

SISTEMAS DE DESPACHO Y DE MENSAJERÍA AVANZADOS



Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluso acceso inalámbrico)

Volumen 3
(Edición 2005)



EL SECTOR DE RADIOCOMUNICACIONES DE LA UIT

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Para toda información sobre asuntos de radiocomunicaciones

Póngase en contacto con:

UIT
Oficina de Radiocomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Teléfono:	+41 22 730 5800
Telefax:	+41 22 730 5785
E-mail:	brmail@itu.int
Web:	www.itu.int/itu-r

Para solicitar las publicaciones de la UIT

No se admiten pedidos por teléfono. Sírvase enviarlos por telefax o correo electrónico (E-mail).

UIT
División de Ventas y Comercialización
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Telefax:	+41 22 730 5194
E-mail:	sales@itu.int

La Librería electrónica de la UIT: www.itu.int/publications

SISTEMAS DE DESPACHO Y DE MENSAJERÍA AVANZADOS

**Manual sobre el
servicio móvil
terrestre**
(incluso acceso inalámbrico)

Volumen 3
(Edición 2005)

Prefacio

El Manual sobre el servicio móvil terrestre comenzó a prepararse a fines del decenio de 1990 en el marco del Grupo de Trabajo 8A del UIT-R, con el fin de atender la necesidad experimentada cada vez con mayor acuidad por los países en desarrollo de contar con un Manual que describa la situación de las tecnologías y abarque diversos aspectos de las tecnologías y sistemas del servicio móvil terrestre. El Manual consta de varios volúmenes, de los cuales ya se han publicado dos, a saber, el Volumen 1: Acceso inalámbrico fijo y el Volumen 2: Principios y enfoques de la evolución hacia las IMT-2000.

El objetivo del presente Manual es ayudar en el proceso de adopción de decisiones en cuanto a la planificación, diseño e instalación de sistemas móviles terrestres, especialmente en los países en desarrollo. Asimismo, contiene información que puede servir para formar ingenieros y planificadores en los diferentes aspectos de la reglamentación, la planificación, el diseño y la instalación de estos sistemas.

El Volumen 3: Sistemas de despacho y de mensajería avanzados, contiene información sobre la situación actual de la tecnología empleada en los sistemas de radiobúsqueda del servicio móvil terrestre terrenal y en los sistemas, aplicaciones y tecnologías de mensajería avanzada y de despacho, y se describen sistemas característicos. Por sistemas de despacho se entienden aquellos sistemas móviles terrestres en los que una unidad central (el despachador) se comunica con diversas unidades móviles radioeléctricas (vehículos o dispositivos móviles) que integran una flota dentro de una determinada zona de operaciones. Las tecnologías avanzadas de radiobúsqueda y mensajería siguen evolucionando y entre los últimos adelantos pueden citarse la radiobúsqueda bidireccional y la radiobúsqueda con voz digital. Esta tecnología se ha convertido en una forma muy popular de comunicación móvil en todo el mundo. El contenido técnico del presente Manual se ha concebido pensando en las administraciones y operadores de países en desarrollo y desarrollados.

El Volumen 3 ha sido preparado por un Grupo de Expertos del Grupo de Trabajo 8A de Radiocomunicaciones. Quisiera mostrar mi más sincero agradecimiento a la Sra. Cindy Cook (Canadá), Relatora del Manual sobre el servicio móvil terrestre, y al Sr. Michel Pierrugues (Francia) y al Sr. Suneil Kanjeekal (Canadá), por la inestimable labor que desempeñaron en la edición de este volumen durante las diferentes fases del proyecto.

José M. Costa
Presidente del Grupo de Trabajo 8A
de Radiocomunicaciones
Canadá

CUADRO DE MATERIAS

	<i>Página</i>
PREFACIO	iii
CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo y alcance del Manual sobre el servicio móvil terrestre.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Organización del Volumen 3	2
CAPÍTULO 2 – SISTEMAS DE DESPACHO	3
2.1 Introducción	3
2.2 Antecedentes	3
2.3 Sistemas de despacho digitales que utilizan eficazmente el espectro.....	3
2.3.1 Red digital integrada mejorada (iDEN).....	4
2.3.2 Sistema integrado de radiocomunicaciones de despacho (IDRA).....	4
2.3.3 Proyecto 25	4
2.3.4 Sistema de radiocomunicaciones terrenales con concentración de enlaces (TETRA)	4
2.3.5 TETRAPOL	4
2.3.6 Sistema de comunicaciones de acceso digital mejorado (EDACS).....	5
2.3.7 Sistema de acceso múltiple con saltos de frecuencia (AMSF).....	5
2.3.8 Acceso múltiple por división de código – radiocomunicaciones móviles de acceso público (AMDC-RMAP)	5
2.4 Tendencias en los sistemas de despacho digitales	5
CAPÍTULO 3 – RADIOBÚSQUEDA Y MENSAJERÍA AVANZADA	7
3.1 Introducción	7
3.2 Antecedentes	7
3.3 Sistemas de radiobúsqueda de alta velocidad	7
3.3.1 Protocolo síncrono flexible de área extensa (FLEX).....	7
3.3.2 Sistema europeo de radiomensajes (ERMES)	8
3.4 Mensajería bidireccional avanzada	8

	<i>Página</i>
3.5 Tendencias en los servicios de radiobúsqueda y de mensajería avanzada a alta velocidad	10
3.5.1 Eficiencia espectral.....	10
3.5.2 Acuse de recibo	10
3.5.3 Mensajería de voz bidireccional	11
ANEXO 1 – DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE DESPACHO	13
ANEXO 2 – SISTEMAS DE RADIOBÚSQUEDA Y DE MENSAJERÍA AVANZADOS.....	33
ANEXO 3 – LISTA DE ACRÓNIMOS	41

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo y alcance del Manual sobre el servicio móvil terrestre

El Manual sobre el servicio móvil terrestre comenzó a prepararse a fines del decenio de 1990 en el marco del Grupo de Trabajo 8A del UIT-R, con el fin de atender la necesidad experimentada cada vez con mayor acuidad por los países en desarrollo de contar con un Manual que describa la situación de las tecnologías y abarque diversos aspectos de las tecnologías y sistemas del servicio móvil terrestre. El Manual consta de varios volúmenes, de los cuales ya se han publicado dos, a saber, el Volumen 1: Acceso inalámbrico fijo y el Volumen 2: Principios y enfoques de la evolución hacia las IMT-2000. El objetivo del presente Manual es ayudar en el proceso de adopción de decisiones en cuanto a la planificación, diseño e instalación de sistemas móviles terrestres basados en la tecnología inalámbrica, especialmente en los países en desarrollo. Asimismo, contiene información que puede servir para formar ingenieros y planificadores en los diferentes aspectos de la reglamentación, la planificación, el diseño y la instalación de estos sistemas. El Manual abarca aplicaciones móviles terrestres tales como las comunicaciones con vehículos, las comunicaciones en el interior de edificios y las comunicaciones en el exterior de edificios, así como otras aplicaciones, por ejemplo, los sistemas de transporte inteligente (STI). Los sistemas aquí descritos engloban los sistemas celulares, los sistemas de mensajería, los sistemas de despacho, el acceso inalámbrico fijo y los STI.

El presente Manual está destinado esencialmente a dos categorías de usuarios. La primera incluye a los formuladores de decisiones y planificadores, los cuales encontrarán en el Manual suficiente información para adoptar decisiones en relación con la selección de sistemas adecuados para satisfacer sus necesidades. A dicho efecto, en el Manual se analizan diversos sistemas teniendo en cuenta factores tales como la estimación y previsión de tráfico, la banda de frecuencias y las necesidades de espectro, las inversiones, la reglamentación, la política y las experiencias, las estrategias de instalación y las repercusiones a corto y largo plazo, así como otros factores que conviene tomar en consideración al adoptar decisiones y en la planificación.

La segunda categoría de usuarios son los ingenieros, a los cuales el Manual aporta información técnica detallada sobre las características de diversos sistemas y aplicaciones, el diseño de sistemas, el análisis y el cálculo de tráfico, la estimación del espectro, la planificación de canales, el diseño y la selección de células, la estrategia de instalación, los equipos móviles y las estaciones de base, así como otra información pertinente.

1.2 Antecedentes

El objetivo y alcance del Volumen 3 del Manual sobre el servicio móvil terrestre es ofrecer información sobre la situación actual de la tecnología de los sistemas de radiobúsqueda del servicio móvil terrestre terrenal y de los sistemas, aplicaciones y tecnologías de mensajería avanzada y de despacho.

Nuestra sociedad moderna depende sobremanera de la movilidad de transporte en la prestación de servicios fundamentales para satisfacer nuestras necesidades y exigencias cotidianas. Para ello son esenciales comunicaciones radioeléctricas rápidas y muy fiables que ofrezcan los enlaces necesarios para garantizar la eficaz coordinación de las distintas actividades que pueden llevarse a cabo dentro de una amplia zona de operaciones. Las operaciones de seguridad pública y de emergencia, tales como las de policía, bomberos, asistencia médica urgente, servicios públicos, transporte por tierra y reparto, así como otras operaciones públicas dejarían de realizarse en la forma en que las conocemos hoy en día si no existiesen comunicaciones radioeléctricas fiables para los sistemas de despacho.

1.3 Organización del Volumen 3

El Volumen 3 se divide en varios Capítulos que ofrecen información fundamental al lector, y en los Anexos se desarrolla con mayor detalle la información técnica, de explotación y de reglamentación. El Capítulo 1 de este Volumen contiene una introducción al mismo. En el Capítulo 2 se facilita información sobre los diversos sistemas de despacho digitales que utilizan el espectro de manera eficiente. En el Capítulo 3 se describen brevemente las aplicaciones y sistemas de radiobúsqueda y mensajería avanzada, así como sus características básicas. En los Anexos 1 y 2 se describen en detalle los aspectos técnicos de diversos sistemas.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE DESPACHO

2.1 Introducción

Por sistema de despacho se entiende un sistema móvil terrestre en el que la comunicación se establece entre una unidad central (el despachador) y diversas unidades móviles de radiocomunicaciones (vehículos o dispositivos móviles) que integran una flota dentro de una determinada zona de operaciones. La flota puede consistir en usuarios que realizan operaciones de tipo policía, bomberos, taxis, reparto, reparación, etc. También podría constar de uno o varios tipos diferentes de usuarios que necesiten un sistema de despacho integrado. La superficie que abarcan las unidades móviles puede ser bastante amplia y puede estar atendida por una célula o una estructura de varias células. En función del tamaño de la flota, puede utilizarse un solo canal o pueden ser necesarios varios canales. La comunicación puede establecerse en modo simplex (una misma frecuencia para los sentidos ascendente y descendente utilizando un botón de habla), semidúplex, en la que se utilizan dos frecuencias, una para el sentido ascendente y otra para el sentido descendente, pero en el que sólo una de estas frecuencias está activa a la vez, o bien en modo totalmente dúplex, en el que se utilizan dos canales diferentes uno para el sentido ascendente y otro para el sentido descendente de la comunicación.

En el caso de una flota pequeña que disponga únicamente de unas pocas unidades móviles, un solo individuo puede ser capaz de gestionar el despacho. Ahora bien, la complejidad del despacho aumenta con el número de unidades móviles. Además, dependiendo del tipo de operación, el acceso a base de datos y a tipos de información de asistencia rápida (sistema de transporte inteligente (STI)) ha dado lugar a una mayor dependencia en la transmisión de datos, la cual se ve acentuada por la gran demanda de acceso a internet para buscar información que perfecciona y complementa las aplicaciones y servicios ofrecidos.

2.2 Antecedentes

En general los sistemas de despacho han utilizado el espectro de manera muy eficiente puesto que varios usuarios comparten un mismo canal; los utilizan usuarios diferentes tales como policía, bomberos, taxis, servicios de reparto, etc. Hasta hace muy poco, la modulación analógica era la tecnología más utilizada en los sistemas de despacho. Sin embargo, el poco espectro disponible para estos sistemas, el crecimiento anual y el aumento de la demanda de comunicaciones basadas en datos¹ ha dado lugar al desarrollo de tecnologías más eficientes en lo que respecta a la utilización del espectro, que emplean técnicas de modulación digital y de concentración de enlaces.

2.3 Sistemas de despacho digitales que utilizan eficazmente el espectro

En esta sección se describe brevemente algunos sistemas de despacho digitales que utilizan eficazmente el espectro para uso internacional y regional. En el Anexo 1 se describen las características técnicas y de funcionamiento de ocho sistemas que han comenzado a utilizarse el todo el mundo.

¹ Las funciones de comunicación de datos han impulsado la aceptación de la tecnología digital inalámbrica, por ejemplo los nuevos servicios de voz, vídeo y otras comunicaciones multimedia.

2.3.1 Red digital integrada mejorada (iDEN)

iDEN es un sistema de comunicaciones utilizado en más de doce países y por más de 18 millones de abonados, que se basa en la tecnología existente de multiplexación por división en el tiempo. iDEN es un sistema comercial del sistema digital integrado de radiocomunicaciones móviles (DIMRS) que se describe en el Informe UIT-R M.2014. Este sistema ofrece seis circuitos de comunicación por un solo canal de 25 kHz, e incorpora los servicios y capacidades disponibles normalmente en los sistemas de despacho, un sistema de telefonía celular, un sistema de datos por paquetes y una red de mensajería avanzada y radiobúsqueda a los que se accede utilizando terminales móviles del tamaño de un teléfono celular.

2.3.2 Sistema integrado de radiocomunicaciones de despacho (IDRA)

IDRA es un sistema y una norma de despacho desarrollada en Japón que reúne las características de radiocomunicaciones bidireccionales normales y servicios de datos avanzados en una misma unidad de abonado y una infraestructura común. IDRA es una versión modificada de la norma de concentración de enlaces digital existente de Japón, a saber, una norma de modulación de amplitud en cuadratura de 16 niveles (MAQ-16), con acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT) que permite obtener seis canales de voz en un canal RF de 25 kHz.

2.3.3 Proyecto 25

El Proyecto 25 es un conjunto de normas desarrolladas en consuno, por usuarios gubernamentales locales, estatales y federales de los Estados Unidos de América, y en colaboración con la Telecommunications Industry Association (TIA). El objetivo del Proyecto 25 es facilitar a los organismos encargados de la seguridad pública la transición paulatina desde los sistemas MF analógicos de banda estrecha a sistemas digitales de banda ancha que ofrecen funcionalidades de voz y datos mejoradas. El Proyecto 25 consta de dos fases. La Fase I consiste en un sistema de acceso múltiple por división en frecuencia (AMDF) que utiliza modulaciones por desplazamiento de fase en cuadratura (MDP-4) y MF compatibles en 12,5 kHz. En la Fase II se añadió AMDF en anchuras de banda de 6,25 kHz. En la Fase II también se está estudiando alternativas AMDT para lograr la equivalencia de 6,25 kHz, transmitir datos a alta velocidad e introducir varias mejoras en el sistema. Los estudios relativos a la transmisión de datos a alta velocidad se elaboraron en el marco del Proyecto de normas de datos de banda ancha (documentos de la serie 902 de la TIA) para 700 MHz y están actualmente en fase de preparación para convertirlas en normas nacionales americanas. Esta información también ha servido como contribución para el Proyecto de banda ancha relativo a la movilidad de actividades de emergencia y seguridad (MESA).

2.3.4 Sistema de radiocomunicaciones terrenales con concentración de enlaces (TETRA)

TETRA es un sistema de radiocomunicaciones muy eficaz concebido principalmente para usuarios profesionales y que facilita una amplia gama de servicios de voz y datos. Se trata de una norma de AMDT que utiliza una modulación MDP-4 digital de $\pi/4$ (MDP-4D) lo que permite obtener cuatro canales de voz en un canal de 25 kHz.

2.3.5 TETRAPOL

TETRAPOL es una especificación disponible públicamente de un sistema digital de radio-comunicaciones móviles privadas basado en la concentración de enlaces completamente operacional, desarrollado por un foro de fabricantes para servicios de seguridad y emergencia. TETRAPOL utiliza tecnología AMDF y modulación por desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (MDMG) con una separación entre portadoras de 12,5 kHz y 10 kHz, lo que facilita la transición de los sistemas analógicos a los digitales.

2.3.6 Sistema de comunicaciones de acceso digital mejorado (EDACS)

EDACS es un sistema radioeléctrico con concentración de enlaces bidireccional avanzado que funciona con canales de 25 kHz o 12,5 kHz. Las especificaciones EDACS son compatibles y pueden interfuncionar con modelos de equipos y sistemas EDACS existentes. EDACS utiliza diversas técnicas de modulación por desplazamiento con filtro gaussiano (MDFG).

2.3.7 Sistema de acceso múltiple con saltos de frecuencia (AMSF)

Este sistema fue creado en Israel con el fin de mejorar la eficiencia espectral en el mercado de las radiocomunicaciones móviles de acceso público y en el mercado de las radiocomunicaciones móviles privadas. El AMSF funciona con canales de 25 kHz.

2.3.8 Acceso múltiple por división de código – radiocomunicaciones móviles de acceso público (AMDC-RMAP)

El AMDC-RMAP es un sistema eficaz en lo que respecta a la utilización del espectro y basado en la tecnología de voz por IP (VoIP) que funciona en una red de radiocomunicaciones cdma2000 a fin de proporcionar servicios RMAP de voz al usuario, además de servicios de datos a diversas velocidades. Este sistema ofrece un entorno muy flexible para la creación de servicios y aplicaciones y constituye una combinación eficaz de servicios de voz y datos. La anchura de banda de la portadora de un sistema AMDC-RMAP es 1,25 MHz y el sistema funciona con un factor de reutilización de frecuencia (celular) igual a 1.

2.4 Tendencias en los sistemas de despacho digitales

Además de los sistemas de despacho descritos en los párrafos precedentes, se están desarrollando varias normas de despacho digitales que mejorarán aún más las capacidades de los actuales servicios de despacho del servicio móvil terrestre. Puede citarse, entre otros, TETRA 2, MESA, cdma2000, el Proyecto de normas de datos de banda ancha y el Proyecto 34.

Estas tecnologías digitales han comenzado a normalizarse a escala nacional, regional e internacional. Aunque se trata de un fenómeno bastante reciente, las normas digitales internacionales para los sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres prometen un brillante futuro para los mercados y usuarios de radiocomunicaciones móviles terrestres. En los mercados aparecerán sistemas digitales normalizados listos para funcionar que se caracterizarán por tener precios competitivos, proceder de fabricantes diversos y por su compatibilidad.

CAPÍTULO 3

RADIOBÚSQUEDA Y MENSAJERÍA AVANZADA

3.1 Introducción

Anteriormente, la radiobúsqueda era un método de comunicación inalámbrica unidireccional. El sistema utiliza una frecuencia radioeléctrica asignada para contactar a un abonado a este servicio que se encuentra en cualquier lugar de la zona de servicio. Al encenderlo, el buscapersonas busca constantemente señales y recibe mensajes que identifica de manera única. El mensaje de radiobúsqueda se envía normalmente mediante una llamada telefónica al número de teléfono designado del abonado. Cuando el buscapersonas recibe el mensaje, lo almacena y notifica al destinatario del mismo con un tono audible o vibración.

En la actualidad, las tecnologías de radiobúsqueda y mensajería avanzada siguen evolucionando e incorporan adelantos tales como la radiobúsqueda bidireccional y la radiobúsqueda de voz digital, por lo que se han convertido en una forma muy popular de comunicación móvil en todo el mundo.

3.2 Antecedentes

Los primeros sistemas de radiobúsqueda se habían concebido para su utilización en hospitales en el decenio de 1950, y los primeros sistemas de radiobúsqueda de área extensa aparecieron a fines del decenio de 1960. En un breve lapso de tiempo surgieron sistemas de radiobúsqueda que abarcaban zonas más amplias y se comunicaban directamente con la red telefónica pública conmutada (RTPC).

Los sistemas de radiobúsqueda experimentaron un crecimiento enorme en todo el mundo en los decenios de 1980 y 1990 gracias al protocolo POCSAG que funciona a velocidades de 512 bit/s, 1200 bit/s o 2400 bit/s. Estos sistemas se conocen desde 1982 con el código N.º 1 de radiobúsqueda en la Recomendación UIT-R M.584. Con el aumento del número de abonados y la necesidad de disponer de funciones de tono, numéricas y alfanuméricas, comenzó a menguar la capacidad total y aparecieron limitaciones de frecuencia, razón por la cual los operadores de radiobúsqueda fomentaron la creación de protocolos más veloces.

3.3 Sistemas de radiobúsqueda de alta velocidad

3.3.1 Protocolo síncrono flexible de área extensa (FLEX)

Este protocolo comenzó a utilizarse en junio de 1993 y pertenece a la familia de protocolos de transporte inalámbrico de alta velocidad que mejoran sumamente la eficiencia del canal, reducen el costo de los canales radioeléctricos de radiobúsqueda tradicionales y, a su vez, permiten ofrecer nuevos servicios y aplicaciones inalámbricas de valor añadido. El FLEX es un formato de codificación multivelocidad (1600 bit/s, 3200 bit/s, 6400 bit/s) que aumenta sobremanera la capacidad disponible para el abonado en cada asignación de canal de radiofrecuencia (RF). El formato de codificación FLEX es síncrono, lo que permite aumentar la duración de la batería y lograr un funcionamiento más resistente al desvanecimiento por trayectos múltiples.

El formato de codificación FLEX permite prestar servicios en un entorno de funcionamiento formado por sistemas diferentes con una mínima disminución de la eficiencia de funcionamiento de los sistemas. Como se dispone de tres velocidades de señalización, a saber 1600 bit/s, 3200 bit/s y 6400 bit/s, es posible introducir el protocolo FLEX en una infraestructura de sistema existente que funcione a baja velocidad con un costo adicional mínimo. Una vez que el proveedor de servicios dispone de cierto número de abonados, el sistema puede ampliarse paulatinamente hasta alcanzar

velocidades de 6400 bit/s, con un costo adicional razonable. Por consiguiente, el proveedor de servicios es capaz de mantener el costo del sistema por abonado a un nivel mínimo durante el crecimiento del sistema.

Por otra parte, el formato de codificación FLEX también permite el funcionamiento con itinerancia local, regional, nacional y mundial. FLEX es compatible con las normas de interfaces radioeléctricas para las comunicaciones de radiobúsqueda en ondas métricas, decimétricas y de 900 MHz.

3.3.2 Sistema europeo de radiomensajes (ERMES)

El Instituto Europeo para la Normalización de las Telecomunicaciones (ETSI) ha elaborado un sistema de radiomensajería internacional denominado ERMES – norma 300133 del ETSI. Este sistema es capaz de ofrecer servicios de radiobúsqueda mejorados a abonados nacionales y a aquellos que se desplazan fuera de su país de origen, siempre que exista una red de las mismas características. El sistema ERMES comenzó a instalarse en Europa en 1993. Las características técnicas de funcionamiento de ERMES se describen en el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R M.539 – Características técnicas y de explotación de los sistemas internacionales de radiobúsqueda.

ERMES utiliza un protocolo síncrono a una velocidad de 6250 bit/s para lograr una mayor capacidad de abonados, mejorar el funcionamiento de mensajería en condiciones de desvanecimiento de señal y economizar el consumo de batería. El sistema funciona con uno o varios de los 16 canales contiguos de 25 kHz en la banda 169,4-169,8 MHz, y ofrece itinerancia en toda Europa. Las funciones de corrección de errores del protocolo de transmisión se han diseñado para esta banda de frecuencias. Sin embargo, el protocolo de transmisión no está ligado a esta banda de frecuencias y pueden funcionar en otras, como se indica en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R M.539.

3.4 Mensajería bidireccional avanzada

Se han elaborado nuevos protocolos de mensajería para prestar servicios de mensajería bidireccional. En la mensajería bidireccional, la unidad de mensajería responde al sistema. Básicamente, el abonado lleva consigo un transmisor que funciona automática y manualmente. La mensajería bidireccional ofrece cuatro niveles progresivos de servicio:

- acuse de recibo del sistema;
- acuse de recibo personal sencillo;
- respuesta multiopción o respuesta preprogramada;
- creación de mensajes.

Los protocolos bidireccionales ofrecen la comunicación bidireccional pero no en el mismo sentido que los sistemas de datos bidireccionales tradicionales. Las comunicaciones son asimétricas, lo que significa que los datos transmitidos desde las unidades de mensajería al sistema son de un tamaño mucho más pequeño. De este modo se consigue concentrar la potencia transmitida en una anchura de banda más pequeña, lo que minimiza el número de emplazamientos receptores necesarios para lograr una cobertura adecuada.

Una de las principales aplicaciones de la mensajería bidireccional es la mensajería de voz. Básicamente, los mensajes de voz repiten el mensaje que ha dejado el llamante al abonado a través del comunicador de mensajes. La mensajería de voz funciona esencialmente como un contestador automático portátil. Incorpora todas las características de un contestador automático, tales como almacenamiento y reproducción de mensajes, y emplea un protocolo de compresión de voz para optimizar el espectro disponible del proveedor de servicios, aumentando así la capacidad del

sistema. La mensajería de voz tiene muchas de las ventajas de la mensajería bidireccional y el primero de estos dispositivos tiene aproximadamente el mismo tamaño, forma y peso que los dispositivos de radiobúsqueda alfanuméricos unidireccionales disponibles hoy en día.

Todavía no se ha creado una norma mundial para el servicio de comunicaciones personales (PCS) de banda estrecha, aunque existen varios protocolos que han recibido una gran acogida por parte de los operadores de servicio de radiobúsqueda y otros operadores interesados en entrar en el mercado de PCS de banda estrecha en todo el mundo.

En los Estados Unidos de América, la tendencia es hacia la adopción de una norma *de facto* basado en los protocolos ReFLEX e InFLEXion. Se están comenzando a otorgar licencias previa solicitud para estos protocolos, que se basan en el protocolo FLEX. En consecuencia, los fabricantes han comenzado a diseñar y fabricar un conjunto común de especificaciones, lo que permite la producción en masa y la venta de equipos a bajo precio.

El protocolo ReFLEX permite la radiobúsqueda bidireccional a velocidades de 12 800 bit/s y la mensajería interactiva a 25 600 bit/s. La radiobúsqueda bidireccional ReFLEX es de naturaleza asimétrica, es decir, el volumen de datos que se transmite de la red a la unidad del abonado es relativamente grande mientras que el volumen de datos que transmite la unidad del abonado hacia la red es mínimo (<100 bytes, en principio). Así pues, la velocidad binaria de la señalización en el canal de vuelta es pequeña, lo que minimiza el número de receptores y emplazamiento fijos necesarios. La estructura de costos resultantes guarda mayor similitud con la de la radiobúsqueda tradicional que con la de las alternativas inalámbricas, cuyos precios son más elevados. El usuario dispone de funciones tales como la confirmación del mensaje, la creación de mensajes, la recepción de mensajes sin errores y la posibilidad de reenviar mensajes hacia un computador personal. Entre las funciones de la red cabe destacar la transmisión localizada, la reutilización de frecuencias, la truncación de mensajes, el registro y la ubicación y la transferencia a 25 600 bit/s a través de un canal de la red subdividida en canales de 50 kHz.

Los sistemas ReFLEX son de naturaleza similar a los sistemas unidireccionales tradicionales en cuanto a la transmisión simultánea dentro de zonas (por ejemplo, una zona metropolitana). Es decir, existen múltiples transmisores activos al mismo tiempo que transmiten el mismo tráfico. Por otra parte, es posible reutilizar el espectro entre zonas (lo que aumenta la capacidad de abonado) y ofrecer al mismo tiempo funciones de mensajería bidireccionales.

El protocolo InFLEXion permite la mensajería de voz y datos a alta velocidad. Gracias a velocidades de datos que superan los 100 kbit/s, el protocolo InFLEXion ha permitido el resurgimiento del servicio de radiobúsqueda de voz en el mercado de radiobúsqueda mundial, así como servicios de datos de valor añadido tales como el facsímil inalámbrico, transmisión de imágenes y aplicaciones multimedios. El sistema InFLEXion rastrea a cada uno de los transmisores y, por ende, ofrece la reutilización de frecuencias con un máximo de siete frecuencias de subcanal dentro del canal de 50 kHz. De este modo el diseño del sistema es de tipo celular, en el que cada uno de los transmisores puede activarse y transmitir en un determinado subcanal, mientras que el transmisor adyacente está activo y transmite en un subcanal diferente. Además, cuando están separados por una distancia adecuada, los transmisores pueden funcionar en la misma frecuencia y transmitir diferentes mensajes al mismo tiempo.

En Europa y en otros países en los que la tecnología GSM se ha desarrollado adecuadamente, el servicio de mensajes cortos (SMS) goza de gran popularidad y puede considerarse como un servicio de mensajería bidireccional. Evidentemente, a diferencia de otros sistemas, éste no se basa en la infraestructura de red de radiobúsqueda sino en la infraestructura PCS.

3.5 Tendencias en los servicios de radiobúsqueda y de mensajería avanzada a alta velocidad

3.5.1 Eficiencia espectral

Los protocolos bidireccionales son los más idóneos en cuanto a la gestión de los transmisores, y por consiguiente ofrecen la mayor capacidad de abonados para una cobertura muy amplia gracias a la utilización del registro automático y servidores de ubicación. El sistema no explora la zona del transmisor precisa o célula en la que se encuentra el abonado, sino un área compuesta de varias células denominada zona.

Esta característica permite utilizar simultáneamente los mismos canales de frecuencia en zonas separadas para mensajes diferentes. Se economiza al máximo en transmisión porque sólo se utilizan los transmisores que se encuentran en la zona donde está ubicada físicamente la unidad. En sistemas unidireccionales, todos los transmisores emiten todos los mensajes dado que el sistema no sabe dónde está ubicada la unidad. Todos los demás transistores en un sistema bidireccional pueden dedicarse a transmitir otros mensajes, con lo que se obtiene la máxima eficacia del sistema y capacidad para muchos más mensajes y abonados.

3.5.2 Acuse de recibo

La unidad de mensajería de radiobúsqueda tiene la capacidad de confirmar la recepción de cada mensaje sin la intervención del abonado. Esta función tiene cuatro ventajas importantes:

- Cuando la unidad recibe correctamente un mensaje, informa al respecto al sistema. El sistema suprime inmediatamente el mensaje de la cola de radiodifusión, lo que deja espacio para otros mensajes.
- Si una parte del mensaje transmitido no se recibió correctamente, la unidad indica al sistema qué partes del mensaje (denominadas paquetes de datos) se han de volver a enviar, lo que evita que el sistema tenga que enviar nuevamente todo el mensaje. Así pues, se maximiza la eficacia en cuanto al tiempo de transmisión que potencialmente se necesita para cada mensaje. Los sistemas unidireccionales están programados para no retransmitir el mensaje, dado que nunca saben cuándo se produce un error que causa la pérdida o recepción errónea del mensaje, o bien para reenviar todos los mensajes un número determinado de veces, con lo que se desperdicia tiempo de transmisión valioso si la primera transmisión se llevó a buen término. Al aumentar la popularidad de los mensajes largos, tales como alfanuméricos y de voz, esta característica es ahora esencial dado que el número de paquetes de datos que integra un solo mensaje puede alcanzar las centenas.
- Una vez que el sistema ha confirmado la buena recepción de un mensaje, puede configurarse para informar al llamante de que la transmisión ha terminado. Esta característica contribuye a la satisfacción del cliente y a la eficacia de la red de difusión puesto que el llamante ya no necesita volver a enviar el mensaje por no estar seguro de su recepción.
- Lo más importante es que se garantiza la entrega de todos los mensajes. Si un mensaje no puede entregarse (por ejemplo, porque la unidad de mensajería está apagada), el sistema guarda el mensaje hasta que dicha unidad vuelve a registrar su estado y ubicación, y luego se lo envía.

3.5.3 Mensajería de voz bidireccional

La mensajería de voz es una de las principales aplicaciones de la mensajería bidireccional. Consiste básicamente en repetir el mensaje dejado por el llamante para el abonado mediante el comunicador de mensajería.

La mensajería de voz funciona como un contestador automático portátil y puede incorporar todas las características de estos dispositivos, tales como el almacenamiento y la reproducción de mensajes. Asimismo, el comunicador de mensajes de voz ofrece la opción de funcionar con un nivel de volumen bajo para escuchar los mensajes en privado o con un volumen alto para escuchar los mensajes públicamente mediante el modo manos libres.

La mensajería de voz tiene, entre otras, las siguientes ventajas:

- Elimina la necesidad de oficinas de operador para la mensajería alfanumérica. El mensaje del llamante se almacena directamente en el terminal de red, desde donde se reenvía hacia la unidad de mensajería del abonado. Esto reduce los costos operacionales que normalmente entraña la radiobúsqueda alfanumérica.
- El carácter urgente del mensaje es intrínseco al mismo, dado que el mensaje es en realidad la voz del llamante. La mensajería de voz ofrece un nivel de comunicación mayor que la radiobúsqueda numérica o alfanumérica.
- En muchos casos, al recibir un mensaje de voz no es necesario devolver la llamada puesto que éstos contienen información más detallada.
- La independencia del idioma también es intrínseca dado que los mensajes fluyen del llamante al abonado y, por consiguiente, no es necesario traducirlos.

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE DESPACHO

En este Anexo figura información técnica y de funcionamiento sobre diversos sistemas de despacho digitales, destinada a ingenieros, planificadores y formuladores de decisiones para ayudarles en la planificación e implantación de los sistemas adecuados en sus países.

1 iDEN e IDRA

Estos dos sistemas de despacho digitales presentados al UIT-R son similares en sus aspectos fundamentales y por consiguiente se analizan conjuntamente.

1.1 Origen

La Association of Radio Industries and Businesses (ARIB, anteriormente RCR o Research and Development Centre for Radio Systems) es un asociado exterior del Ministerio de Gestión Pública, Asuntos Internos, Correos y Telecomunicaciones (MPHPT), organización de normalización reconocida. La primera versión de la norma de despacho digital de Japón, denominada RCR STD-32, se finalizó en marzo de 1993. En noviembre de 1995, se aprobó una versión actualizada de esta norma, denominada RCR STD-32A, que no modifica las características RF básicas de la norma sino que añade una capacidad considerable de interconexión al sistema. Esta tecnología se conoce con el nombre de sistema IDRA en el Informe UIT-R M.2014.

1.2 Descripción

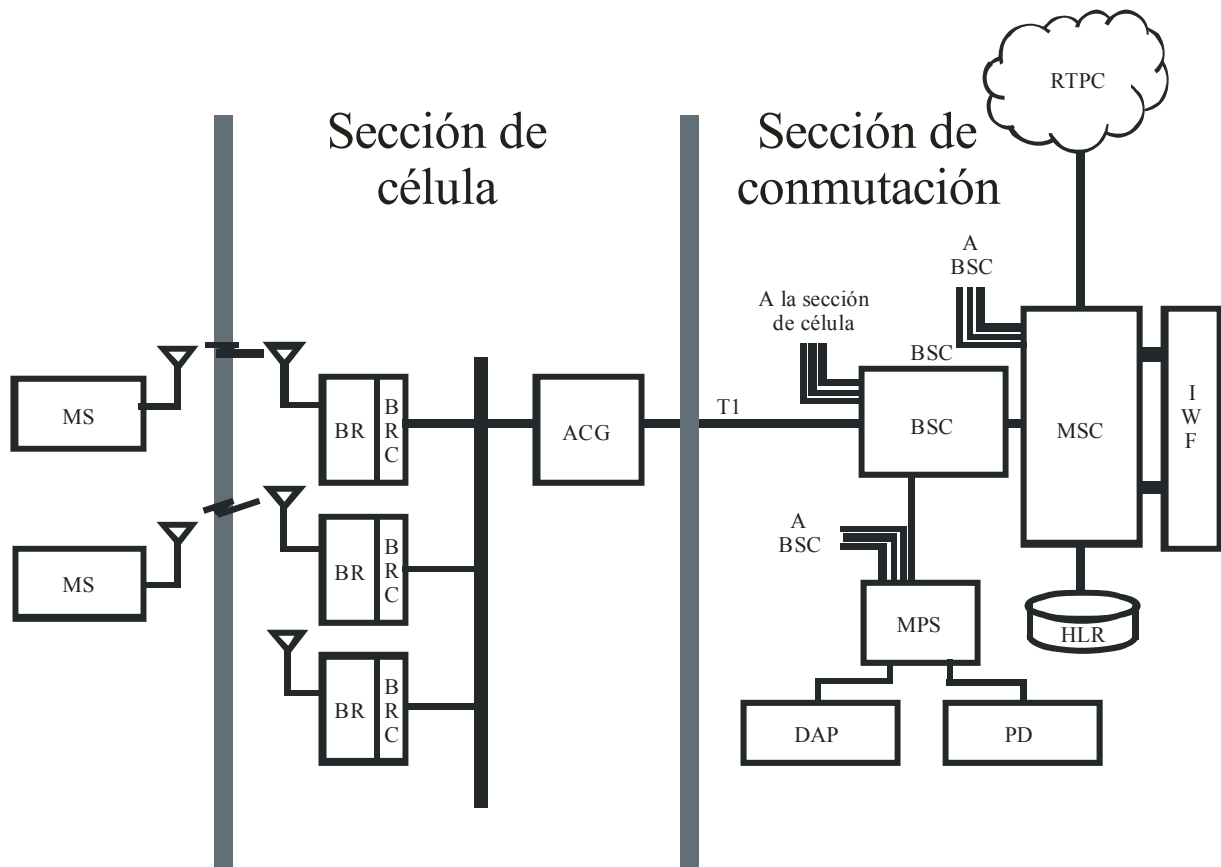
Según se dijo anteriormente, estos dos sistemas son similares aunque su enfoque sea en cierto modo diferente. El sistema IDRA se concentra en la prestación de servicio de despacho, aunque tiene la capacidad necesaria para ofrecer funciones más avanzadas. El sistema iDEN explota particularmente el aspecto multiservicio. Las dos normas describen sistemas AMDT con seis circuitos en un canal RF de 25 kHz. Las dos utilizan modulación MAQ-16, con múltiples portadoras. Esta modulación de tipo múltiplex por división de frecuencia ortogonal (MDFO) ofrece una velocidad binaria por canal de 64 kbit/s, por lo que cada uno de estos sistemas puede ofrecer diversos servicios. El sistema IDRA funciona en las bandas 850-915 MHz y 1 453-1 525 MHz, y el sistema iDEN en las bandas 806-870 MHz y 896-940 MHz. Para velocidades de transmisión de datos por paquetes más elevadas ha surgido recientemente una variante denominada WiDEN, que emplea la modulación MAQ-64 y combina cuatro canales de 25 kHz contiguos, lo que permite obtener una velocidad binaria de 384 kbit/s en una anchura de banda de 100 kHz.

1.3 Configuración del sistema

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de configuración de sistema. Sólo se indica una de las posibles configuraciones, dado que el sistema IDRA puede configurarse de diversos modos. Por ejemplo, la sección de conmutación no es necesaria en todas las configuraciones IDRA, en las que todas las aplicaciones de procesamiento de llamadas, aplicaciones de despacho y conexiones de red se realizan directamente en la sección de célula. La configuración que se muestra en el ejemplo es aplicable tanto a los sistemas IDRA como a los iDEN.

FIGURA 1

Ejemplo de configuración del sistema IDRA/iDEN



ACG: Pasarela de control de acceso
BR: Estación de radiocomunicaciones
BRC: Controlador de la estación de radiocomunicaciones
BSC: Controlador del emplazamiento de la estación
DAP: Procesador de aplicaciones de despacho
HLR: Registro de ubicación local

IWF: Función de interfuncionamiento
MPS: Conmutador de paquetes
MS: Abonado al servicio móvil
MSC: Central de conmutación móvil
PD: Duplicador de paquetes

LandMob-01

1.4 Características principales

Una característica esencial de los dos sistemas es la modulación MAQ-16 que permite alcanzar una velocidad binaria del canal de 64 kbit/s. La MAQ-16 es una modulación lineal en la que se modulan la amplitud y la fase de los símbolos, lo que requiere una tecnología sofisticada para el amplificador lineal. Además de transmitir en una anchura de banda de 25 kHz, esta tecnología cumple estrictamente los criterios de potencia de acoplamiento de canales adyacentes, lo que facilita sobremodera la planificación de frecuencias. Gracias a la división de los símbolos transmitidos en cuatro subcanales (MAQ-16) dentro de una anchura de banda de 25 kHz (otra característica común a ambos sistemas) el sistema es extremadamente insensible a la ampliación del retardo sin utilizar un ecualizador. Por último, la elevada velocidad binaria disponible gracias a la modulación permite que ambos sistemas empleen procedimientos de corrección de errores y la codificación reticular o convolucional, a fin de que las tasas de errores en los bits recibidos sean pequeñas aun en condiciones de señal deficientes.

1.5 Principales prestaciones

La prioridad de cada uno de estos sistemas es, en primer lugar, prestar un servicio satisfactorio a los usuarios de aplicaciones de despacho y, en segundo lugar, ofrecer ciertas aplicaciones celulares para el mercado de usuarios móviles. Por consiguiente, la principal función que realizan los dos sistemas es la comunicación de despacho. Cada sistema permite definir grupos de diálogo para la comunicación 1:1, 1:N, y N:1 en modo despacho. Ahora bien, a fin de ofrecer una funcionalidad adicional a quienes la requieren, los dos sistemas también ofrecen la posibilidad de conectar la red a la red telefónica pública, ofreciendo así a los usuarios acceso a esa red del mismo modo que en el caso de la red de telefonía celular. Estos sistemas aplican algoritmos de traspaso avanzados que emplean información procedente de la sección fija de la red y de la sección móvil. Para realizar el traspaso se aprovechan las características de los sistemas AMDT, en los que la unidad móvil debe transmitir en uno de los seis canales, recibir en otro de los seis y estar inactivo el resto el tiempo. Durante los periodos inactivos, la unidad móvil supervisa las condiciones de señal de las estaciones cercanas y mantiene una lista de las más idóneas para el traspaso. Este tipo de algoritmo ofrece una cobertura más homogénea en toda la zona de servicio. Algunos de estos sistemas disponen de un codificador de voz de alta calidad y utilizan dos de los seis canales en cada trama para transmitir voz con calidad casi interurbana a aquellos clientes que lo necesitan.

Habida cuenta de las necesidades de sus usuarios, los dos sistemas también ofrecen funciones avanzadas de transmisión de datos. Estos sistemas proporcionan conexiones de datos por circuitos para aplicaciones tales como fax o correo electrónico. También ofrecen la transmisión de datos por paquetes con o sin conexión, para aplicaciones tales como acceso a bases de datos u otras conexiones interactivas que requieren la transmisión esporádica de pequeños mensajes de datos.

1.6 Principales ventajas

La principal ventaja de estos sistemas es la capacidad de ofrecer diversos paquetes de servicios a sus usuarios en un sistema integrado y mediante una misma unidad de abonado. Cada uno de estos sistemas puede ofrecer comunicaciones de despacho, comunicaciones de interconexión de teléfonos, radiobúsqueda, servicios de mensajes cortos, servicios de datos por circuitos, de datos por paquetes y además para ofrecer estos servicios se emplea la misma infraestructura básica. El diseño de la infraestructura también constituye una ventaja considerable de los sistemas. Las funciones de interconexión y conmutación relacionadas con la telefonía se basan en la arquitectura del sistema de telefonía móvil GSM. Esta arquitectura se emplea en todo el mundo y sus interfaces incorporan todas las funciones de gestión de red necesarias que pueda necesitar el proveedor de servicios del sistema, incluida la facturación. Asimismo, la arquitectura tiene una capacidad evolutiva flexible, de modo que el proveedor de servicios puede comenzar sus actividades con un sistema pequeño y un determinado conjunto de servicios, y posteriormente puede ir aumentando el tamaño del sistema y añadiendo servicios de acuerdo con sus necesidades.

2 Proyecto 25

2.1 Origen

La Comisión del Proyecto 25 de la Association of Public Safety Officials (APCO) en los Estados Unidos de América reúne a representantes de organismos locales, estatales y federales con el fin de evaluar tecnologías avanzadas para las radiocomunicaciones móviles privadas del servicio móvil terrestre. Un comité de dirección supervisa el proceso y adopta todas las decisiones funcionales. Este comité, integrado exclusivamente por usuarios, cuenta con representantes de muchos organismos. El Proyecto 25 comenzó en 1989. En 1991, se firmó un Memorandum de Acuerdo con la TIA, con el fin de utilizar los recursos de esta organización de normalización reconocida por

la UIT y acreditada por ANSI, para ofrecer la asistencia técnica necesaria (elaborada en la Comisión de Ingeniería TR-8 de la TIA, en los documentos técnicos de la serie 102). La Fase I de la norma Proyecto 25 ya ha concluido y fue presentada en la Convención APCO celebrada en agosto de 1995. La Fase II comenzó poco tiempo después con la elaboración de las normas para AMDF a 6,25 kHz (con utilización más eficaz del espectro), una solución AMDT cuyas características fundamentales son la transmisión de datos a alta velocidad², y algunas mejoras del sistema. Por otra parte, se tiene en cuenta especialmente la compatibilidad con los equipos anteriores, la capacidad de itinerancia y la reutilización de canal/eficiencia espectral. En la Fase II se investigan también las interfaces de consola, las interfaces con estaciones fijas y las interfaces entre sistemas, denominada interfaz entre subsistemas (ISSI), así como las interfaces hombre-máquina para los operadores de consola que facilitarían la formación centralizada, las transiciones de equipo y el movimiento de personal. El Proyecto 25 se describe en el Informe UIT-R M.2014.

2.2 Descripción

Los sistemas del Proyecto 25 se utilizan en la actualidad en las bandas de ondas métricas, decimétricas y de 800 MHz que están asignadas a las comunicaciones de seguridad pública desde hace varios años. Una característica esencial de la tecnología de Proyecto 25 es su capacidad de coexistir con sistemas analógicos existentes, lo que permite la transición paulatina de analógico a digital y, a su vez, garantiza el interfuncionamiento y la compatibilidad entre los sistemas convencionales y de la concentración de enlaces. Las características principales de los canales se seleccionaron al principio del proceso, y se decidió dividir la banda actual de 25 kHz en 12,5 kHz para la Fase I y luego en 6,25 kHz en la Fase II. Al adoptar estas decisiones se tomó en consideración el plan de reestructuración de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los Estados Unidos de América. La serie de normas 905 de la TIA está relacionada con la Fase II del Proyecto 25, serie AMDT de dos intervalos, con lo que se cumplen los requisitos de la FCC de 6,25 kHz.

La modulación seleccionada pertenece a la familia MDP-4, dado que es la única que ofrece la posibilidad de lograr una transición paulatina. En la Fase I con 12,5 kHz se seleccionó una modulación MF de cuatro niveles, conocida con el nombre de MF4C, que ofrece la compatibilidad con la modulación lineal MDP-4C seleccionada para la Fase II que funciona con AMDF a 6,25 kHz. Los formatos de los canales para la Fase I y Fase II son idénticos y funcionan a 9600 bit/s. En la Fase II se utiliza el mismo codificador vocal e idéntica criptación que en la Fase I, lo que garantiza la compatibilidad y el interfuncionamiento. La modulación para AMDT de la Fase II está en proceso de selección, y las opciones son la Fase II del Proyecto 25, AMDT de los intervalos y diferenciador de códec o codificador vocal AMDT de dos intervalos.

En el año 2000, la FCC atribuyó el espectro para la seguridad pública en los Estados Unidos de América concretamente 24 MHz de espectro en la banda de 700 MHz. La FCC especificó, como parte de la atribución de este espectro, el modo de interfuncionamiento para 700 MHz que consistía en la interfaz radioeléctrica común de la Fase I del Proyecto 25. Esta banda soporta una anchura de 6,25 kHz que puede aumentarse en función de las necesidades del usuario hasta 25 kHz para voz y datos integrados. Asimismo admite una anchura de banda de 50 kHz que puede aumentarse a 100 kHz, y 150 kHz para aplicaciones de transmisión de datos a alta velocidad. Los documentos de Proyecto 25 definen varias interfaces (tales como la interfaz radioeléctrica común, la interfaz de datos, ISSA, la interfaz de gestión de red, la interfaz telefónica, etc.).

² Esta solución guarda relación con el proyecto de normalización de datos de banda ancha (serie 902 de la TIA). Actualmente se está preparando para obtener el carácter de norma ANS y además se ha presentado como contribución al Proyecto de banda ancha MESA.

Habida cuenta de la necesidad de datos de alta velocidad para la seguridad pública, según figura en el informe final³ de la Public Safety Wireless Advisory Committee (PSWAC) y en otros documentos, la Comisión de Dirección del P25, creó la Comisión P25/34 para estudiar la materialización de la Fase III propuesta. Análogamente al enfoque del P25, el Comité de Dirección creó el foro de usuarios P25/34 para investigar este asunto. En el marco de las actividades de la Fase III se está estudiando la operación y funcionalidad de las nuevas normas de radiocomunicaciones digitales inalámbricas de banda ancha terrenales y aeronáuticas para la seguridad pública, que podrían utilizarse para transmitir y recibir voz, vídeo, y datos a alta velocidad en una red de área extensa y ubicua e integrada por múltiples organismos y fabricantes. El 1 de junio de 1999, la Comisión P25/34 publicó su declaración de necesidades para la norma sobre tecnologías de radiocomunicaciones digitales móviles de banda ancha aeronáuticas y terrenales cuya aplicación será la transmisión inalámbrica de información a muy alta velocidad. Estas actividades del Proyecto 34 guardan relación con la labor del Proyecto internacional MESA.

Proyecto de normalización de datos en banda ancha (documentos de la serie 902 de la TIA): Habida cuenta de la necesidad de normas comunes de radiocomunicaciones para los sistemas móviles terrestres utilizados en la seguridad pública, que permitan mayores velocidades de datos que los disponibles anteriormente, el TR-8 de la TIA sigue elaborando normas para la radiodifusión digital de datos en banda ancha. Las normas relativas al Proyecto 25 así como las relativas a datos en banda ancha son normas abiertas que se ponen a la disposición de múltiples fabricantes. Se está preparando la publicación de las normas de la serie 902 como normas ANS.

En los Estados Unidos de América, la planificación y adopción de decisiones en materia de reglamentación ha ayudado a estimular el desarrollo de normas de banda ancha de las radiocomunicaciones móviles terrestres, y se ha logrado que la FCC asigne espectro en la banda de frecuencias de 700 MHz para la transmisión de datos en banda ancha. Los canales tienen una anchura de banda de 50 kHz, que puede aumentarse hasta 150 kHz lo que permite alcanzar velocidades de datos de hasta 700 kbit/s para los usuarios. La serie de normas 902 de la TIA para esta tecnología se aplicará principalmente a la transmisión de datos, aunque también admite el tráfico de voz. El interfuncionamiento en esta fase concierne principalmente a las interfaces radioeléctricas. La FCC ha dado instrucciones de que se utilicen las normas del Proyecto 25 para el interfuncionamiento de canales en el espectro a 700 MHz.

2.3 Configuración del sistema

El Proyecto 25 está concebido para configuraciones del sistema muy diversas, que van desde la comunicación convencional directa entre dos unidades, pasando por comunicaciones basadas en repetidor hasta llegar a configuraciones de sistema de concentración de enlaces con cobertura local o nacional. Se adoptó un modelo genérico de sistema que corresponde al grado máximo de complejidad, aunque los sistemas pueden incorporar todos los elementos en un extremo o consistir sencillamente en una estación de base convencional en el otro extremo. Asimismo, se describe otro modelo de sistema para las comunicaciones directas entre dos unidades que no requiere infraestructura. El Proyecto 25 se ha diseñado con el fin de servir de entorno para muchos sistemas diferentes que sean conformes con el mismo y que funcionen de manera independiente o conjuntamente.

³ URL: www.fcc.gov/Bureaus/Wireless/News_Releases/nrwl6043.txt

2.4 Características principales

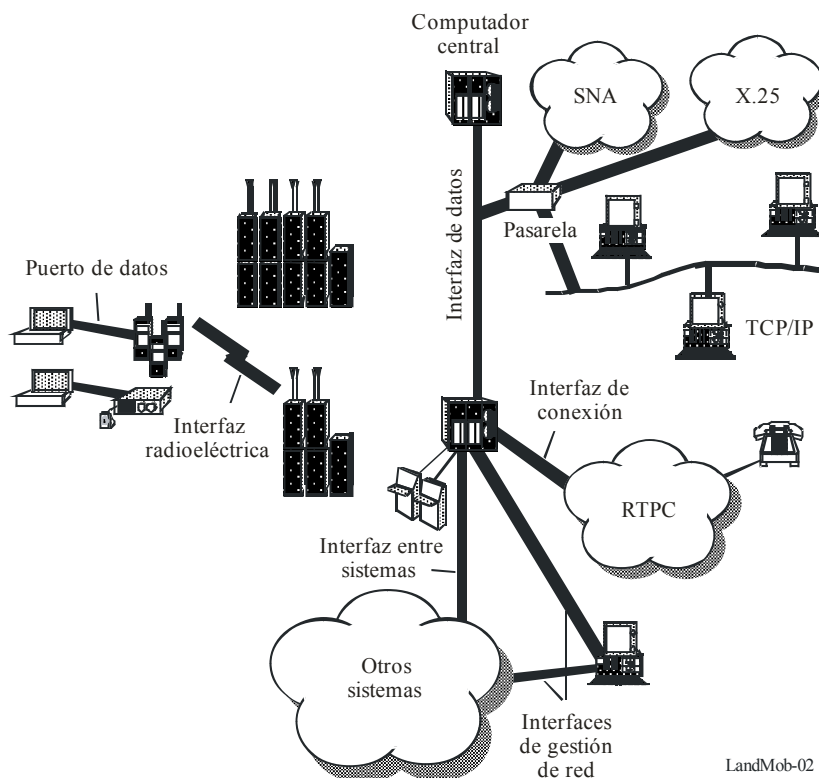
La característica fundamental del Proyecto 25 es su formato de canal común para configuraciones y aplicaciones muy diversas. Los formatos para el funcionamiento convencional son idénticos que para el funcionamiento en modo concentración de enlaces. Los formatos para transmisión de datos son idénticos para el control en modo concentración de enlaces o el control convencional. Los mecanismos de criptación son aplicables a todos los formatos de servicio, ya se trate de datos, voz o control. Estas características comunes tienen por resultado la «integración» buscada al definir el sistema. Otra característica importante del Proyecto 25 es el direccionamiento jerárquico y la organización entre subsistemas que permiten la coexistencia de varios sistemas del Proyecto 25 o la prestación de un servicio coordinado, a discreción de los operadores del sistema.

2.5 Principales prestaciones

La prioridad de cada uno de estos sistemas es satisfacer las necesidades de los usuarios encargados de la seguridad pública mediante aplicaciones convencionales, de concentración de enlaces y de datos. El sistema permite la definición de comunicaciones vocales en una llamada en grupo, llamada privada o llamada interconectada. El sistema también permite definir servicios de portador para datos por circuitos o datos por paquetes. Todo servicio de voz o datos puede codificarse en digital, con codificación normal o encriptada. Asimismo, el control digital necesario para coordinar el funcionamiento del sistema de concentración de enlaces puede ser digital normal o encriptado. La estructura jerárquica del sistema ofrece la posibilidad de conectar subsistemas RF entre sí para facilitar la itinerancia o permitir la comunicación en una zona más amplia.

FIGURA 2

Ejemplo de configuración de un sistema del Proyecto 25



Los servicios que se ofrecen a través de sistemas conformes al Proyecto 25 están concebidos para funcionar las 24 h del día con cobertura ubicua, en particular en el interior de edificios y estructuras (con la mayoría de los sistemas nuevos) y en todas las zonas geográficas de cobertura. Los actuales sistemas del Proyecto 25, las normas de datos de banda ancha de la TIA y las futuras tecnologías y capacidades del proyecto MESA/P34 tendrán en común muchos requisitos y funcionalidades de compatibilidad.

Los sistemas conformes al Proyecto 25 están en expansión, lo que permite un mayor grado de interfuncionamiento y compatibilidad de equipos y economías de escala. Actualmente, más de 50 países utilizan equipos o redes compatibles con el Proyecto 25. Para mayor información sobre el Proyecto 25 véase: http://www.tiaonline.org/standards/project_25/.

2.6 Principales ventajas

Las principales ventajas de este sistema para la comunidad encargada de la seguridad pública se resumen en cuatro aspectos fundamentales:

- Adquisición de equipos a precios competitivos, lo que permite a los organismos de seguridad pública seleccionar entre varios fabricantes. Cuarenta y ocho fabricantes han firmado el Memorándum de Entendimiento (MoU) sobre derechos de propiedad intelectual (DPI) del Proyecto 25, que representan a proveedores de infraestructura, terminales y equipos de prueba.
- El interfuncionamiento garantiza que los organismos encargados de la seguridad pública pueden comunicarse por radiocomunicaciones y a través de infraestructura, y permite también la comunicación directa entre las unidades de abonado, utilizando equipos de diferentes fabricantes.
- Se utiliza eficientemente el espectro a medida que los usuarios realizan la transición paulatina a la tecnología digital, pasando simultáneamente de canales de 25 kHz, de 12,5 kHz hasta llegar a 6,25 kHz.
- Son fáciles de utilizar, por lo que las prestaciones que se ofrecen al mercado de seguridad pública actual son idénticas independientemente de las bandas, la configuración del sistema, los servicios (voz, seguridad, datos y concentración de enlaces) y del fabricante.

3 TETRA

3.1 Origen

TETRA es la norma ETSI para la radiocomunicaciones digitales móviles terrestres con concentración de enlaces concebida para satisfacer las necesidades de los usuarios de radiocomunicaciones móviles privadas (RMP) tradicionales y las radiocomunicaciones móviles de acceso público (RMAP) en Europa. TETRA está ampliamente extendida en Europa y en el Extremo Oriente, Medio Oriente, África y América del Sur. TETRA también se ha adoptado como norma en la República Popular de China. Esta tecnología ya se ha normalizado y armonizado y ampliará el mercado de las radiocomunicaciones digitales móviles terrestres así como lo ha hecho la tecnología GSM para los sistemas celulares.

La normalización de TETRA comenzó a finales de 1989. La norma TETRA es el resultado de la labor voluntaria de usuarios y fabricantes en el marco de la ETSI, financiada por la ETSI y la Comisión Europea.

Las normas básicas TETRA adquirieron el estatus de Norma Europea de Telecomunicaciones (ETS) por votación el 29 de diciembre de 1995. Los primeros sistemas conformes con la norma TETRA comenzaron a funcionar en 1997. Como fue concebida para satisfacer las necesidades de los usuarios de las RMP y las RMAP tradicionales, TETRA se emplea en organizaciones de seguridad pública, transporte, servicios, defensa e industriales. Asimismo, varios operadores comerciales utilizan TETRA para prestar servicios de RMAP.

La Asociación del MoU de TETRA integra a usuarios, fabricantes, operadores y organismos reguladores y fue fundada en 1994 con el fin de ayudar a la ETSI en el proceso de normalización, prestar asesoramiento en cuestiones relacionadas con el espectro y crear un foro de discusión. Actualmente el MoU cuenta con 100 miembros y se ocupa asimismo de la especificación de compatibilidad y procesos de prueba que certifican el interfuncionamiento entre productos de diferentes fabricantes.

3.2 Descripción

TETRA emplea un método de acceso a canales AMDT, con cuatro canales lógicos por portadora. La velocidad de datos de cada portadora es de 36 kbit/s, y la portadora ocupa una anchura de banda de 25 kHz.

Cada canal admite la codificación de voz mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada (ACELP) que funciona a 4,567 kbit/s más corrección de errores, lo que hace un total de 7,2 kbit/s. Otra posibilidad es utilizar el canal para la transmisión de datos a una velocidad de hasta 7,2 kbit/s. Pueden reagruparse varios canales en una misma comunicación para ofrecer mayor ancho de banda y ajustarlo a las necesidades, pudiéndose alcanzar una velocidad de datos máxima de 28,8 kbit/s para un solo usuario o grupo.

Los sistemas AMDT, como es el caso de TETRA, consisten en tramas que contienen cada una cuatro intervalos. Un grupo de 18 tramas se conoce con el nombre de multitrama, de las que una trama completa se reserva para señalización, lo que permite enviar señales a un dispositivo de radiocomunicaciones ocupado en mitad de una llamada. La estructura de entramado se retransmite por el sistema para que la infraestructura y las estaciones móviles conozcan dicha estructura.

Además de la introducción de las normas TETRA, la reglamentación del espectro de las RMP realizada en Europa fue un paso importante hacia la armonización. El acuerdo de compartición con la OTAN y la resultante Decisión (96) 01 del Comité Europeo de Radiocomunicaciones (ERC) permitió una nueva asignación armonizada en Europa para los servicios de emergencia en la banda de 380 MHz y 395 MHz, haciendo posible la cooperación transfronteriza. En consecuencia, la Decisión (96) 04 del ERC abrió la posibilidad de realizar atribuciones comunes para usuarios TETRA distintos de los de servicios de emergencia, habiéndose convertido en una de las más populares la que se encuentra entre 410 MHz y 430 MHz. Fuera de Europa, la banda 800 MHz se ha convertido *de facto* en la atribución TETRA a frecuencias más altas, para la que existen productos de múltiples proveedores.

3.3 Configuración del sistema

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres pueden ser de propiedad privada y para uso exclusivo del propietario o bien ser propiedad de una tercera parte, en cuyo caso se denominan sistemas de radiocomunicaciones móviles de acceso público (RMAP) o sistemas compartidos.

La norma básica es una norma de concentración de enlaces para la transmisión de voz y datos, en la que cada intervalo de tiempo puede atribuirse para control, voz, y datos en modo circuitos o modo paquetes. Asimismo, existe una norma de modo directo, que permite a los abonados móviles hablar directamente entre sí sin tener que recurrir a infraestructura de red. La norma para la operación en modo directo (OMD) admite la posibilidad de emplear pasarelas y repetidores para ampliar la cobertura OMD e interfuncionar con la comunicación de red.

Se ha elaborado un modelo genérico del sistema. Cabe observar que las interfaces normalizadas permiten diseñar desde sistemas locales de muy pequeñas dimensiones hasta sistemas grandes de escala nacional, dado que no existen fronteras artificiales dentro de la infraestructura.

3.4 Características principales

Las ventajas de TETRA son sus funciones, tales como las llamadas rápidas a grupos con grupos de usuarios muy diferentes, la posibilidad de establecer llamadas prioritarias y la gran eficacia espectral así como las funciones de telefonía que ofrecen los sistemas de telefonía celular. Un atributo esencial de TETRA es su versátil interfaz radioeléctrica AMDT, para las que también se han definido servicios de voz, mensajería, datos y servicios complementarios a fin de garantizar la plena compatibilidad en un entorno multifabricante.

TETRA admite dos niveles de confidencialidad, en la interfaz radioeléctrica y de extremo a extremo, así como mecanismos de autenticación. Ciertos grupos de usuarios necesitarán un grado de seguridad mayor que el resultante de proteger únicamente las interfaces radioeléctricas, por lo que existe la posibilidad de utilizar un mecanismo de criptación de extremo a extremo en todos los puntos de la infraestructura.

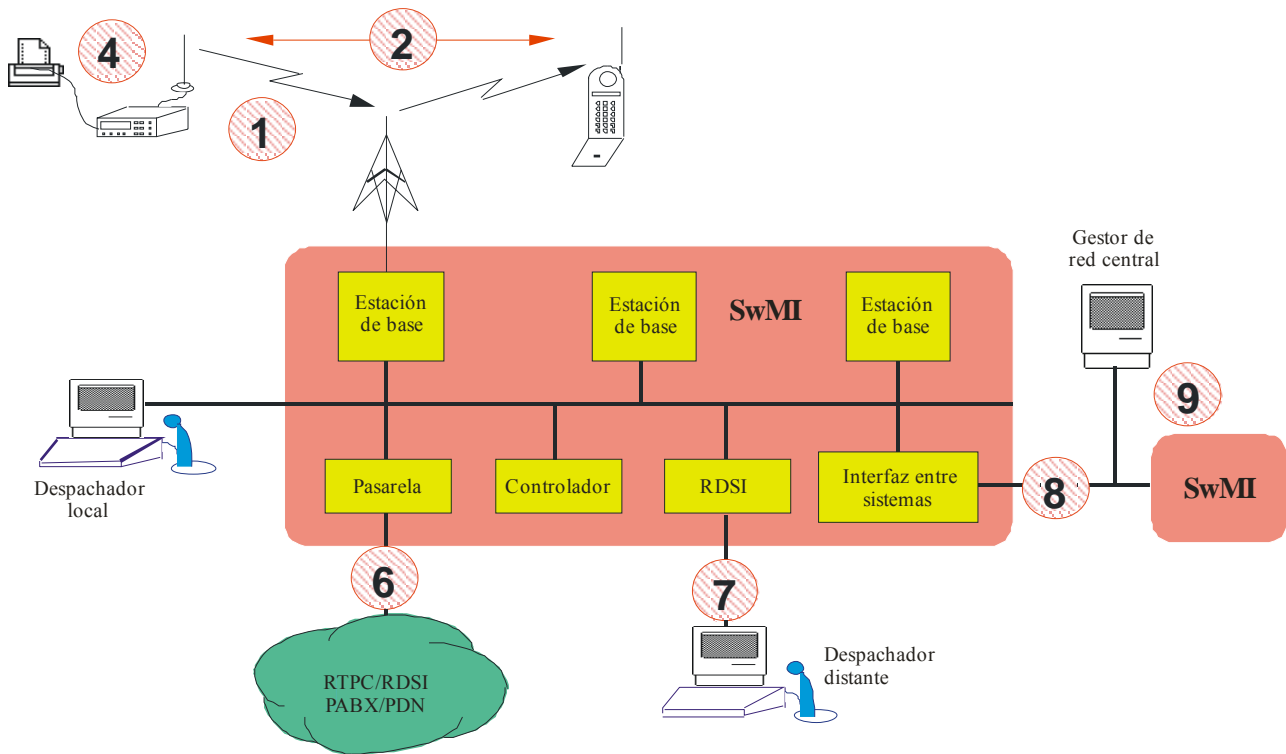
Los sistemas TETRA han de poderse utilizar desde diversos emplazamientos. De hecho, otra de las ventajas de TETRA es que los grupos pueden estar formados por miembros distribuidos en varios lugares sin que por ello se produzca la interrupción o degradación de las comunicaciones aunque se trate de grupos de conversación transfronterizos.

3.5 Principales prestaciones

TETRA permite ofrecer muchos servicios y servicios complementarios, tales como: llamadas a particulares, a grupos, de radiodifusión, a grupos con acuse de recibo, mensajería de datos cortos y situación, transmisión de datos protegidos y sin proteger a diversas velocidades de bits, y datos por paquetes IP. En cuanto a los servicios complementarios, el primer conjunto seleccionado para su normalización y puesta en práctica está formado por: llamadas con prioridad, entrada tardía, llamada prioritaria con preferencia, escucha privada, escucha por altavoz, selección de zona, prioridad de acceso, llamada autorizada por un despachador y servicios complementarios relacionados con llamadas y telefonía uno a uno.

La tecnología AMDT proporciona dos funciones útiles para la comunicación totalmente dúplex y la atribución de anchura de banda según las necesidades. Otras de las características esenciales es la posibilidad de definir grupos de conversación para las comunicaciones de despacho, y la comunicación uno a uno, uno a muchos y muchos a uno en modo de despacho.

FIGURA 3
Interfaces TETRA



SwMI: Infraestructura de gestión de conmutación

1. Interfaz radioeléctrica del sistema
2. Interfaz radioeléctrica de operación en modo directo (OMD)
4. Interfaz de equipos periféricos (IEP)
6. Pasarela hacia la red externa
7. Interfaz de la estación de línea (LS)
8. Interfaz entre sistemas (ISI)
9. Interfaz de gestión de red

LandMob-03

3.6 Principales ventajas

Las principales ventajas de TETRA son:

- Norma abierta que abarca todas las necesidades de los usuarios tradicionales de las RMP y las RMAP.
- Adquisición a precios competitivos de equipos en un entorno multifabricante para organizaciones y usuarios.
- Compatibilidad entre equipos de diferentes fabricantes.
- Mayor eficiencia espectral de la banda ocupada (4 canales lógicos separados en canales de 25 kHz) y, por consiguiente, menor necesidad de espectro para un determinado grado de servicio.
- Evolución tecnológica gracias a la prestación de nuevos servicios en la versión 2 de TETRA con miras a satisfacer las necesidades futuras de los usuarios.

4 TETRAPOL

4.1 Origen

Las especificaciones disponibles públicamente de TETRAPOL han sido realizadas por los fabricantes del Foro TETRAPOL y el Club de Usuarios de TETRAPOL. El principal objetivo de las especificaciones TETRAPOL es atender las necesidades del sector de la seguridad pública, aunque pueden utilizarse para otras redes privadas de grandes dimensiones.

Desde 1994, se han puesto en funcionamiento más de 50 sistemas TETRAPOL en todo el mundo entre los que pueden citarse ocho redes nacionales. Estos sistemas ofrecen una amplia gama de servicios, excelente confidencialidad de llamadas, calidad de transmisión uniforme y mejor utilización del espectro.

4.2 Descripción

TETRAPOL es un sistema para la transmisión de voz y datos totalmente digital que puede funcionar en las bandas de radiofrecuencia de 70 MHz a 933 MHz, y que utiliza la tecnología de acceso AMDF. Esta tecnología permite la operación en modo difusión simultánea y en modo directo con utilización eficaz de frecuencias. La separación de portadora es de 12,5 kHz o 10 kHz lo que facilita la transición de analógico a digital. Se utiliza la modulación MDMG, que es similar a la utilizada en GSM. La norma TETRAPOL es plenamente compatible con las normas ETS 300.113 sobre radiocomunicaciones y ETS 300.279 sobre compatibilidad electromagnética (normas del ETSI para la homologación de equipos de radiocomunicaciones).

El códec TETRAPOL emplea un algoritmo de codificación RPELP robusto y con protección contra ruido, que funciona a 6 kbit/s con una trama de voz de 20 ms. Asimismo, se utilizan códigos convolucionales BCH más el entrelazado y la detección de errores para proteger la información contra diversos tipos de ráfagas de errores. Los canales lógicos se dividen en canales de control, tráfico y datos, que pueden ampliarse en función de la demanda de tráfico. Un canal puede admitir datos en modo circuito a 3,2 kbit/s con protección contra errores o hasta 7,6 kbit/s sin protección.

4.3 Configuración del sistema

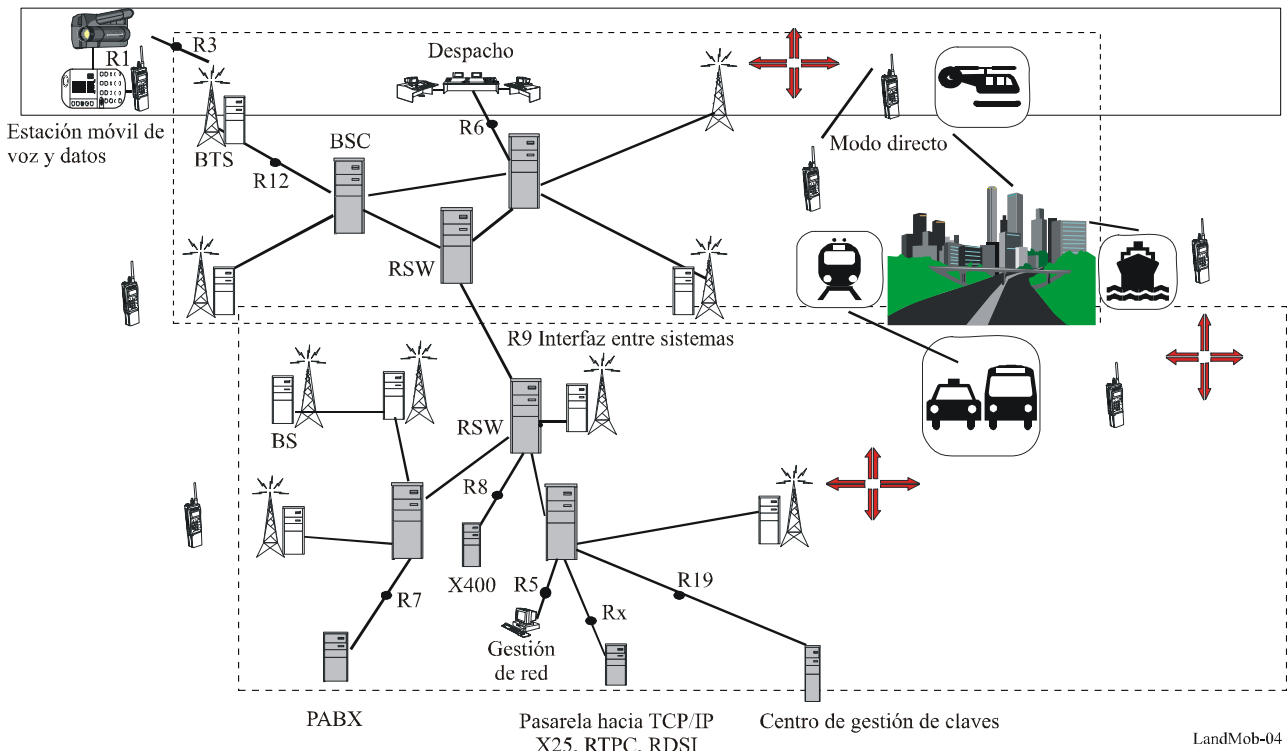
Las interfaces abiertas de TETRAPOL se definen en cada punto de referencia del modelo que se muestra en la Fig. 4 y describen en la especificación disponible públicamente. Hay un total de 21 puntos de referencia enumerados para las interfaces, entre las que cabe citar las interfaces de despacho, la interfaz del centro de gestión de claves, la interfaz del centro de gestión de red, y la interfaz PABX. Todas estas interfaces son específicas de los sistemas que ofrecen los servicios correspondientes.

Los módulos de sistema se ofrecen dependiendo del tamaño de la red, incluidas las centrales y las estaciones de base. Así pues, con TETRAPOL se puede abarcar una célula, un condado, una región o incluso un país entero. La interfaz entre sistemas permite la itinerancia entre diversas redes.

La especificación TETRAPOL se aplica a tres modos diferentes: modo red, modo directo y modo repetidor. En el modo red, el dispositivo móvil se encuentra dentro de la zona de cobertura y sujeto al control de la infraestructura. El modo red incluye un modo con concentración de enlaces y un modo de canal abierto. El modo directo consiste en la comunicación directa entre dos terminales móviles. El modo repetidor se refiere cuando el dispositivo móvil se comunica con otro terminal a través de un repetidor.

FIGURA 4

Ejemplo de configuración del sistema TETRAPOL



4.4 Características principales

Las características principales de TETRAPOL para el mercado de usuarios profesionales son las dimanantes del AMDF y la modulación MDMG seleccionados por este sistema.

La elevada sensibilidad del receptor que ofrece la modulación de TETRAPOL permite que el tamaño de las células sea grande y, por tanto, se necesitan menos emplazamientos para abarcar una determinada área, por lo que se economizan los costos de llamadas a grupos y grupos de conversación. La posibilidad de utilizar difusión simultánea en zonas extensas sincronizadas mejora la eficiencia espectral y reduce la infraestructura necesaria con una cobertura de célula muy grande. También puede ofrecerse el servicio de radiobúsqueda.

La ausencia de una referencia de sincronización facilita y hace más eficiente el funcionamiento en modo directo.

Gracias a la codificación eficiente de la voz se consiguen buenos resultados en un entorno ruidoso.

Los mecanismos de seguridad, diseñados desde cero para el protocolo, ofrecen niveles de seguridad altos sin menoscabar su funcionamiento.

Las técnicas de compresión permiten la transmisión eficaz de imágenes, imágenes en movimiento lento o mapas, que pueden utilizarse junto con el GPS.

4.5 Principales prestaciones

Dado que las necesidades y las aplicaciones que requieren los usuarios particulares son muy diferentes, TETRAPOL consiste en un juego de herramientas que el usuario puede utilizar para crear los servicios que desea. Se ofrece un núcleo de teleservicios, tales como canal abierto, llamadas a grupos y grupos de conversación, y llamadas de emergencia. Asimismo, puede seleccionarse un gran conjunto de servicios complementarios tales como llamada con prioridad preferente, llamada autorizada por el despachador o escucha por altavoz. Los servicios de portador para datos incluyen el modo circuitos, el modo paquetes y el modo sin conexión.

Entre las aplicaciones que se ofrecen pueden citarse la mensajería por internet o servicios intranet a través de los protocolos TCP/IP. Asimismo, se ofrecen protocolos de mensajes de datos cortos tales como SMS, estado y radiobúsqueda.

La gestión de flotas, grupos y subgrupos permite el control dinámico de los privilegios de llamada de los usuarios.

Las interfaces del centro de despacho y del centro de gestión de claves son abiertas para aquellos sistemas que utilizan consolas de despacho o centros de gestión de claves.

Se ofrecen diferentes niveles de seguridad, en particular la autenticación y la seguridad de extremo a extremo con una SIM opcional.

En la medida de lo posible, se utilizan normas existentes tales como QSIG para la interfaz entre sistemas y CMIP o SNMP para la gestión de red. La gestión estratégica, técnica y operacional son independientes.

El sistema es modular en todos los niveles:

- a nivel de cobertura, que abarca desde una célula, una región, hasta un país o varios países;
- a nivel de direccionamiento, que varía de un usuario, una flota y hasta un grupo.

A fin de atender las necesidades de nuevos usuarios y facilitar la transición hacia velocidades de datos más altas, TETRAPOL está concebido para permitir la transición a sistemas totalmente IP para voz y datos, radiocomunicaciones de banda ancha y nuevos códecs.

4.6 Principales ventajas

Los usuarios de los servicios de seguridad y emergencia, para los que está concebido principalmente el sistema, y cuyas necesidades son muy exigentes, dispondrán de las siguientes ventajas:

- sistemas robustos y eficaces, con interfaces abiertas desde los sistemas de funcionamiento;
- sistemas verificados en el terreno, cuya adaptación a las necesidades y resultados que requieren los usuarios está demostrada; y
- compatibilidad entre equipos de diversos fabricantes.

5 EDACS

5.1 Origen

EDACS fue creado por Ericsson y luego M/A-COM compró los derechos del producto del sistema EDACS en 2001. Este sistema ofrece servicios digitales avanzados de radiocomunicaciones móviles terrestres para comunicaciones radioeléctricas privadas y servicios para organizaciones industriales, de radiocomunicaciones móviles especializados, federales, seguridad pública y de servicios, a todos los niveles, en particular local, regional y nacional. Los primeros documentos sobre la familia EDACS fueron publicados por la TIA en 1998. En 2000, la serie de normas TIA-69 (elaboradas en la Comisión de Ingeniería TR-8 de la TIA) sobre los sistemas de radiocomunicaciones digitales EDACS constaba, entre otros, de cuatro boletines de sistemas de telecomunicaciones (es decir, definición de sistemas y normas para servicios digitales de radiocomunicaciones móviles terrestres (SRMT); interfaz radioeléctrica digital para acceso al canal, modulación, mensajes y formatos y datos por paquetes para el SRMT), una norma provisional (puesta en práctica de IMBE) y varios trabajos sobre métodos de medición para transeceptores. La familia de documentos EDACS es compatible con modelos anteriores y capaz de interfaccionar con los sistemas EDACS instalados para los servicios definidos.

5.2 Descripción

La familia de documentos EDACS se aplica a los equipos de radiocomunicaciones móviles terrestres que disponen de licencia de la National Telecommunications and Information Administration (NTIA) y cumplen las normas y reglamentos de la FCC. Estos sistemas son adecuados para los canales 12,5 kHz o 25 kHz diseñados para ondas métricas, decimétricas, y bandas de frecuencias entre 800 y 900 MHz. EDACS admite los modos de comunicación siguientes: voz digital, datos digitales, criptación de voz digital y MF analógica para la capacidad de ayuda mutua. El modo de voz digital permite tres tipos de llamada: llamadas a grupos, llamadas de emergencia a grupos, llamadas a particulares, y llamadas a todo el sistema.

EDACS utiliza un método de acceso a canal AMDF a una velocidad de datos de portadora de 9600 bit/s. El sistema EDACS utiliza la técnica de modulación digital para todas las comunicaciones, incluido el canal de control, la voz digital y los modos de datos. Para ello se aplica la modulación binaria de una frecuencia portadora con dos estados mediante una señal de no retorno a cero (NRZ). Se utiliza un filtro Gaussiano antes de la modulación para reducir la anchura de banda que ocupa la portadora. La técnica de modulación es una variante de MDF binaria, conocida formalmente con el nombre MDFG. Se trata de una modulación MDF binaria de fase continua con una función Gaussiana de conformación de impulso. Cada canal puede transmitir voz mediante un codificador de voz basado en la codificación multibanda avanzada (AME) a una velocidad bruta de 9099 bit/s, e incluye la corrección de errores.

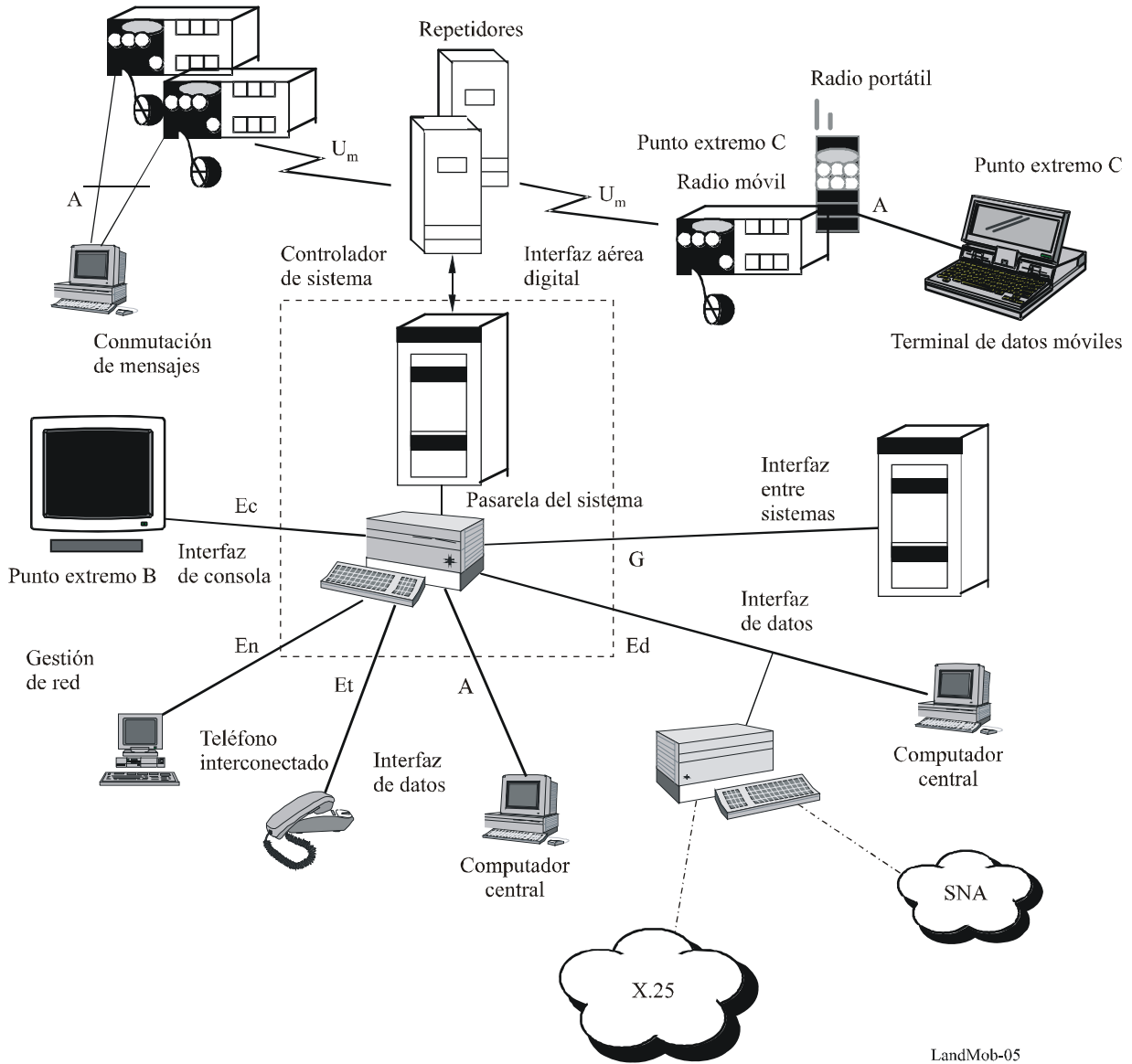
5.3 Configuración del sistema

El modelo de sistema EDACS describe un sistema de radiocomunicaciones móvil terrestre con concentración de enlaces que utiliza la tecnología de voz digital. El sistema está constituido por elementos interconectados que actúan conjuntamente. Estos elementos se representan mediante sus atributos físicos y de arquitectura, y en conjunto constituye el sistema total que se utiliza para prestar servicios diversos en las radiocomunicaciones móviles terrenales privadas.

En la Fig. 5 se muestran los elementos físicos, que se dividen en grupos funcionales, tales como dispositivos móviles o portátiles, estaciones de base, equipo del controlador de sistema y terminales móviles de datos. Cada uno de estos grupos funcionales realiza funciones específicas que son necesarias para el funcionamiento del sistema; un determinado sistema puede contar con algunos o todos estos grupos funcionales. En la Figura se muestra también un total de siete interfaces de sistema que se definen en los documentos sobre EDACS.

FIGURA 5

Ejemplo de configuración del sistema EDACS



5.4 Características principales

Una característica fundamental para satisfacer las necesidades de comunicación actuales y futuras es la capacidad evolutiva que ha demostrado EDACS. Los productos y servicios de EDACS se han concebido para ser compatibles con las tecnologías anteriores, actuales y futuras. Como se trata de una tecnología de vida útil prolongada, EDACS sigue evolucionando para incorporar nuevas funciones y servicios que son compatibles con los sistemas que se venden desde 1987 así como facilitar un plan de transición para integrar esta tecnología en los sistemas prisma AMDT-F OpenSky y EDACSIP que son muy eficaces en cuanto a la utilización del espectro.

5.5 Principales prestaciones

Los teleservicios EDACS constan de llamadas a grupo, llamadas de emergencia a grupos, llamadas a particulares y llamada a todo el sistema. La llamada a grupos puede consistir en una llamada a una subflota, una flota o una llamada a todo un organismo, en función del ID del grupo. Las llamadas a grupos funcionan en uno de los tres modos siguientes: voz digital, datos digitales o ayuda mutua analógica.

Los servicios complementarios incluyen características tales como el acceso rápido al canal, la firma automática de llamada, tono de aviso de transmisión, indicación del ID del llamante, barrido de grupo, puesta de llamadas en cola, criptación, interconexión telefónica, 8 niveles de prioridad, un subsistema de alarma, etc. Estos servicios complementarios modifican o mejoran las características de los servicios de portador y los teleservicios del sistema.

5.6 Principales ventajas

Al desarrollar especificaciones basadas en la tecnología EDACS se obtiene la compatibilidad con modelos anteriores y el interfuncionamiento con equipos y sistemas EDACS existentes, a escala mundial.

6 AMSF

6.1 Origen

El sistema AMSF fue creado en Israel, donde se dispone de un banco de pruebas para la validación de la evolución del sistema. El incentivo más importante para la creación de AMSF fue su eficiencia espectral, gracias a la cual este sistema es una solución viable para servicios RMAP/RMP, aun cuando la asignación espectral sea sumamente pequeña (por ejemplo, 30 frecuencias de 25 kHz para una cobertura de servicios ilimitada). Los sistemas AMSF se concentran principalmente en el mercado de las RMAP y tratan de resolver los problemas planteados por los usuarios comerciales. AMSF se ha especificado y desarrollado para cumplir la reglamentación de la FCC de Estados Unidos de América (por ejemplo, Parte 15, 68, 90 y 94).

6.2 Descripción

AMSF es básicamente una tecnología de radiocomunicaciones digitales avanzadas gracias al cual se obtiene un sistema de radiocomunicaciones móviles con una eficacia óptima del espectro. La tecnología de comunicación subyacente es una combinación de AMDT (3:1) y acceso múltiple por

saltos de frecuencia (un método AMDC). Gracias a los códigos de protección de errores y al entrelazado se obtiene una excelente protección contra el deterioro de las condiciones del canal, ya sea debido a interferencia o a la recepción de la señal con poca potencia.

Los parámetros de los saltos se seleccionan para lograr una alta eficiencia espectral del dispositivo móvil y que éste funcione en los canales móviles con interferencia. La robustez de la capa física de la tecnología AMSF permite mejorar la capacidad mediante la realización de un modelo de reutilización celular cuyo factor de reutilización de frecuencias es pequeño. El sistema permite equilibrar la reutilización negociada para la capacidad y viceversa, es decir emplear un factor de reutilización de 1 con capacidad más pequeña por unidad topológica u optar por un factor de reutilización de 3, con una mayor capacidad para la misma unidad topológica (estación de base, sector). La interfaz radioeléctrica AMSF define canales de tráfico y canales de control (bidireccionales), de modo que sólo los canales de tráfico saltan de frecuencia.

6.3 Configuración del sistema

El sistema AMSF consta de la interfaz radioeléctrica AMSF, la señalización entre sistemas mediante una interfaz normalizada SS7-MAP, la conectividad a través de una interfaz telefónica de la RTPC y la conectividad a internet normalizada mediante una interfaz con la estación de línea.

6.4 Características principales

Se ha tratado de definir los servicios y aplicaciones de modo que la comunidad de flotas móviles disponga en un mismo sistema de todas las comunicaciones y controles que necesita, lo que incluye a la telefonía de voz, el despacho de voz (individual y en grupo), los servicios de portador de datos y las aplicaciones específicas de datos (por ejemplo AVL, Manifest).

Entre los teleservicios que ofrece el sistema puede citarse la telefonía entre dispositivos móviles, las comunicaciones vocales de despacho, las comunicaciones de voz de dispositivo móvil a grupo, el acceso selectivo a servicios incluidos las comunicaciones protegidas opcionales, y la comunicación telefónica entre una unidad móvil y la RTPC.

6.5 Principales prestaciones

Los parámetros de saltos de AMSF junto con los códigos de protección de errores y entrelazado ofrecen una resistencia excelente a la degradación del canal causada por interferencias.

7 AMDC-RMAP

7.1 Origen

La tecnología AMDC-RMAP se comenzó a utilizar en Europa para satisfacer la considerable demanda de sistemas y servicios de RMAP digitales, en particular los datos a alta velocidad así como los datos a velocidad media y servicios de voz RMAP. Esta tecnología es capaz de satisfacer

este requisito de manera eficaz, especialmente para las redes RMAP de escala nacional y regional, así como proporcionar diversas ventajas que no ofrecían anteriormente otros sistemas RMAP y que redundan en beneficio de los usuarios (y operadores) para una gran variedad de aplicaciones. La anchura de banda de la portadora de un sistema AMDC-RMAP es de 1,25 MHz y el sistema funciona con un factor de reutilización (celular) de frecuencias de 1, lo que significa que la eficiencia espectral del sistema AMDC-RMAP es muy alta.

Aunque en la actualidad sólo se han instalado a escala mundial muy pocas redes AMDC-RMAP, se prevé que en breve se instalarán muchas más, dado que la demanda de transmisión eficiente de datos a alta velocidad y voz en las RMAP está aumentando en todo el mundo.

7.2 Descripción

La tecnología AMDC-RMAP utiliza la tecnología de voz por IP que funciona por una red de radiocomunicaciones AMDC a fin de proporcionar servicios de RMAP basados en voz a los usuarios, además de servicios de datos a diferentes velocidades. En la práctica, se utiliza una aplicación RMAP que se ejecuta en un servidor conectado a una red de radiocomunicaciones AMDC, que utiliza las funciones y servicios de la red de radiocomunicaciones AMDC subyacente (es decir, cdma2000). Este método flexible ofrece una combinación versátil de servicios RMAP de voz y datos con las interfaces adecuadas para la creación de una gran variedad de aplicaciones y soluciones RMAP para los usuarios.

La tecnología AMDC-RMAP está concebida para su utilización en redes de RMAP, concretamente en las siguientes bandas de frecuencias:

- 410-420/420-430 MHz
- 450-460/460-470 MHz
- 870-876/915-921 MHz.

La anchura de banda de la portadora en las transmisiones AMDC-RMAP es de 1,25 MHz y se utiliza una separación de 1,25 MHz entre las frecuencias centrales de las portadoras adyacentes AMDC-RMAP. A diferencia de los sistemas AMDF y AMDT, el sistema AMDC-RMAP no requiere un patrón de reutilización de frecuencias celular. En los sistemas AMDC-RMAP todas las estaciones de base en la red pueden utilizar la misma frecuencia de portadora (es decir el factor de reutilización es 1). Esto es posible gracias a que se utilizan «códigos» para distinguir los canales de los diversos dispositivos móviles, en lugar de frecuencias y/o intervalos de tiempo.

En la misma portadora pueden coexistir aplicaciones de voz y datos. Una portadora AMDC-RMAP admite hasta un máximo de 35 usuarios de voz. Suponiendo un modelo de tráfico Erlang B, esto equivale a 24,6 Erlangs/portadora con un bloqueo de 1% o 26,4 Erlangs/portadora con un bloqueo de 2%. La velocidad de datos fundamental por usuario varía entre 9,6 kbit/s y un máximo de 153,6 kbit/s en el enlace ascendente. La capacidad total para voz y datos es intermedia en función de la combinación de los dos servicios.

7.3 Configuración del sistema

El sistema consiste básicamente en las dos partes siguientes:

- Una red de acceso radioeléctrica AMDC, junto con la red de datos y componentes IP conexos.
- Una aplicación RMAP, que consta de una parte de cliente móvil que se ejecuta en un terminal móvil y una parte de servidor de red que se ejecuta en servidores conectados a la red.

En la Fig. 6 se muestra la arquitectura del sistema AMDC-RMAP.

El controlador de medios/servidor de botón de habla (PTT), es un elemento fundamental en la arquitectura y se encarga de coordinar las llamadas PTT en función de las necesidades de los miembros que originan la llamada y la correspondiente respuesta obtenida de la base de datos de abonados. Entre las funciones que realiza este controlador están la inscripción de abonados; el procesamiento de llamadas mediante SIP; aplicaciones PTT incluidos los servicios punto a punto y punto a multipunto; la transmisión de paquetes con la dirección IP de destino adecuada de cada miembro disponible para la llamada en curso; y la activación y desactivación dinámica de miembros del grupo durante una llamada activa. Las correspondientes bases de datos de abonados contienen el perfil de configuración del abonado, la administración de listas de grupo, la administración de unidades móviles para la actualización de usuarios en las listas de grupos y la administración basada en la web para actualizar las listas de grupos.

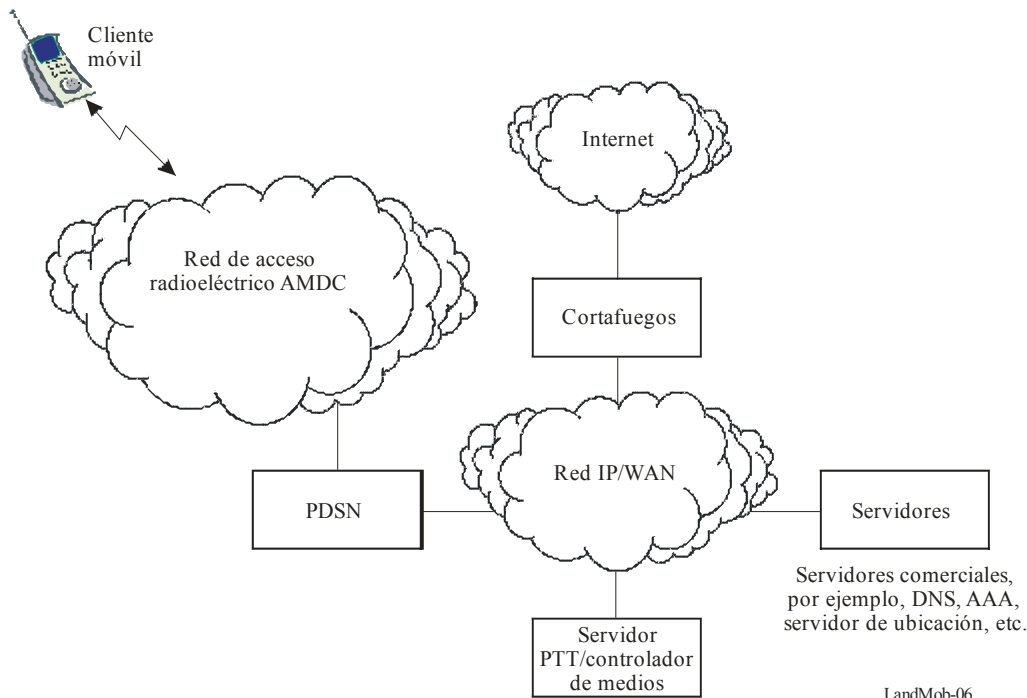
La interfaz entre la red de acceso de radiocomunicaciones AMDC y la red de datos por paquetes IP/WAN consiste en un nodo servidor de datos por paquetes (PDSN), que es un elemento habitual en estos tipos de funciones. Este nodo admite la utilización de un protocolo normalizado que realice la compresión de encabezamientos a fin de mejorar la eficacia de la transmisión radioeléctrica de tráfico y, por consiguiente, ofrecer una voz de mejor calidad.

Además de los elementos de red mencionados anteriormente, los dispositivos móviles PTT del abonado deben estar equipados con el software cliente adecuado. Este software sirve de interfaz entre el dispositivo móvil con el correspondiente software en el servidor PTT a efectos de obtener las funciones PTT y las características funcionales básicas de AMDC-RMAP, ofrecen un entorno muy flexible para la creación de servicios y aplicaciones y una combinación versátil de servicios de voz y datos RMAP. Los servicios disponibles mediante esta tecnología son, entre otros, los siguientes:

- Servicios de voz PTT
- Llamadas a grupos
- Servicios de despacho
- Establecimiento de prioridades y puesta en cola
- Mensajes de estado y de datos cortos
- Servicios IP/datos por paquetes
- Transmisión simultánea de voz y datos
- Gestión dinámica de grupos
- Reprogramación a distancia de terminales
- Servicios de ubicación.

FIGURA 6

Ejemplo de configuración del sistema AMDC-RMAP



Además de la prestación de tales servicios y funciones que requieren desde siempre los usuarios de las RMP y las RMAP, el sistema AMDC-RMAP también ofrece una gran variedad de servicios y funciones distintos que, en general, no ofrecían anteriormente los sistemas RMAP o RMP, pero que probablemente serán útiles para los usuarios (y operadores) de las RMAP de una gran variedad de aplicaciones. Algunos ejemplos son:

- Flexibilidad en el establecimiento de planes de numeración/direccionamiento para organizaciones de usuarios (y uso eficiente de los escasos recursos de numeración de red).
- Integración con los servicios IP, o utilización de los mismos, tales como mensajería instantánea, servicios de presencia, intranet, voz por IP, criptación de extremo a extremo de voz y datos, servicios basados en la web, etc.
- Capacidad para reproducir mensajes de despacho (voz y datos), según proceda.
- Almacenamiento automático y retransmisión de mensajes de alta prioridad (voz y datos) hasta que se reciban, con acuse de recibo y entrega garantizada.
- Posibilidad de establecer rápida y temporalmente un Grupo ad hoc en función de diversos parámetros posibles (incluida la ubicación), por ejemplo un lugar concreto para una determinada situación en la que intervienen todos los usuarios que se encuentran en las inmediaciones en ese momento.

ANEXO 2

SISTEMAS DE RADIOBÚSQUEDA Y DE MENSAJERÍA AVANZADOS

En el presente Anexo se describe en detalle las características técnicas y de funcionamiento de diversos sistemas de radiobúsqueda y mensajería, así como sus correspondientes códigos.

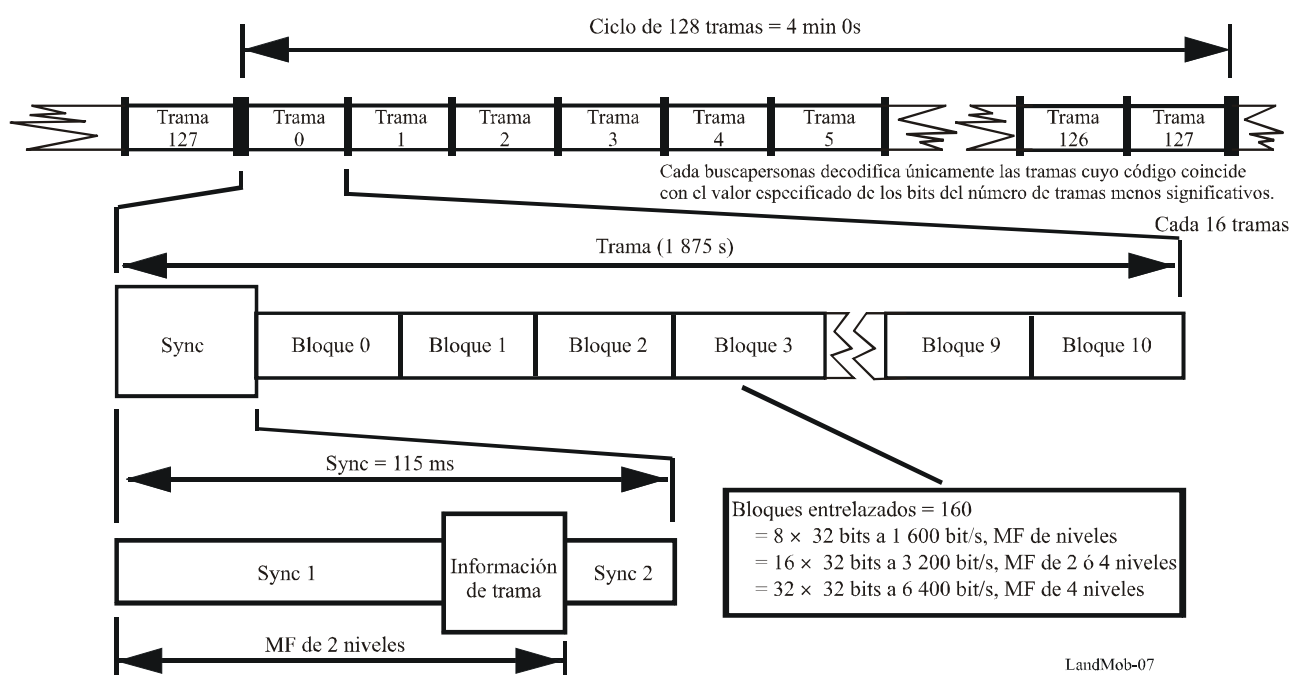
1 Características técnicas de FLEX

1.1 Formato de codificación de FLEX

El formato de codificación de FLEX utiliza un código síncrono e incorpora protección contra desvanecimiento de la señal en su campo de datos (campo de direccionamiento, vectorización y mensajería) que consiste en enviar los bits con un entrelazado de profundidad 8. Como puede verse en la Fig. 7, la estructura de las tramas se repiten cada 1,875 s, lo que resulta en 11 bloques de datos de 8 palabras de código cada uno. La primera palabra de código en el bloque 0 se asigna a una palabra de información de bloque contiene información relativa a la estructura de trama y del sistema. Así pues, las 87 palabras de código restantes se utilizan para la transmisión de datos. El formato de codificación FLEX dispone de 3 velocidades de señalización, en 4 formatos, lo que permite su implementación en la infraestructura existente con un sistema de MF de dos niveles a 1 600 bit/s; la nueva infraestructura se configura para 3 200 bit/s, utilizando MF de 2 ó 4 niveles (MDF) y la máxima velocidad se obtiene con MF de 4 niveles (MDF) a 6 400 bit/s. Cada una de estas opciones permite al operador de sistema añadir abonados e infraestructura cuando juzgue necesario aumentar la capacidad del sistema. La función multivelocidad de FLEX se logra mediante la multiplexación de uno, dos o cuatro canales de tráfico a 1 600 bit/s. Estos canales a 1 600 bit/s se conocen como «fases». En resumen, se dispone de un total de 87 a 174 y 348 palabras de código en el campo de datos, respectivamente, para cada una de las tres velocidades.

FIGURA 7

Formato de codificación de FLEX



FLEX está diseñado para funcionar simultáneamente con los sistemas de radiobúsqueda existentes en todo el mundo, incluidos aquellos del Post Office Code Standardization Advisory Group (POCSAG). Los operadores de sistema no tiene por qué modificar su sistema para alcanzar en una sola etapa la velocidad FLEX más alta de 6 400 bit/s, sino que pueden actualizar los terminales de red existentes para utilizar el sistema FLEX 1600 a partir de los sistemas de 1 200 bit/s existentes y seguir ofreciendo los servicios a sus abonados actuales.

1.2 Principales ventajas de FLEX

Velocidad de radiobúsqueda más alta

FLEX alcanza velocidades de radiobúsqueda de hasta 6 400 bit/s. Esta velocidad se consigue gracias a la multiplexación de cuatro trenes de datos en una transmisión de 6 400 bit/s. Cada tren de datos o fase funciona de manera independiente y los buscapersonas (los receptores del servicio de radiobúsqueda que tienen los abonados) sólo decodifican una fase. De este modo se evita que los mensajes largos bloqueen o retrasen otros mensajes.

Mayor capacidad de canal

FLEX admite hasta mil millones de direcciones y hasta 600 000 dispositivos buscapersonas numéricos por canal (dependiendo de la velocidad de tráfico por abonado). En el caso de los buscapersonas numéricos de 10 cifras, la capacidad de FLEX es más de cuatro veces mayor que la de los sistemas POCSAG más avanzados que funcionan a 1 200 bit/s. Para buscapersonas alfanuméricos de 40 caracteres, la capacidad de FLEX es cinco veces mayor que la de POCSAG 1200.

Menor costo del sistema por usuario

Como su capacidad es mayor, los operadores pueden añadir abonados a los canales existentes lo que se traduce en un menor costo por bit transmitido y menor costo por usuario de buscapersonas.

Combinación eficaz de servicios

Los sistemas POCSAG actuales agotan rápidamente su capacidad cuando se prestan simultáneamente servicios numéricos, alfanuméricos y de información en el mismo canal. En la tecnología FLEX todos estos servicios pueden combinarse de manera eficaz sin que ello vaya en detrimento de los usuarios del servicio numérico. Para ello se utilizan fases especiales dedicadas a un solo servicio, dado que estas fases operan independientemente de las otras.

Compatibilidad con los códigos existentes

FLEX es eficaz cuando se utiliza solo o en combinación con códigos existentes. Esto significa que los sistemas POCSAG existentes que no estén totalmente cargados, pueden transformarse a la tecnología FLEX y utilizar en principio únicamente 3,1% del tiempo de retransmisión existente. Además, en este 3,1%, FLEX admite entre 5 000 (cuando funciona a 1 600 bit/s) y 20 000 (cuando funciona a 6 400 bit/s) abonados al servicio numérico.

Código robusto y fiable

FLEX ofrece a los usuarios del servicio de radiobúsqueda una protección excepcional contra el desvanecimiento de la señal, que se traduce en una mayor fiabilidad del sistema para todos los servicios de radiobúsqueda, especialmente los servicios alfanuméricos y de información. Cuando varía la intensidad de la señal, FLEX es capaz de soportar un desvanecimiento de 10 ms a todas las velocidades y seguir decodificando correctamente la información.

Por otra parte, FLEX mejora la fiabilidad mediante la realización de sumas de verificación, que es otro mecanismo de detección de errores, la numeración de los mensajes para recuperar los mensajes perdidos, y el control de la terminación satisfactoria de un mensaje mediante la especificación de la longitud del mismo. Esto significa que para que una palabra contenga errores es necesario que el desvanecimiento tenga una duración mayor.

Entrega de búsqueda mejorada

Gracias a su mayor fiabilidad, FLEX ofrece una capacidad mejorada de entrega de radiobúsqueda. Esto significa que se reducen los retrasos en horas punta, lo que se traduce en una reducción o eliminación de la necesidad de volver a marcar en el terminal de red de radiobúsqueda y su consecuente retransmisión radioeléctrica. Además de aumentar el grado de satisfacción que experimenta el usuario, se obtiene también una utilización más eficiente de los recursos de infraestructura, tales como los canales telefónicos y el tiempo de transmisión.

Crecimiento paulatino

FLEX permite utilizar eficazmente los sistemas de infraestructura existente dado que se basa en el actual sistema POCSAG 1200. El sistema FLEX es flexible y funciona a 1 600 bit/s, 3 200 bit/s y 6 400 bit/s con el fin de que los proveedores de servicio puedan adaptar la capacidad del sistema a las necesidades del mercado. La tecnología FLEX permite a los proveedores de servicio modificar dinámicamente la velocidad de transmisión para ajustarla a los modelos de tráfico.

Mayor rendimiento de la batería y buscapersonas más pequeños

En la tecnología FLEX, la batería del buscapersonas puede durar hasta 10 veces más que en los sistemas POCSAG. La razón estriba en que FLEX tiene mayores capacidades de sincronización lo que significa que el buscapersonas puede buscar su código CAP con mayor eficacia y por tanto ahorrar energía. Gracias a este mayor rendimiento de la batería es posible utilizar baterías más pequeñas y diseñar un buscapersonas de dimensiones excepcionalmente pequeñas.

Fundamentos de los futuros servicios de radiobúsqueda mejorado

El protocolo FLEX resulta adecuado para el mercado de la radiobúsqueda que evoluciona constantemente hacia una mayor sofisticación, dado que permite la actualización a servicios mejorados tales como la radiobúsqueda bidireccional y la itinerancia a escala nacional. El protocolo FLEX fue concebido para admitir la coexistencia de futuras versiones en el mismo sistema.

2 Características técnicas de ERMES

2.1 Arquitectura de ERMES

Para ofrecer los servicios ERMES fundamentalmente en lo que respecta a la gestión de tráfico internacional y la capacidad de itinerancia, deben conectarse las diferentes redes nacionales con el fin de ampliar la cobertura. En la Fig. 8 se representa la estructura funcional general del sistema ERMES y de las diferentes interfaces. El sistema ERMES se divide en dos partes principales, la parte de telecomunicaciones y la parte de explotación y mantenimiento. Esta arquitectura es conforme con las Recomendaciones de la Serie M del UIT-T y es similar a la de cualquier red internacional de telecomunicaciones.

En lo que respecta a la parte de telecomunicaciones, cada red se gestiona mediante un controlador de red de radiobúsqueda (PNC) que se describe en el párrafo siguiente. Los controladores de zona de radiobúsqueda (PAC) y las estaciones de base (EB) garantizan la cobertura radioeléctrica en una o varias zonas de radiobúsqueda y en conjunto constituyen un subsistema de radiocomunicaciones.

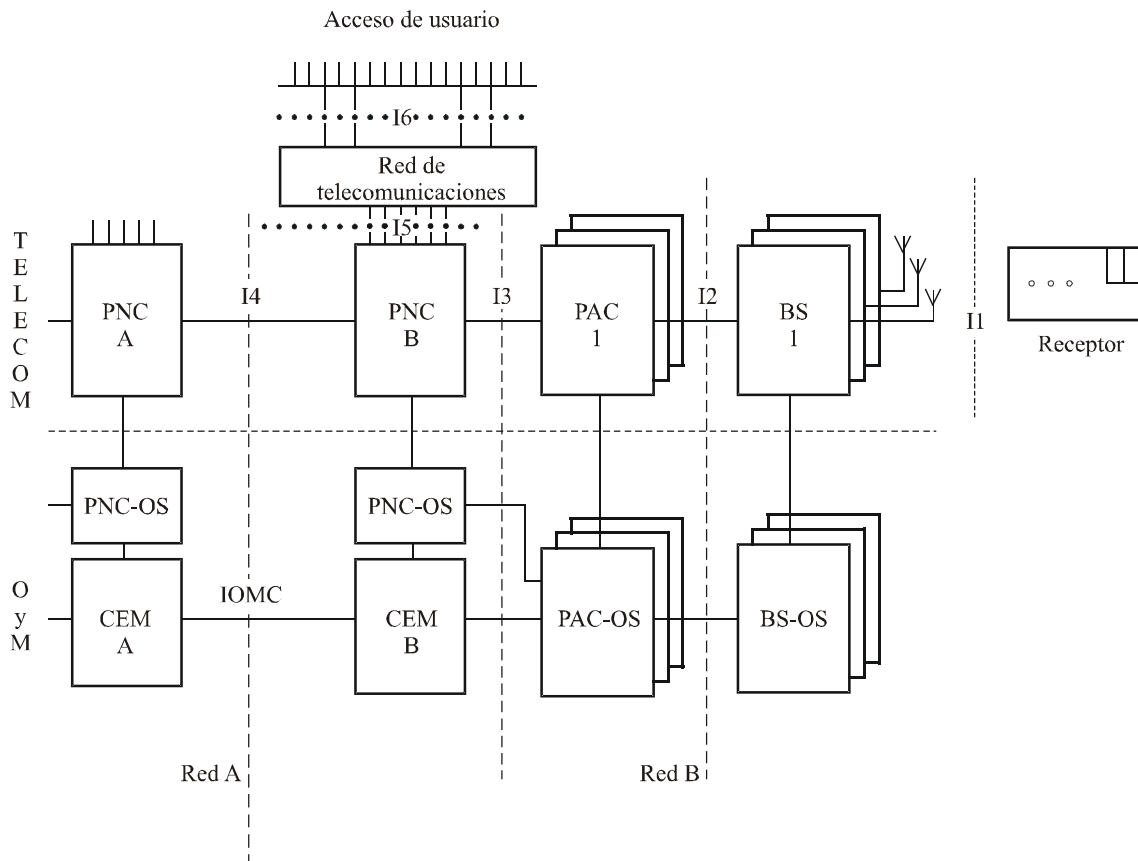
El PNC constituye la unidad central de procesamiento de llamadas de la red. Por regla general, se encarga de una red y mantiene un enlace de conexión con los otros PNC del sistema ERMES utilizando una interfaz I4 para proporcionar llamadas de radiobúsqueda internacionales y la función de itinerancia.

El PNC realiza el procesamiento de llamadas. El PNC dará curso a un mecanismo de aceptación de llamada para cada intento de llamada a fin de garantizar la calidad del servicio ofrecida. A tal efecto, el PNC coopera con el centro de explotación y mantenimiento (CEM) en cual transmite la información de estado.

El acceso al servicio se logra mediante la interfaz I6 del PNC, que gestiona la conversación del usuario. Cuando la conexión entre el terminal de usuario y el PNC se realiza mediante una red de telecomunicaciones, la interfaz entre la red y el PNC es I5.

FIGURA 8

Arquitectura de ERMES



- I1, I2, I3, I4, I5 e I6: interfaces funcionales entre entidades
- O y M: parte des explotación y mantenimiento de la red
- OS: sistema operativo
- TELECOM: parte de telecomunicaciones de la red
- Acceso de usuario: conjunto de posibilidades que se ofrecen a los usuarios para acceder a los sistemas (teléfono, terminal de datos, télex, RDSI, etc.)

LandMob-08

Los PAC, que controlan una zona de radiobúsqueda, se encargan de gestionar la cola de mensajes y dar curso a los mismos en función del nivel de prioridad y el formato de transmisión en la zona de radiobúsqueda que atienden.

La estación de base (EB) consta de uno o varios transmisores y el correspondiente equipo de control y temporización. La transmisión debe realizarse por uno de los 16 canales de radiocomunicaciones y se estructura de manera coordinada para facilitar la sincronización del receptor, independientemente de su ubicación, en su red contratada o en una red visitada en condiciones de itinerancia.

Las interfaces entre el PNC/PAC y entre el PAC/EB se denominan, respectivamente, I3 e I2. Estas interfaces son internas a la red del operador. Las interfaces externas son I1 (interfaz radioeléctrica), I4/IOMC (interfuncionamiento entre redes) e I6 (interfaz de usuario). La interfaz I5 se considera externa a la red del operador de radiobúsqueda pero no tiene por qué estar armonizada con otros operadores de radiobúsqueda.

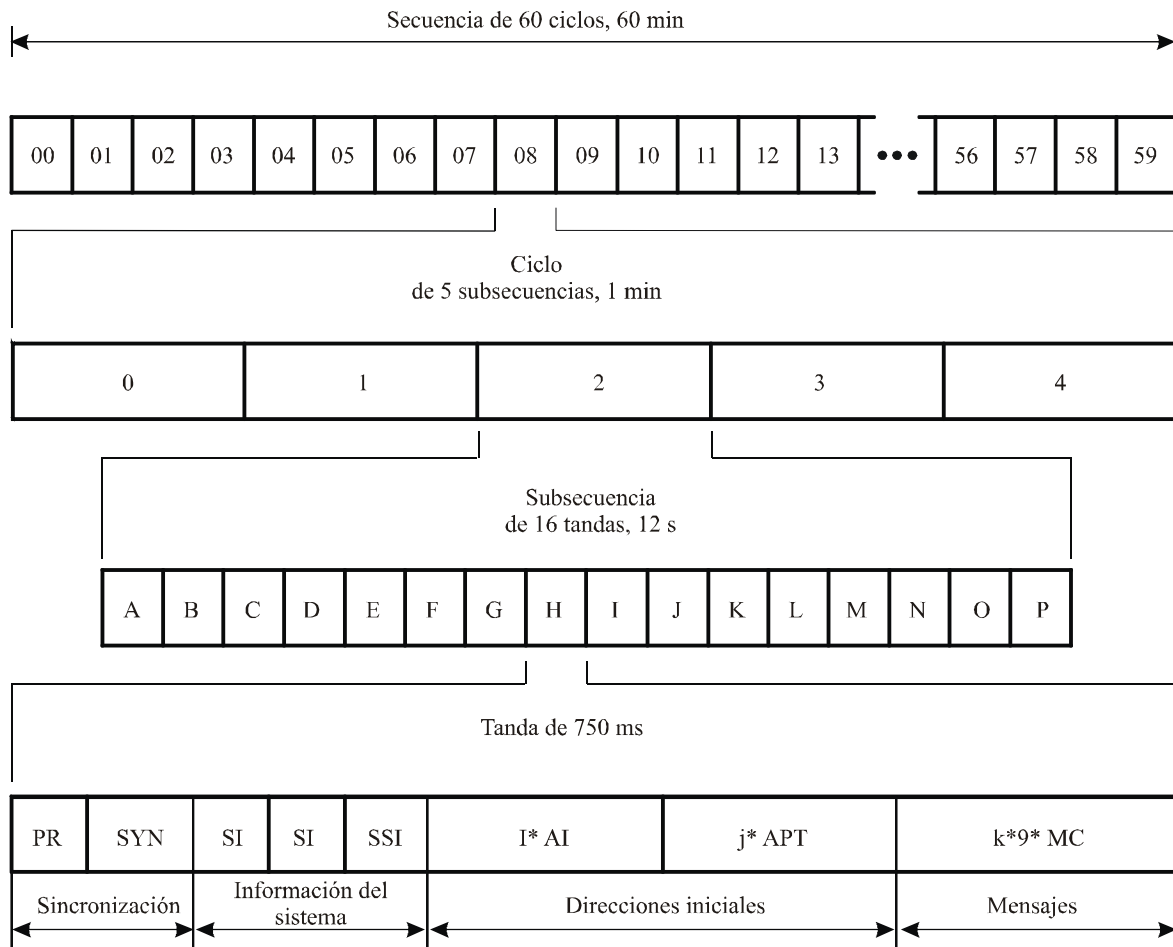
Las características de la interfaz radioeléctrica I1, son las siguientes:

- banda de frecuencias: 169,4-169,8 MHz.

Las capacidades de corrección de errores del protocolo de transmisión se han diseñado para esta banda de frecuencias. Sin embargo, el protocolo de transmisión no está ligado a esta banda de frecuencias y puede funcionar en otras, como se indica en el Anexo 1 a la Recomendación UIT-R M.539-3. Es necesario que al menos uno de los 16 canales sea común a la red que ofrece el servicio de itinerancia. El canal no tiene por qué ser necesariamente el mismo en cada red:

- separación entre canales 25 kHz;
- método de modulación = 4P MA/MF;
- velocidad de símbolos = 3,125 kBd (velocidad binaria 6,25 kbit/s);
- protocolo de transmisión descrito en la Fig. 9;
- receptor para varias frecuencias (16 canales).

FIGURA 9
Protocolo de transmisión



- | | | | |
|------|---|------|---------------------------------------|
| AI: | Direcciones iniciales | SI: | Información del sistema |
| APT: | Terminador de la partición de dirección | SSI: | Información de sistema complementaria |
| MC: | Palabras de código de mensaje | SYN: | Palabra de sincronización de tramas |
| PR: | Palabra de sincronización de bit | | |

LandMob-09

2.2 Principales ventajas del sistema ERMES

Mayor velocidad de radiobúsqueda

Gracias a la modulación 4PMA/MF, la velocidad de transmisión es de 6,25 kbit/s por canal. La corrección de errores en recepción se realiza mediante el código BCH, por lo que la velocidad de datos efectiva es 3 750 bit/s aproximadamente.

Mayor capacidad del sistema

ERMES funciona con una o varias de las 16 frecuencias de una banda de radiocomunicaciones. Está diseñado de manera que el receptor es capaz de recibir sus llamadas cuando éstas se transmiten en cualquiera de estas frecuencias. Ofrece un entorno en el que tienen lugar transmisiones simultáneas en estas frecuencias. Por otra parte, ERMES puede funcionar con redes por división en frecuencia y por división en el tiempo así como con redes de transmisión simultánea. El sistema de numeración del receptor utiliza direcciones de 35 bits divididas en 5 partes, de modo que cada receptor dispone de un único número que contiene el indicativo de país y el código del operador.

Combinación eficaz de servicios

ERMES ofrece las funciones de radiobúsqueda básicas con servicios de sólo tono, numéricos y alfanuméricos. Asimismo, puede prestar servicios avanzados tales como transmisión de datos sin formato, llamadas a grupos de usuarios concretos, mensajes largos, niveles de prioridad, funciones de seguridad, itinerancia, etc.

Código robusto y fiable

Además de la corrección de errores en recepción, se utiliza el entrelazado para minimizar las ráfagas de errores que pudieran afectar seriamente la recepción de datos.

Eficiencia del espectro

ERMES mejora la eficiencia del espectro en cuanto a usuarios por Hz, comparado con POGSAG, en un factor cuatro. Por esa razón, ERMES puede ofrecer un enlace de radiocomunicaciones muy rentable para el operador y sus clientes.

Rendimiento de batería mejorado y buscapersonas más pequeños

El diseño de ERMES garantiza una utilización muy eficaz de la batería mediante diversas técnicas. En primer lugar, la sincronización de la interfaz radioeléctrica con la hora de referencia UTC permite a los receptores determinar el momento en que se espera recibir la información. Asimismo, es posible reducir el consumo de batería de diferentes productos hasta 10000 veces menos que el correspondiente a los receptores POGSAG existentes. Por ejemplo, podría diseñarse un producto de tipo vigilancia con un consumo de batería mínimo.

Sistema abierto

ERMES es un sistema abierto desarrollado por consenso de operadores y fabricantes, por lo que puede funcionar en un entorno multioperador con productos de varios fabricantes.

ANEXO 3

LISTA DE ACRÓNIMOS

AMDC	Acceso múltiple por división de código (<i>code division multiple access</i>)
AMDF	Acceso múltiple por división en frecuencia (<i>frequency division multiple access</i>)
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo (<i>time division multiple access</i>)
AMSF	Acceso múltiple con saltos de frecuencia (<i>frequency hopping multiple access</i>)
ANS	<i>American National Standard</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
APCO	<i>Association of Public Safety Officials</i>
ARIB	<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>
CEM	Centro de explotación y mantenimiento (<i>operation and maintenance centre</i>)
DIMRS	Sistemas digitales integrados de radiocomunicaciones móviles (<i>digital integrated mobile radio systems</i>)
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual (<i>Intellectual Property Rights</i>)
EB	Estación de base (<i>base station</i>)
EDACS	Sistema de comunicaciones de acceso digital mejorado (<i>enhanced digital access communications system</i>)
EMC	Compatibilidad electromagnética (<i>electromagnetic compatibility</i>)
ERC	Comité Europeo de Radiocomunicaciones (<i>European Radiocommunications Committee</i>)
ERMES	Sistema de radiomensajería de radiocomunicaciones mejorado (<i>enhanced radio messaging system</i>)
ETS	Norma Europea de Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standard</i>)
ETSI	Instituto Europeo para la Normalización de las Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones (<i>Federal Communications Commission</i>)
FLEX	Protocolo síncrono flexible de área extensa (<i>flexible wide-area synchronous protocol</i>)
GPS	Sistema de posicionamiento mundial (<i>global positioning system</i>)
GSM	Sistema mundial para comunicaciones móviles (<i>global system for mobile communications</i>)
iDEN	Red digital integrada mejorada (<i>integrated enhanced digital network</i>)
IDRA	Sistema integrado de radiocomunicaciones de despacho (<i>integrated digital radio system</i>)
MA	Modulación de amplitud (<i>amplitude modulation</i>)
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura (<i>quadrature amplitude modulation</i>)
MDFG	Modulación por desplazamiento con filtro gaussiano (<i>Gaussian frequency shift keying</i>)
MDFO	Múltiplex por división de frecuencia ortogonal (<i>orthogonal frequency division multiplex</i>)

MDMG	Modulación por desplazamiento mínimo con filtro gaussiano (<i>Gaussian (filtered) minimum shift keying</i>)
MDP-4	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (<i>quadrature phase shift keying</i>)
MDP-4C	Modulación en cuadratura por desplazamiento de fase compatible (<i>compatible quadrature phase shift keying</i>)
MDP-4D	Modulación en cuadratura por desplazamiento de fase digital (<i>digital quadrature phase shift keying</i>)
MESA	Movilidad de actividades de emergencia y seguridad (<i>mobility of emergency and safety activities</i>)
MF	Modulación de frecuencia (<i>frequency modulation</i>)
MoU	Memorándum de Entendimiento (<i>Memorandum of Understanding</i>)
MPHPT	Ministerio de Gestión Pública, Asuntos Internos, Correos y Telecomunicaciones
NRZ	No retorno a cero (<i>non-return to zero</i>)
NTIA	<i>National Telecommunications and Information Agency</i>
OMD	Operación en modo directo (<i>direct mode operation</i>)
PABX	Centralita privada automática (<i>private automatic branch exchange</i>)
PAC	Controlador de zona de radiobúsqueda (<i>paging area controller</i>)
PCS	Servicio de comunicaciones personales (<i>personal communication service</i>)
PDSN	Nodo servidor de datos por paquetes (<i>packet data service node</i>)
PNC	Controlador de red de radiobúsqueda (<i>paging network controller</i>)
POCSAG	<i>Post Office Code Standardization Advisory Group</i>
PTT	Botón de habla (<i>push-to-talk</i>)
RCR	<i>Research and Development Centre for Radio Systems</i>
RMAP	Radiocomunicaciones móviles de acceso público (<i>public access mobile radio</i>)
RMP	Radiocomunicaciones móviles privadas (<i>private mobile radio</i>)
RMT	Radiocomunicaciones móviles terrestres (<i>land mobile radio</i>)
RPCELP	Predicción lineal con excitación por código de impulsos periódicos (<i>regular pulse code excited linear prediction</i>)
RTPC	Red telefónica pública conmutada (<i>public switched telephone network</i>)
SMS	Servicio de mensajes cortos (<i>short messaging service</i>)
SNMP	Protocolo sencillo de gestión de red (<i>simple network management protocol</i>)
STI	Sistema de transporte inteligente (<i>intelligent transport system</i>)
TCP/IP	Protocolo de control de transporte/protocolo internet (<i>transport control protocol / Internet Protocol</i>)
TETRA	Sistema de radiocomunicaciones terrenales con concentración de enlaces (<i>terrestrial trunked radio system</i>)
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
VoIP	Voz por el protocolo Internet (<i>voice over Internet Protocol</i>)
WAN	Red de área extensa (<i>wide area network</i>)



* 2 9 1 2 4 *

Impreso en Suiza
Ginebra, 2006
ISBN 92-61-11373-7