone de la posibilidad de tener un número de identificación en el trayecto radioeléctrico diferente del número telefónico de la estación móvil; esta posibilidad permite que el abonado cuyo equipo móvil ha sido robado pueda conservar el mismo número telefónico.

3.2 Llamada a un abonado móvil

La llamada a un abonado móvil se efectúa marcando su número telefónico, incluido el código de servicio. El código de servicio conecta al solicitante con el MMCC más próximo. Este MMCC analiza el número de la estación móvil con respecto a la validez, categoría de abonado y registro de posiciones. Si la estación móvil se encuentra en otra zona de llamada, la llamada se encamina al MMCC correspondiente.

El MMCC de la zona de llamada en que se encuentra la estación móvil, procede a su radiobúsqueda a través de todos los transmisores de llamada que están en el interior de dicha zona.

Cuando la estación móvil recibe su identificación, comienza a buscar un canal de tráfico en reposo aplicando el mismo procedimiento utilizado para las llamadas con origen en la estación móvil (véase el § 3.3). Al encontrar un canal de tráfico libre, se transmiten la identificación de la estación móvil y la señal de acuse de recibo. Si el MMCC no recibe el acuse de recibo dentro de un plazo de 10 s, envía una segunda llamada.

3.3 Llamadas originadas en la estación móvil

Se emplea la marcación anterior a la toma, o sin emisión al abonado que llama, para reducir la ocupación de canal provocada por la información de marcación. La estación móvil busca un canal de tráfico libre mediante una búsqueda de umbral doble; en la primera búsqueda sólo se trata de obtener un canal de tráfico libre que permita una buena calidad y en la segunda búsqueda también se persigue la obtención de un canal de calidad aceptable. La búsqueda por umbral doble mejora la calidad del sistema y reduce el número de tentativas infructuosas.

Una vez que se ha encontrado un canal de tráfico, se transmiten la identificación de la estación móvil y el número marcado. El SMCC o el MMCC analizan la validez y categoría del abonado, y, a continuación, establecen la llamada.

4 Conmutación

Si, durante una conversación, la calidad desciende por debajo de un valor determinado, la estación de base participante informa al SMCC o MMCC correspondiente, el cual inicia el procedimiento de conmutación ordenando una medición de intensidad de campo en el canal de tráfico pertinente a los receptores de supervisión de las estaciones de base adyacentes. Si una de las estaciones de base ofrece una transmisión mejor y si por lo menos un canal de tráfico está libre en dicha estación, se envía una instrucción a la estación móvil por el canal de tráfico anterior, para conmutar con el nuevo canal.

Se envía por el nuevo canal una confirmación procedente de la estación móvil y, a continuación, el centro de control completa la conmutación.

5 Señalización en el trayecto radioeléctrico

La principal señalización utilizada en el trayecto radioeléctrico es un código multifrecuencia en banda de dos entre siete, adecuado para el funcionamiento en un medio de servicio móvil. Se ha derivado del código ya utilizado en el sistema italiano de primera generación, con el que se ha obtenido una gran experiencia práctica.

Además, se utiliza una señal piloto de baja frecuencia con modulación de amplitud para la información que hay que transmitir durante la conversación, como la instrucción de inserción y activación del inversor de banda y los impulsos de tasación de llamada a la estación móvil.

Se pueden emplear hasta tres señales piloto de audiofrecuencia diferentes para identificar el mismo canal (frecuencia) empleado en tres células adyacentes distintas.

BIBLIOGRAFÍA

FAILLI, R. [1983] A new generation Italian public land mobile radio communication system. FITCE Rev., Vol. 22.

ANEXO 7

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA NACIONAL FRANCÉS

1 Banda de frecuencias y clase de emisiones

El sistema utiliza bloques de canales (hasta 256 por bloque) con una separación entre canales de 12,5 kHz, clase de emisión 11K0G3E. Las bandas de frecuencias utilizadas en Francia son las bandas de 200 MHz (separación dúplex 8 MHz) y 400 MHz (separación dúplex 10 MHz).

2 Señalización

La modulación es del tipo MDFR a 1 200 bit/s. La codificación utilizada es del tipo Hagelbarger.

3 Características de la estación móvil

La estación puede ser multiservicio o tener sólo algunos de los servicios descritos en el § 2 de la parte C de este Informe.

La estación móvil tiene acceso a 256 canales.

4 Características de las estaciones de base

La estación de base está constituida por una unidad de conmutación conectada a la red como una central automática privada con conmutación temporal y posibilidad de encaminamiento directo automático.

La estación de base puede incluir hasta 24 emisores-receptores acoplados por cavidades a dos o tres antenas. La gestión de los canales radioeléctricos contiene una lista de espera. La llamada se realiza mediante confirmación del abonado que llama (off-air call set-up).

5 Arquitectura del sistema

Los centros de conmutación de la RTPC están unidos por enlaces MIC a los repetidores que contienen la unidad de gestión del repetidor, la unidad de conmutación y la parte de radiofrecuencia. Pueden conectarse unidades radioeléctricas distantes a los repetidores fundamentalmente para cubrir zonas de baja densidad.

El intercambio de informaciones y los reencaminamientos se realizan mediante la RTPC.

6 Capacidad del sistema

El plan de numeración permite 500 000 abonados.

7 Rendimiento de las frecuencias

Un bloque de 256 canales en una celda puede dar servicio a 7 000 abonados al servicio telefónico público, 20 000 abonados del tipo red privada o cualquier combinación de estas dos configuraciones.

8 Tasación

La tasación la realizan los repetidores para ser retransmitida por enlaces de 1 200 bit/s a un centro de explotación.

9 Puesta en servicio

El servicio comenzó a finales de 1985; a principios de 1989 se contaba con un total de 100 000 abonados y de 150 000 en octubre de 1989.

Está previsto cubrir el 85% del territorio metropolitano y el 98% de la población francesa a finales de 1990.

BIBLIOGRAFÍA

CUEUGNIET, J. y DUPLESSIS, P. [julio de 1985] Radiocom 2000. Radiotelephone Multiservice Network – Commutation and Transmission, 2.

ANEXO 8

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA NORTEAMERICANO DE BANDA ESTRECHA (AMPS-BE)

1 Introducción

La tecnología analógica de banda estrecha fue aplicada por el Subcomité de Normas TIA de los Estados Unidos TR45.1 en 1992. Se elaboró y aprobó en noviembre de ese año una norma que se publicó como IS-88. El propósito de la norma de banda estrecha es suministrar una interfaz celular de aire con calidad vocal comparable al sistema AMPS, pero con canales vocales que ocupan 1/3 de la anchura de banda del AMPS, permitiendo así importantes mejoras de la capacidad del sistema. La IS-88 está basada en la norma de interfaz de aire analógica EIA/TIA-553. El protocolo ampliado, contenido en la norma EIA/TIA-553, se utiliza para permitir al sistema servidor y a la unidad móvil señalizar entre sí su capacidad para admitir canales vocales de banda estrecha. La norma IS-88 incorpora dos mejoras adicionales, a saber: 1) MRI, o "interferencia informada por el móvil", una técnica que permite el mantenimiento de la calidad de audio mejorada mediante la detección y el informe (por la unidad móvil) de la degradación de los canales debida a la interferencia; y 2) agregado de servicios especiales, como el servicio de mensaje corto (mensaje con texto de 14 caracteres); y CLI (indicador de línea llamante).

Esta es una norma de "modo doble". La señalización del acceso y el establecimiento de la llamada se llevan a cabo en canales de control AMPS de 30 kHz, y la asignación a canales vocales de banda estrecha sólo se efectúa si la unidad móvil y el sistema servidor pueden admitir el modo de banda estrecha. Por tanto, la compatibilidad con sistemas AMPS existentes y el equipo de abonado se mantiene.

2 Características técnicas

Parámetros de canal (indicados con AMPS con fines de comparación)

Parámetro	Banda estrecha analógica	AMPS
Separación de canales	10 kHz	30 kHz
Estabilidad de frecuencia	1 p.p.m.	2,5 p.p.m.
Desviación de supervisión	700 Hz	2 kHz
Desviación vocal de cresta	5 kHz	12 kHz
Desviación vocal media	1,5 kHz	2,9 kHz
Radiobúsqueda y velocidad binaria de acceso	100 Manchester	kbit/s 10 kbit/s Manchester
Señalización de canal vocal	100 Manchester	bit/s 10 kbit/s Manchester
Señalización de supervisión	200 bit/s (sub-audible)	NRZ Tono de 6 kHz
Esquema SAR	palabras de 7 datos	3 tonos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TIA/EIA IS-88 Mobile station-land station compatibility standard for dual mode narrow-band analogue cellular technology.

TIA/EIA IS-89 Recommended minimum standard for 800 MHz, dual mode narrow-band analogue cellular land station.

TIA/EIA IS-90 Recommended minimum standard for 800 MHz, dual mode narrow-band analogue cellular subscriber units.
