



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

Repercusiones de la introducción y utilización de
nuevas tecnologías sobre el entorno comercial
y reglamentario de las telecomunicaciones

BDT

OFICINA DE
DESARROLLO DE LAS
TELECOMUNICACIONES

UIT-D Comisiones de Estudio

Primer Periodo de Estudios (1995-1998)

Informe sobre la Cuestión 3/1

PUBLICACIONES DE LAS COMISIONES DE ESTUDIO DEL UIT-D

Periodo de estudios 1995-1998

Comisión de estudio 1

Informe sobre la Cuestión 1/1	Papel de las telecomunicaciones en el desarrollo económico, social y cultural
Informe sobre la Cuestión 2/1	Políticas de telecomunicaciones y sus repercusiones a nivel institucional, reglamentario y de explotación de los servicios
Informe sobre la Cuestión 3/1	Repercusiones de la introducción y utilización de nuevas tecnologías sobre el entorno comercial y reglamentario de las telecomunicaciones
Informe sobre la Cuestión 4/1	Políticas y modalidades de financiación de las infraestructuras de telecomunicación en los países en desarrollo
Informe sobre la Cuestión 5/1	Industrialización y transferencia de tecnología

Comisión de estudio 2

Informe sobre la Cuestión 1/2	Intereses especiales de los países en desarrollo en lo que se refiere a los trabajos de los Sectores de Radiocomunicaciones y de Normalización de las Telecomunicaciones
Informe sobre la Cuestión 2/2	Preparación de manuales destinados a los países en desarrollo
Manual sobre los	« <i>Nuevos desarrollos para las telecomunicaciones rurales</i> »
Manual sobre las	« <i>Nuevas tecnologías y nuevos servicios</i> »
Manual sobre el	« <i>Sistema nacional de gestión y control del espectro radioeléctrico – Aspectos económicos, de organización y reglamentarios</i> »
Informe sobre la Cuestión 3/2	Planificación, gestión, explotación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones
Informe sobre la Cuestión 4/2	Comunicaciones en las zonas rurales y remotas
Informe sobre la Cuestión 5/2	Desarrollo y gestión de los recursos humanos
Informe sobre la Cuestión 6/2	Consecuencias de las telecomunicaciones en la asistencia sanitaria y en otros servicios sociales
Informe sobre la Cuestión 7/2	Contribución de las telecomunicaciones a la protección del medio ambiente
Informe sobre la Cuestión 8/2	La infraestructura de la radiodifusión como servicio público en los países en desarrollo

Repercusiones de la introducción y utilización de nuevas tecnologías sobre el entorno comercial y reglamentario de las telecomunicaciones

Índice

	<i>Página</i>
Introducción	1
1 Examen de la cuestión	1
2 Condiciones previas para introducir y utilizar nuevos servicios y tecnologías	2
2.1 Disponibilidad de financiación y de recursos humanos para modernizar la infraestructura de telecomunicaciones	2
2.2 Considerar las necesidades al trazar el esquema del Plan Estratégico	3
2.3 Factores que influyen sobre la disponibilidad a introducir y a utilizar nuevos servicios y tecnologías y a adoptar las decisiones correspondientes	3
3 Repercusiones comerciales de la introducción y de la utilización de nuevos servicios y tecnologías	4
4 Repercusiones sobre la reglamentación de la introducción y utilización de nuevos servicios y tecnologías .	5
4.1 Introducción	5
4.2 Nuevos servicios y tecnologías	6
4.3 Efectos sobre la reglamentación.....	8
4.4 Observaciones	16
5 Perspectivas de futuro.....	19
5.1 Sistemas de radiobúsqueda	20
5.2 Sistemas de PMR convencionales.....	31
5.3 Sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces	34
5.4 Sistemas públicos de telecomunicaciones celulares móviles terrestres.....	42
5.5 Sistemas telefónicos de bucle local inalámbrico.....	50
5.6 Sistemas de satélites.....	52
6 Factores que deben tenerse en cuenta al estudiar la introducción y la utilización de nuevos servicios y tecnologías	54
APÉNDICE A – La familia de protocolos de radiobúsqueda FLEX™.....	56
1 Introducción.....	56
2 La norma FLEX™	56
2.1 Breve descripción de FLEX™	56
2.2 Características de FLEX™	56
2.3 Ventajas esenciales de FLEX™.....	57
2.4 Difusión actual de FLEX™.....	58
3 Mensajería bidireccional de avanzada	58
3.1 Introducción	58
3.2 El protocolo ReFLEX™.....	59
3.3 El protocolo InFLEXion™.....	59
APÉNDICE B – La norma de radiobúsqueda ERMES	60

APÉNDICE C – Aspectos de sistema de la radiobúsqueda	61
1 Introducción.....	61
2 Cobertura	61
2.1 Factores que influyen sobre la cobertura	61
3 Simulcasting (transmisión simultánea).....	63
3.1 Ventajas operacionales de la simulcasting.....	63
3.2 Necesidades operacionales.....	63
4 Radiobúsqueda en red.....	63
APÉNDICE D Tecnología transeuropea de radiocomunicaciones con concentración de enlaces (TETRA)	65
1 Introducción.....	65
2 ¿Qué es TETRA?.....	65
3 ¿Servirá TETRA para usuarios profesionales?.....	65
4 ¿Cómo se produjo la norma TETRA?	65
5 ¿Por qué normalizar la tecnología de radiocomunicaciones digitales móviles con concentración de enlaces	67
6 ¿Qué ventajas ofrece la tecnología TETRA?.....	67
7 ¿Qué ventajas ofrece la tecnología AMDT de TETRA?	68
8 ¿Cuáles son las ventajas de la tecnología de transmisión digital?	71
9 Comparación entre TETRA y otras tecnologías de telecomunicaciones móviles	72
10 ¿Cuándo estarán disponibles los sistemas TETRA?.....	73
APÉNDICE E – Bucle local inalámbrico	75
1 Introducción.....	75
2 ¿Qué designa el concepto de «bucle local»?	75
3 ¿Qué servicios pueden suministrarse?.....	75
4 Destinatarios de los servicios	76
4.1 Los operadores	76
4.2 Los abonados	77
5 ¿Qué tecnología y a qué precio?.....	77
6 Argumentos en favor de la norma DECT	78
6.1 Los servicios DECT	78
6.2 Los atributos de servicio de DECT	78
7 Conclusión.....	79
APÉNDICE F – Nuevas tecnologías	80
ANEXO 1	80
1 Descripción de la red de transporte SDH	80
1.1 Técnicas de multiplexión SDH	80
1.2 Modelización de red estratificada de la SDH.....	82
1.3 Expansión a los sistemas SDH por satélite	83
2 Aplicaciones del SFS en las redes de transporte SDH.....	83
2.1 Aspectos de servicio.....	83
2.2 Aspectos de gestión de la red	83

	<i>Página</i>
ANEXO 2 – Lista de las nuevas tecnologías en estudio por la Comisión de Estudio 8 del UIT-R	90
1 Futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres (FSPTMT)	90
2 Sistemas de información y control para transportes (TICS – Transport Information and Control Systems) .	90
ANEXO 3 – Desarrollo de nuevas tecnologías estudiadas por las Comisiones de Estudio 10 y 11 del UIT-R	91
1 Comisión de Estudio 10 – Servicio de radiodifusión (sonora)	91
1.1 Introducción de emisiones de banda lateral única en las bandas de ondas decamétricas.....	91
1.2 Introducción de servicios de audio digital en ondas kilométricas y hectométricas (y eventual- mente decamétricas) (Cuestión 217/10).....	91
1.3 Prestación de servicios de radiodifusión sonora digital en las gamas de ondas métricas y deci- métricas (terrenales y satélites)	91
1.4 Introducción de canales de datos de alta velocidad multiplexados con emisiones de radiodifusión con modulación de frecuencia en ondas métricas (véase la Recomendación VS.1194)	91
2 Comisión de Estudio 11 – Servicio de radiodifusión (televisión)	91
2.1 Prestación de servicios de televisión mejorada (como Pal-plus, véanse las Recomen- daciones BT.796, 797, 1117, 1118 y 1119)	91
2.2 Introducción de radiodifusión terrenal de TV digital en las bandas de ondas métricas y decimétricas (véase la Cuestión 121/11 y las Recomendaciones BT.798-1, 1206, 1207, 1208, 1209 y 1125)	91
2.3 Introducción de emisiones por satélite de televisión multiprogramas digital (véase la Recomen- dación BO.1121)	91
2.4 Desarrollo de un servicio de datos para aplicaciones en multimedios asociado a emisiones de televisión digital (terrestres y por satélite)	92

INFORME SOBRE LA CUESTIÓN 3/1

Repercusiones de la introducción y utilización de nuevas tecnologías sobre el entorno comercial y reglamentario de las telecomunicaciones**Introducción**

A menudo, los países en desarrollo tropiezan con una multiplicidad de problemas al intentar evolucionar en el sector de las telecomunicaciones. Uno de los principales, que incumbe tanto a los operadores ya establecidos y futuros como a las administraciones, es saber qué tecnologías y sistemas de telecomunicaciones deberían utilizarse.

En general, los operadores están impacientes por conocer las nuevas tecnologías disponibles. Cuando se enteran de la existencia de una nueva tecnología, pueden interrogarse sobre la manera de utilizarla en el mercado del país en cuestión, a fin de solucionar problemas de comunicación. Por consiguiente, es necesario conocer en detalle una tecnología y sus principales características para tomar las decisiones de comercialización pertinentes.

Asimismo, las administraciones, al estudiar las posibles iniciativas en relación con una nueva tecnología y sus aplicaciones, deben conocer sus principales características, en particular al compararla con otras. En general, la eventual necesidad de atribuir espectro a una tecnología futura reviste importancia fundamental y exige un conocimiento pormenorizado de dicha tecnología y de sus principales finalidades, ventajas y función en el mercado.

La posible función y las ventajas de muchas tecnologías nuevas, sobre todo, en los mercados de los países en desarrollo, tienen inmensa importancia tanto para los operadores como para las administraciones de estos países. En efecto, no sólo contribuirían a disminuir las diferencias de desarrollo entre estos países y las naciones industrializadas, sino que también podrían evitarles la utilización de tecnologías que se están volviendo caducas en los países desarrollados.

La finalidad de este documento es trazar un panorama de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones disponibles en la actualidad que podrían contribuir a expandir considerablemente las telecomunicaciones, y por ende también la actividad comercial y económica, en los países en desarrollo.

La utilización con éxito de dichas tecnologías, en términos económicos, exige un gran espíritu de empresa por parte de los operadores existentes o futuros. Por consiguiente, se debaten aquí algunas cuestiones relacionadas con los operadores y sus posibles mercados, con objeto de contribuir a una reflexión que estimule la estrategia empresarial. Se examinan también algunos asuntos de reglamentación a fin de contribuir a un proceso de reflexión que podría facilitar la instauración de un marco reglamentario eficaz por las administraciones. En su mayoría, las cuestiones abordadas en el documento derivan de experiencias de distintos países en los que las tecnologías fueron o están siendo aplicadas.

A lo largo del documento se privilegian las cuestiones de mayor importancia, si bien no se tiene la pretensión de abarcar aquí todos los aspectos que deben examinar los operadores y las administraciones al utilizar una tecnología en un país determinado.

Este documento incluye, a modo de ejemplos, algunas tecnologías y aplicaciones específicas. El documento no tiene el propósito de abarcar todas las nuevas tecnologías que se están desarrollando. Se sugiere que, a estos efectos, se haga referencia a otros estudios de la UIT que tratan específicamente de las nuevas tecnologías. En particular, la Comisión de Estudio 2 del UIT-D está estudiando este asunto, por ejemplo, en el marco de las Cuestiones 1/2, 2/2, y 4/2.

1 Examen de la cuestión

Esta cuestión trata un tema bastante complejo y que tiene repercusiones directas sobre las demás. En primer término deberían identificarse, aunque fuera en términos muy generales, las tecnologías a las que se hace referencia. Existen múltiples tecnologías nuevas, incluidas las comunicaciones inalámbricas, móviles y mundiales. Es también necesario evaluar sus repercusiones sobre el entorno económico y reglamentario. Los efectos a nivel comercial pueden variar desde la migración de los clientes de los servicios existentes a otros nuevos hasta la falta de disponibilidad de recursos humanos adecuadamente capacitados para hacer frente a la nueva situación.

En el plano reglamentario, debemos cerciorarnos de que se dispone de los recursos humanos necesarios para hacer frente a los problemas que plantea la introducción de nuevas tecnologías. Asimismo, cuando estas permiten nuevas aplicaciones se plantean diversos problemas reglamentarios que, de no ser adecuadamente manejados, inhibirían el crecimiento del sector.

2 Condiciones previas para introducir y utilizar nuevos servicios y tecnologías

Independientemente de la situación comercial o reglamentaria, debería realizarse sistemáticamente un estudio antes de adoptar decisión alguna con respecto a la realización de un programa de telecomunicaciones. Ese estudio se concentraría en los recursos financieros y humanos disponibles para satisfacer la demanda del servicio y la utilización de nuevas tecnologías. El estudio más completo definirá la viabilidad técnica y económica del proyecto, así como las opciones técnicas y tecnológicas existentes y la mejor manera de obtener financiación para aquél. Cuando se trate de nuevos servicios, deben tenerse presentes dos consideraciones principales:

- la mayoría de los nuevos servicios utilizan las infraestructuras de telecomunicaciones existentes; y
- el factor tiempo se vuelve extremadamente importante, habida cuenta de la naturaleza de las necesidades y de la evolución técnica.

En el caso de las nuevas tecnologías, que convendría instalar en nuevas redes y no en las existentes, deben tenerse en cuenta los considerables costes financieros. Por consiguiente, las condiciones previas para introducir y utilizar nuevos servicios y tecnologías son:

- disponer de los recursos humanos apropiados y de la financiación necesaria para modernizar las instalaciones existentes y garantizar el mantenimiento de las nuevas;
- tener en cuenta las necesidades a corto y largo plazo del entorno político y las estrategias generales necesarias para llevar a cabo los estudios correspondientes con objeto de introducir y utilizar nuevos servicios y tecnologías.

2.1 Disponibilidad de financiación y de recursos humanos para modernizar la infraestructura de telecomunicaciones

En muchos países, las necesidades financieras siguen siendo desproporcionadas con respecto a los recursos disponibles, en las condiciones actuales de utilización de nuevos servicios y tecnologías.

Nuevos servicios

La gama de servicios de telecomunicaciones que pueden suministrarse a los usuarios finales es actualmente muy amplia. En un extremo tenemos el servicio telefónico clásico (POTS – Plain Old Telephone Service) y, en el otro, el vídeo interactivo, para no mencionar los numerosos servicios intermedios con valor añadido que ofrecen ventajas como la movilidad. Por supuesto, cada servicio puede subdividirse dentro de su propia categoría, en función del rendimiento y de los niveles de calidad ofrecidos.

No obstante, la atribución de recursos para el desarrollo de los servicios básicos tiene un porcentaje de rentabilidad muy bajo, si se tiene en cuenta que atenderá a todas las necesidades de la clientela (y, por ende, abarcará a una parte muy reducida de la población).

En este contexto, los operadores de telecomunicaciones deberán estudiar diversas opciones:

- la cofinanciación o la realización de empresas mixtas;
- la reglamentación del mercado a fin de admitir a nuevos operadores;
- subvenciones externas.

Estos aspectos no alteran mucho el mecanismo extremadamente complejo necesario para garantizar la instalación y el mantenimiento de los nuevos servicios.

Nuevas tecnologías

La introducción y utilización de las nuevas tecnologías ha puesto de manifiesto que la mayoría de las redes de telecomunicaciones de muchos países son obsoletas. Ello exige inversiones mucho más importantes, pero los países carecen de recursos suficientes para modernizar sus redes. Por lo tanto, deben recurrir a una financiación externa para modernizar las redes de telecomunicaciones, que obtendrán únicamente si satisfacen diversas condiciones. Su aceptación culmina con la firma de un acuerdo financiero, sin el cual el proyecto no puede concretarse.

Corresponde observar que en el caso de los nuevos servicios, los recursos humanos son el principal elemento necesario para desarrollar y utilizar ulteriormente la red de telecomunicaciones.

2.2 Considerar las necesidades al trazar el esquema del Plan Estratégico

Habida cuenta del número de nuevos servicios existentes, de las urgentes y diversas necesidades percibidas y de la magnitud del cambio tecnológico, conviene tener en cuenta todos estos aspectos al trazar el esquema del Plan Estratégico. Como regla general, no puede abordarse la planificación de una red de telecomunicaciones sin analizar el contexto en que se la construirá y funcionará. Esto es especialmente válido para las redes de zonas de tráfico de baja densidad y para las que utilizan nuevas tecnologías o servicios. En ese marco, deben examinarse cuidadosamente los aspectos económicos, financieros y técnicos y es siempre aconsejable tener presente qué rendimiento se desea obtener de la inversión inicial.

El Plan Estratégico tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- la elección de las inversiones y los costes, las garantías, el reembolso de los costes iniciales de los servicios y la determinación del curso de acción más viable;
- el interés social del proyecto en términos del mejoramiento de la atención sanitaria, la educación o la calidad de vida de la población;
- la obtención de la mejor financiación posible y la reducción a un mínimo de los gastos generales, con objeto de amortizar rápidamente los costes iniciales;
- la elección de la tecnología que se adapte mejor a la red existente y que ofrezca diversas aplicaciones, por lo que pueda instalársela rápidamente y con perspectivas de futuro.

El Plan Estratégico debería también insistir en que:

- las tarifas formen parte de la planificación y del proceso de desarrollo comercial; y
- la reglamentación en vigor se adapte a las necesidades y a la demanda.

2.3 Factores que influyen sobre la disponibilidad a introducir y a utilizar nuevos servicios y tecnologías y a adoptar las decisiones correspondientes

Por naturaleza, las necesidades de los operadores difieren de las de los órganos reglamentarios e incluso de las de los propios clientes (sean éstos los proveedores de servicios o los usuarios finales) y a veces se contradicen con ellas. Asimismo, varían de un operador a otro en un contexto competitivo.

La estrategia del operador será considerablemente diferente según se trate de un operador establecido (un antiguo monopolio) o nuevo. El primero buscará mantener una porción substancial del mercado, colocándose al mismo tiempo en una situación privilegiada en nuevos segmentos de éste, por ejemplo, los servicios móviles.

El nuevo operador puede optar por competir con un operador establecido, ofrecerse como el proveedor característico de un servicio más atractivo (mejores precios o calidad más elevada) o apuntar también hacia nuevos segmentos del mercado.

Asimismo, debe establecerse una diferencia entre países desarrollados y en desarrollo, en los que deben tenerse también en cuenta los servicios, el acceso a los mismos, las políticas de desarrollo económico y diversos factores ambientales específicos.

Más allá de las especificidades financieras y reglamentarias, un aspecto clave que diferencia a los distintos tipos de operadores es el estado actual de su infraestructura de telecomunicaciones. Los operadores nacionales poseen ya una infraestructura significativa, proporcional al estado de desarrollo de las comunicaciones en el país. En cambio, los nuevos operadores pueden carecer totalmente de infraestructura (lo que es posible si prevén ser proveedores de telecomunicaciones especializados) o disponer de una infraestructura importante, utilizada en la actualidad para servicios distintos de las telecomunicaciones. Parte de esta infraestructura puede reutilizarse eficazmente en aplicaciones de telecomunicaciones.

El suministro de nuevos servicios está regido por el mercado. Ello resulta claro, sobre todo, en un entorno desreglamentado, dominado por el temor a perder porciones del mercado y el deseo de obtener la máxima rentabilidad; pero es también evidente en organizaciones monopólicas, pertenecientes al Estado, donde la motivación deriva de la necesidad de satisfacer al electorado, la obligación de atender a las necesidades de grandes organizaciones, el deseo de mantener el nivel del país y el temor a la desreglamentación.

La introducción de nuevas tecnologías no se ve mayormente influida por la voluntad del proveedor del servicio de telecomunicaciones. Por definición, la tecnología antigua ya no está disponible y si el proveedor del servicio se ve obligado a sustituir el equipo obsoleto o a expandir su red, deberá forzosamente adquirir nuevos equipos, que permitan prestar nuevos servicios.

A continuación se enumeran algunos factores que influyen sobre la disponibilidad y la decisión de introducir y utilizar nuevos servicios y tecnologías:

- **La infraestructura básica disponible** (es decir, analógica, digital, combinada, por cable, por satélite, etc.) – A veces una infraestructura que no incluye los últimos adelantos tecnológicos da al operador la oportunidad de «saltar» varias generaciones tecnológicas e introducir los servicios más sofisticados disponibles. Este proceder puede traer aparejada la desventaja de que los recursos humanos de que dispone el operador no tenga tiempo suficiente para desarrollarse gradualmente con la tecnología.
- **La presión del mercado** – Con frecuencia, una demanda existe con la finalidad específica de satisfacerla. No obstante, se plantea un problema cuando resulta imposible cuantificarla, es decir, cuando es el operador quien debe generar la demanda. En este caso, convendría realizar estudios piloto para evaluar la viabilidad del proyecto.
- **Resultados positivos del cálculo de la inversión** – Cuanto más favorables sean estos resultados, más eficazmente se llevará a cabo el proyecto.
- **La liberalización de los mercados** y el suministro de servicios en países vecinos genera presiones internas – El mundo tiende a estar dividido en grandes bloques y lo que hace un país afecta a las naciones vecinas. Por consiguiente, la liberalización de sus mercados puede, en sí misma, estimular la demanda.
- **Toma de conciencia sobre las nuevas tecnologías, comprensión y repercusiones de las mismas** – Este aspecto está relacionado con los recursos humanos. Cuanto más se sepa sobre éstos, más se sabrá sobre la manera en que cobran conciencia de las nuevas tecnologías, las comprendan y perciban sus repercusiones.
Un conocimiento detallado de estas tecnologías facilitará su utilización y, desde el punto de vista del consumidor, contribuirá a la apertura del mercado y generará una demanda para el producto.
- Las nuevas tecnologías constituyen un medio para **la instalación rápida y/o económica de servicios** en lugares donde había resultado antes imposible utilizar tecnologías convencionales. Las nuevas tecnologías, como las de bucle local inalámbrico (WLL – Wireless Local Loop) y del servicio mundial móvil por satélite (GMSS – Global Mobile Satellite System) pueden ser un medio rentable para suministrar servicios de telecomunicaciones en zonas rurales, en las que el sistema de telecomunicaciones convencional resulta demasiado oneroso.
- La utilización de tecnologías modernas de información en sistemas de apoyo adquiere una importancia creciente en relación con la eficacia de la labor humana, la calidad del servicio en sentido amplio, el control de los costes, etc.

3 Repercusiones comerciales de la introducción y de la utilización de nuevos servicios y tecnologías

Las nuevas tecnologías pueden suministrar grandes cantidades de anchura de banda de alta calidad, asequible y controlable. Esto permite a segmentos de la industria trasladar sus operaciones a países con mano de obra barata, si bien continúan suministrando el servicio en el país de origen gracias a las telecomunicaciones. Este arbitraje de los costes de la mano de obra tiene repercusiones comerciales en ambos lugares, tanto sobre la economía global de los países interesados como en las oportunidades que se crean para las organizaciones de telecomunicaciones.

Mucho se ha hablado de las capacidades de la nueva tecnología para reoriginar tráfico o permitir comunicaciones por intermediario, entre otros servicios; de hecho, esto constituye una amenaza real para los participantes de menor talla del mundo de las telecomunicaciones. En caso de no controlarse estos procesos, los proveedores de servicios de menor envergadura, (principalmente monopolios pertenecientes al Estado) podrían verse gravemente amenazados por las principales organizaciones de las telecomunicaciones de los Estados Unidos de América y de Europa. Ello atentaría contra la introducción de nuevas tecnologías o la expansión de los servicios básicos en los países afectados.

La tecnología necesaria para suministrar servicios de comunicación, por intermediario, existe desde hace muchos años. El aspecto nuevo es que las técnicas se utilizan ahora para facilitar el acceso al usuario de dichos servicios. El método de «bombardeo» extiende eficazmente el tono de marcación del país del operador que suministra la comunicación por intermediario al usuario. Esto ocupa un circuito internacional de manera casi permanente para cada usuario, pero no genera ingresos para el proveedor del servicio hasta que el usuario de la comunicación por intermediario efectúe una llamada. Resultan evidentes las consecuencias comerciales, para el proveedor del servicio, de la existencia de circuitos arrendados de manera casi permanente pero por los que no se paga. Además, esto perturba el servicio a otros usuarios.

Estas nuevas tecnologías no pueden limitarse a complementar los servicios existentes, sino que virtualmente pueden competir con ellos. Lo fundamental es introducir sistemas para ofrecer una gama más vasta de servicios, disponiendo así de la clientela de las tecnologías más modernas.

En todo el mundo los gobiernos de los distintos países se ven obligados a reevaluar sus políticas de telecomunicaciones a la luz del rápido progreso tecnológico. En las naciones en desarrollo, se cobra gradualmente conciencia de que un mejor acceso a las comunicaciones acarrea importantes beneficios económicos y de que es imposible lograr un desarrollo

sostenido sin una infraestructura de telecomunicaciones adecuada. Los principales obstáculos, para progresar en esta esfera, son la escasez de capital y un régimen reglamentario que no respalde plenamente los objetivos nacionales de telecomunicaciones.

En la mayoría de los países en desarrollo, a menudo se ha postergado el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones para hacer lugar a otras prioridades nacionales, como la agricultura, la atención sanitaria, la red vial, etc. Desde la publicación, en 1984, del Informe de la Comisión Independiente para el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones, se acepta universalmente que el desarrollo de la infraestructura de las telecomunicaciones es un componente esencial del desarrollo económico nacional y que no es tanto la riqueza nacional la que origina una infraestructura de telecomunicaciones adecuada sino más bien lo contrario.

Para los gobiernos confrontados con demandas encontradas para financiar proyectos vitales de infraestructura, hay una política dinámica y una tensión reglamentaria entre, por un lado, la obligación de suministrar un acceso universal a las telecomunicaciones básicas y, por otro, los beneficios perceptibles de privatizar el monopolio nacional de telecomunicaciones. En particular, los posibles inversores, en lo que suele ser un monopolio estatal poco dinámico, desearán recibir garantías de que el entorno político y reglamentario favorezca un desarrollo permanente de las telecomunicaciones.

La inminente disponibilidad del GMSS debería aportar una solución. En efecto, este servicio permitirá disponer de anchura de banda para las telecomunicaciones en todo el planeta, pudiendo así satisfacerse plenamente de las obligaciones de servicio universal gracias a los esfuerzos de los operadores de los GMSS. El principal obstáculo para éstos es, sin embargo, la existencia de una reglamentación nacional restrictiva y, en algunos casos, la ausencia de un marco reglamentario que autorice la actividad de los operadores de sistemas GMSS. Si se privilegia la necesidad de un entorno reglamentario abierto y justo, se concretarían más claramente las ventajas de esta nueva situación para las naciones en desarrollo.

Los operadores de telecomunicaciones en muchos países temen que las estaciones terrenas móviles y los terminales GMPCS (Comunicaciones personales móviles mundiales por satélite – Global Mobile Personal Communications by Satellite) eludan a las redes locales, y que no obtengan ningún beneficio de la utilización de dichos terminales.

Pero, en vez de intentar evitar la utilización de los servicios móviles por satélite, las autoridades deberían estudiar los beneficios socioeconómicos de éstos, particularmente en zonas que carecen de medios de comunicación alternativos. Para dichas autoridades, el verdadero reto no radica en intentar evitar esta circunvalación, sino, más bien, en crear un entorno que favorezca la instalación de estos servicios y que redunde en el mayor beneficio posible para el país.

4 Repercusiones sobre la reglamentación de la introducción y utilización de nuevos servicios y tecnologías

4.1 Introducción

La evaluación de las repercusiones sobre la reglamentación de la introducción y utilización de nuevos servicios y tecnologías depende de múltiples factores. Entre ellos figuran el dispositivo reglamentario del país, los grandes lineamientos políticos y económicos, el nivel de desarrollo de las telecomunicaciones, la manera en que tradicionalmente se incorporan nuevas tecnologías, etc. Más concretamente, el hecho de que el país posea un monopolio o una estructura competitiva, de que exista un organismo reglamentario separado y de que la finalidad de la reglamentación sea controlar o liberar a las fuerzas del mercado, influye más sobre la reglamentación que sobre el impacto de las nuevas tecnologías propiamente dichas.

Cuando existe una estructura monopólica, en la que el poseedor del monopolio actúa también como órgano reglamentador, los efectos sobre la reglamentación de la introducción de nuevas tecnologías serán mínimos, por no decir inexistentes.

En este caso, es el titular del monopolio quien decide la oportunidad de introducir nuevas tecnologías, sea porque no tiene otra opción (indisponibilidad de tecnología antigua para mantener las redes existentes), sea por la necesidad política de satisfacer al electorado (cuando se trata de un monopolio estatal) o de mantenerse a la par de los países vecinos. De hecho, en muchos de estos casos, no existe una reglamentación, sino únicamente políticas del operador, a las que puede o no darse difusión.

Sin embargo, incluso en esta hipótesis hay cierta repercusión «reglamentaria», si se examinan dichos efectos en lo que respecta a: 1) la convergencia; 2) la mundialización de las telecomunicaciones; y 3) la introducción de nuevas aplicaciones como la telemedicina, el comercio electrónico, etc.

La principal repercusión de las nuevas tecnologías ha sido, sin embargo, su contribución a la destrucción del argumento del «monopolio natural» esgrimido para mantener los monopolios. Los gobiernos comienzan a optar por introducir nuevos participantes, nacionales e internacionales. Las nuevas tecnologías tienen aquí una mera función de catalizadores

para la adopción de nuevas políticas, en vez de ser la causa de los efectos a nivel reglamentario propiamente dichos. (Muchos países siguen optando por mantener un monopolio estatal o privado, que explotará las nuevas tecnologías y suministrará nuevos servicios, en vez de permitir la entrada de nuevos participantes, por lo que no hay repercusiones a nivel reglamentario.)

No obstante, los efectos sobre la reglamentación serán más aparentes en los países donde se introduzca una competencia. Es perceptible el impacto sobre la creación de nuevos marcos reglamentarios, incluidos nuevos órganos reglamentarios. La transición de un monopolio del Estado a un monopolio empresarial, un monopolio privado, la competencia parcial y finalmente la plena competencia tiene sendos niveles de repercusión sobre la reglamentación.

Sin embargo, algunos economistas consideran que, una vez establecida una plena y libre competencia, habrá un impacto mínimo sobre la reglamentación. Las «fuerzas invisibles» del mercado deberían asumir ulteriormente una función reguladora. Queda por verse si esta competencia ideal puede darse en el mundo de las telecomunicaciones, dado que ya existen en él entidades gigantescas como Global One, Concert, etc. Quizá sea aún necesario cierto nivel de legislación antimonopolio y de garantía de competencia leal a niveles nacional, regional e internacional.

En resumen, se observa que las estimaciones de las repercusiones sobre la reglamentación de cada país variarán en función de la orientación política de éste, por ejemplo, si se opta por el sistema monopólico o el de libre competencia. Por consiguiente, este documento se concentrará en las áreas comunes a la mayoría de los países, independientemente de sus políticas en materia de competencia o de otro tipo, arriba mencionadas. Éstas son: 1) convergencia; 2) mundialización de las telecomunicaciones; y 3) introducción de nuevas aplicaciones como la telemedicina, el comercio electrónico, etc.

Corresponde observar que, también a esos niveles, los efectos no se harán sentir únicamente en la reglamentación de las telecomunicaciones sino también en otros ámbitos jurídicos, como la legislación de radiodifusión, de informática, de inversión, de ejecución, de competencia, de contenido, etc.

4.2 Nuevos servicios y tecnologías

Varias de las contribuciones, presentadas en el marco de la Cuestión 3/1, examinaron, en detalle, muchos nuevos servicios y tecnologías. Si bien, no se estableció una distinción clara entre tecnología y servicios, las contribuciones hicieron en general referencia a proyectos para mejorar la infraestructura existente, como a las redes inteligentes, ATM, retransmisión de trama, etc. así como a infraestructuras nuevas y alternativas, como las fibras ópticas, las redes celulares, los terminales de muy pequeña abertura (VSAT – Very Small Aperture Terminals), los GMPCS y los nuevos servicios ofrecidos por dichas tecnologías, como el correo electrónico, el intercambio electrónico de datos (EDI – Electronic Data Interchange), la videoconferencia, la reoriginación del tráfico, la comunicación por intermediario, la selección automática internacional (IDD – International Direct Dialling), etc. Otras contribuciones examinaron nuevas aplicaciones de estos servicios, como la telemedicina, la enseñanza a distancia, etc.

Como se mencionó antes, la siguiente sección divide, en categorías, los diversos nuevos servicios y tecnologías examinados en las contribuciones, sobre la base de las áreas comunes arriba citadas, con objeto de mostrar más claramente la evidente repercusión reglamentaria de cada nuevo tipo de tecnología y servicio. Se añadieron también, como una categoría separada, las tecnologías inalámbricas, habida cuenta de su propio impacto sobre la reglamentación y de que muchas contribuciones a la Cuestión 3/1 se refirieron también en detalle a este aspecto.

4.2.1 Digitalización/Convergencia

Puede afirmarse, que el primer y más significativo efecto sobre la reglamentación fue el acarreado por la digitalización, que selló la unión de las industrias de las telecomunicaciones, la radiodifusión y la informática.

Independientemente de que nos refiramos a una estructura monopólica estatal o a un entorno competitivo para las telecomunicaciones, las diferentes industrias, es decir, las telecomunicaciones, la radiodifusión y la informática tienen sus participantes específicos (nuevamente monopolios estatales o proveedores competitivos) y reglas y organismos reguladores muy diferentes. Éstos han sido ahora reunidos. En el pasado, la reglamentación y las políticas correspondientes a estas industrias se trataban por separado, con marcos distintos y con sus respectivas instancias reglamentarias, cuando las había.

Una extensión de la digitalización, que permitió la fusión de las transmisiones vídeo, de datos y telefónicas, permitió también nuevas aplicaciones, como el intercambio mundial de valores bursátiles a través de la red telefónica, la enseñanza a distancia, etc. e incorporó también un conjunto totalmente diferente de reglamentaciones y de agentes reglamentadores. Este aspecto se examinará en la categoría siguiente.

4.2.2 Las aplicaciones de la sociedad de la información

Las tecnologías de las telecomunicaciones permiten, ahora, una gran cantidad de aplicaciones nuevas, como la telemedicina, el telebanco, etc. Cada una de ellas posee tradicionalmente un ámbito jurídico propio, con órganos reglamentarios específicos, cuando los hay. Pero las nuevas tecnologías cuestionan actualmente la eficacia y la aplicación de dicha legislación.

Más esencialmente, estas aplicaciones hacen que pasemos de una sociedad industrial, caracterizada por poseer procesos de gestión y de producción rígidos, cuyo objetivo es obtener la mayor rentabilidad posible del capital invertido, a una sociedad de servicios, basada fundamentalmente en la información y el conocimiento. El acceso a las telecomunicaciones, y a través de ellas a la información, se convierte en una clave para obtener una ventaja competitiva en esta nueva sociedad de información o de servicios. Por lo tanto, no es sorprendente que nuevas organizaciones como la Organización Mundial del Comercio (OMC) comiencen a interesarse en las telecomunicaciones, debido a la existencia de estas nuevas aplicaciones.

NOTA – Según Kenichi Ohmae, especialista en cuestiones comerciales de la Universidad de Harvard, en su libro «El fin de la nación-Estado»: «En los antiguos mapas económicos, los datos cartográficos más importantes se referían a la ubicación de los depósitos de materias primas, fuentes de energía, ríos navegables, puertos de aguas profundas, ferrocarriles, rutas asfaltadas, es decir, las fronteras nacionales. En el mapa del presente, en cambio, los aspectos más destacados son las zonas de haz de satélites de televisión, las zonas abarcadas por las señales radioeléctricas y el alcance geográfico de periódicos y revistas».

4.2.3 La mundialización

La mundialización es un tema complejo y polifacético. Podría hablarse de la mundialización de las telecomunicaciones desde la óptica de una *mayor interconexión* entre los diferentes tipos de redes de telecomunicaciones, en particular con la introducción de la digitalización. Esto permitió intensificar las comunicaciones internacionales y dio origen a la Sociedad Mundial de la Información. La red Internet es probablemente el ejemplo más ilustrativo de la creación de una red verdaderamente mundial. Se trata de una red masiva y, en la medida en que un país tenga cierto nivel de conectividad internacional básica, no puede estar divorciado de la red Internet. Sus ciudadanos pueden siempre conectarse con un país vecino para acceder a ella.

NOTA – También denominada Infraestructura Mundial de la Información o Economía Mundial de la Información.

Podría también hablarse de la mundialización desde la perspectiva de las diversas empresas comunes y fusiones que llevaron a la creación de *megaoperadores* y *proveedores mundiales de servicios*, como Global One, Concert, WorldPartners, Financial Network Association, etc. A medida que los países vayan liberalizando sus mercados de telecomunicaciones, estos proveedores mundiales pueden ofrecer verdaderas posibilidades de conexión a nivel mundial, ya que disponen de redes y servicios totalmente gestionados por ellos. De hecho, muchos poseen sus propias redes mundiales y no están obligados a arrendar recursos a terceros. Es éste un nuevo fenómeno y constituye un verdadero cambio con respecto al régimen anterior, en el cual cada país suministraba sus propios servicios y redes de telecomunicaciones y las comunicaciones internacionales consistían exclusivamente en la interconectividad y la interoperabilidad entre los diversos sistemas nacionales.

Otra dimensión, en la que se concentraron principalmente las contribuciones a la Comisión de Estudio, es el desarrollo de una nueva tecnología de satélites que permita una *mayor movilidad mundial*, como los terminales de muy pequeña abertura (VSAT) y las comunicaciones personales móviles mundiales por satélite (GMPCS). Estas últimas constituyen el aspecto más destacable, a pesar de que las comunicaciones móviles por satélite existen desde la época de los servicios INMARSAT. Lo que ha cambiado es que los satélites resultan ahora más abordables para las empresas privadas y los microteléfonos se han vuelto más pequeños, menos onerosos y más fáciles de utilizar, lo que genera un nuevo mercado masivo para los servicios directos por satélite.

Esto constituye un cambio con respecto al pasado, cuando los satélites geoestacionarios resultaban muy caros, las posiciones orbitales eran escasas y las frecuencias eran limitadas, generando cierto monopolio natural ; además, únicamente los monopolios nacionales o los que trabajaban a través de organizaciones como INTELSAT e INMARSAT lanzaban satélites. Incluso las estaciones terrenas de satélites eran caras de construir y las antenas tan costosas y de dimensiones tan grandes que, nuevamente, muchos países preferían delegarlo todo a un monopolio estatal. Resultaba fácil hacer respetar el monopolio, ya que era imposible disimular el funcionamiento de una estación terrena o intentar introducir ilegalmente terminales en el país.

Más tarde, no obstante, los sistemas móviles por satélite y los VSAT se difundieron entre las empresas multinacionales, que tienen actividades en todo el mundo y necesitan crear sus propias redes para llegar a lugares poco o mal comunicados. Sin embargo, ni los terminales ni el servicio eran asequibles a todos y seguían siendo suficientemente grandes para ser controlados a nivel operativo y de aduanas. La actual tecnología de satélites ha progresado y existen ya satélites GEO administrados por empresas privadas. Además, las antenas parabólicas son de tamaño considerablemente menor y más baratas, así como los VSAT y algunos terminales INMARSAT.

Por su parte, las GMPCS, forman parte de la oferta de los operadores mundiales primarios, que proponen terminales de usuario portátiles y móviles a precios accesibles. Tomando en cuenta de su índole técnica, reglamentaria y socioeconómica se aplica a la comunidad de telecomunicaciones regional y mundial, se convocó bajo los auspicios de la UIT, el primer Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones (FMPT), en el que se produjeron cinco Opiniones. En particular, se aprobó la Opinión 4 (Memorando de Entendimiento – GMPCS) a fin de facilitar la circulación de los terminales de usuario GMPCS, con disposiciones detalladas que incluyen homologación, concesión de licencias y acceso al tráfico de datos, junto con recomendaciones sobre derechos aduaneros. Como se pedía en la Opinión 5, el Director de la BDT estableció un Grupo de Expertos encargado de asistir a los países en desarrollo mediante la producción de listas de los factores que pudieran utilizarse para la concesión de licencias, la organización de seminarios regionales y el estudio de las diversas repercusiones de las GMPCS. Las tareas del Grupo de Expertos quedaron plasmadas en el Informe del Director de la BDT, que se presentó en la Conferencia de Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones en Malta en 1998.

4.2.4 Comunicaciones inalámbricas

Las comunicaciones inalámbricas no son, en sí mismas, algo nuevo. Muchos de los aspectos mencionados en relación con la tecnología de satélites se aplican a esta categoría, excepto que se la examina aquí desde una óptica nacional y no internacional. Las radiotelecomunicaciones precedieron a los satélites, ya que existen desde hace más de siete decenios. Los gastos de infraestructura para instalar una antena de microondas o una estación de radiocomunicaciones eran aún considerables y no resultaba fácil de establecer y administrar el servicio. Sobre todo, la gran importancia estratégica concedida a las radiocomunicaciones por muchos países tendió a privilegiar a los monopolios estatales o privados.

En la actualidad, la tecnología celular y las tecnologías de bucle local inalámbrico ofrecen alternativas más baratas, rápidas y satisfactorias a la tecnología existente, tanto fija como inalámbrica. Muchos países las utilizan, ya como servicio complementario mientras que otros, cuya infraestructura de telecomunicaciones alámbricas es bastante deficiente, la utilizan como infraestructura básica.

Las enormes discrepancias de desarrollo de las telecomunicaciones en algunos países obligan a los encargados de la formulación de políticas a introducir la competencia en materia de tecnologías inalámbricas. Puesto que tanto el servicio como los microteléfonos son ahora más asequibles, pequeños y fáciles de utilizar, se ha creado un nuevo mercado masivo, con los consiguientes aspectos reglamentarios y políticos.

4.3 Efectos sobre la reglamentación

Habiéndose ya reseñado la manera en que se clasificaron las diversas contribuciones nacionales, se examinarán a continuación los efectos sobre la reglamentación para cada una de estas categorías.

4.3.1 Digitalización/Convergencia

La digitalización ha reunido a tres ámbitos distintos del derecho. Éstos son:

a) *Reglamentación sobre instalaciones*

Tanto a nivel nacional como internacional, la reglamentación de las telecomunicaciones consistió esencialmente en una reglamentación de las instalaciones (la reglamentación de la infraestructura propiamente dicha).

Las instalaciones de telecomunicaciones incluían infraestructuras como fibras ópticas, satélites, radiocomunicaciones, cableado en hilos de cobre, etc., es decir, esencialmente comunicaciones establecidas por medios electromagnéticos. Las reglas fueron fijadas para garantizar una utilización armónica de las comunicaciones. Para muchos países, el tema de la soberanía nacional seguía siendo importante, por lo que las telecomunicaciones eran controladas dentro de las fronteras nacionales, ya sea por monopolios estatales o por compañías nacionales. Las comunicaciones internacionales se conectaban en algún punto intermedio, posibilitándose así la realización de llamadas.

Por lo tanto, debían dictarse las reglas del juego, a nivel nacional e internacional, para garantizar la realización de llamadas (como directrices aplicables a la liquidación de cuentas). Había otros aspectos, como las comunicaciones para la seguridad de la vida humana en el mar y la interferencia perjudicial de las señales. Y, puesto que los satélites tenían limitadas posiciones orbitales para ubicarse en la órbita geoestacionaria, era también necesaria una coordinación internacional. En el pasado, gran parte de esta extensa reglamentación incumbía a la UIT, puesto que los monopolios nacionales estaban autorreglamentados.

En la actualidad, la creciente privatización de las operaciones y la irrupción de la competencia lleva a la creación de órganos reglamentarios nacionales que desempeñan funciones similares, ideándose también nuevas reglamentaciones nacionales en materia de instalaciones. Éstas incluyen la atribución del espectro, normas de calidad de servicio, la homologación de equipos, servidumbre de paso, etc. Con frecuencia, estas instancias están bajo supervisión del Ministerio de Telecomunicaciones.

En ambos casos, las reglas nacionales e internacionales se referían esencialmente a las infraestructuras de compañías de telecomunicaciones o a comunicaciones punto a punto, generalmente, accesibles al público. Las redes privadas de telecomunicaciones, de intercambio de datos y de vídeo, se trataban, hasta hace poco tiempo, por separado. Las redes punto a multipunto se consideraban servicios de radiodifusión, mientras que, los servicios privados telefónicos y de datos estaban clasificados como comunicaciones internas y, por lo tanto, no estaban reglamentados excepto cuando hubiera interconexión con una red pública.

b) *Reglamentación del contenido de la radiodifusión pública*

La reglamentación del contenido no se aplicaba a las telecomunicaciones ni a los operadores de telecomunicaciones públicas, ya que tradicionalmente se realizaban comunicaciones punto a punto, en las que era el usuario final y no la empresa de telecomunicaciones quien generaba el contenido. Sin embargo, los operadores que utilizaban estas instalaciones para transmisiones punto a multipunto estaban sujetos a la legislación de contenido, independientemente de que fueran o no los creadores de la información. Se consideraba, aquí, al público como mero receptor pasivo de la información, a menudo recibida involuntariamente, lo que obligaba a establecer leyes para proteger el interés común.

Esto difiere de las telecomunicaciones, en las que el público utiliza las instalaciones para transmitir el contenido verbal que crea (es decir, la conversación) por lo que no puede responsabilizarse de éste al operador de telecomunicaciones, que es un simple transmisor. La legislación relativa a la protección de la vida privada, difamación escrita u oral, derechos de autor, pornografía y atentados contra la honestidad, existía para garantizar cierto nivel de normas comunitarias a la sociedad. Esto era así, aunque el organismo de radiodifusión no generara la información, si bien era responsable como «retransmisor». Estas normas se aplicaban también a otros medios distintos de las telecomunicaciones, como a la prensa escrita.

Además, existían organismos separados que reglamentaban la industria de contenido, en general bajo la supervisión del Ministerio de Información y Cultura. En Singapur, por ejemplo, la reglamentación de telecomunicaciones depende de la Autoridad de Telecomunicaciones de Singapur en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, mientras que la radiodifusión está regida por la Autoridad de Radiodifusión de Singapur en el Ministerio de Información y Cultura.

c) *La tecnología de la información o reglamentación de la industria informática*

Es éste un ámbito poco reglamentado. En el pasado, los computadores eran aparatos aislados y en consecuencia, las leyes relacionadas con los derechos industriales y de propiedad se aplicaban, como mucho, a los equipos y a los soportes lógicos.

Más tarde, se desarrollaron computadores personales más pequeños y computación distribuida, con redes de área local (LAN – Local Area Networks), redes de área extensa (WAN – Wide Area Networks) y las actuales redes de área metropolitana (MAN – Metropolitan Area Networks). Pero las comunicaciones seguían realizándose dentro de una compañía ubicada en un edificio o conectada virtualmente como tal. Así pues, se consideraban internas y no se aplicaba a ellas reglamentación alguna sobre radiodifusión y/o contenido.

Con respecto a la red propiamente dicha, puesto que solía estar ubicada en el mismo piso de un edificio o dentro del mismo, se consideraba que escapaba al ámbito de la reglamentación en materia de infraestructuras y telecomunicaciones.

En la actualidad, la digitalización y los módems, prácticamente, han reunido a muchas redes internas con las redes públicas, con lo que quizá estos tenues límites ya no sean válidos. Sin embargo, los profesionales de la informática preferirán una liberalización de la industria de las telecomunicaciones más que una reglamentación de su sector.

Repercusiones reglamentarias de la convergencia de estos tres ámbitos distintos del derecho

Con la digitalización de las telecomunicaciones, las compañías utilizan, ahora, la red pública para expandir sus LAN a través de calles, ciudades y estados, y sus circuitos internacionales arrendados (ILC – International Leased Circuits) para ampliar sus redes empresariales más allá de las fronteras nacionales.

Sin embargo, muchos países optaron por utilizar estas redes como grupos cerrados de usuarios, escapando así al ámbito de la reglamentación tradicional sobre redes públicas y contenido. Para otros países se trata de «redes de valor añadido» y las autorizan por separado, sin permitir la utilización compartida o la reventa de exceso de anchura de banda a terceros. Otros permiten la reventa y la utilización compartida de los ILC, lo que constituye una interpretación muy laxa de la definición de grupo cerrado de usuarios o de redes de valor añadido, en particular en las redes privadas virtuales (VPN – Virtual Private Networks) y la red Internet. En la actualidad, muchas empresas como SITA e IBM ofrecen sus redes a terceros, por lo que ya están en situación de competencia con los operadores tradicionales de telecomunicaciones, incluso en países que aún no han introducido la libre competencia.

Otro ejemplo del reto, que entraña la convergencia de reglamentaciones, es la irrupción de la red Internet. ¿Un usuario que difunde un mensaje por correo electrónico a una lista de destinatarios o a una agencia noticias es o no un organismo de radiodifusión que, por ende, está sujeto a la legislación correspondiente? ¿Una compañía telefónica que suministra un

tono de marcación vídeo o, inclusive, un servicio de vídeo a la carta estará sujeta a la reglamentación de los organismos de radiodifusión? ¿Un organismo de radiodifusión que ofrece también, en su red, comunicaciones telefónicas y de datos deberá ajustarse a la reglamentación de telecomunicaciones o a la de radiodifusión, o a ambas?

La convergencia constituye un evidente desafío para los límites tradicionales entre las distintas legislaciones. En los Estados Unidos de América, donde surgieron la convergencia y la red Internet, los legisladores y los encargados de formular políticas siguen luchando con los problemas de convergencia. Muchos países estudian, recién ahora, la posibilidad de permitir a las empresas de radiodifusión por cable, por ejemplo, suministrar comunicaciones telefónicas y viceversa. Es evidente la necesidad de reexaminar y redefinir la legislación en este ámbito.

Los tribunales y los legisladores se ven confrontados con casos de convergencia. Varios litigios recientes en los Estados Unidos sobre la posible responsabilidad de los proveedores de servicios de Internet (ISP – Internet Service Providers) por el material injurioso transmitido por sus usuarios a través de la red, y la reciente Ley de Telecomunicaciones de 1996, que los designa responsables del material pornográfico transmitido a través de la red, provocaron preocupación entre los ISP, que se consideran homólogos de las empresas de telecomunicaciones, es decir, simples proveedores de acceso. Aunque la red Internet sea actualmente pública y masiva, el correo electrónico sigue efectuándose de punto a punto (como en las comunicaciones telefónicas, por lo que el contenido es generado por el usuario) y los sitios en la Web no son punto a multipunto (la base de la legislación de radiodifusión) sino multipunto a punto. No son servicios espontáneos, sino que es el usuario quien los solicita. Será difícil de hallar las respuestas adecuadas, dado que las repercusiones no son claras y la convergencia ha borrado los límites entre los diversos ámbitos jurídicos. Esto se acentúa con la mayor utilización, por los usuarios, de la red Internet para transmisión de vídeo y telefónica.

Los proveedores de servicios Internet siguen oponiéndose a estar reglamentados por la legislación tradicional de radiodifusión (como en Singapur). Incluso en los Estados Unidos de América, en virtud de la nueva Ley de Telecomunicaciones de 1996, se intentó responsabilizar a los ISP del material pornográfico distribuido a través de la red, lo que ha dado lugar a una intensa batalla jurídica que todavía no ha finalizado.

Otro aspecto importante es saber de qué jurisdicción dependerán las diversas nuevas tecnologías. En Singapur, por ejemplo, la infraestructura de la red Internet está reglamentada por la Autoridad Nacional de Telecomunicaciones, mientras que el contenido de la red se ajusta a la reglamentación de la Autoridad de Radiodifusión de Singapur. Por consiguiente, los ISP deben obtener dos autorizaciones de dos organismos diferentes para ejercer una misma actividad. Además de las batallas jurisdiccionales, la industria nunca sabe exactamente qué organismo reglamentario le saltará encima inesperadamente.

El principal problema, en este ámbito, estriba en la diferente base jurídica y la diversidad de mentalidades frente a la reglamentación. El sector informático posee un entorno relativamente informal y poco reglamentado en comparación con las telecomunicaciones o la radiodifusión, y no desearía modificar esa situación. Esta diversidad de enfoque frente a la reglamentación está cuestionándose a nivel internacional, en particular en lo que respecta a la red Internet.

Esta red que funciona a través de la infraestructura telefónica, utilizando el protocolo TCP/IP, se ha convertido en una infraestructura por derecho propio, habida cuenta de la ubicua conectividad mundial que ofrece. A diferencia del mundo de las telecomunicaciones, que creó la UIT en 1865 para asegurar una conectividad mundial, la red Internet es un esfuerzo masivo que prácticamente carece de instituciones formales. Las normas que rigen la red se originan en agrupaciones muy informales de voluntarios que se reúnen en el Grupo de Trabajo Especial de Ingeniería de la Red Internet, mientras que la Sociedad de Internet – el «organismo internacional» más cercano a Internet – está compuesta de individuos de todo el mundo que abonan un arancel a un organismo sin fines de lucro.

Incluso las direcciones IP y los nombres de dominio, que técnicamente pertenecen al Gobierno de los Estados Unidos de América, están supervisados por organismos oficiosos o semioficiales integrados por personas privadas u organizaciones diversas que ofrecen sus servicios para mantener la red en funcionamiento. Las direcciones IP y, podría argumentarse, los nombres de dominio son recursos limitados; puede equiparárselos a las frecuencias, los espacios orbitales y los planes de numeración del sector de las telecomunicaciones. Sin embargo, la futura estructura adecuada para el buen funcionamiento del universo de Internet es todavía muy incierta.

Se pone claramente de manifiesto un fuerte choque cultural entre los representantes del mundo de las telecomunicaciones y el del comercio, por un lado, y los de la red Internet y el sector informático, por otro. Los miembros del universo Internet desean mantener estructuras informales, con poca o ninguna reglamentación. Preferirían, también, que reinara la competencia, por los escasos recursos disponibles, en vez de aceptar que una entidad asuma el control y reglamente la red Internet. El sector de las telecomunicaciones y el comercio, por otro lado, están muy preocupados por la falta de legitimidad y lo informal de las estructuras existentes en la actualidad. Consideran que esto podría haber sido aceptable en la época de una red Internet de investigación y desarrollo y académica, pero no para una red comercial con inmensos intereses en juego. Por consiguiente, no es sorprendente que los esfuerzos del autodesignado Comité internacional *ad hoc* para la solución de problemas, de dominios de nivel superior, suscite reacciones divergentes en los distintos campos.

El choque de culturas, con respecto a los marcos reglamentarios y la reglamentación, no hace sino comenzar, tanto en los planos nacional como internacional. La red Internet, simplemente, ha acelerado un debate que debería estar ya teniendo lugar, a la luz de la convergencia. En los Estados Unidos de América, las compañías de distribución por cable desean obtener el derecho a suministrar servicios de telecomunicaciones, pero no quieren acogerse a las reglamentaciones de los operadores públicos, como la reglamentación de tarifas, etc. Asimismo, las compañías de telecomunicaciones procuran entrar en los mercados del vídeo y de la radiodifusión, pero quizá no estén aún listas para asumir las consecuencias de acogerse a la legislación de radiodifusión. Los proveedores de servicios Internet en los Estados Unidos de América no están obligados a respetar una gran cantidad de leyes, ya que se los considera proveedores de servicios con valor añadido, y ahora, que pueden y desean también suministrar servicios telefónicos a través de Internet, se oponen también a las pretensiones de las empresas de telecomunicaciones, de que se rijan también por las normas aplicables a los operadores de las telecomunicaciones públicas, como la calidad del servicio y la reglamentación de tarifas. El debate continúa.

4.3.2 Aplicaciones en la sociedad de la información

Muchos de los desafíos a nivel reglamentario, en el ámbito de las aplicaciones de estas nuevas tecnologías, fueron en cierto sentido examinados bajo el tema de la convergencia de la red Internet, por ejemplo, quién será responsable en caso de infracción del derecho de autor o de difamación a través de Internet. Estas nuevas aplicaciones de las telecomunicaciones, que sustentan a la economía de la información, reúnen distintos ámbitos del derecho que pueden provocar conflictos entre la legislación nacional, regional e internacional. Aún más importante, han llegado a cuestionar nuestra concepción tradicional de la reglamentación.

Desde siempre, muchos de estos ámbitos del derecho fueron tratados sobre una base territorial. Por ejemplo, los médicos están autorizados a ejercer exclusivamente en una ciudad, en un estado o en un país. Poco se ha hecho para garantizar un reconocimiento mutuo de las normas vigentes y, de hecho, muy pocos médicos ejercen fuera del lugar donde están colegiados. Lo mismo sucede con otras profesiones, como las de abogado, agente bursátil, docente, etc., o en el caso de otras industrias de servicios, como las instituciones financieras.

En la actualidad, las telecomunicaciones mundiales permiten el ejercicio permanente de muchas actividades transfronterizas o transestatales. La enseñanza a distancia compensa la inexistencia de suficientes docentes calificados en algunos lugares, mientras que la telemedicina permite a los médicos de todo el mundo intercambiar diagnósticos e información sobre los pacientes. Estas aplicaciones son de inmenso valor y contribuyen a llevarnos hacia la sociedad de la información. Sin embargo, a menudo las legislaciones nacionales no están a la par de estos adelantos. Cabe hacerse las siguientes preguntas:

- ¿Es legal la telemedicina?
- ¿Pueden utilizarse documentos comerciales electrónicos como parte de la prueba material en los tribunales?
- ¿Son legales las transacciones telefinancieras?
- ¿Se aplica la legislación de derecho de autor a la red Internet?

Técnicamente, por ejemplo, el asesoramiento jurídico suministrado a través de Internet puede considerarse ilegal en muchos países. La legislación nacional de muchos de ellos no permite a los abogados practicar el derecho en el territorio nacional si no están habilitados en ese país. ¿Y qué sucede con los bancos virtuales o las transacciones con tarjetas de crédito realizadas a través de la red? Nuevamente, pueden infringir la legislación financiera de algunos países. Queda entonces por preguntarse si la ley obstaculiza estos progresos y si correspondería o no modificarla.

Algunos de los ámbitos del derecho afectados incluyen:

- el fraude;
- la seguridad;
- la propiedad intelectual;
- los ámbitos financieros;
- la vida privada;
- la censura o los atentados contra la honestidad;
- los contratos.

Estas leyes están más relacionadas con la naturaleza de la transacción y el contenido que con las redes o el medio a través del cual se la efectúa. Los problemas se vieron exacerbados por la existencia de un medio que permita realizar transacciones en cualquier lugar, en cualquier momento y con cualquiera. Incluso, aunque se apliquen estrictamente las leyes vigentes en el país, a menudo, el infractor se encuentra en el extranjero y es poco factible que la reglamentación sea eficaz.

Algunos países comienzan ya a intentar solucionar estos problemas. Por ejemplo, Singapur modificó su Ley de Prueba Material para permitir la utilización de documentos electrónicos como prueba real en los tribunales. Otros, como Malasia, intentan aprobar «ciberleyes» para atraer a las empresas de multimedios hacia el país. Pero la mayoría de los países todavía se encuentran en la etapa de desarrollo de una infraestructura básica, sobre todo, cuando deben solucionar aún problemas muy básicos, como una infraestructura de telecomunicaciones deficiente.

La anterior Comisión de Estudio 1 del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T) preparó las «Directrices propuestas sobre los aspectos operacionales del contenido» para asistir a las administraciones miembros de la Unión, en la cooperación tendente a solucionar problemas de reglamentación del contenido de los servicios, en el contexto de la soberanía nacional. La OMC, en el marco de la Ronda de Uruguay sobre Servicios del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), intentó plantear algunas cuestiones de servicios profesionales transfronterizos, pero tropezó contra una fuerte oposición por parte de distintos grupos de intereses. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual se interesó también en las infracciones al derecho de autor en los medios electrónicos durante su Conferencia Diplomática celebrada en diciembre de 1996.

Al decidir qué leyes deben enmendarse, es importante diferenciar entre aquellos ámbitos, claramente, bajo control de las jurisdicciones nacionales y otros en los que quizá se requieran de cooperación o de normas internacionales y regionales. De hecho hay una pronunciada tendencia hacia la regionalización y la mundialización en la nueva sociedad mundial de la información, así como a favorecer leyes flexibles en vez de rígidas.

4.3.3 La mundialización

Mayor interconectividad mundial

En el primer aspecto de la mundialización, es decir, la mayor interconexión de las diferentes redes de telecomunicaciones, algunos de los efectos más inmediatos sobre la reglamentación se dan en el ámbito de Internet. La red Internet y otras tecnologías mundiales igualmente ubicuas, en efecto, desafiaron la base tradicional del derecho, a saber, la soberanía nacional. Incluso si existe una posibilidad de ubicar al infractor, éste puede hallarse en una jurisdicción distinta donde el «delito» puede no considerarse tal, lo que dificulta incoar cualquier acción. Ello entraña conflictos de derecho, entre otras cosas, que son, en sí mismos, aspectos complejos del derecho.

Por ejemplo, si bien un país puede intentar controlar el contenido del material transmitido a través de Internet mediante una reglamentación, por la naturaleza ubicua de la red, éste puede originarse en cualquier lugar y ser transmitido a un sitio en la Web en otro, lo que dificulta controlar su origen. Con respecto al acceso al contenido, es también difícil de filtrar el punto de entrada al país, ya que no sólo, cotidianamente, se transmiten inmensas cantidades de datos, a través de la red sino que, también, los usuarios pueden hallar otras vías para acceder a la información filtrada. Por ejemplo, pueden conectarse con un país vecino, que no ejerce control sobre Internet, para obtener la información.

Aparición de operadores mundiales y de grandes operadores

El segundo aspecto de la mundialización, la aparición de proveedores de servicios mundiales y de grandes operadores entraña la preocupación de que éstos escapen al ámbito de todo sistema reglamentario. A menudo, el proveedor puede tener una presencia cuasi virtual en un país, mientras que su país de nacionalidad puede adoptar una política poco intervencionista a la hora de definirlo como una empresa multinacional. Muchos organismos regionales, como la Comisión Europea, intentan aplicar a esas entidades una legislación antimonopolio nacional y regional (mientras otros desean que la Organización Mundial del Comercio elabore una legislación mundial antimonopolio). Pero hasta que exista un organismo mundial antimonopolio, dichas entidades nunca estarán totalmente reglamentadas.

Tecnologías mundiales

Algunas de las cuestiones generales de la política de reglamentación que han sido desarrolladas en el Grupo de Expertos (Opinión 5), en el marco del Sector de Desarrollo de la UIT, abarcan la soberanía nacional, los criterios y políticas para la concesión de licencias, la disponibilidad del espectro de frecuencia, así como cuestiones relativas a la garantía de una competencia justa en un nuevo mercado mundial.

Una de las ventajas de los sistemas GMPCS es su capacidad para ofrecer cobertura mundial o regional con independencia de los obstáculos geográficos o topográficos. Esta ventaja plantea interrogantes acerca de los intereses tradicionales de la seguridad y de la soberanía nacional. Las preocupaciones vinculadas con la seguridad pueden situarse en cuatro categorías generales: la asistencia a las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley, los intereses de la seguridad nacional, la interceptación legal y las políticas de encriptación de las señales radioeléctricas. Estos intereses de la seguridad pueden preservarse de conformidad con los organismos de seguridad y observancia de la ley de cada país

que tutelan a los operadores nacionales de telecomunicaciones, incluidas las GMPCS. Además, las GMPCS tienen o tendrán la capacidad técnica para: encaminamiento nacional, determinación de lugar, interceptación legal, determinación de posición y comprobación técnica de llamadas. Estas funcionalidades técnicas han de permitir a los gobiernos nacionales garantizar la seguridad y la soberanía nacional, especialmente en el contexto de la utilización no autorizada.

Por sobre todo, la concesión de licencias ha sido el instrumento tradicional de política para regular la expansión tecnológica y garantizar la competencia en el sector de las telecomunicaciones. No existe hasta la fecha una política mundial unificada sobre criterios para la concesión de licencias, especialmente para las GMPCS. Sin embargo, los diversos gobiernos nacionales han solicitado tradicionalmente licencias para las comunicaciones basadas en la radio para la prestación de servicios y la utilización de frecuencias. La propia concesión de licencias puede representar la forma más eficaz de reglamentar el desarrollo de un mercado competitivo de telecomunicaciones en alguna medida.

Tomando en cuenta las nuevas dimensiones de las GMPCS, se pueden diferenciar los requisitos para la concesión de licencias de conformidad con los segmentos: es decir, espacial, terreno y de usuario.

La concesión de licencias para el **segmento espacial** incumbe sólo al país de origen, quien presenta la notificación adecuada a la UIT de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones. De esta manera se crea una forma eficaz de equilibrar las necesidades de un gobierno, de vigilar y gestionar la utilización del espectro radioeléctrico, y las necesidades, de las GMPCS y otros operadores de satélites, de obtener asignaciones de espectro para los sistemas respectivos.

El **segmento terreno** puede definirse como una parte de una red operacional que funcione desde el territorio de un país, conocido en general como cabecera de líneas o estación terrena. Las estaciones terrenas son el enlace entre una o más estaciones terrenas y el satélite. Sin embargo, tales licencias sólo deben ser concedidas por los países en los que un operador construye y explota la cabecera de línea. En tales casos, los gobiernos pertinentes podrían desear tomar en cuenta la utilización que hacen los sistemas de la infraestructura local, o la interconexión entre la cabecera de línea y la red pública. La mayoría de los sistemas GMPCS prevén disponer de estas instalaciones terrenas en unos pocos países (por ejemplo, 10 a 100).

En el caso del **segmento de usuario**, la mayoría de los gobiernos nacionales deben emitir las licencias aplicables para la prestación de servicios GMPCS en su territorio. Se recomienda categóricamente garantizar la competencia justa entre los diversos sistemas GMPCS basados en normas y reglamentaciones moderadas, transparentes y no discriminatorias. La concesión de licencias para el uso de terminales GMPCS es otro componente esencial de la prestación de servicios mundiales. Es importante que las licencias para terminales de usuarios se concedan de manera que no sea necesario que cada usuario deba registrar u obtener una licencia para su terminal personal; si fuera así, las GMPCS no serían prácticas. Por este motivo, los operadores de GMPCS, proveedores de servicios, fabricantes y gobiernos han acordado, por igual en la UIT, que la manera más eficaz de administrar la circulación de los terminales es concediendo «licencias genéricas» o «licencias de clase». De esta manera, un gobierno permite que puedan introducirse y utilizarse en el territorio de ese país todos los terminales con una marca convenida. Estas licencias toman en cuenta la utilización de frecuencias en que funcionan los terminales e incluyen la autorización para el propio equipo terminal. A los efectos aduaneros, los terminales de usuario podrían considerarse entre los efectos personales de los viajeros.

En el marco de la Opinión N.º 4, sobre la preparación del Memorando de Entendimiento para facilitar la libre circulación de terminales GMPCS, así como del Grupo de Expertos sobre GMPCS que se ocupa de la Opinión N.º 5, sobre la puesta en práctica de las GMPCS en los países en desarrollo, se están analizando y examinando muchas de las cuestiones antes mencionadas, y las conclusiones de sus deliberaciones aparecieron a finales de 1997.

La UIT, con su experiencia en las cuestiones de GMPCS, ha tratado activamente de adaptarse al nuevo mundo de la privatización y de la mundialización, permitiendo a los Miembros de los Sectores o los sectores privados a participar en sus actividades. Si bien ésta es una buena medida inicial, es necesario seguir reflexionando y trabajando mucho más para examinar las consecuencias a largo plazo y su pertinencia con el mundo real.

4.3.4 Comunicaciones inalámbricas

Atribución y asignación del espectro nacional

Las comunicaciones inalámbricas (tanto terrenas como por satélite) pueden ayudar sin duda a los países en desarrollo, en particular, a disminuir sus desventajas en el sector de las telecomunicaciones. No obstante, sin una atribución adecuada de frecuencias, un país pierde la oportunidad de desarrollar esta nueva tecnología.

En los países con una estructura monopólica y autorreglamentada, la cuestión se reduce a saber si la frecuencia fue atribuida al país y si el proveedor del monopolio (países que carecen también de un órgano reglamentador) decide utilizar dicha frecuencia. En caso de que ya se la utilice, el operador puede decidir interrumpir el servicio anterior y lanzar uno nuevo, o buscar una forma de utilizarlo eficazmente, sin provocar interferencias perjudiciales a sus demás servicios. En resumen, no hay repercusiones reglamentarias sino una decisión del operador monopólico sobre la manera

en que administrará su propia utilización del espectro. En Marruecos, debido a la separación de las funciones operacionales y reglamentarias, incluso el monopolio estatal debe obtener esas frecuencias del Estado. En ese caso, el reglamentador adopta una decisión, pero prácticamente no hay otras repercusiones reglamentarias.

En un contexto competitivo y cuando interviene un órgano reglamentador estatal, cada nueva tecnología introducida lo obligará a encargarse de la atribución y de la gestión del espectro. Con ese fin, deberá establecer políticas adecuadas para decidir a quién se atribuirá el espectro, etc. con objeto de garantizar oportunidades justas y claras para todos. Con respecto a los métodos y las políticas, algunos países pueden optar por recurrir a la subasta pública para atribuir el mercado al mejor postor, mientras que otros optarán por un llamado a licitación. Se ponen aquí de manifiesto las repercusiones reglamentarias, ya que el mercado compite por los escasos recursos disponibles y el reglamentador tiene una función clave para garantizar el crecimiento del mercado.

Atribución de espectro a servicios mundiales

Si bien, las administraciones nacionales están sujetas al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, deberá examinarse a niveles regional y mundial de qué manera las necesidades de espectro afectarán a los sistemas regionales y mundiales. La reciente privatización y la introducción de la competencia en los sistemas de satélites, y en particular el desarrollo del sistema GMPCS, constituyen una seria amenaza para el método de la UIT de registros de frecuencias y espacios orbitales según el principio de la prioridad en el tiempo. El enfoque de buena voluntad según el cual los nuevos sistemas se adaptan y se coordinan con los ya existentes quizá no funcione en un mundo competitivo, regido por las leyes del mercado.

Incluso las Conferencias Administrativas Mundiales de Radiocomunicaciones (CAMR), celebradas para atribuir frecuencias a los servicios mundiales, podrían ser escenario de enfrentamientos y, una vez atribuidas las frecuencias, algún órgano reglamentador, en el mundo, podría conceder licencias a estos servicios, por lo que se convertiría en el reglamentador mundial *de facto*.

De hecho, las comunicaciones mundiales móviles e inalámbricas plantean los principales desafíos reglamentarios en los planos nacional e internacional.

4.3.5 Otros aspectos generales

La decisión de un país de introducir la competencia tiene diversas repercusiones a nivel reglamentario. Por supuesto, éstas son similares si es la introducción de servicios móviles la causa de la competencia o si un país empieza por introducir una competencia en términos de servicios de valor añadido.

Necesidad de separar las funciones de operador estatal de las reglamentarias

La transición de un entorno de telecomunicaciones estatal, de base monopólica, a un monopolio empresarial, a uno privado, a una competencia parcial o total con otras entidades nacionales y/o internacionales exige disposiciones interinstitucionales que garanticen una efectiva aplicación de las políticas gubernamentales. Si bien, estas disposiciones variarán considerablemente de un país a otro, el proceso debe ser objetivo, transparente y no discriminatorio.

Es evidente que esto sólo podrá lograrse separando las funciones de proveedor de servicios y reglamentarias, lo que puede entrañar la creación de un órgano reglamentario autónomo o de organismos estatales independientes de las funciones de proveedor de servicios (esto suele ir unido, al principio, a la transformación del monopolio estatal en empresa).

Necesidad de establecer procedimientos claros de autorización de servicios y de redes

La concesión de licencias adquiere aún más importancia, en un entorno liberalizado, y suele aplicarse exclusivamente a los sectores de suministro de servicios o de operadores de redes. Las principales decisiones se refieren a los tipos de servicios que deberían liberalizarse, al eventual establecimiento de un límite al número de licencias concedidas y a las condiciones impuestas a éstas (por ejemplo, servicio universal, calidad del servicio, etc.).

Por supuesto, los procedimientos de concesión de licencias están principalmente determinados por el marco jurídico y político de cada país. Algunos optan por aplicar el principio de la prioridad en el tiempo, mientras que otros eligen el método de concesión selectiva de licencias. Según este último, el reglamentador concede licencias únicamente a un operador o a un grupo reducido de operadores y puede dar prioridad a los candidatos que proponen o pueden dar pruebas fehacientes de poseer ventajas técnicas, económicas o sociales. Otro método, es el de la concesión preferencial de licencias, por ejemplo, conceder licencias a empresas de teledifusión por cable para proveer servicios y facilidades de telecomunicaciones adicionales, prohibiéndose al mismo tiempo la entrada en el sector del espectáculo, al menos durante un periodo limitado, a un operador público de telecomunicaciones.

Actualmente, se debate sobre las licencias y/o autorización necesarias para las GMPCS. Se ha de respetar plenamente la soberanía nacional de los países. Por otro lado, se deben identificar mediante algún tipo de armonización regional o mundial de las leyes, vías y medios para que este proceso no resulte engorroso hasta el punto de impedir el avance de este tipo de tecnología.

Necesidad de revisar los procedimientos de homologación y de concesión de licencias en un contexto mundial

En el pasado, muchas de las normas y reglas nacionales de homologación y concesión de licencias para terminales se basaban exclusivamente en los servicios nacionales. El número 2020 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, por ejemplo, especifica que ninguna estación transmisora puede funcionar sin licencia. Sin embargo, cuando se trata de servicios mundiales, ello entrañaría la necesidad de obtener una licencia para cada terminal utilizado en cada país.

Con respecto a la homologación de terminales tipo, la adopción de normas generales, de reconocimiento mutuo, etc. constituye sendas formas de evitar los problemas burocráticos. Los países de la CEPT han elaborado ya recomendaciones para facilitar el transporte y/o la utilización de transmisores para receptores móviles por visitantes. Más concretamente, la CEPT considera conveniente que sus miembros dispongan de un cuerpo reglamentario común sobre las homologaciones, el marcado, la libre circulación y la utilización de estaciones terrenas móviles. Véase también la Opinión N.º 4 del FMPT y el Memorándum de Entendimiento sobre la libre circulación de terminales.

Interconexión de redes

Los nuevos operadores en el mercado de las telecomunicaciones, independientemente de que suministren servicios o equipos de redes, deberán estar en contacto con la red existente para instalarse efectivamente. Quizá sea necesario garantizar la interconectividad entre las nuevas redes, para evitar «islotes» de nuevos servicios. Deberán elaborarse políticas reglamentarias para controlar los acuerdos de interconexión entre los nuevos operadores y el o los ya establecidos. Algunos órganos reglamentadores optaron por desempeñar un papel muy activo en los acuerdos de interconexión mientras que otros, por falta de recursos, se limitan a actuar como árbitros. Entre las demás cuestiones, que deberá resolver el reglamentador, figuran las de la portabilidad de los números y normas abiertas.

Determinación de precios

Para evitar guerras de precios entre los nuevos operadores y el ya establecido, y garantizar asimismo que este último no fije precios desleales, deberán establecerse políticas reglamentarias sobre precios para garantizar una genuina competencia. En general, los países optan por una definición de precios basada en los costes o por definir topes a la rentabilidad. Nuevamente, el sistema adoptado dependerá de las políticas retenidas por cada país.

Las estructuras tarifarias y la introducción de nuevos servicios y tecnologías tienen un doble vínculo. El primero deriva del hecho de que muchos de los servicios, importantes comercialmente, consisten en una nueva presentación de servicios existentes con precios atractivos, mecanismos de descuento u otros alicientes en materia de precios de comercialización. El segundo es ver si las políticas de precios ofrecen los incentivos necesarios para que el operador introduzca nuevos servicios y tecnologías.

Servicio universal

Muchos de estos nuevos servicios y tecnologías, como las GMPCS, WLL, celulares, VSAT, etc. brindan, a los países, grandes oportunidades de suministrar servicio universal. Pero no basta con dejarlo todo librado a las fuerzas del mercado. Los nuevos operadores desearán quizá concentrarse exclusivamente en los sectores lucrativos de aquél. Por lo tanto, quizá sea necesario aplicar políticas adecuadas de servicio universal a las reglamentaciones o a las condiciones de concesión de licencias, algo satisfactoriamente llevado a la práctica en México.

Desde el punto de vista de los operadores, estas nuevas tecnologías han provocado una modificación tan drástica de las estructuras de costes que ya no es posible suministrar un servicio universal como en el pasado. Para aquéllos, lo fundamental sería ver si el país adopta políticas reglamentarias que permitan la introducción de estas nuevas tecnologías, pudiendo así prestarse un servicio universal. Los operadores de la GMPCS en el Foro de la UIT aceptaron los principios voluntarios para garantizar la disponibilidad general y la accesibilidad del servicio que prestan. La industria dio su acuerdo a las políticas que apuntalarán las políticas nacionales de apertura a nuevos servicios y a la competencia y que, fundamentadas en políticas nacionales de servicio universal (ya sea en los contratos de concesión de licencias o en la reglamentación), contribuirán a garantizar el éxito de esas políticas, por supuesto, a condición de que no sean onerosas.

4.4 Observaciones

4.4.1 Digitalización/Convergencia

No hay soluciones claras a estos problemas de convergencia y, en gran medida, será necesario un compendio de jurisprudencia, una serie de querellas y de incidentes, antes de poder definirse y aprobarse nuevas leyes.

No obstante, muchos países deberían dar el primer paso efectuando una separación entre la infraestructura y el contenido, más bien que con arreglo a los principios tradicionales de las telecomunicaciones, la radiodifusión y el Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales. Ello entraña también la creación de los nuevos órganos de reglamentación y de legislación correspondientes, por ejemplo una Autoridad de Comunicaciones y una Autoridad de Información y Contenido, o la fusión de estructuras existentes en un sólo órgano de reglamentación. Malasia es el único país estudiado que está activamente consagrado a aprobar ciberleyes, para impulsar el desarrollo de las ciberindustrias.

Sean cuales fueren los organismos de reglamentación creados por la legislación aprobada, conviene tener presente que tradicionalmente las leyes tienden a ser reactivas más que proactivas y a menudo con razón. Es difícil predecir problemas y dificultades futuros y una actitud demasiado proactiva podría asfixiar a las nuevas tecnologías o industrias. También, los países que deben aún solucionar los problemas muy básicos, como la falta de una infraestructura adecuada, quizá no estén listos para abordar la reglamentación sobre convergencia.

De todas maneras, los países deben tener debidamente en cuenta la necesidad de reexaminar y de perfilar la legislación en esta esfera, ya que en su forma actual, bien pueden estar ya asfixiando a la industria. La situación presente exige una apertura de miras por parte de los juristas, los reglamentadores y los encargados de formular políticas.

4.4.2 Aplicaciones de la sociedad de la información

Muchas de las recomendaciones sobre convergencia arriba mencionadas se aplican también aquí, pero a otras esferas del derecho además de las telecomunicaciones, la radiodifusión y la tecnología de la información.

Los países deberían reexaminar la legislación comercial, de derechos de autor, de ejercicio de la medicina y el derecho, etc. Es importante tener presente que, primero y principal, cada país debe definir por sí mismo sus políticas nacionales antes de examinar los cambios que deben introducirse en la legislación. Por ejemplo, un país que desee promover la telemedicina debería estudiar la manera de modificar su legislación vigente ya que, en caso contrario, técnicamente los médicos que se encuentran fuera de su jurisdicción no pueden dar su opinión profesional sin autorización. Esto, por supuesto, deberá equilibrarse garantizando que las leyes protejan el derecho del cliente a la confidencialidad, etc. Al determinar las leyes necesarias, tendrán que conciliarse los diferentes objetivos.

Otro ejemplo, es la reciente conferencia de la OMPI para enmendar la legislación sobre derechos de autor, a fin de aplicarla a los medios electrónicos. En este caso, cada país debe sopesar cuidadosamente los derechos de autor sobre este nuevo medio frente a la necesidad de no imponer una pesada carga a los proveedores de servicios, como los ISP, considerándolos responsables del material infractor. Inicialmente se propuso responsabilizar fuertemente a los proveedores de servicios Internet, lo que sin duda habría paralizado a la industria. No sólo los ISP no suelen ser los generadores de contenido, sino que prácticamente carecen de medios para controlar la información transmitida por los usuarios finales. La OMPI ha optado por dejar librada, a criterio de cada gobierno, la decisión de definir la responsabilidad de los ISP, y será importante que cada país alcance el equilibrio adecuado, en función de sus propias necesidades.

4.4.3 La mundialización

En relación con una mayor conectividad mundial y la red Internet, los países deberían estudiar políticas actuales y de buen gobierno para Internet, con objeto de determinar la manera en que desean reglamentar dichas tecnologías. Es fundamental que el mundo de las telecomunicaciones intente comprender al de Internet y viceversa, ya que ha llegado el momento de adoptar decisiones cruciales para la supervivencia de estas tecnologías (por ejemplo, las direcciones IP se están volviendo escasas y los aspectos relacionados con la atribución y la gestión adquieren importancia fundamental). Asimismo, cuando se trate de aspectos jurisdiccionales y de soberanía, una estrecha cooperación regional e internacional será esencial para eliminar el fraude comercial, el hostigamiento, etc. a través de Internet.

En todo, lo relacionado con los grandes operadores, los países deberían cooperar activamente a niveles regional e internacional para estudiar las repercusiones de la mundialización del sector. Quizá sea necesario aprobar una legislación de antimonopolio nacional, regional o internacional a fin de evitar la creación de oligopolios.

Por lo que respecta a la soberanía, los países deberían reexaminar si, en la sociedad y en la economía actuales, bastaría con afirmar el propio derecho a la soberanía nacional.

Se recomienda, como un paso hacia la dirección adecuada, elaborar soluciones razonables con la industria y optar por una legislación flexible.

Puesto que, no existe ningún organismo panamericano ante el cual sean responsables estas entidades, los países deberán coordinarse mutuamente y con los proveedores para velar por la protección de sus intereses. En el FMPT de la UIT, por ejemplo, los países llegaron a una solución de conciliación con los proveedores, dándoles acceso a la base de datos sobre tráfico para que puedan determinar si, de hecho, ha habido acceso no autorizado. Sin esta cooperación, y si los países se limitan a aprobar una legislación rígida, será más tentador intentar eludir los controles.

Participación o evitación

Las GMPCS se promueven como una tecnología que puede incrementar el acceso de los países a las telecomunicaciones y al tráfico, en vez de ser un medio de evitación. Este servicio será quizá más caro que los servicios de base fija y los usuarios, tal vez, recurran a él únicamente cuando carezcan de facilidades locales. Para los encargados de formular políticas y las autoridades de reglamentación el verdadero reto no radica en evitar el paso por la red fija, sino, más bien, en lograr una máxima disponibilidad de estos servicios. Por ejemplo, pueden estudiar los medios alternativos para generar nuevos ingresos, como los siguientes:

- Aranceles para la concesión de licencias
- Aranceles cobrados por las autoridades contables o las organizaciones de facturación
- Arriendo de estaciones terrenas móviles y de equipos GMPCS
- Ingresos de tráfico que, en caso contrario, no se habría generado
- Inversión en el servicio móvil por satélite (SMS) o en las actividades del operador de las GMPCS
- Suministro de servicios con valor añadido, como los servicios «en ventanilla única» etc.

Deberán reexaminarse y modificarse, en consecuencia, las reglamentaciones nacionales e internacionales si se desea promover estos nuevos servicios como servicios mundiales. Entre las medidas que deberían estudiar los países para fomentar la difusión de servicios GMPCS figuran las siguientes:

Libre circulación de equipos terminales

Armonización de su homologación y de la concesión de licencias a usuarios móviles. En una de las contribuciones de la Comisión de Estudio, se recomendó que los países buscaran orientación en las recomendaciones de la CEPT sobre libre circulación de equipos terminales.

Al mismo tiempo, debería reexaminarse el número 2020 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, que exige que cada estación terrena posea la correspondiente licencia, habida cuenta de los numerosos pequeños equipos terminales utilizados como «estaciones terrenas» y para evitar trámites y homologaciones complejos e innecesarios en muchos países del mundo.

Aranceles de aduanas

Al parecer, en los distintos países se aplican aranceles de aduanas diferentes a las estaciones terrenas móviles. Las recomendaciones formuladas en las contribuciones a esta Comisión de Estudio tienden a abogar por una supresión o una reducción razonable de dichos aranceles.

Autoridad contable

Puesto que los usuarios móviles se trasladan de un país a otro, debe existir un mecanismo para garantizar el pago de facturas, etc. Hasta hace poco tiempo, dicho mecanismo era la Autoridad Contable (AA – Accounting Authority). Hay que referirse en este contexto a la Recomendación UIT-T D.90 de la Comisión de Estudio 3 que trata sobre «Tasación, facturación, contabilidad internacional y liquidación de cuentas en el servicio móvil marítimo».

Concepto de proveedor de servicio

En las contribuciones a la Comisión de Estudio, se recomendó también que las autoridades contables y las organizaciones de encaminamiento existentes se conviertan en proveedores de servicios, que asuman no sólo las tareas de contabilidad y de facturación sino que, en el futuro, presten servicios «en ventanilla única» y obtengan ingresos del tráfico realizado con arreglo a un acuerdo con uno o más operadores de estaciones terrenas.

Servicio universal

Se recomienda que los países colaboren con estos proveedores mundiales de servicios para garantizar un servicio universal y la correspondiente capacidad de pago, a través de acuerdos contractuales, de Memorandos de Entendimiento o mediante la concesión de licencias y de reglamentaciones. Estos aspectos deberían tenerse en cuenta si es ése el objetivo del país en cuestión.

4.4.4 Comunicaciones inalámbricas

El aspecto clave será, aquí, la atribución y la gestión del espectro, independientemente de que haya un monopolio que preste el servicio o de que se introduzca la competencia. Sin atribución se retardará la instalación de nuevas tecnologías. En los contextos competitivos, se necesitan leyes claras de atribución del espectro para garantizar una igualdad de oportunidades entre los nuevos operadores. Se requieren también de leyes de gestión del espectro para evitar la saturación, las interferencias perjudiciales y una utilización ineficaz de estos limitados recursos.

En un contexto competitivo, por ejemplo en México, con arreglo a la nueva legislación del país, se decidió atribuir frecuencias mediante un procedimiento de subastas transparente y justo. Otros países pueden elegir atribuciones selectivas en función de indicadores técnicos, económicos y sociales.

Los países deberían estudiar los modelos utilizados por otros y decidir cuál se adapta mejor a la situación nacional. De todas maneras, lo fundamental será disponer del personal cualificado para tramitar los procedimientos y comprender las nuevas tecnologías. En algunos casos, las opciones serán tributarias de los limitados recursos disponibles y es fundamental que el personal, que trabaja en los proyectos, tome las decisiones adecuadas. Para ello, será esencial que posea la capacitación y la experiencia necesarias.

Con respecto a las atribuciones y a la gestión internacional de frecuencias, se está debatiendo el sistema actualmente utilizado en la UIT. ¿Funcionará aún el método cooperativo de registro de frecuencias y el proceso de coordinación de asignaciones de posiciones orbitales dentro de una industria competitiva, que facturará por miles de millones de dólares? ¿Resultarán demasiado lentas las Conferencias Mundiales, que atribuyen bandas de frecuencias muy necesarias para suministrar servicios mundiales? ¿Una vez atribuidas, quién será el «reglamentador» de esas frecuencias?

Los países deberían estudiar la posibilidad de examinar éstas y otras cuestiones similares en los foros de la UIT, al determinar el futuro régimen para los servicios mundiales que ofrecen los operadores privados, en un contexto competitivo.

4.4.5 Otras cuestiones generales

El principal problema reglamentario con el que se enfrentan actualmente los países es cómo, cuándo y para qué segmentos del mercado se introducirá la competencia. Como se señaló antes, en general, esto depende principalmente de consideraciones económicas, sociales o políticas, si bien, la nueva tecnología influirá considerablemente, como catalizador de dichas decisiones.

Al examinar la conveniencia de introducir la competencia, es importante que cada país tenga claro qué objetivos procura alcanzar para decidir a continuación qué sectores se liberalizarán y si se autorizará únicamente la competencia nacional o también la extranjera. A la hora de adoptar estas decisiones, los países deberían estudiar las experiencias de otros.

Una vez tomada la decisión de abrir el mercado a la competencia, el paso siguiente sería separar las funciones reglamentarias y operacionales del Estado. Nuevamente, esto puede hacerse mediante la corporatización de la rama operacional o mediante la privatización. El tipo de organismo reglamentario (es decir, un Ministerio, una dependencia estatal, un órgano estatutario o una unidad autónoma independiente) dependerá principalmente de la historia política y legislativa del país en cuestión.

Cada modelo deberá ser adaptado a las necesidades específicas del país.

A continuación, deberán establecerse normas y reglamentos para garantizar una competencia justa. Éstos incluirán procedimientos de concesión de licencias claros, reglas de interconexión de redes, normas abiertas, determinación de precios, etc. Los conceptos fundamentales, aquí, son el de transparencia y el de no discriminación (es decir, las reglas que los países pueden haber aceptado en el marco de la OMC). La industria demostró claramente que la introducción de la competencia va unida a una modificación de la reglamentación vigente. A menudo, se requiere más de reglamentación que en el pasado para garantizar una igualdad de condiciones a todos los operadores, en particular, cuando hay un operador dominante.

Pueden debatirse muchos otros aspectos de las repercusiones reglamentarias, pero cuando se examina la cuestión, desde la óptica de esta Comisión de Estudio, es importante delimitar claramente los temas y concentrarse en ellos. No olvidemos que la cuestión que nos ocupa es «Repercusiones de la introducción y utilización de nuevos servicios y tecnologías sobre el entorno comercial y reglamentario de las telecomunicaciones». Las respuestas dependerán, en gran medida, del entorno industrial existente (es decir, si se trata de un monopolio o si hay competencia, cuál es la estructura reglamentaria establecida, si existen reglamentos publicados y políticas y si hay un organismo reglamentario separado independiente del reglamentador, etc.).

Como se dijo antes, en los países donde no hay un reglamentador separado y el proveedor monopólico funciona como un autorreglamentador, la introducción de nuevas tecnologías prácticamente carecerá de repercusiones, excepto en lo que respecta a la convergencia, las nuevas aplicaciones, la mundialización de la tecnología y los servicios, etc. Cada nueva tecnología se introducirá en función de criterios comerciales, políticos o económicos definidos por el operador,

prácticamente sin efectos sobre la reglamentación. Cuando existe un reglamentador separado, independientemente de que haya o no competencia plena o parcial, las repercusiones sobre la reglamentación serán mayores en función, aquí también, de las condiciones del país en cuestión.

A continuación se hacen algunas observaciones, a modo de conclusión.

4.4.5.1 ¿Cuál es la finalidad de la reglamentación?

En primer lugar, además de determinar el entorno industrial y reglamentario existente, antes de responder a esta pregunta, convendrá definir la finalidad de la reglamentación en el país en cuestión. Ello dependerá mayormente de la manera en que el reglamentador se concibe a sí mismo, como un patrón, un agente para la supresión proactiva de obstáculos o un agente que trabaja sobre una base equitativa. ¿Qué desea el reglamentador, ejercer una función de vigilancia, de mediación o de responsabilización de la industria?

NOTA – Las reglamentaciones adecuadas y, de hecho, los buenos reglamentadores, no deberían imponer obstáculos. En muchos deportes, un buen árbitro es aquel que supervisa adecuadamente el juego y logra pasar por desapercibido. Por el contrario, un mal árbitro se convierte en el centro de atención y muy excepcionalmente fiscaliza el juego para satisfacción de alguien, excepto quizá él mismo. Bernard Cullen, Cullen International.

4.4.5.2 ¿Sigue siendo tan sacrosanta la soberanía nacional en el mundo actual de las telecomunicaciones, caracterizado por las privatizaciones, la competencia, la liberalización mundial y una tecnología que no respeta fronteras?

Finalmente, el concepto de soberanía nacional es un principio del derecho internacional público que coincide con la oposición del nacionalismo. Antes de que éste se afanzara, las telecomunicaciones eran suministradas en muchos países por empresas privadas. De hecho, el Tratado de la UIT de 1865 permitía la incorporación de entidades privadas como miembros de la UIT. Sólo muchos años más tarde quedó consagrada dentro de la Unión la idea de soberanía nacional. En la actualidad, la creciente mundialización de las sociedades, las economías, etc. cuestiona conceptos tradicionales de las naciones Estados.

El mercado de las telecomunicaciones ha encontrado ya formas de esquivar la soberanía nacional y de suministrar servicios de extremo a extremo, a través de alianzas como Concert, Global One, etc. Las tecnologías como Internet y GMPCS cuestionan también nuestras nociones de reglamentación, basadas en el principio de soberanía nacional. Asimismo, la actividad económica transfronteriza y una ciudadanía bien informada no aceptarán las limitaciones impuestas por las fronteras.

En resumen, ha llegado el momento de:

- reexaminar las reglamentaciones nacionales en un contexto de convergencia, mundialización y nueva economía de la información;
- seguir adaptando y modificando la reglamentación existente (como hace la UIT al introducir categorías de miembros con «m» minúscula, si bien podría, quizá, estudiar otras medidas) o crear nuevos tipos de organizaciones internacionales y regionales, ya que las existentes siguen siendo basadas en el concepto de soberanía nacional; y
- aprobar leyes flexibles con participación de la industria cuando las leyes rígidas parezcan inadecuadas.

Éstos son tan solo algunos de los cursos de acción que deben emprenderse para elaborar reglas mundiales apropiadas y crear organizaciones que presten un verdadero respaldo a la sociedad mundial de la información, así como para complementar mejor las reglamentaciones nacionales. La introducción de nuevos servicios y de tecnologías actúa como un catalizador de éstas y otras cuestiones urgentes.

5 Perspectivas de futuro

La clientela procura constantemente disponer de servicios telefónicos más sofisticados, de mejor calidad y más fáciles de utilizar tanto en los países desarrollados como en desarrollo. Esta tendencia ha sido propulsada por una demanda de servicios telefónicos comparables a los disponibles en otros países. Muchos están introduciendo sistemas de redes inteligentes, con objeto de satisfacer rápida y económicamente la demanda del público.

Entretanto, los sistemas celulares y los sistemas digitales sin cordón concitan gran atención en las naciones en desarrollo, como los sistemas WLL para el suministro de servicios telefónicos universales.

No obstante, no resulta fácil de dilucidar la manera de proceder. Sólo pueden demostrarse los efectos que tendrán las opciones retenidas en determinadas condiciones. El accionar sólo puede decidirse en una situación concreta.

En primer término, corresponde observar que el concepto de «nuevos sistemas» debería siempre verse en relación con el estado de desarrollo de un país. Así, la definición que se le da en un país industrializado será considerablemente diferente de la universalmente aceptada en un país en desarrollo.

No obstante, el interés se centra en las comunicaciones móviles. Antes de poder ofrecerse un servicio móvil de radiocomunicaciones, deben establecerse las redes móviles de radiocomunicaciones que contengan los elementos de las demás redes de telecomunicaciones. Éstos son, por ejemplo, la red telefónica pública, radioenlaces y (tras la abolición o en ausencia de monopolios) los elementos de red de otros operadores autorizados.

En esa medida, entonces, podemos por cierto considerar a las comunicaciones móviles y a las redes de radiocomunicaciones móviles como redes de líneas agrupadas y, también, como nuevos sistemas.

Por redes de líneas agrupadas, solemos entender una red de cables ópticos superpuesta a la red «ordinaria», que permita la prestación de una multiplicidad de nuevos servicios.

5.1 Sistemas de radiobúsqueda

Tradicionalmente, un sistema de radiobúsqueda es un sistema unidireccional inalámbrico de señalización selectiva (mensajería) y sin transmisión de palabra, concebido como una prolongación de la red telefónica. Permite un acceso permanente a alguien que se encuentre fuera de la red de comunicaciones alámbricas. En su forma más básica, la persona lleva consigo un dispositivo de bolsillo (el receptor de radiobúsqueda), que posee un número de identificación. La persona que efectúa la llamada marca ese número, generalmente a través de la red telefónica pública, en el sistema de radiobúsqueda, que emite una señal al receptor de radiobúsqueda para que avise a la persona llamada.

En la actualidad, los sistemas de radiobúsqueda ofrecen mucho más que el sistema básico arriba descrito. Un abonado al servicio de radiobúsqueda puede ser alertado en cualquier momento y prácticamente en cualquier lugar, ya que la cobertura puede extenderse fácilmente, incluso más allá de las fronteras nacionales. Los elementos útiles incorporados a los buscaperonas actuales incluyen diversos métodos de alerta; así, el aparato puede vibrar, emitir una luz intermitente, dar una alerta musical e incluir diferentes sonidos electrónicos (bip). La llamada de grupo, utilizada para rescates de emergencia y la posibilidad de ubicar a la persona buscada en el lugar o el momento adecuado, son otras características de los buscaperonas modernos. Los buscaperonas alfanuméricos permiten también actualizar y supervisar constantemente una información y datos importantes, por ejemplo comerciales o financieros.

Los sistemas de radiobúsqueda utilizan eficazmente el espectro de radiofrecuencias en comparación con otros, lo que les permite tener funciones poco onerosas que, en gran medida, pueden satisfacer las necesidades de comunicación de una persona itinerante. Esto contribuyó a una expansión constante de la industria de la radiobúsqueda en los últimos años. La introducción de productos complementarios, como teléfonos celulares de bolsillo, teléfonos sin cordón y «comunicadores» multifuncionales inevitablemente inducirá al sector a suministrar más servicios de valor añadido y a mejorar la concepción de los buscaperonas en el futuro. Asimismo, los receptores tendrán nuevas aplicaciones, como el envío de correo electrónico, de correo vocal, de fax o de cualquier otra información útil. Además, ofrecerán mejores recursos y tendrán un diseño más atractivo e innovador.

Aunque la radiobúsqueda fue introducida relativamente tarde en algunos países europeos, su desarrollo ha sido constante como una solución alternativa a las necesidades cotidianas de comunicación. En, prácticamente, cada ciudad y cada gran centro urbano, de los países en rápido desarrollo, diversas empresas suministran servicios de radiobúsqueda.

5.1.1 Beneficios de utilizar un receptor de radiobúsqueda convencional

Los buscaperonas, que son dispositivos utilizados para mantener en contacto al usuario con el mundo externo, ofrecen múltiples beneficios. Algunos de ellos son:

Libertad

La persona que lleva consigo un receptor de radiobúsqueda tiene total libertad para salir de la oficina o regresar a su hogar sin dejar un itinerario ni tener que decirle a nadie adónde va. Desaparece el temor de no poder ser contactado.

Menos tensión

Un receptor de radiobúsqueda puede evitar irritación, frustración, tensión y franco enojo. A menudo, uno se enoja por nimiedades como no haberse enterado de una llamada, un cambio de cita o una petición urgente. El receptor de radiobúsqueda contribuye a evitar estas fuentes de inquietud innecesarias.

Mayor margen competitivo

En un contexto comercial competitivo, la utilización del buscaperonas permite a una empresa estar siempre un paso más adelante que las demás. Para los clientes, constituye una garantía de que pueden contactar a la empresa en todo momento por razones comerciales o profesionales, proyectándose así una imagen de «atención personalizada». La posesión de un

receptor de radiobúsqueda permitirá asegurarse de que no se pierda un mensaje crítico que podría significar un negocio exitoso u otra importante oportunidad. Así, los marcadores permiten a los comerciantes e industriales mantenerse en constante contacto cuando estén lejos del teléfono, al contestador automático o al correo vocal.

Tranquilidad

Para los padres, ignorar dónde están sus hijos, puede ser frustrante o incluso muy inquietante. Aquellos que poseen un receptor de radiobúsqueda pueden estar siempre contactados por sus hijos y viceversa. Los buscaperonas permiten un contacto inmediato, con la consiguiente tranquilidad. Para los enfermos crónicos, un receptor de radiobúsqueda al alcance de la mano puede salvarles la vida o, simplemente, recordarles que deben tomar sus medicamentos.

Mayor productividad

El receptor de radiobúsqueda es uno de los instrumentos más rentables y fiables para el incremento de la productividad. Ahorra dinero al disminuir los gastos de viaje innecesarios. Genera ganancias intangibles al dejar satisfechos a los clientes y ahorra valioso tiempo. El tiempo malgastado suele entrañar una triple pérdida: de dinero, de control y de confianza. Por lo tanto, disminuir o evitar la pérdida de tiempo vale mucho más que el mero tiempo.

5.1.2 Resumen de los tipos de receptor de radiobúsqueda y sus ventajas

En el Cuadro 1 se resumen las ventajas de los diferentes tipos de buscaperonas.

CUADRO 1

Tipos de receptores de radiobúsqueda y sus ventajas

Tipos de receptor de radiobúsqueda	Tipo de uso	Ventajas
Solamente tono	El receptor de radiobúsqueda alerta al usuario y éste realiza una acción predeterminada, como llamar a un número de teléfono predeterminado	<ul style="list-style-type: none"> Utilización simple Gran capacidad de canal Es posible alertar a una persona «itinerante»
Visualización numérica	El receptor de radiobúsqueda alerta al usuario y muestra un mensaje numérico; el usuario llama al número de teléfono visualizado	<ul style="list-style-type: none"> Flexible, se puede avisar al usuario que llame a un número de teléfono determinado En modo silencioso, el mensaje no perturba a terceros en lugares calmos Funciona en un lugar ruidoso El mensaje puede ser leído en privado El mensaje se visualiza y se almacena Menos posibilidades de perder o de no entender el mensaje Menos dudas, errores y confusión El mensaje se almacena para utilización futura Gran capacidad de canal
Visualización alfanumérica e ideográfica	El receptor de radiobúsqueda avisa al usuario y transmite el mensaje de prueba; el usuario puede tomar a continuación las medidas del caso	<ul style="list-style-type: none"> Las mismas que para la visualización numérica, además de que el usuario recibe un mensaje de prueba exacto y completo y no sólo un número Elimina dudas, confusión y errores Elimina la necesidad de una llamada telefónica para obtener el mensaje y de terminal telefónico. El usuario puede filtrar los mensajes y adoptar la decisión que estime adecuada
Tono y voz	El receptor de radiobúsqueda alerta al usuario y luego transmite un breve mensaje vocal (10-20 segundos); el usuario puede tomar a continuación la decisión que estime adecuada	<ul style="list-style-type: none"> El usuario recibe un mensaje vocal con la alerta Elimina la necesidad de hacer una llamada telefónica para obtener el mensaje El usuario obtiene el mensaje inmediatamente La voz es la forma más natural de comunicar mensajes El mensaje vocal resulta más fácil de enviar para el emisor Es posible identificar la voz del emisor El tono de voz puede transmitir la sensación de urgencia
Almacenamiento del mensaje vocal	El receptor de radiobúsqueda alerta en silencio y almacena los mensajes vocales que el usuario escuchará en el momento que estime conveniente	<ul style="list-style-type: none"> El usuario tiene todas las ventajas de la alerta vocal, además de una alerta silenciosa Almacenamiento de los mensajes para escucharlos en privado El mensaje puede ser nuevamente escuchado, si se lo ha recibido en un lugar ruidoso o que exija silencio

5.1.3 La radiobúsqueda en la actualidad y futuro de este servicio

En el futuro, los buscapersonas tendrán sin duda más recursos, mayor capacidad y adoptarán nuevas formas. Habrá aplicaciones más amplias e innovadoras en radiobúsqueda, muchas de las cuales se lograrán combinando esta tecnología con otras.

El mercado para este sector tiende también a diversificarse: por un lado, surgen productos y servicios de radiobúsqueda económicos y más sencillos y, por otro, servicios regionales, nacionales e internacionales más onerosos y servicios de mensajería y de transferencia de datos.

A continuación se dan ejemplos de aplicaciones relativamente nuevas y más innovadoras de radiobúsqueda para la transferencia de información y de datos. Muchas de ellas existen ya en la actualidad, si bien en una escala mucho menor de lo previsto para el futuro. Se presentan también otras novedades importantes en este sector.

5.1.3.1 Radiobúsqueda numérica

En la actualidad, la mayoría de los buscapersonas se utilizan para contactar a una persona itinerante y enviarle mensajes sencillos. El tipo de receptor más popular en esta aplicación es el numérico, que permite visualizar el número telefónico al que debe llamarse tras alertar al abonado al servicio de radiobúsqueda (es decir, la persona que lleva consigo la unidad de radiobúsqueda móvil). La información numérica puede transmitirse utilizando dígitos de autofrecuencias, como los existentes en un aparato telefónico de multifrecuencia de doble tono (DTMF – Double Tone Multifrequency Telephone). Los buscapersonas numéricos se utilizan de maneras muy innovadoras como dispositivo de comunicación, recurriéndose a códigos numéricos para diversos mensajes en entornos en los que no se dispone fácilmente de aparatos telefónicos. Hay ejemplos interesantes de esto en diversas regiones de China.

5.1.3.2 Radiobúsqueda alfanumérica

Los buscapersonas alfanuméricos permiten recibir información o datos alfanuméricos. Sin embargo, incluso en los países desarrollados, están insuficientemente utilizados, ya que su principal aplicación es la de envío de mensajes. Esta situación se explica por diversas razones. En primer lugar, un dispositivo que permite al emisor de la llamada enviar directamente mensajes alfanuméricos suele resultar bastante oneroso. Se necesita un computador personal con un módem u otro dispositivo especialmente diseñado, conectado a la red telefónica pública conmutada, para poder enviar directamente información de radiobúsqueda alfanumérica. El primero es costoso y no está muy difundido, mientras que el segundo todavía no es abordable. Por lo tanto, la mayoría de las personas que emiten llamadas se ven obligadas a pasar por una operadora para transmitir su mensaje. Ello requiere de tiempo, exige una elevada densidad de mano de obra y resta privacidad. Asimismo, incluso si el dispositivo de acceso fuera económico y universalmente disponible, no será tan simple de utilizar como el teléfono (para que el dispositivo de acceso al servicio de radiobúsqueda sea un éxito debe ser, por lo menos, tan simple de utilizar como un teléfono ordinario). En consecuencia, la industria espera el desarrollo de un dispositivo de reconocimiento de la voz que permita al emisor de la llamada enviar páginas alfanuméricas sin encargarse del proceso de transcripción ni tener que pasar por una operadora. Otra desventaja del receptor de radiobúsqueda alfanumérico, utilizado de manera independiente es que, principalmente debido a su tamaño, puede enviarse una cantidad limitada de información o de datos. A pesar de todo ello, la radiobúsqueda alfanumérica tiene una función definitiva e indispensable en muchos entornos. El mejoramiento de la velocidad de transmisión de los datos y de los buscapersonas conducirá indefectiblemente a una gran difusión de la radiobúsqueda alfanumérica, lo que, a su vez, llevará al surgimiento de más servicios de mensajería y de datos.

5.1.3.3 Nuevos protocolos de señalización

Se han desarrollado nuevas técnicas de transmisión y nuevos protocolos de señalización para hacer frente al incremento de la competencia y a la demanda de servicios de calidad. Estos nuevos protocolos permiten una mayor velocidad en la transmisión de datos (velocidad de transmisión de la información) y una mayor fiabilidad en la recepción y en la cobertura. Uno de ellos, el FLEXTM, ha sido muy bien recibido en todo el mundo y, según se prevé, será la norma *de facto* más difundida durante mucho tiempo.

5.1.3.4 Comunicación unidireccional de datos

Es muy posible que, en un futuro cercano, los operadores de radiobúsqueda ofrezcan servicios de comunicación unidireccional de datos, como transferencias de datos entre puntos fijos y punto a multipunto. Un ejemplo de ello es la telecarga de hojas de cálculo en un computador o en un grupo de computadores. Éstos pueden encontrarse en lugares fijos o ser unidades portátiles llevadas por profesionales y personas de negocios itinerantes. En su función de

comunicación de datos a un computador, el receptor de radiobúsqueda se convierte esencialmente en un módem inalámbrico, sin las funciones ordinarias de un receptor de radiobúsqueda normal de bolsillo. Ello significa que los buscapersoas se convertirán en un recurso optativo de los sistemas informáticos.

La comunicación unidireccional de datos, a través de una red de radiobúsqueda en un entorno móvil, ofrece una ventaja competitiva con respecto a los sistemas de comunicación bidireccionales convencionales, como las radiocomunicaciones móviles celulares. Puesto que los costes de funcionamiento de la red son más bajos, debido, en parte, a una infraestructura más económica, pueden ofrecerse servicios a un precio muy interesante. Además, las unidades de abonado de coste reducido disminuyen considerablemente los gastos del usuario, en comparación con dispositivos bidireccionales. Por consiguiente, la comunicación unidireccional de datos hallará sin duda un lugar en el mercado, especialmente con el surgimiento de más soportes lógicos para encaminar los servicios de transmisión de datos y de información.

Una aplicación de la comunicación unidireccional de datos es el correo electrónico inalámbrico. En éste, los mensajes se envían a través de la red de radiobúsqueda a un receptor de radiobúsqueda, integrado a un pequeño computador portátil (por ejemplo, un computador de bolsillo). Por lo tanto, en vez de enviar un correo electrónico a un lugar determinado, se envía éste directamente al computador de la persona mediante el receptor de radiobúsqueda incorporado. En consecuencia, los receptores de este tipo constituyen un módem inalámbrico dentro del computador. Existen ya dispositivos para este tipo de aplicación. Se ha introducido en los Estados Unidos de América una red de información nacional que permite la utilización de módems inalámbricos como los descritos.

Se espera un crecimiento exponencial de este sector en los próximos años, en particular, frente a la tendencia de descentralizar las actividades empresariales. Se prevé también la introducción de pequeños módems para equipar los computadores de bolsillo y los dispositivos informáticos incorporados a pizarras electrónicas.

Las comunicaciones móviles de datos que ofrece una red de radiobúsqueda pueden también, como se describió antes, utilizarse para enviar faxes directamente a los abonados al sistema de radiobúsqueda. Asimismo, es posible actualizar constantemente y a distancia la información sobre ventas y precios, datos de archivo sobre clientes, cotizaciones de bolsa, noticias periodísticas, pronósticos meteorológicos y cualquier otro dato importante. El programa de trabajo de un ejecutivo itinerante incorporado a un computador portátil puede actualizarse a distancia desde la oficina. El enlace de datos inalámbrico sirve también para encender y apagar máquinas, sean éstas un aparato de acopio de datos, una luz, una bomba hidráulica, un portón, una alarma o un cartel publicitario.

Se han desarrollado también nuevos protocolos para comunicaciones informáticas.

Esta aplicación llevará a un nivel más alto el servicio que prestan los operadores de radiobúsqueda. Éstos no trabajarán ya en el sector de radiobúsqueda comercial, sino en los de servicios móviles de datos y de información.

Se pone así de manifiesto que los sistemas de radiobúsqueda, para transmitir información y datos en grandes y pequeños volúmenes, ofrecen la mayor cantidad de posibilidades de expansión a este sector también en los países desarrollados. En efecto, anuncia aplicaciones de radiobúsqueda más vastas, novedosas y de mayor utilidad a un coste muy reducido.

5.1.3.5 Mensajería alfanumérica bidireccional

Se revisa actualmente la definición tradicional de radiobúsqueda, concebida exclusivamente como un proceso de comunicación unidireccional. La radiobúsqueda ya no se limita a utilizar la unidad de abonado únicamente como un dispositivo de escucha. Los nuevos buscapersoas, que utilizan el protocolo ReFLEX™, ofrecen ahora servicios de mensajería bidireccional de alta velocidad. Sus funciones incluyen el acuse de recibo automático por la unidad de mensajería y acuse de recepción por el abonado, dejando así constancia de que ha visto el mensaje. La respuesta del abonado se efectúa mediante una simple pulsación de teclas.

Para este tipo de función de mensajería bidireccional, se piensa que los buscapersoas constituirán una competencia de talla para otras tecnologías bidireccionales, como las tecnologías celulares móviles, incluidas las Redes de Comunicaciones Personales (PCN – Personal Communications Networks). La mensajería bidireccional es más barata debido, sobre todo, a que permite utilizar tecnologías de comunicaciones móviles, con lo que se obtienen alcances de transmisión más largos al emplazamiento de recepción de la estación de base y, por ende, zonas de cobertura más extensas. Ello se debe a la anchura de banda muy estrecha utilizada para la señal de respuesta de la unidad de mensajería, lo que resulta en una densidad de potencia espectral relativamente elevada.

La función por la que la unidad de mensajería confirma la recepción de cada mensaje sin que el abonado deba hacer ninguna manipulación ofrece cuatro ventajas importantes:

- Cuando la unidad recibe un mensaje sin problemas, informa sobre ello al sistema. A continuación, éste suprime inmediatamente el mensaje de la cola de transmisión (difusión), dejando así lugar a otros.

- Si una parte del mensaje transmitido no se recibe correctamente, la unidad especificará al sistema qué partes de aquél (paquetes de datos) deben volver a transmitirse (redifusión). Se evita así, la retransmisión de todo el mensaje. Esta función ofrece una eficacia máxima en la cantidad de tiempo de transmisión que se requiere en promedio para el envío de mensajes. En algunos sistemas unidireccionales, el sistema está programado para no retransmitir nunca el mensaje, ya que ignora si se produce un error, lo que produce pérdidas y errores en los mensajes. Otra posibilidad es programar el sistema para que retransmita todos los mensajes un número determinado de veces, gastándose así valioso tiempo de transmisión si el primer envío se efectuó sin problemas. Puesto que la tendencia es de enviar mensajes cada vez más largos, como mensajes alfanuméricos y vocales, esta función se vuelve esencial. Un solo mensaje puede incluir centenares de paquetes de datos y el sistema se saturará fácilmente si se repiten innecesariamente los mensajes.
- Una vez que el sistema ha recibido confirmación de una recepción exitosa, puede informar al emisor que la transmisión ha finalizado. Así, tanto el emisor como el receptor quedan más satisfechos con el servicio.
- La principal ventaja es la garantía de recepción de todos los mensajes. Cuando ello resulta imposible (debido, por ejemplo, a que la unidad de mensajería del abonado está apagada), el sistema conserva el mensaje hasta que la unidad de mensajería vuelva a registrar su situación y ubicación. Se envía entonces el mensaje.

Si bien los sistemas de mensajería bidireccionales presentan múltiples ventajas en comparación con sistemas de radiobúsqueda unidireccionales y otros tipos y sistemas de comunicación, pueden tener también la desventaja de ser onerosos. Es éste un aspecto que los posibles operadores en países en desarrollo, en particular para aplicaciones en zonas rurales, no deben pasar por alto. Los sistemas de mensajería bidireccionales son relativamente caros, debido a la complejidad suplementaria introducida por la transmisión en sentido opuesto (entrante). Será poco factible obtener cobertura en zonas rurales muy extensas, debido en parte a las bandas de frecuencias utilizadas. En el momento de redactarse este documento, las frecuencias utilizadas por los sistemas ya comercializados se situaban en la banda 900 MHz, en comparación con las bandas 940-941 MHz para la recepción en la unidad de abonado (saliente) y de 901-902 MHz para la transmisión de la unidad de abonado (entrante). (Se estudia la posibilidad de fabricar dispositivos de transmisión de la unidad de abonado en la banda de 280 MHz para algunos mercados, pero esta posibilidad aún no se ha concretado). En la banda de 900 MHz la cobertura geográfica obtenida es considerablemente inferior a la del sistema de radiobúsqueda convencional que funciona en ondas métricas, por ejemplo, suponiendo una potencia isotrópica radiada igualmente eficaz. Ello se debe al menor grado en que la difracción ayuda a la onda, en esta frecuencia, a superar obstáculos, como colinas. Se necesitaría una densidad relativamente elevada de estaciones fijas para tener una cobertura permanente en 900 MHz. Otra razón de la elevada densidad de estaciones de base es que la potencia transmitida en la unidad de radiobúsqueda móvil no permite alcances tan amplios como en el modo recepción. Por consiguiente, un sistema de mensajería bidireccional para zonas rurales resulta muy caro. En el mejor de los casos, un sistema de este tipo que funcione en 900 MHz será únicamente adecuado para zonas urbanas.

5.1.3.6 Mensajería vocal

Los sistemas de mensajería vocal acaban de aparecer en los Estados Unidos de América. La unidad de mensajería personal pertenece a la familia de productos FLEXTM y utiliza el protocolo InFLEXionTM. Esta unidad puede recibir mensajes vocales codificados en forma digital. Es posible recibir alrededor de 20 mensajes, de una duración total de cuatro minutos, que quedan almacenados para ser escuchados en el momento adecuado. El abonado puede acusar recibo del mensaje pulsando algunas teclas.

La mensajería vocal es una de las principales aplicaciones de la mensajería bidireccional. Esencialmente, repite el mensaje verbal del emisor al abonado, enviado a través de la unidad de mensajería. Este mensaje puede ser contestado mediante un simple acuse de recibo en formato datos.

La mensajería vocal bidireccional funciona como un contestador automático portátil. Posee todas las funciones de aquel, como el almacenamiento y la reproducción de mensajes. Asimismo, la unidad de mensajería vocal puede escucharse en volumen bajo, para garantizar la privacidad, o en volumen elevado para una escucha pública con altavoz .

En caso de que la memoria esté completa, la unidad puede comunicar este hecho a la red central. Ésta conservará entonces cualquier nuevo mensaje hasta que la unidad le comunique que dispone de memoria.

Para dejar un mensaje vocal se marca el número de teléfono del abonado, exactamente como con un contestador automático convencional. Un mensaje grabado solicitará a la persona que llama que deje su mensaje. De ahí, en más, el proceso de transmitir el mensaje al abonado es automático.

No debe confundirse la mensajería vocal que utiliza el protocolo InFLEXionTM con la radiobúsqueda vocal analógica selectiva o no selectiva con asistencia de la operadora. La voz se codifica en forma digital, lo que le confiere mucha mayor funcionalidad, incluidos el almacenamiento y la recuperación tanto en el terminal del centro de control como en la unidad de abonado. Además, no hay degradación de la calidad provocada por el almacenamiento y la transmisión.

La mensajería vocal ofrece los siguientes beneficios:

- Suprime las oficinas de operadoras generalmente necesarias para la mensajería alfanumérica. El mensaje del emisor se almacena directamente en el terminal del controlador, desde donde se lo envía a la unidad de mensajería del abonado. Esto disminuye los costes de funcionamiento que suele tener la radiobúsqueda alfanumérica.
- Puede transmitirse una sensación de urgencia en el mensaje, ya que lo que se escucha es la voz del emisor. En general, la mensajería vocal permite un nivel de comunicación más elevado que la radiobúsqueda numérica.
- En muchos casos un mensaje vocal no requiere respuesta, ya que pueden suministrarse en él más detalles.
- Hay independencia de lenguaje, puesto que el mensaje fluye del emisor al abonado y, por consiguiente, no requiere de una traducción.

Si bien la mensajería vocal puede ser cara inicialmente, debido a lo novedoso de la tecnología, los eventuales operadores en los países en desarrollo deberían idear formas innovadoras de utilizarla de manera rentable. La mensajería vocal presenta para esos países una clara ventaja, en comparación con todas las demás formas de radiobúsqueda, a saber, que es posible enseñar a las personas menos calificadas y educadas cómo utilizarla eficaz e inmediatamente, por el mero hecho de que el medio de comunicación es la voz y no la palabra escrita.

Las administraciones deben tener presente que en el momento de redactarse este documento sólo se disponía de las bandas 930-931 MHz y 940-941 MHz para la recepción en la unidad de abonado. La banda utilizada para la transmisión de la unidad de abonado era 901-902 MHz, es decir, la misma que la utilizada en la mensajería alfanumérica bidireccional. No obstante, se estudia la fabricación de unidades de abonado de transmisión también en la banda de 280 MHz.

5.1.3.7 Atractivo visual e integración de las unidades de radiobúsqueda a otros efectos personales

Los buscapersonas han sido concebidos para que sean atractivos visualmente y formen parte de los accesorios a la moda, ya que se percibe la existencia de un importante mercado potencial además de los hombres de negocios. Se los ofrece a los consumidores, entre ellos muchos jóvenes, para un uso personal; cumplen una función de nexo social entre amigos, estudiantes, parientes y colegas. Los buscapersonas han sido incorporados a cinturones, bolígrafos, relojes, llaveros, joyas, tarjetas de crédito y calculadoras. Resultan más atractivos cuando ofrecen funciones suplementarias, como alertas musicales. La prolongación de la vida útil de la batería ha vuelto más pequeños y livianos estos receptores.

5.1.3.8 Integración de buscapersonas a teléfonos portátiles y a otros equipos portátiles

Se han desarrollado y comercializado ya buscapersonas integrados a teléfonos celulares y a teléfonos sin cordón de segunda generación. Es muy factible que la utilización de estos dispositivos se difunda en el futuro. El receptor de radiobúsqueda alfanumérico en un teléfono celular permite filtrar una llamada, con lo que el abonado puede determinar si, contestará a la misma y cuándo y dónde. Incorporados a microteléfonos sin cordón, los buscapersonas incrementan su utilidad, ya que añaden la posibilidad de recibir llamadas en esos aparatos fuera del radio de la estación de base.

Los buscapersonas están siendo también incorporados a computadores de mano y a pizarras electrónicas, para formar pequeños módems radioeléctricos. Al incorporárselos a un computador de mano se supera el inconveniente de que la capacidad de visualización sea limitada, como cuando el receptor de radiobúsqueda se utiliza de manera independiente. Ofrece también una gran cantidad de nuevas posibilidades de aplicación, algunas de las cuales se describirán más adelante.

5.1.3.9 Buscapersonas multifrecuencia con autoexploración

Proyectándose en el futuro, es concebible que haya más buscapersonas con un nivel mayor de sofisticación, por ejemplo, aparatos que puedan funcionar en una o más frecuencias utilizando receptores con auto exploración. Los buscapersonas que ofrezcan esta función podrán utilizarse para transitar entre sistemas de radiobúsqueda que no funcionan en la misma frecuencia con el protocolo FLEXTM que se ha aplicado en China, Corea y Japón.

Por el momento, la mayoría de los sistemas de radiobúsqueda europeos abarcan principalmente zonas locales o un país a la vez. El proveedor de servicios de radiobúsqueda Euromessage, sin embargo, ofrece cobertura en Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y Suiza. El nuevo sistema paneuropeo de radiobúsqueda, denominado ERMES, ofrecerá cobertura itinerante en el futuro en gran parte del territorio europeo. En la actualidad es posible transitar con estos aparatos entre los Estados Unidos de América y varias ciudades de Asia. Sin embargo, ninguno de los sistemas actualmente utilizados ofrece verdaderas posibilidades de itinerancia internacional, debido principalmente a la utilización de frecuencias no normalizadas. Este problema, difícil de solucionar, subsistirá durante aún muchos años.

El desarrollo de los buscapersonas con autoexploración que se producirá sin duda en el futuro, podría solucionar eficazmente los problemas que se plantean a los abonados itinerantes, a pesar de la utilización de frecuencias no normalizadas.

5.1.3.10 Evolución de la infraestructura para radiobúsqueda

Se tiende, actualmente, a desarrollar sistemas con autoacceso y asistencia de operadora integrados. Se observa también una tendencia hacia la señalización de alta velocidad, con lo que se dispondrá de las mejores opciones posibles. Esto es consecuencia de la modernización de los sistemas telefónicos en la mayoría de los países, el desarrollo de nuevas tecnologías que aprovechan mejor el tiempo de transmisión y la demanda de más información y de mejores y más variados servicios por parte del público. Los sistemas con autoacceso y asistidos por operadora integrados satisfacen mucho mejor las demandas y las necesidades del abonado al servicio de radiobúsqueda.

La señalización de alta velocidad surgió de una demanda del mercado de disponer de más capacidad para atender a los servicios alfanuméricos y de transmisión de datos. La reducida capacidad de canal de los sistemas más difundidos actualmente limita las oportunidades comerciales que podrían generar esos servicios. El nuevo código de radiobúsqueda de alta velocidad FLEX™ satisface este requisito sin que los operadores deban hacer importantes inversiones para perfeccionar los sistemas de explotación existentes. En el Apéndice A se suministra más información sobre el código FLEX™.

5.1.3.11 Nuevos servicios y aplicaciones

Los servicios móviles de datos y de información se convertirán indefectiblemente en una realidad en los mercados de muchos países desarrollados. Los operadores en los Estados Unidos de América ofrecen además nuevos servicios unidireccionales ampliados, como diseño de gráfico de alta y baja resolución, vídeo, correo electrónico, facsímil, servicios vocales digitalizados, dispositivos para codificar mensajes y acuse de recibo de mensajes.

Las estadísticas comerciales ponen de manifiesto el aumento del número de usuarios de buscapersonas, por ser éste un dispositivo de comunicación rentable y fiable. Se evidencia una clara tendencia a pasar de los servicios numéricos a los alfanuméricos. Los proveedores de información utilizan cada vez más los buscapersonas como medios de difusión de datos, ya que un número creciente de personas recurre a los sistemas de radiobúsqueda para transferir datos a sus computadores a distancia. Con la paulatina integración de los buscapersonas a la vida cotidiana, el público descubrirá una infinidad de nuevas e interesantes aplicaciones para ellos.

La radiobúsqueda alfanumérica como una alternativa al teléfono

En muchos lugares del mundo, como en Europa, los buscapersonas alfanuméricos han tenido una repercusión significativa. En los mercados emergentes con redes telefónicas de relativamente poca densidad, los servicios de radiobúsqueda alfanumérica ofrecen una excelente alternativa. Es éste un aspecto importante para las administraciones y los posibles operadores de los países en desarrollo. Un obstáculo para un rápido crecimiento de estos servicios es la falta de un dispositivo de entrada. No obstante, las ventas de buscapersonas alfanuméricos se acelerarán cuando los consumidores logren comprender sus beneficios y acepten su coste. Sin duda, la racionalización del precio de los buscapersonas alfanuméricos contribuirá a su mayor aceptación por el consumidor.

La radiobúsqueda alfanumérica para la difusión de la información

En la transcripción alfanumérica, un servicio en el que los mensajes vocales se escriben y transmiten a buscapersonas alfanuméricos, se suprime la necesidad de un dispositivo de entrada conveniente. Los mercados en los que los servicios alfanuméricos progresan satisfactoriamente, como el Reino Unido y España, ofrecen servicios asistidos por operadora. Si bien, los costes de lanzamiento pueden ser elevados, los proveedores de servicios pueden fácilmente hacer cálculos a largo plazo y llegar a la conclusión de que los márgenes de rentabilidad son aceptables. Los buscapersonas alfanuméricos permiten a los operadores suministrar servicios como noticias, resultados deportivos, apuestas deportivas, información meteorológica, información bursátil actualizada, etc. Esto puede hacerse a través de llamadas de grupo, transmitidas a veces en horas de tráfico bajo a un coste relativamente reducido.

La radiobúsqueda alfanumérica permite difundir los siguientes tipos de información:

- Resultados de lotería y noticias deportivas
- Información sobre tránsito, como lugares en los que hay obras viales, embotellamientos y accidentes, así como información sobre rutas alternativas
- Pronósticos meteorológicos, pleamar y bajamar, luna llena e información sobre pesca
- Alarmas y recordatorios, como señales para despertarse, alertas médicas y cumpleaños
- Promociones comerciales, como ventas con descuento, programas cinematográficos y nuevos productos
- Noticias financieras, como tipos de cambio, movimientos bursátiles y otras noticias comerciales
- Noticias locales, nacionales e internacionales

- Noticias del mercado bursátil, como el resumen horario, índices, ganancias, pérdidas y volumen de transacciones
- Información sobre vuelos, es decir, horarios de llegada y de partida de aeronaves
- Movimientos portuarios, horarios navieros, situación de contenedores e información sobre fondeaderos

La radiobúsqueda como una ayuda para el servicio telefónico universal

En algunos países en desarrollo se piensa que la radiobúsqueda podría constituir un complemento de la red telefónica pública, sobre todo en las zonas rurales. El teléfono posee la desventaja de que a menudo las llamadas no se contestan porque el abonado está ausente. La radiobúsqueda puede solucionar ese problema. Un receptor de radiobúsqueda avisará al destinatario que le llegará una llamada a una hora determinada; de esa forma, éste puede estar cerca del teléfono a tiempo para recibirla.

Las llamadas a las zonas rurales suelen proceder de parientes o amigos. Es bastante fácil elaborar un protocolo, por ejemplo, para un receptor de radiobúsqueda numérico que descifre diversos avisos de llamada. El código numérico puede contener información sobre el emisor de la llamada, el destinatario y la hora. La primera opción sería, entonces, un receptor de radiobúsqueda numérico, por su precio relativamente moderado.

Si cada hogar o grupo de hogares, en un radio reducido, poseyera un receptor de radiobúsqueda, podría disponer de acceso universal de manera tangible, viable y rentable.

5.1.3.12 Aspectos de fiabilidad

Algunos fabricantes de unidades de radiobúsqueda poseen normas de calidad elevadas para garantizar la fiabilidad de sus productos. Cada receptor de radiobúsqueda se somete a una rigurosa prueba acelerada de vida útil (ALT – accelerated life testing). Con ello se verifica que satisface el nivel más elevado posible de calidad y de fiabilidad de funcionamiento. Esta prueba simula cinco años de uso y somete al aparato a una gran variedad de condiciones extremas posibles. Conocemos un fabricante que literalmente congela, hierve, sacude, cuece y golpea los buscaperonas. También, los deja caer en un piso de cemento. Si el receptor de radiobúsqueda sigue funcionando después de todo eso, se autoriza su comercialización. Un fabricante que somete sus buscaperonas a la ALT suele incluir un certificado al efecto en cada aparato.

Con la multiplicación de las ventas de buscaperonas en mercados relativamente poco exigentes, en términos de la capacidad del usuario de protegerlos del agua, el polvo, los impactos mecánicos y las temperaturas extremas, no parece factible que se produzca una relajación de las normas mencionadas.

5.1.3.13 La radiobúsqueda frente a las PCS y PCNN

Las Redes de Comunicaciones Personales (PCN – Personal Communications Network) y los Sistemas de Comunicaciones Personales (PCS – Personal Communications Systems) son redes que permiten una comunicación masiva entre usuarios, en general, itinerantes. En los últimos dos años, el interés en estas redes aumentó inmensamente. Las PCS y PCN concitan en la actualidad gran interés. Se procura, en particular, desarrollar teléfonos portátiles de bolsillo y comunicadores personales multifuncionales. Cabe entonces preguntarse qué repercusiones tendría esto para el futuro de los buscaperonas simples y, también, si existe realmente alguna diferencia entre los sistemas de radiobúsqueda y los nuevos sistemas mencionados.

Las redes de radiobúsqueda están estrechamente relacionadas con una red PCS o PCN. No obstante, mientras que estas últimas son redes bidireccionales, la radiobúsqueda convencional es exclusivamente unidireccional. Ello constituye una diferencia de talla e influye de manera determinante tanto sobre la funcionalidad como sobre el coste de los sistemas.

La radiobúsqueda tiene un futuro posiblemente promisorio, por las siguientes razones: su tecnología es relativamente sencilla, económica y eficaz. Por lo tanto, permite satisfacer una gran variedad de necesidades de usuarios a un coste mucho menor que el de los sistemas telefónicos bidireccionales mencionados, más sofisticados. Por su mayor simplicidad y menores necesidades de energía, los buscaperonas serán siempre más pequeños y livianos que los aparatos telefónicos. Otro factor característico es una duración mucho mayor de la vida útil de la batería.

5.1.4 Mercados y puntos de venta

5.1.4.1 Venta al por menor de buscaperonas

En el pasado, en la mayoría de los mercados de los países desarrollados, los buscaperonas podían adquirirse en puntos de venta mantenidos por los mismos operadores. Éstos se concentraban, sobre todo, en clientes comerciales: actividades empresariales, atención de salud, construcción, ventas/comercialización, transporte, servicios de distribución y actividades inmobiliarias. Pero en muchos de esos países la demanda en esos segmentos tradicionales de mercado está llegando a un punto de saturación, en caso de no desarrollarse nuevos segmentos o servicios, la industria podría llegar rápidamente a la saturación.

La utilización personal por los consumidores es el segmento clave que pueden explotar los operadores para incrementar sus partes de mercado, en particular en las zonas metropolitanas. Los actuales programas de comercialización destinados a promover una mayor difusión de los buscapersonas y sus posibles beneficios para el consumidor, permitirán a los proveedores de servicios explotar posibles mercados masivos y recoger sus frutos.

Para contribuir a la toma de conciencia del público, los aparatos de radiobúsqueda se venden, ahora, en los lugares en los que la gente suele hacer su compra. Algunos proveedores de servicios desarrollan también nuevas estrategias de distribución minorista como una manera eficaz de llegar al consumidor, en mercados masivos y con inmensas posibilidades. Además, la venta al por menor suele ser una operación de coste relativamente reducido debido a las estructuras de encargos, la capacidad de renovación del inventario y la dinámica generada por el mercado. Ello, a su vez, ofrece al consumidor una solución económica, condición necesaria para atraer a usuarios privados hacia estos productos.

Cada vez más, los buscapersonas se venderán en puntos de venta minoristas de cadenas de comercialización, a fin de poder explotar el mercado de la radiobúsqueda para uso personal, en franco desarrollo. Los buscapersonas existen, ahora, en una variedad de colores y formas, para atraer a personas entre 14 y 45 años de edad y que desearían mantenerse en contacto con sus parientes y amigos. Estos aparatos se volverán tan comunes como las radios portátiles, las cámaras y otros productos electrónicos de utilización masiva. En algunos países, pueden ya adquirirse buscapersonas por correspondencia e, inclusive, en máquinas expendedoras.

La distribución minorista es la clave para incrementar partes de mercado y la toma de conciencia del consumidor y seguirá siendo el factor más importante en la industria de la radiobúsqueda.

5.1.4.2 Oportunidades en el mercado mundial

Los principales mercados de radiobúsqueda del mundo, que cuentan con más de 50 millones de abonados, muchos de ellos en Europa, siguen expandiéndose rápidamente. Los mercados emergentes con una inmensa población, como China, experimentan un acelerado crecimiento, si bien los índices de penetración son aún bastante bajos. La rápida expansión se debe, sobre todo, al retraso acumulado en las redes telefónicas. En China, para citar el mismo ejemplo, los buscapersonas sobre todo numéricos se utilizan de maneras innovadoras para compensar la escasez de teléfonos.

Hay una presencia insuficiente en Europa Occidental, que tiene cuatro millones de abonados, en comparación con otros mercados desarrollados. No obstante, se prevé que la situación se modificará en el futuro gracias a las iniciativas de la industria de apuntar también hacia el mercado del consumidor privado.

Por último, los mercados en desarrollo en Europa Oriental, Oriente Medio y Africa ofrecen grandes oportunidades para el futuro. En muchos de ellos ha habido una súbita toma de conciencia sobre los beneficios que puede ofrecer la radiobúsqueda. Uno de ellos es que los problemas de comunicación pueden superarse sin necesidad de disponer de teléfonos. Además, la radiobúsqueda puede tener una función complementaria, a saber, permitir un acceso telefónico universal tanto en zonas urbanas como rurales.

5.1.4.3 Sistemas de radiobúsqueda privados

En los países desarrollados, así como en algunos países en desarrollo, ha habido en los últimos años una pronunciada expansión de los sistemas de radiobúsqueda privados. En general, éstos están destinados a una utilización interna en empresas en las que hay un gran movimiento de personal. Su uso resulta muy beneficioso e incrementa la eficacia del funcionamiento de la organización. Las organizaciones que utilizan sistemas de radiobúsqueda privados internos son, sobre todo, hospitales, minas y grandes empresas industriales y agrícolas.

5.1.5 Aspectos reglamentarios

5.1.5.1 Introducción

Las administraciones y los operadores deberían tener presente la función complementaria que podría desempeñar la radiobúsqueda en la expansión del acceso universal a los sistemas telefónicos.

Debería también tomarse en consideración el hecho de que la radiobúsqueda puede ser un medio rentable de suministrar información de diversos tipos a la población. Esto requiere de menor desembolso de capital y tiene un coste inferior al de muchos otros tipos de sistemas.

Convendría que las administraciones dejaran librado, a criterio del operador, la elección de la tecnología y de la norma del protocolo de señalización. Corresponde observar que el protocolo FLEX™, por ejemplo, si bien fue desarrollado por un (importante) fabricante de buscapersonas, puede ser utilizado por cualquier otro constructor en sus productos. (Este

protocolo, descrito en el Apéndice A, está siendo ya utilizado por un cierto número de fabricantes). La norma FLEX™ se ha convertido *de facto* en la norma de radiobúsqueda en muchas regiones del mundo. Los productos que la utilizan tendrán sin duda un precio muy competitivo, debido al elevado número de unidades producidas y a la competencia en el mercado.

Al atribuir espectro radioeléctrico para radiobúsqueda, las administraciones deberían tener presentes algunos factores importantes. La elección de la frecuencia puede determinar la zona geográfica cubierta por una estación de base. Ello puede influir considerablemente también sobre el precio de los buscapersonas, en función de los volúmenes producidos en la frecuencia en cuestión.

Corresponde observar que, incluso en el mundo desarrollado, no existen aún verdaderas normas para la itinerancia internacional. Europa intenta establecer una norma para itinerancia en términos de ERMES, por lo menos en los Estados Miembros de la Unión Europea. No obstante, la consecución de este objetivo demandará algunos años. Incluso entonces, ERMES estará muy lejos de permitir la itinerancia en una gran parte del planeta.

5.1.5.2 Aspectos reglamentarios de la radiobúsqueda de alta velocidad y de la mensajería de avanzada utilizándose el protocolo FLEX™

Atribución del espectro

Para poder comprender los diversos aspectos de la atribución de espectro para radiobúsqueda de alta velocidad y mensajería de avanzada, utilizando la familia de protocolos FLEX™ (véase el apéndice A), es necesario examinar la historia de esta cuestión en los Estados Unidos de América.

En ese país, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) creó una nueva industria en las comunicaciones inalámbricas, autorizando un nuevo servicio denominado PCS de banda estrecha. La FCC define al PCS de banda estrecha como una familia de servicios móviles que incluye la radiobúsqueda vocal avanzada, la mensajería de datos y la mensajería unidireccional y bidireccional a niveles nacional y regional. La FCC autorizó el funcionamiento del PCS de banda estrecha en las bandas 901-902, 930-931 y 940-941 MHz. Se atribuyó un total de 3 MHz de espectro en dichas bandas. La FCC liberó inmediatamente 2 MHz de este espectro, reservándose 1 MHz para la expansión futura.

Un aspecto crítico de la atribución de frecuencias por los Estados Unidos fue la designación como bandas sin actividad a canales entrantes (o de retorno) en 901-902 MHz (separándolos de los servicios que poseen transmisores de gran potencia). Así, los constructores pueden suministrar unidades de abonado de baja potencia, económicas y pequeñas. La separación ideal entre canales salientes y entrantes es de 29 MHz, con una separación mínima de 20 MHz. Se atribuyeron once frecuencias en todo el territorio norteamericano:

- Cinco canales de 50 kHz en la banda 940-941 MHz, asociados por pares con canales de 50 kHz en la banda 901-902 MHz
- Tres canales de 50 kHz en la banda 930-931 MHz, asociados por pares con canales de 12,5 kHz en la banda 901-902 MHz
- Tres canales de 50 kHz no asociados por pares en la banda 940-941 MHz

Se asignaron seis frecuencias a nivel regional, para cinco regiones:

- Dos canales de 50-kHz en la banda 940-941 MHz, asociados por pares con canales de 50 kHz en la banda 901-902 MHz
- Cuatro canales de 50 kHz en la banda 930-931 MHz, asociados por pares con canales de 12,5 kHz en la banda 901-902 MHz

La anchura de banda autorizada para canales PCS de banda estrecha es de 10 kHz para canales de 12,5 kHz y de 45 kHz para canales de 50 kHz. Para canales adyacentes combinados, por ejemplo, dos o tres canales salientes de 50 kHz, se permite una anchura de banda autorizada máxima de 5 kHz menos que la anchura del canal combinado total.

La industria reaccionó a estas iniciativas de la FCC desarrollando dispositivos de mensajería con pequeña excursión que permiten una mayor utilización del espectro disponible, en comparación con la radiobúsqueda unidireccional tradicional.

La información suministrada sobre la atribución del espectro en 900 MHz muestra la complejidad del proceso. Las administraciones de los países en desarrollo deberían tener presente que la atribución en la banda de 900 MHz puede ser difícil si se utilizan o se prevé utilizar sistemas celulares GSM. No obstante, deberían también tener muy presentes las ventajas a nivel de precios que podrían obtenerse de las grandes cantidades de buscapersonas producidos en el mercado estadounidense, por lo que habría que estudiar muy seriamente la posibilidad de utilizar la banda de 900 MHz, en caso de que se perciba la necesidad de disponer de este tipo de sistema en los respectivos países. Además, deberían ver cuál es la situación en Extremo Oriente al estudiar la atribución de una frecuencia. Es posible que, en aquel momento, China

y otros países de esa región hayan atribuido una banda en torno a 280 MHz para la transmisión saliente. Esta banda se utiliza tradicionalmente para la radiobúsqueda en esa región del mundo y soluciona el problema planteado por la carencia de espectro adecuado en la banda de 900 MHz. Las economías de escala, en la producción que encargue el mercado chino, resultarán considerables para cualquier país que utilice la misma banda de frecuencias.

En el momento de redactarse este documento, Brasil, Canadá y México estaban efectuando atribuciones similares a las de los Estados Unidos de América.

Las administraciones deberían estudiar la atribución de frecuencias a nivel nacional en la banda de 900 MHz. La banda de ondas métricas registra también volúmenes de fabricación relativamente elevados, en particular en torno a 155 MHz.

Se requieren anchuras de canal de 50 kHz en la banda de 900 MHz para la radiobúsqueda unidireccional y para la porción saliente en mensajería bidireccional. Se requiere de una anchura de canal de 12,5 kHz para la porción entrante en mensajería bidireccional. En ondas métricas, la anchura de canal, necesaria para radiobúsqueda unidireccional, es de 25 kHz.

Los canales de cobertura nacional resultan útiles para ofrecer posibilidades de itinerancia.

Las administraciones deberían también estudiar la atribución a nivel nacional de una a cuatro frecuencias para sistemas de radiobúsqueda privados, es decir, para organizaciones que necesitan servicios de radiobúsqueda para utilización interna.

Expedición de licencias a operadores

En los Estados Unidos de América, el espectro atribuido al PCS de banda estrecha se dividió en canales nacionales, regionales, canales de zonas comerciales importantes y canales de zonas comerciales básicas.

En julio de 1994 se organizó una subasta de licencias para los canales de cobertura nacional. Se subastaron dos licencias no asociadas por pares en 50 kHz, cinco licencias asociadas por pares en 50 kHz y tres licencias asociadas por pares en 50 kHz/12,5 kHz. Tras 47 rondas de subasta, las seis empresas ganadoras habían ofrecido más de 650 000 000 dólares por las diez licencias.

En octubre y noviembre de 1994 se organizó una subasta de licencias para canales regionales. En total se subastaron 30 licencias: dos canales asociados por pares en 50 kHz/50 kHz y cuatro canales asociados por pares en 50 kHz/12,5 kHz en cada una de las cinco regiones. Después de 105 rondas de subasta, las nueve ofertas ganadoras totalizaron más de 488 000 000 dólares por las 30 licencias disponibles.

Se prevé organizar subastas en 1996 para canales de zonas comerciales importantes y básicas.

Es usual conceder licencias a operadores de sistemas de radiobúsqueda que suministran servicios al público. Los operadores de sistemas de radiobúsqueda privados suelen necesitar también una licencia, al menos para la utilización del espectro.

Utilización eficaz del espectro

Los protocolos bidireccionales ofrecen la mejor gestión de transmisión y, por lo tanto, la mayor capacidad de abonados para una cobertura de área extensa mediante el recurso al registro automático y a los servicios de localización. El sistema no rastrea el área o la célula exactas del transmisor, donde se encuentra en ese momento el abonado, sino un área que comprende varias células, cada una de ellas denominada zona. Esto permite utilizar simultáneamente los mismos canales en zonas separadas para transmitir mensajes diferentes. La utilización de la transmisión se economiza al máximo porque se activan únicamente los transmisores en la zona en que están ubicadas las unidades de radiobúsqueda. En los sistemas unidireccionales, todos los transmisores difunden cada mensaje porque el sistema ignora la localización de la unidad. Los demás transmisores, en el sistema bidireccional, pueden utilizarse para otros mensajes; de esa manera, todo el sistema funcionará con una eficacia máxima y poseerá capacidad para integrar muchos más mensajes y abonados.

En el protocolo FLEXion, los sistemas de radiobúsqueda vocal rastrean cada transmisor, lo que permite una nueva utilización basada en las siete frecuencias de subcanal dentro de un canal en 50 kHz. Ello da lugar a un diseño de sistema de tipo celular en el que un emplazamiento de transmisor puede estar activo y difundir en un subcanal determinado, mientras que el transmisor adyacente hace lo mismo en otro subcanal. Además, los transmisores con una separación adecuada pueden funcionar en la misma frecuencia, transmitiendo simultáneamente mensajes diferentes.

Homologación

En general, únicamente se requiere homologación para equipos de infraestructura de radiobúsqueda y para buscapersonas bidireccionales. Los buscapersonas unidireccionales son dispositivos pasivos que no pueden provocar interferencias a otros sistemas.

5.1.5.3 Diversos aspectos de los sistemas de radiobúsqueda

Para tener éxito, los sistemas de radiobúsqueda deben estar bien concebidos. En función de cada situación, pueden adoptarse diversos enfoques. En el Apéndice C se suministra información sobre cobertura, difusión simultánea y radiobúsqueda de redes.

5.2 Sistemas de PMR convencionales

Se define un sistema de radiocomunicaciones móviles privadas (PMR – Private Mobile Radio System) convencional, a menudo denominado radiocomunicación bidireccional, como una clase de sistema para uso profesional, que funciona en el llamado modo de canal abierto. En la práctica, el usuario activa el transmisor, simplemente accionando un botón y hablando. En general, la persona que habla será escuchada por cualquier usuario que posea un aparato compatible sintonizado en el mismo canal de frecuencias. El ejemplo más simple de este tipo de sistema es dos o más radios de mano que funcionen en modo *síplex*, es decir, utilizando una frecuencia a través de la cual todas las radios transmiten y reciben mensajes.

Se utiliza un sistema de PMR más sofisticado cuando no se estima apropiado o conveniente que todos los usuarios escuchen cada mensaje que se transmita. Para solucionar este problema, suele recurrirse a dos métodos: uno es el denominado de «llamada selectiva», que utiliza una ráfaga de hasta cinco sonidos audibles para señalar la identidad del destinatario del mensaje. El otro, es el «sistema de señalización controlado por sonido continuo» (CTCSS – continuous tone controlled signalling system) o de línea privada (PL – private line) que utiliza una serie de sonidos subauditivos, entre 67 Hz y 250 Hz, transmitidos de manera continua con el mensaje.

Únicamente las radios programadas para descifrar el código transmitido con el mensaje permitirán una salida de audio. En todas las demás radios que reciben el mismo mensaje éste no será escuchado. En consecuencia, únicamente los usuarios que pertenecen al grupo cuyas radios utilizan un sonido común podrán dialogar entre sí. De esa forma, todos los grupos que utilizan una misma frecuencia, pero sonidos distintos, podrán funcionar independientemente unos de otros. Sin embargo, mientras un miembro de un grupo transmite un mensaje, otro grupo no puede utilizar la frecuencia.

La llamada selectiva ofrece también la ventaja de posibilitar la transmisión de datos de baja velocidad. Puede transmitirse al despachante (la persona clave que selecciona a los destinatarios deseados de los mensajes) cualquiera de una serie de códigos previamente definidos. En el emplazamiento del despachante, el código transmitido se traducirá a un mensaje legible en pantalla. La ventaja de este dispositivo de transmisión de datos es que constituye una forma muy eficaz de transmitir una información. Un mensaje como: «Me dirijo hacia el siguiente punto de expedición» puede requerir de menos de un segundo.

Cuando una organización posea un gran número de usuarios organizados en varios grupos, un canal de radiofrecuencias puede no bastar para encaminar todo el tráfico. Por consiguiente, la administración del país puede asignar más de un canal a cada usuario. Los canales pueden entonces dividirse entre los grupos y, de ser necesario, los miembros de éstos pueden conmutar a otros canales en determinados puntos.

Si bien, existen otras variantes de los sistemas y métodos arriba mencionados, todos requieren un alto grado de control manual. Cuanto mayor es el número de usuarios en una frecuencia o en un conjunto de frecuencias, más complejo y prolongado se vuelve el control. Por esa razón, se desarrollaron sistemas que permitirán la compartición automática de canales.

5.2.1 Aplicaciones y ventajas de la PMR convencional

La PMR ofrece a los usuarios, cuyas actividades profesionales entrañan una gran cantidad de desplazamientos fuera de la oficina, una forma económica de comunicaciones inalámbricas. Es especialmente adecuada para el intercambio frecuente de mensajes entre asociados sedentarios y móviles dentro del mismo grupo comercial.

Los estudios han demostrado que algunos sectores, como el de transportes, construcción, servicios técnicos, agricultura, distribución y ventas, servicios municipales, etc. pueden incrementar sus niveles de productividad en un 15 a 30% utilizando radiocomunicaciones bidireccionales.

Los criterios más comúnmente utilizados, en los estudios realizados en el pasado, para evaluar la contribución de las radiocomunicaciones bidireccionales son:

- Aumento de la eficacia operativa global de la organización
- Incremento del número de horas de trabajo efectivas
- Aumento de la producción comercial mensurable
- Mejora de la calidad del desempeño de los operarios

- Mejor utilización de las flotas de vehículos (menos viaje por tarea)
- Disminución del consumo de combustible y de gastos de mantenimiento de la flota
- Mayor satisfacción del cliente y fidelización a largo plazo

Además de los beneficios directos para los mismos usuarios de la PMR, los clientes de aquéllos también sacan ventajas de este sistema. Una máquina descompuesta en una fábrica que puede repararse mucho más rápidamente, simplemente porque el técnico equipado con este sistema pudo contestar, antes, al pedido de servicio es un buen ejemplo de esto.

Los múltiples beneficios derivados de la utilización generalizada de la PMR son muy importantes, desde la óptica económica de un país. La disminución del consumo de combustible, unida a una creciente productividad de las empresas comerciales y las organizaciones industriales del país contribuyen al progreso económico.

Existe una gran variedad de radios de tipo PMR convencionales en el mercado. Éstas varían de radios portátiles de mano o que se enganchan en el cinturón a las que equipan vehículos. Algunas radios tienen funciones especiales, como la seguridad intrínseca exigida en lugares donde hay líquidos inflamables (por ejemplo en la industria petroquímica) o gases explosivos (como en las minas de carbón).

5.2.2 Radios comerciales de corto alcance: un nuevo tipo de PMR

Se ha desarrollado e introducido recientemente, en algunos países, un nuevo tipo de radio bidireccional de baja potencia (PMR). La tecnología utilizada ofrece una forma económica y sencilla de establecer radiocomunicaciones bidireccionales de corto alcance para el intercambio de mensajes vocales, en particular, en actividades comerciales dentro de una misma empresa. La comunicación es suministrada por radios pequeñas, livianas, de baja potencia, recargables, de mano y bidireccionales, fáciles de utilizar. La potencia máxima de salida del transmisor es de 2 W y su cobertura suele oscilar entre algunos centenares de metros y dos kilómetros, en función de las condiciones de propagación. Se utiliza la modulación F3E, F2D, F1D (modulación de frecuencia con una desviación de ± 5 kHz).

Las radios de usuario funcionan en modo símplex en un canal de ondas decimétricas. El usuario mismo selecciona el canal pulsando botones en la parte exterior de la radio, a partir de una serie de canales previamente programados por el constructor. Cada canal es compartido por diferentes usuarios. Se incrementa la privacidad, si bien, ésta no puede ser garantizada, mediante un código de línea privada (PL). El número de códigos PL depende del número de radiocanales. Existen en total 15 combinaciones únicas de canales de frecuencias y de códigos PL. Por lo tanto, cuanto más canales de frecuencias haya menos códigos PL estarán disponibles. Únicamente las radios que utilizan el mismo canal de frecuencias y código de PL pueden comunicarse unas con otras.

El servicio ofrece, al usuario, flexibilidad para utilizar estos aparatos en comunicaciones vocales de corto alcance en cualquier punto de un país, sin tener que prevenir a la administración ni esperar la asignación de un canal. No se requiere de ninguna infraestructura, por ejemplo, un repetidor.

La capacidad de servicio de este tipo de radio es masiva debido a la naturaleza del servicio, la baja potencia requerida y la ausencia de repetidores. En una zona metropolitana importante pueden admitirse alrededor de 40 000 usuarios por canal de frecuencias.

Las radios pueden salir de fábrica, adaptadas para funcionar en la banda de ondas decimétricas 430-450 MHz o 450-470 MHz, o en la banda de ondas métricas 154-174 MHz.

5.2.2.1 Normas y especificaciones

Las características técnicas y las condiciones de prueba se ajustan a la norma ETSI ETS300-086. Además, satisface los requisitos de la normas EIA RS-316B en lo que respecta a la resistencia a los golpes, las vibraciones, el polvo y la humedad y a la norma IP54 en materia de sellado.

Los aparatos satisfacen las condiciones técnicas normalizadas de la FCC. Su fabricación conforme a la norma IP52/EIA RS-316 permite utilizárselos en una gran variedad de entornos. Las radios de diversos proveedores que utilizan el mismo código PL pueden funcionar unas con otras.

5.2.2.2 Aspectos comerciales

Esta radio satisface muchas necesidades de empresas grandes y pequeñas, que mantienen una activa comunicación interna. Puesto que los aparatos cuestan alrededor de la mitad de una radio convencional, este servicio satisface las necesidades de empresas situadas en comunidades relativamente desaventajadas, así como en el sector comercial informal. Contribuye asimismo eficazmente a cualquier tipo de programa de progreso social. El servicio ofrece los siguientes beneficios a una gran variedad de actividades comerciales:

- suministra un medio sencillo para la comunicación interna itinerante en empresas pequeñas y medianas;
- permite un acceso casi instantáneo a la comunicación interna itinerante súbitamente necesaria;

- permite establecer comunicaciones itinerantes internas a un coste muy inferior al del pasado;
- incrementa la eficacia de la empresa, sobre todo en aquellas que en caso contrario no podrían costear gastos de radiocomunicación;
- aumenta la gama de tipos de radios para uso comercial;
- es la solución ideal para una multiplicidad de aplicaciones que no requieren un gran alcance.

Los siguientes países han establecido ya servicios de radios comerciales de corto alcance: Belarús, Dinamarca, Estados Unidos de América, Polonia, Reino Unido, República Checa, Sudáfrica, Suiza y Ucrania. Muchos otros países europeos estudian también la posibilidad de introducir este servicio.

Se estima que, en los países en desarrollo, la radio comercial de corto alcance podría conquistar entre el 0,1% y el 1% del mercado en un periodo de cinco años. En un país con 20 millones de habitantes, ese porcentaje representa entre 20 000 y 200 000 radios.

5.2.2.3 Aspectos reglamentarios

Naturaleza del servicio

Es éste un servicio secundario que no requiere una coordinación de frecuencias o una planificación por la administración. Por lo tanto, los canales pueden atribuirse para uso exclusivo del servicio a nivel nacional o regional y deben ser compartidos por todos los titulares de licencias. Los canales pueden estar saturados en determinados lugares y momentos y, en el momento de solicitar la licencia, el operador debe estar plenamente consciente de ello. También, deberá tener presente que no puede solicitarse protección contra interferencias provocadas por otras radios del mismo tipo y que funcionan en cualquiera de las frecuencias atribuidas al servicio. El titular de la licencia efectivo o prospectivo deberá comprender que, en consecuencia, este servicio no resultará adecuado para el usuario que necesite tener la certeza de poder comunicarse en cualquier momento.

Simplificación del procedimiento de concesión de licencias

La comercialización exitosa de las radios depende fundamentalmente de que el usuario pueda utilizar estos aparatos inmediatamente después de adquirirlos. Cualquier retraso en la concesión de la licencia atentará considerablemente contra las ventas. Con objeto de facilitar la pronta adquisición de la radio, por el titular de la licencia, la administración debe seguir uno de varios procedimientos posibles: la licencia debería expedirse prontamente, es decir, el día mismo de la compra y no más tarde de un día después. La licencia puede ser derogada. El fabricante puede abonar previamente la licencia o autorizarse al titular de la misma a utilizar la radio durante un periodo limitado, hasta que la licencia haya sido expedida.

Utilización eficaz del espectro

El servicio permite una utilización mucho más eficaz del espectro que en el caso de radios de alta potencia, debido a la posibilidad de reutilizar frecuencias con distancias de separación mucho menores. El espectro es también utilizado eficazmente por la gran cantidad de usuarios que comparten un canal, lo que se debe, en parte, a la conveniencia de no escuchar a un usuario en el mismo canal que utiliza un código de línea privada diferente. La porción de mercado potencial estimada de 0,1% a 1% constituye una manera muy eficaz de utilizar las nuevas frecuencias atribuidas al servicio. Es también posible que se produzca una migración de usuarios de otros sistemas de PMR convencionales a este servicio de radio, con la consiguiente liberación de partes del espectro para otros más usos de carácter profesional.

Necesidades de espectro

Idealmente, se requieren cinco frecuencias símplex para uso itinerante, de preferencia con alcance nacional. De no ser posible ésto, la atribución de frecuencias deberá cubrir una región importante del país. En caso de que no sea posible atribuir cinco frecuencias podrá trabajarse con menos, en todo caso, en los primeros años. Cada canal debería tener una anchura de banda de 12,5 kHz en ondas decimétricas y 25 kHz en ondas métricas. Pueden ser adyacentes o distribuirse a lo largo de una porción de 20 MHz de la banda. La porción de 20 MHz debería estar en una de las siguientes bandas: 450-470 MHz, 430-470 MHz o 154-174 MHz, en ese orden de prioridad.

Homologación

Se recomienda que las administraciones acepten la norma ETSI ETS300-086 en lo que respecta a las características técnicas a las que deben ajustarse los aparatos de radio. Se recomienda además, para no retardar innecesariamente la introducción de la radio en el país bajo jurisdicción de la administración, que se acepten los informes procedentes de centros de prueba europeos de renombre. Otra posibilidad, es que las administraciones homologuen las radios cuando éstas ya lo han sido por una importante administración europea.

Al igual que cualquier otra forma de radiocomunicación, la PMR convencional depende de la disponibilidad de frecuencias radioeléctricas dentro del espectro electromagnético. En general, las administraciones atribuyen frecuencias directamente a los usuarios que explotan sus propios sistemas de radio PMR convencionales.

Los sistemas PMR convencionales funcionan en una serie de bandas en ondas métricas y decimétricas. Al efectuar atribuciones, convendrá que las administraciones tengan presentes para qué bandas, un número razonable de constructores, fabrica radios en grandes cantidades. Un error bastante frecuente es atribuir frecuencias a radios que no funcionan en frecuencias comúnmente utilizadas y que pueden obtenerse de un número muy reducido de proveedores. Esto penalizará al usuario en forma de costes elevados, debido a la inexistencia de economías de escala. Se corre también el riesgo de que la producción se interrumpa inesperadamente, con el consiguiente problema de disponibilidad de repuestos.

Conviene realizar atribuciones que utilicen una separación de canales de 12,5 kHz, habida cuenta de que puede producirse fácilmente una escasez de espectro.

Debería fomentarse, en todo lo posible, la compartición mediante, por ejemplo, sistemas de repetidores comunitarios. Convendría privilegiar siempre las frecuencias símplex utilizándolas para radiocomunicaciones destinadas a zonas geográficas limitadas y que no requieren de repetidores. También en este caso debería estudiarse la posibilidad de compartir la frecuencia entre diversos grupos, aunque estos no pertenezcan a la misma organización.

5.3 Sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces

Esta sección describe brevemente los diferentes mercados, tecnologías, funciones y beneficios de los sistemas de concentración de enlaces. Da al lector un breve panorama de los diversos aspectos, sin entrar excesivamente en detalles.

5.3.1 ¿Qué es un sistema de radiocomunicaciones con concentración de enlaces?

Un sistema con concentración de enlaces es un sistema multicanal con selección automática de canales, especializada en sistemas de despacho. Esto se explica a continuación.

En los sistemas de radiocomunicaciones tradicionales sin concentración de enlaces, es decir los sistemas PMR convencionales, diferentes grupos de usuarios utilizan frecuencias separadas (o canales radioeléctricos). Pero un usuario de un grupo, que necesita comunicarse con otro (u otros) dentro del grupo, puede hallar ocupado el canal, puesto que otros usuarios lo están utilizando. Por lo tanto, debe esperar a que aquél esté disponible. En este caso, sucede con frecuencia que el canal de otro grupo que funciona dentro de la misma zona esté libre. Sin embargo, el usuario no tiene acceso al mismo, por el simple hecho de pertenecer a otro grupo. Además, ignora que el canal en cuestión está libre. Por consiguiente, mientras que un grupo no cuenta con espectro suficiente para comunicarse, el otro tiene un excedente pero, dado que el segundo grupo no necesita espectro en ese momento en particular, éste se malgasta.

Si hubiera habido una forma de poner a disposición del otro grupo el canal existente cuando no se lo necesita y viceversa, ambos grupos estarían en una mejor situación. En efecto, obtendrán más tiempo de transmisión, por el simple hecho de compartir canales. Si se procediera a una asignación dinámica automática de canales para suministrar cualquiera de los dos canales disponibles a un usuario que así lo solicite, a condición de que esté libre, habrá una eficaz compartición y se ahorrará espectro. Es éste el principio de base de los sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces.

En las radiocomunicaciones bidireccionales (o PMR), la concentración de enlaces es, por ende, la asignación automática y dinámica de canales a partir de una serie de canales preatribuidos, entre un cierto número de usuarios. En general, hay muchos más usuarios que canales disponibles. En consecuencia, la concentración de enlaces es una forma de compartir, de manera automatizada, un cierto número de canales entre una cantidad mucho más grande de usuarios. (Por supuesto, en teoría, la concentración de enlaces también puede hacerse manualmente, mediante una operadora que indique a los usuarios hacia qué canal deben conmutar. No obstante, además del coste de mano de obra, este sistema tiene desventajas claras, a saber, falta de velocidad, la proporción de error humano y la imposibilidad de atender eficazmente a un gran número de canales y de usuarios.)

En la red telefónica pública conmutada se aplica el mismo principio que en las radiocomunicaciones bidireccionales con concentración de enlaces. Si se efectúa una llamada telefónica a un abonado en otra ciudad, la llamada pasará por una línea cualquiera. El abonado que llama no debe seleccionar la línea; el sistema lo hace automáticamente. Lo único que debe hacer, el que llama, es solicitar una línea mediante la marcación. La central metropolitana asignará automáticamente una línea libre. Cuando termina la conversación, el abonado, que ha llamado, cuelga y la línea queda a disposición de otros usuarios. Por lo tanto, el sistema gestiona la asignación de un número de líneas relativamente limitado entre un gran número de abonados.

En los sistemas de concentración de enlaces, cuando se solicita una llamada a otro usuario, o grupo de usuarios, el sistema asigna un canal libre para ese fin. Al concluir la conversación, se libera al canal para ser utilizado por otros

usuarios. Esta asignación de canales se efectúa dinámicamente a través de un controlador de base informática en el sistema y sin que el usuario esté enterado del proceso.

En estos sistemas, la inteligencia incorporada se encarga, utilizando tecnología informática, de asignar canales a los usuarios. Así pues, éstos no deben preocuparse por saber qué canal está libre, sino que pueden concentrarse en la comunicación que realizarán.

La concentración de enlaces en sistemas de radiocomunicaciones fue posibilitada por la introducción del microprocesador, que aportó suficiente potencia informática a las radiocomunicaciones portátiles y móviles, así como al controlador del sistema con concentración de enlaces. Éste es el «guardián» de toda la actividad que tiene lugar dentro del sistema; recibe los pedidos de comunicación, los procesa y establece el contacto entre los usuarios.

5.3.2 Funciones y características de los sistemas de concentración de enlaces

Los sistemas de concentración de enlaces están disponibles en todas las bandas de frecuencias utilizadas en radiocomunicaciones bidireccionales, como ondas decimétricas y métricas y las bandas de 800 MHz y 900 MHz.

En estos sistemas, sucede lo siguiente, en comparación con un sistema en el que cada grupo de usuarios posee un solo canal especializado:

- La disponibilidad de un cierto número de canales para un posible usuario aumenta la probabilidad de hallar inmediatamente un canal libre, cuando se lo solicita. Asimismo, disminuye el tiempo de espera de un canal libre. Esto, por supuesto, constituye una importante ventaja para los usuarios.
- En promedio, cada canal está ocupado durante un porcentaje mayor del tiempo total. Ello se debe al aumento de la probabilidad de que el canal se necesite en cualquier momento, habida cuenta del número mayor de usuarios. Por lo tanto, se necesitarán menos canales para el tráfico global, sencillamente porque, ahora, cada canal transporta en promedio más tráfico. Ello entraña beneficios financieros para los usuarios que deben abonar un precio considerable por la utilización del servicio. Para el país, la ventaja radica en el ahorro de espectro radioeléctrico, que puede ponerse a disposición de otro grupo de usuarios u otro sistema de concentración de enlaces. Asimismo, el espectro podría utilizarse en otra aplicación totalmente diferente.

En consecuencia, la tecnología de concentración de enlaces permite una utilización más eficaz de las frecuencias y será sin duda bien recibida por las administraciones y los operadores.

Los sistemas con concentración de enlaces permiten a los usuarios comunicarse a través de equipos móviles, portátiles y fijos, ofreciéndoles funciones muy útiles y a veces indispensables para personas que trabajan en equipo.

La utilización de la tecnología informática en sistemas de radiocomunicaciones, con concentración de enlaces, permite disponer bastante fácilmente de varias funciones útiles. Algunas de éstas son:

- Rápido tiempo de acceso a un canal radioeléctrico.
- Facilidad de despacho, es decir, la posibilidad de hablar con más de un usuario simultáneamente.
- Cifrado de la señal vocal, lo que garantiza una total privacidad.
- Mayor densidad de usuarios, es decir, un gran número de usuarios por kilómetro cuadrado.
- Características de cobertura específicas, por ejemplo, área extensa, lugar único y sistemas del tipo de cinta.
- Capacidad de interconexión telefónica.
- Diferentes niveles de prioridad para los distintos usuarios, por ejemplo, acceso prioritario a usuarios especiales en horas de gran actividad.
- Alta fiabilidad de la comunicación, es decir, pocas interrupciones en el sistema.
- Posibilidad de efectuar llamadas privadas.

Todo lo mencionado puede lograrse a un precio muy razonable por usuario, en comparación con los sistemas PMR convencionales.

Un sistema de concentración de enlaces del servicio móvil terrestre ofrece un medio, muy rentable, de compartir un cierto número de canales, entre un gran número de usuarios, a través de una infraestructura común. Esto puede resultar útil para una gran organización, que podría así explotar su propio sistema privado. Asimismo, diversas empresas de mediana talla podrían compartir un sistema con concentración de enlaces para uso privado. Además de utilizárselo con este fin, este sistema permite suministrar un servicio al público, incluidas las pequeñas empresas. En ese caso suele hacerse referencia al concepto de radiocomunicaciones móviles de acceso público (PAMR – public access mobile radio) o radiocomunicaciones móviles compartidas (SMR – shared mobile radio).

5.3.2.1 Tecnologías y protocolos

Para permitir la conexión entre el terminal de control de la concentración de enlaces y los aparatos portátiles y móviles individuales se utiliza un lenguaje común. La comunicación entre las unidades se efectúa intercambiando conjuntos de información, en un proceso similar al del envío de telegramas. El lenguaje utilizado en los telegramas se denomina protocolo de concentración de enlaces. En la actualidad se utilizan varios protocolos de ese tipo. Algunos de ellos fueron propuestos por autoridades de reglamentación y otros por los fabricantes de sistemas de radiocomunicación con concentración de enlaces.

Los protocolos de base reglamentaria suelen ser protocolos «abiertos» *de jure*, a disposición de cualquier fabricante. En cambio, aquéllos desarrollados por fabricantes de sistemas suelen ser exclusivos y no pueden ser utilizados por otros. Sin embargo, para difundir un protocolo, los fabricantes permitirán a veces su utilización por otros, generalmente mediante el pago de un arancel. Debido a su gran difusión, los protocolos privados desarrollados por fabricantes pueden convertirse en protocolos *de facto*.

Un ejemplo de protocolo abierto es la norma británica MPT1327, adoptada también en otros países. No obstante, los países que adoptaron la norma MPT1327, al igual que aquellos que utilizan otras, no siempre se ajustan perfectamente a la norma original. A menudo se introducen variaciones, lo que puede atentar contra la compatibilidad entre sistemas. En la práctica, ello puede significar que algunas unidades de abonados móviles puedan no funcionar en la infraestructura instalada.

5.3.2.2 Tecnologías clasificadas por el método de selección del canal

En general, las tecnologías de los sistemas de concentración de enlaces pueden clasificarse según el tipo de selección del canal y del método de modulación. Éstos son:

- Sistemas de exploración (pseudoconcentración de enlaces, sin canal de control).
- Sistemas analógicos de concentración de enlaces (con canal de control).
- Sistemas digitales de concentración de enlaces (con canal de control).
- Sistemas de exploración con concentración de enlaces.

En estos sistemas, el aparato del abonado explora los canales hasta hallar a uno disponible y poder efectuar una conversación. Resultan ideales para sistemas en emplazamiento único con dos o tres canales. Una desventaja es, empero, el prolongado tiempo de espera.

Un sistema de exploración podría ser el punto de partida para un operador que desee ulteriormente evolucionar hacia un sistema de concentración de enlaces con un canal de control especializado.

Sistemas con un canal de control especializado

Este tipo de sistema consiste en un par de estaciones de base dúplex y un controlador de concentración de enlaces. Uno de los canales del sistema funciona como canal de control. Es ésta la principal vía de comunicación para supervisar las comunicaciones entre los aparatos de abonado y las estaciones de base del sistema con concentración de enlaces.

El tiempo de acceso para este tipo de sistema es muy inferior al de un sistema de exploración. Además, posee funciones adicionales, como un control de acceso ampliado.

Todos los canales distintos del canal de control se denominan canales de tráfico. Éstos se utilizan únicamente si así lo solicita un usuario del sistema. Al finalizar una conversación, el canal de tráfico queda libre y a disposición de otros usuarios del sistema, que podría ser analógico o digital.

A partir de cálculos de tráfico teóricos, se estima posible poder prestar servicios a entre el 50 y el 100% más de usuarios en el mismo número de canales que con un sistema PMR convencional (sin concentración de enlaces).

5.3.2.3 Tecnologías clasificadas por el método de modulación

Concentración de enlaces analógica

Los sistemas analógicos de concentración de enlaces son aquellos que se ajustan a los protocolos MPT1327 y APCO-16. APCO-16 es una amplia norma que incluye el protocolo del sistema. Fue desarrollada por Associated Public-Safety Communications Officers, Inc (APCO), en los Estados Unidos de América. El protocolo MPT1327 fue desarrollado en el Reino Unido. El Sistema de Reclamos de MPT1327 y APCO-16 utiliza el acceso múltiple por distribución de frecuencias (AMDF).

Los sistemas analógicos tienden en general a quedar rezagados con respecto a los sistemas digitales que ofrecen actualmente múltiples funciones. Sin embargo, las tecnologías analógicas poseen muchas de las funciones mencionadas en la sección 5.3.2. Su uso está muy difundido y seguirán siendo, durante mucho tiempo, el sistema preferido por muchos

operadores, debido entre otras cosas, a su coste. Algunas tecnologías analógicas pueden evolucionar hacia tecnologías digitales, lo que constituye una importante ventaja para operadores que desean comprar un sistema analógico pero que desearían más tarde pasar a la tecnología digital.

Concentración de enlaces digital

Los sistemas comúnmente denominados *sistemas digitales de concentración de enlaces* utilizan la modulación digital, que esencialmente emplea el AMDT. Dos de los adelantos más recientes en la concentración de enlaces digital son iDEN y TETRA. La sigla iDEN corresponde a redes ampliadas digitales integradas (integrated Digital Enhanced Networking), norma desarrollada en América del Norte y cada vez más difundida también en Europa. La norma TETRA fue desarrollada por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) en conjunción con algunos de los principales fabricantes y posibles usuarios de sistemas de radiocomunicaciones.

La modulación digital es una buena forma de reducir la anchura de banda de canal efectiva. En el caso de TETRA, por ejemplo, la velocidad de transmisión de datos es de 36 kbit/s con una anchura de banda de 25 kHz, mientras que en iDEN es de 64 kbit/s y 25 kHz. Como resultado, pueden transportarse respectivamente cuatro y seis canales de conversación en un simple canal de 25 kHz.

Las estructuras de modulación digital utilizan técnicas de corrección de errores, con lo que la calidad de la señal vocal se mantiene a lo largo de toda la zona de servicio del sistema.

Otra ventaja de los sistemas digitales es la mayor facilidad con que pueden transmitirse diversos tipos de información, incluidos facsímiles y datos.

En el apéndice D, sección 8, se suministra más información sobre tecnología de transmisión digital.

Es muy posible que la norma TETRA se convierta en una verdadera norma paneuropea abierta y sea también utilizada en la Región I de la UIT, fuera de Europa. En las etapas iniciales de su desarrollo está destinada a aplicaciones de seguridad pública, principalmente las de policía, bomberos y socorro médico. En etapas posteriores es factible que se la emplee también en sistemas civiles, incluidos los sistemas de radiocomunicaciones móviles de acceso público (PAMR – public access mobile radio systems).

La norma TETRA define una serie de interfaces [4]. Éstas son:

- La interfaz aérea en modo de concentración de enlaces entre las estaciones móviles (EM) y la infraestructura de gestión y conmutación (SwMI – Switching and Management Infrastructure), que comprende a las estaciones de base, los conmutadores de circuitos y los controladores
- La interfaz aérea en modo directo, para comunicación directa entre EM sin intervención de la SwMI
- La interfaz intersistemas entre dos SwMI TETRA
- Una interfaz para conectarse a un terminal de gestión de red
- La interfaz a un terminal conectado a una línea con las mismas características y funciones que una EM, pero conectado a la SwMI por una línea terrestre, más que por radio
- La interfaz de equipo terminal entre una EM y un aparato exterior, como una impresora o una cámara de vídeo
- La interfaz entre la SwMI y otras redes, como la red telefónica pública, las redes públicas de datos y las redes PABX.

En un principio, TETRA funcionará en la banda 380-400 MHz en aplicaciones de seguridad pública. La banda 410-430 MHz se utilizará posiblemente para comunicaciones civiles privadas y las PAMR.

En el apéndice D se suministra más información sobre TETRA.

La norma iDEN fue desarrollada por Motorola y es utilizada, bajo licencia, por otros fabricantes. Un sistema iDEN permite a un operador ofrecer una serie de servicios integrados desde una unidad de abonado única. Éstos incluyen: servicios de despacho ampliados para comunicaciones de grupo, interconexión telefónica con capacidad dúplex completa de construcción resistente con libertad para desplazarse, transmisión de correo y de datos para utilización en facsímil con acceso por marcación. La tecnología iDEN es extremadamente flexible en sus posibilidades de conexión a redes y puede utilizarse en aplicaciones regionales y nacionales. Una característica interesante de iDEN es que sus canales de frecuencias (25 kHz) no deben ser adyacentes. Los canales pueden estar distribuidos a lo largo de toda la anchura de banda 15 MHz.

Otro protocolo de concentración de enlaces digitales es APCO-25.

5.3.3 Otros aspectos de los sistemas de concentración de enlaces

5.3.3.1 Utilización eficaz del espectro

La concentración de enlaces en radiocomunicaciones permite una utilización eficaz del espectro. Ello se debe a dos razones principales: en primer término, todos los usuarios comparten la totalidad de los canales del sistema. En segundo lugar, ningún canal permanece inactivo cuando se solicita una comunicación. El controlador de la concentración de enlaces inmediatamente asigna los canales libres al recibir una petición. Por lo tanto, la mayoría de los usuarios pueden conectarse a través del sistema. Un mayor número de usuarios, por canal, significa una menor demanda de nuevos canales. Al optimizar la utilización del espectro, puede permitirse el ingreso de más usuarios al sistema e incrementarse el nivel del servicio. Por esta razón, en muchos países las administraciones dictaminaron que las nuevas atribuciones de espectro para PMR habrán de restringirse a la concentración de enlaces.

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles de acceso público (sistemas públicos de concentración de enlaces) ofrecen también una solución asequible y de buena calidad a las empresas pequeñas y medianas que puedan tener dificultades para poseer y explotar sistemas de radiocomunicaciones privados bidireccionales (PMR convencionales).

5.3.3.2 Privacidad

En los sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces, los usuarios escuchan sólo la conversación que les está destinada, puesto que disponen de la utilización exclusiva del canal. El resto del tiempo, sus radios permanecen inactivas. Puesto que en un sistema de radiocomunicaciones con concentración de enlaces la comunicación se realiza en un canal seleccionado por el sistema, resulta difícil a los usuarios no autorizados de seguir las comunicaciones de un grupo de usuarios particular. El grado de privacidad puede incrementarse aún más en un sistema con concentración de enlaces añadiendo un código digital para la señal vocal, si la arquitectura del sistema lo permite.

5.3.3.3 Fiabilidad del sistema

Si un canal de un sistema convencional sufre una interrupción, los usuarios no pueden comunicarse, salvo que todos decidan pasar por un canal diferente, lo que puede resultar difícil. Esta situación nunca se plantea en un sistema de concentración de enlaces. Cuando una estación repetidora sufre un desperfecto, el controlador de la concentración de enlaces registra el incidente y deja de utilizar la repetidora hasta que haya sido reparada o haya desaparecido la perturbación. Puesto que los canales se atribuyen en función de las necesidades y que ningún grupo de usuarios depende de un canal determinado para comunicarse, un desperfecto en un canal único suele pasar desapercibido por el usuario.

5.3.4 Mercados

Los principales mercados para los sistemas de concentración de enlaces son:

- Sector de la seguridad pública (policía, bomberos, administración pública, servicios de ambulancia, seguridad, custodia de fronteras).
- Comercio (taxis, ventas, servicios, despachos, agricultura).
- Industria (principales industrias, como la siderurgia, la ingeniería, la industria automotriz y la minería).
- Transporte (aerolíneas, aeropuertos, ferrocarriles, tránsito, sector naviero, puertos).
- Servicios públicos (agua, gas, electricidad).
- Industria petroquímica (exploración, transporte y refinerías).

Para instalar un sistema PAMR se necesita un operador que pueda invertir en la concepción, el desarrollo y el mantenimiento de la infraestructura del sistema y que pueda ofrecer servicios de radiocomunicación eficaces y abordables a una gran cantidad de usuarios individuales. Por lo tanto, en los PAMR, es el operador quien costea los gastos de infraestructura, explotación del sistema, mantenimiento y apoyo técnico. Los usuarios (abonados) pagan únicamente el equipo de abonado y las tasas periódicas de servicio del operador. Este tipo de estructura de costes fomenta la demanda y la popularidad del servicio, al disminuir los gastos financieros y administrativos para entrar en el sistema. Los usuarios actuales y nuevos que, en caso contrario, no podrían pagar un servicio de radiocomunicación podrán fácilmente, en este caso, abonarse al sistema.

Los servicios PAMR pueden utilizarse en diversos sectores, como los siguientes:

- Construcción.
- Transporte de pasajeros.

- Transporte de mercancías y fletes.
- Servicios comerciales.
- Servicios agrícolas.
- Servicios de despacho.
- Servicios de seguridad.
- Servicios de atención de salud.
- Servicios de reparación y mantenimiento.
- Bancos.
- Seguros.
- Operaciones industriales.
- Organización de ventas.

Los sistemas PMR, con concentración de enlaces, se han difundido considerablemente en los últimos años en los países desarrollados. En Europa, por ejemplo, la base de abonados alcanzó los 300 000 usuarios hacia fines de 1995. En muchos países en desarrollo los sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces podrían utilizarse de manera rentable.

El cuadro 2 muestra la correspondencia entre las características de estos sistemas y los mercados típicos para ellos. Los círculos más grandes designan una mayor correspondencia.

CUADRO 2

Características en relación con los posibles mercados

Seguridad pública	○			○	○		○	○	○	○
PAMR Comercial	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Industria	○	○		○	○	○	○	○	○	○
Transportes inc. petróleo/Gas	○	○	○	○	○		○	○	○	○
Servicios públicos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Explotación y refinerías petroquímicas	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Despacho	Cifrado	Tiempo de espera	Fiabilidad/Redundancia	Alta densidad	Zona extensa	Sistemas del tipo de cinta	Interconector telef.	Diferentes niveles de prioridad	Inversión

El Cuadro 3 muestra la posibilidad de hallar determinadas características según los diversos tipos de sistemas PMR.

CUADRO 3
Características en relación con el tipo de sistema PMR

Sistemas convencionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de exploración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concentración de enlaces analógicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Concentración de enlaces digitales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Celular/GSM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Despacho	Cifrado	Tiempo de espera	Fiabilidad/Redundancia	Alta densidad	Zona extensa	Sistemas del tipo de cinta	Interconector telef.	Diferentes niveles de prioridad	Inversión

El Cuadro 4 muestra qué tipo de sistema PMR se adapta mejor a cada mercado.

CUADRO 4
Mercados en relación con los tipos de sistema

Seguridad pública	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial/SSMRS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Industria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transporte inc. petróleo/gas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Servicios públicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Exploración y refinerías petroquímicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Sistema convencional	Sistema de barrido	Concentración de enlaces analógicos	Concentración de enlaces digitales	Celular/GSM

Es evidente, que ningún sistema puede abarcar a todos los mercados ni ofrecer todas las características.

Cabe preguntarse, en qué sentido difieren los mercados de telefonía móvil celular y de PAMR. Mientras que los servicios móviles celulares están destinados al gran público y son relativamente onerosos, los PAMR apuntan exclusivamente a una clientela comercial y a grandes organizaciones. Les suministra comunicaciones rápidas y eficaces a un precio abordable, un aspecto extremadamente importante para las organizaciones comerciales y de otro tipo en las economías en desarrollo.

5.3.5 Aspectos reglamentarios

Introducción

La disponibilidad de una red (o redes) PAMR, con concentración de enlaces explotadas por un operador, resulta ventajoso tanto para los operadores como para las administraciones. Es el operador y no la administración quien se encarga de recaudar los aranceles abonados por usuarios que utilizan un servicio de red compartido, como sucede en las PMR convencionales. Por consiguiente, la administración no debe asumir la carga de organizar la recaudación de los aranceles. En vez de tratar con cada usuario por separado, su único interlocutor será el operador del sistema. Este último abona periódicamente una tasa por la utilización de las frecuencias asignadas.

No es aconsejable que las administraciones prescriban qué tecnología o protocolos debe utilizar un operador de sistemas con concentración de enlaces, sea éste privado o público (PAMR). Las fuerzas del mercado constituyen un incentivo suficiente para elegir una tecnología o un protocolo adecuado. Lo contrario, es decir, dejar que sea la administración quien elija la tecnología, impone a aquella una obligación innecesaria y lleva a situaciones en las que puede culpársela por la eventual ineficacia o incompetencia del operador. Muchas experiencias pasadas de las administraciones pusieron de manifiesto los siguientes problemas, examinados con cierto detalle en las subsecciones que siguen:

- Utilización eficaz del espectro.
- Atribución del espectro.
- Coordinación de frecuencias.
- Fomento de la competencia.
- Homologación.
- Condiciones de concesión de licencias.
- Utilización eficaz del espectro.

Las frecuencias son un recurso natural limitado y deberían utilizarse de manera eficaz y económica. Pueden adoptarse las siguientes medidas con ese fin:

- Las administraciones deberían fomentar el uso de sistemas con concentración de enlaces, en el caso de usuarios importantes de sistemas de radiocomunicaciones bidireccionales. Cuando un usuario requiera más de tres canales, debería estudiarse seriamente la posibilidad de instalar un sistema de concentración de enlaces con un canal de control especializado. Pueden obtenerse beneficios, en términos de ahorro del espectro, con sólo tres canales.
- Los sistemas convencionales deberían permitirse únicamente en áreas en las que la densidad de usuario es inferior a alrededor de 50 radios por lugar (es decir, dentro de la zona de cobertura de una estación de base de radiocomunicaciones). En zonas con mayor densidad debería fomentarse activamente la instalación de sistemas con concentración de enlaces.
- La separación entre canales debería ser lo más pequeña posible, si bien convendría tener en cuenta el número de canales de tráfico. Algunos sistemas son más eficaces utilizando 25 kHz que otros que utilizan 12,5 kHz. Cuando existe la posibilidad de elegir la separación entre canales debería instarse a los operadores a utilizar 12,5 kHz, a condición de que ello constituya una utilización eficaz del espectro. Es ésta una separación entre canales ampliamente utilizada. La administración no debería definir el protocolo que habrá de utilizarse en el canal de control, sino que convendría dejarlo librado a criterio de los operadores.
- En áreas en las que existe un número suficiente de usuarios para justificar un sistema con concentración de enlaces, pero en las que ningún usuario ni empresa puede justificar la instalación de un sistema para su uso exclusivo, debería estudiarse la posibilidad de permitir que un grupo de usuarios cerrado, compuesto por varias organizaciones, o un operador de red de servicio público independiente, explote un sistema con concentración de enlaces. En este último caso, el operador venderá sus servicios a los usuarios. Dicho sistema, denominado sistema de radiocomunicaciones móviles compartidas (SMRS – shared mobile radio system) en algunos países y sistema de radiocomunicaciones móviles de acceso público (PAMR) en otros, se considera muy conveniente. Por consiguiente, los usuarios no deben invertir en una infraestructura y en un espectro propios. El operador del sistema público recibe un arancel mensual que sufraga el coste de depreciación sobre el desembolso de capital del sistema, además de un arancel por llamada, más o menos correspondiente a otros gastos de funcionamiento que pueda tener el operador. Este método suele producir gastos inferiores a los inherentes a la explotación de un sistema propio. La razón fundamental de los ahorros estriba esencialmente en que el sistema y el espectro de radiofrecuencias se utilizan de manera mucho más eficaz de lo que sucedería si se combinaran sistemas de propiedad privada.

Convendría mantener a niveles razonablemente bajos los costes de concesión de licencias a los operadores de los PAMR. Debería tenerse presente que esta actividad comercial no tiene la misma magnitud que la telefonía celular móvil. Si el arancel es demasiado elevado, la actividad del PAMR no resultará suficientemente rentable para el operador.

Atribución del espectro

Para que las operaciones con concentración de enlaces sean económicamente viables, deberían atribuirse bandas de frecuencias ampliamente utilizadas, de preferencia a escala mundial. Estas atribuciones incrementan el interés de las licencias de explotación y garantizan a los operadores una disponibilidad permanente de infraestructura y equipos de abonado a precio competitivo. Así, pueden fijarse precios competitivos para los servicios con concentración de enlaces que se suministran a los usuarios finales.

Las bandas más difundidas son:

- Las bandas de ondas decimétricas 136-174 MHz y 146-174 MHz, con una separación de canales de 12,5 ó 25 kHz. Estas bandas están muy difundidas por los sistemas que utilizan los protocolos APCO-16 y MPT1327.
- Las bandas de ondas métricas 806-824,9875 MHz, asociadas por pares con 851-869,9875 MHz, con una separación de los canales de 25 kHz. Estas bandas están muy difundidas por los sistemas que utilizan el protocolo APCO-16 y es muy posible que se las utilice en el futuro por el protocolo APCO-25.
- Las bandas de ondas métricas 403-450 MHz. Estas bandas están difundidas por el protocolo MPT1327.
- La banda de ondas decimétrica 308-390 kHz, asociada por pares con 390 a 400 MHz, con una separación de los canales de 25 kHz. Esta banda ha sido reservada en Europa por sistemas digitales con concentración de enlaces. Será utilizada principalmente por TETRA.
- La banda 806-821 MHz, asociada por pares con la banda 851-866 MHz, y la banda 1 453-1 465 MHz, asociada por pares con 1 501-1 513 MHz. Estas bandas están difundidas por el sistema de red ampliada digital integrada (iDEN).

Fomento de la competencia

Un entorno competitivo intensifica las actividades de comercialización de los diferentes proveedores y operadores. A su vez, éstas incrementan el número de usuarios, lo que disminuye los precios. Esta cadena de causas y efectos ha tenido en todo el mundo repercusiones positivas sobre la economía, también en relación con los servicios de telecomunicaciones, como los PAMR.

Homologación

La reglamentación de homologación es fundamental para el éxito de las radiocomunicaciones en un país. Cuando éste desarrolla sus propias reglas y leyes de homologación, debería estudiar la posibilidad de retomar reglamentaciones de órganos de normalización renombrados como el ETSI. Ello se debe a que los parámetros ya están definidos y a que la mayoría de las radiocomunicaciones y sistemas de todo el mundo se ajustan a esas reglamentaciones, lo que contribuye a un acelerado desarrollo de los mercados.

Otro aspecto son las pruebas a las que se somete efectivamente al equipo. En muchos países las autoridades permiten a empresas especializadas, de pruebas acreditadas, efectuar las mediciones. En otros, las administraciones aceptan los resultados de aquéllas. Un tercer grupo de países expide certificados sobre la base de las licencias conseguidas en otros.

Es importante para el desarrollo de un país que las homologaciones de sistemas de radiocomunicaciones con concentración de enlaces se efectúen de manera armónica y no provoquen retardos indebidos.

5.4 Sistemas públicos de telecomunicaciones celulares móviles terrestres

Los sistemas (telefónicos) públicos de telecomunicaciones celulares móviles terrestres pueden definirse, en términos genéricos, como sistemas móviles terrestres para la correspondencia pública a través de estaciones de radiocomunicaciones conectadas a la red telefónica pública conmutada.

Una de las características principales de cualquier sistema telefónico celular móvil es la del *acceso múltiple*, es decir, la posibilidad de prestar servicios simultáneamente a múltiples usuarios. Dicho de otra forma, un cierto número de usuarios comparte una reserva común de canales de tráfico en cada célula y cualquiera de ellos puede acceder a cualquier canal a través del sistema. (No se asigna siempre a cada usuario el mismo canal en una célula.) Un canal puede concebirse como una mera porción del limitado espectro radioeléctrico, temporariamente, atribuido a una célula telefónica de usuario. Un método de acceso múltiple es, esencialmente, un método de dividir el espectro de radiofrecuencias en canales de tráfico y de asignarlos simultáneamente a los usuarios del sistema. (El término de *espectro de radiofrecuencias* que utilizamos aquí incluye las dimensiones de frecuencia y de tiempo.)

Las tecnologías celulares móviles constituyeron una salvación para las telecomunicaciones urbanas en los países en desarrollo. Suministran una forma de telecomunicación que no sólo soluciona la carencia de aparatos telefónicos en residencias privadas, empresas comerciales y otros lugares sino que ofrecen también una movilidad al usuario que, en la mayoría de los casos, es de la misma norma disponible en los países más desarrollados.

Los sistemas celulares móviles son relativamente onerosos para la telefonía fija y no pueden considerarse una solución óptima para esta aplicación. Sin embargo, además de suministrar un servicio telefónico móvil a las empresas y a otros usuarios privados de situación acomodada, las tecnologías celulares pueden constituir un medio para suministrar un número limitado de teléfonos públicos en zonas en las que no existen. Debe tenerse presente, empero, que hay inconvenientes en utilizar un sistema móvil en aplicaciones fijas, es decir, para lo que equivale esencialmente a una aplicación en bucle local inalámbrico.

5.4.1 Las tecnologías analógicas

Las tecnologías celulares analógicas se basan en técnicas de modulación de frecuencia (MF). La señal vocal, que debe transmitirse, se utiliza para modular la frecuencia portadora, lo que provoca una variación de frecuencia. La mayoría de los sistemas similares analógicos utilizan la MF para las señales vocales y la modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) para la transmisión de datos. En los sistemas celulares analógicos una radiofrecuencia suele transportar un canal de tráfico. Todos los sistemas celulares analógicos utilizan la técnica de acceso múltiple por distribución de frecuencia (AMDF).

En gran medida, las tecnologías de las demás normas celulares analógicas son muy similares a la norma AMPS descrita más adelante; de hecho, son en su mayoría variantes de AMPS. Las diferencias principales radican en las bandas de frecuencias en las que se aplican las diversas normas. Entre las principales normas celulares analógicas figuran el Sistema de Comunicación con Acceso Total (TACS – Total Access Communication System), el Sistema de Comunicación con Acceso Total Ampliado (E-TACS), el Sistema Japonés de Comunicación con Acceso Total (J-TACS), el Sistema Austríaco de Comunicación con Acceso Total (A-TACS), el Sistema de Comunicación con Acceso Total Universal (U-TACS) y el Sistema Nórdico (NMT – Nordic Mobile Telephone).

A continuación se hace una breve descripción de cada una de estas tecnologías celulares analógicas.

Sistema telefónico móvil perfeccionado (AMPS – Advanced Mobile Phone System)

La interfaz aérea AMPS es la especificada por el American National Standards Institute (ANSI), la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA). La versión actual es la denominada EIA/TIA-553.

Las gamas de frecuencias AMPS son:

- Banda A: 826-836 MHz para la recepción en la estación de base y 870-880 MHz para la transmisión de la estación de base.
- Banda B: 836-845 para la recepción en la estación de base y 880-890 para la transmisión de la estación de base.
- Extensión de la banda A: 824-826 MHz para la recepción en la estación de base y 868-870 MHz para la transmisión de la estación de base, más 845-846,5 MHz para la recepción en la estación de base y 890-891,5 MHz para la transmisión de la estación de base.
- Extensión de la banda B: 846,5-849 MHz para la recepción en la estación de base y 891,5-894,4 MHz para la transmisión de la estación de base.

Las bandas de transmisión y de recepción de la estación de base tienen una separación de 45 MHz. La separación entre los canales es de 30 kHz y suele atribuirse a cada estación, que funciona dentro de una zona geográfica determinada, la mitad de los canales disponibles (416) para control y transmisión de señales vocales. En los Estados Unidos de América, las frecuencias de la banda B se reservan al operador de sistemas de hilo metálico y las de la banda A al operador de sistemas inalámbricos. Las bandas extendidas, denominadas canales AMPS extendidos (E-AMPS), se añadieron tras el lanzamiento comercial del sistema AMPS.

Los canales AMPS tienen dos clasificaciones. La estación de base y la estación móvil utilizan los canales de control para intercambiar información relacionada con el establecimiento de las comunicaciones. Se reservan 21 canales en ambas bandas para los canales de control. Las estaciones móviles supervisan continuamente los canales de control cuando no están en modo conversación y se enganchan al más potente de ellos para obtener información sobre radiobúsqueda y de carácter general. Los canales de tráfico son utilizados por la estación de base y la estación móvil para obtener información sobre la conversación de una llamada.

La continuidad de enlace entre la estación de base y la estación móvil en un canal de tráfico se efectúa a través de la señal audible de supervisión (SAT – Supervisory Audio Tone). La señalización entre la estación de base y la estación móvil tiene lugar sea a través del tono de señalización, sea de la señalización de datos con modulación por desplazamiento de frecuencia a 10 kbit/s.

El Sistema de Comunicación con Acceso Total (TACS)

El Sistema de Comunicación con Acceso Total (TACS), difundido en Europa y en algunas partes de Asia, Medio Oriente y Africa, utiliza 15 MHz del espectro radioeléctrico. La separación de los canales es de 25 kHz y la separación de las frecuencias dúplex de 45 MHz. La gama de frecuencias para el canal es:

Recepción en base / transmisión de móvil: 890,0125-904,9875 MHz

Transmisión de base / recepción en móvil: 935,0125-949,9875 MHz

El número total de canales vocales asciende a 558 y el de canales de señalización a 42.

Sistema de Comunicación con Acceso Total Ampliado (E-TACS)

El sistema E-TACS añade 16 MHz adicionales de espectro al sistema TACS convencional y se considera una extensión de aquél. No se suministran canales de señalización suplementarios. No obstante, se atribuyen 640 canales vocales, 320 para la Banda A y 320 para la Banda B. Las frecuencias de transmisión y de recepción están separadas por 45 MHz.

La separación entre canales es de 25 kHz y la separación de las frecuencias dúplex es de 45 MHz. La gama de frecuencias para el canal es la siguiente:

Recepción en base/transmisión de móvil: 872,0125-887,9875 MHz

Transmisión en base/recepción en móvil: 917,0125-932,4975 MHz

El número total de nuevos canales vocales asciende a 640 y el de canales (TACS y E-TACS combinados a 1 198).

Sistema de Comunicación con Acceso Total Japonés (J-TACS) y Sistema de Comunicación con Acceso Total en Banda Estrecha (N-TACS)

El Sistema de Comunicación con Acceso Total Japonés (J-TACS) y el Sistema de Comunicación con Acceso Total en Banda Estrecha (N-TACS) son sistemas para una banda de frecuencias particular. En ellos los canales no están separados en bandas. La banda total ocupa 10 MHz de espectro, lo que permite incorporar 800 canales. Japón utiliza actualmente ambos sistemas. La especificación original J-TACS utiliza únicamente los canales pares. Solamente cuando los japoneses utilizan la especificación restringida, N-TACS, entran en uso los canales impares.

La separación de los canales es de 25 kHz y la separación de la frecuencia dúplex de 55 MHz. La gama de frecuencias para canales vocales y de señalización es:

Recepción en base/transmisión de móvil: 915,025-924,475 MHz

Transmisión de base/recepción en móvil: 860,025-869,975 MHz

Se dispone de 752 canales vocales para N-TACS y de 376 para J-TACS. N-TACS tiene 48 canales de señalización y J-TACS, 24.

Como puede observarse en las gamas de frecuencias arriba especificadas, los emplazamientos de célula J-TACS y N-TACS reciben en la porción superior y transmiten en la porción inferior del espectro atribuido. Inversamente, los emplazamientos de célula AMPS y TACS transmiten en la porción superior y reciben en la porción inferior. En consecuencia, las unidades de abonado J-TACS y N-TACS no pueden utilizarse en los sistemas TACS y AMPS. Lo mismo ocurre con las unidades de abonado de los sistemas TACS y AMPS, es decir, no pueden ser utilizadas en los sistemas J-TACS y N-TACS.

Sistema Austríaco de Comunicación con Acceso Total (A-TACS)

El Sistema Austríaco de Comunicación con Acceso Total (A-TACS) consiste en equipos TACS con nueva cubierta y utilizados exclusivamente en Austria. Utiliza el mismo espectro de radiofrecuencias y selección de canales que los canales vocales TACS. El espectro de radiofrecuencias se divide en dos bandas y cada canal está separado por 25 kHz. Se dispone de hasta 600 canales telefónicos para este sistema.

Sistema de Comunicación con Acceso Total Universal (U-TACS)

El Sistema de Comunicación con Acceso Total Universal (U-TACS) se utiliza en Europa, en algunas partes de Asia, en Medio Oriente, en China y en algunas regiones de Africa. U-TACS tiene un espectro de frecuencias de 15 MHz y utiliza una separación entre canales de 25 kHz, al tiempo que suministra hasta 920 canales. El espectro de frecuencias U-TACS y la atribución de canales es igual al del sistema combinado TACS/E-TACS, excepto en la porción inferior de 8 MHz del espectro. Con 8 MHz menos de espectro, U-TACS tiene 320 canales de menos.

Teléfono Móvil Nórdico (NMT - Nordic Mobile Telephone)

El Sistema Nórdico Normalizado (NMT) está concebido para funcionar dentro de la banda 400-470 MHz, si bien se ha desarrollado también una versión para la banda de 900 MHz. NMT fue ideado a fines del decenio de 1970 y era ya operacional antes de que empezaran a utilizarse otros sistemas celulares. Este sistema funciona de una manera similar a los sistemas celulares posteriores más convencionales y se lo utiliza en Finlandia, Islandia, Países Bajos, Suecia y Suiza. Se utiliza también una versión modificada en Dinamarca.

5.4.2 Tecnologías digitales

Las tecnologías digitales más difundidas son GSM, DCS1800 y DS-CDMA. A continuación se hará una breve reseña de cada una.

Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSM – Global System for Mobile Communications)

La rápida expansión en Europa, durante el decenio de 1980, de los sistemas telefónicos celulares analógicos y la incompatibilidad, entre los sistemas de los diversos países, obligaron a buscar una mejor solución. En 1982, la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT) estableció un grupo de estudio denominado Grupo Especial Móvil (GSM) para estudiar y desarrollar un sistema móvil terrestre público paneuropeo. Posteriormente, la sigla GSM pasó a designar al Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles.

Se desarrolló un método de acceso múltiple celular denominado Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSM). Es una combinación del acceso múltiple por distribución en el tiempo y el acceso múltiple por distribución de frecuencia (AMDT/AMDF). La parte AMDF comprende la división de la anchura de banda nominal de 25 MHz (la anchura de banda máxima) en 124 frecuencias portadoras, con una separación de 200 kHz. Se asignó a cada estación de base, en función de las necesidades de capacidad, una o más frecuencias portadoras. A continuación, cada una de ellas se dividió en el tiempo según el esquema AMDT. La unidad de tiempo fundamental en éste se denomina periodo de ráfaga. Existen dos categorías principales de canales, los canales de tráfico y los canales de control. Estos canales se subdividen después según su función.

Además de estos canales de tráfico de plena velocidad se definen también canales de tráfico de semivelocidad, si bien todavía no han sido instalados. Estos últimos duplicarán efectivamente la capacidad de un sistema una vez especificados los codificadores de señales telefónicas de semivelocidad (es decir, codificación de señales telefónicas en alrededor de 7 kbit/s, en vez de 13 kbit/s).

El sistema GSM funciona en la banda 890-915 MHz para el enlace ascendente (estación móvil a estación de base) y de 935-960 MHz para el enlace descendente (estación de base a estación móvil). Se reservan también al GSM los 10 MHz superiores de cada banda, denominados espectro para el sistema general ampliado para comunicaciones móviles (E-GSM).

El sistema GSM ofrece una mejora de las siguientes características en relación con sistemas analógicos:

- Gama de servicios, por ejemplo, servicios relacionados con la RDSI.
- Calidad y seguridad del servicio.
- Soporte para la itinerancia internacional.
- Capacidad para sustentar terminales de microteléfonos.
- Utilización eficaz del espectro radioeléctrico.
- Aspectos de red.
- Aspectos de coste.

La tecnología GSM ha alcanzado un elevado nivel de madurez e incorpora constantemente nuevas funciones y características.

Sistema Celular Digital 1800 (DCS1800 – Digital Cellular System 1800)

La especificación para el sistema DCS1800 (Sistema Celular Digital 1800), una variante a una frecuencia más elevada (1 800 MHz) del sistema GSM, fue completada en 1991. Estos sistemas están destinados a la utilización en zonas urbanas, para satisfacer las importantes necesidades de capacidad en aquéllas. DCS1800 funciona en la banda 1 710-1 785 MHz para el enlace ascendente (estación móvil a estación de base) y 1 805-1 880 MHz para el enlace descendente (estación de base a estación móvil). Estas bandas fueron atribuidas por la UIT a varios países de la Región 1, para sistemas de comunicaciones personales (PCS).

Los sistemas DCS1800 presentan esencialmente las mismas ventajas y características que los sistemas GSM.

Acceso Múltiple por División de Código en Secuencia Directa (DS-AMDC – Direct-Sequence Code Division Multiple Access)

El DS-AMDC para aplicación celular ha sido especificado por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA – Telecommunications Industry Association) en los Estados Unidos de América como IS-95. La TIA publicó la especificación IS-95 en 1993. El AMDC (utilizado en sistemas analógicos tradicionales) y el AMDT (utilizado en el sistema GSM) son ejemplos de tecnologías de acceso múltiples, similares a DS-AMDC. En los sistemas celulares analógicos se asigna cada terminal de abonado (estación móvil) a un canal de frecuencias específico (en general 25 kHz), eventualmente, disponible en este momento. En un sistema AMDT (por ejemplo un sistema GSM) se asigna a cada terminal de abonado un intervalo de tiempo, disponible dentro de un canal de frecuencia algo más ancho que un canal de frecuencias AMDF (200 kHz en el caso de GSM). El AMDC se asigna, a cada terminal de abonado, un canal en forma de un código digital único en vez de un canal de frecuencias separado a un intervalo de tiempo. Este código consiste en una secuencia binaria de ceros y de unos y es pseudoaleatorio. Junto con el tren de bits que contiene la información vocal del usuario, este código se convierte en una señal integrante de la señal compuesta que modula directamente la portadora del transmisor, de ahí el término *secuencia directa*. La señal de modulación compuesta, en el caso de la estación de base, consiste en las señales de todos los usuarios simultáneos.

El código pseudoaleatorio está presente tanto en las estaciones transmisoras como en las receptoras y, en este sentido, constituye efectivamente un canal de tráfico. En el extremo de recepción, la información que constituye la señal vocal de un usuario y que se aleatoriza entre las señales de todos los usuarios múltiples simultáneos, se demodula utilizando el código pseudoaleatorio único. Estos códigos únicos – uno para cada terminal de abonado en uso en un momento determinado – sirven en consecuencia como vehículos para *dividir en canales múltiples*, la información contenida en las señales *múltiples* de todos los usuarios simultáneos y para que cada usuario *acceda* al canal en el extremo de recepción; de ahí el término *acceso múltiple por división de código (AMDC)*.

Con arreglo a la especificación IS-95 la portadora AMDC tiene una anchura de banda de 1,23 MHz. Es ésta una banda muy amplia en comparación con la anchura utilizada en los sistemas analógicos (en general 25 kHz) o inclusive en el GSM (200 kHz). La información en la señal vocal de cada usuario simultáneo de estación móvil se transporta a lo largo de toda la anchura de banda de 1,23 MHz – debido a que la portadora es modulada por el código pseudoaleatorio único – lo que explica que a veces se utilice el término *modulación de espectro aleatorizado*. En una sola portadora pueden tener lugar hasta 18 conversaciones.

Los sistemas celulares AMDC existen actualmente en, por lo menos, tres bandas de frecuencias diferentes, como se especifica a continuación:

824-849 MHz (recepción en la estación de base)	869-894 MHz (transmisión de la estación de base)
872-915 MHz (recepción en la estación de base)	917-960 MHz (transmisión de la estación de base)
1 850-1 910 MHz (recepción en la estación de base)	1 930-1 990 MHz (transmisión de la estación de base)

En comparación con las tecnologías analógicas y otras tecnologías celulares digitales, DS-AMDC ofrece varias ventajas a los operadores, a saber:

- Mayor capacidad en comparación con otras tecnologías, en algunos casos 8 a 10 veces más que un sistema analógico AMPS y 4 a 5 veces más que otros sistemas celulares digitales.
- Amplia zona de cobertura.
- Mejor calidad de la llamada, con sonido de mejor calidad y más estable en comparación con otros sistemas.
- Planificación simplificada del sistema gracias a la utilización de la misma frecuencia en cada sector de cada emplazamiento de célula.
- Mayor privacidad.
- Mejor cobertura, lo que permite disponer de menos emplazamientos de célula.
- Mayor tiempo de comunicación para los teléfonos portátiles.
- Capacidad de intercambiar respectivamente cobertura, capacidad de canal de tráfico y calidad vocal.
- Menos necesidad de espectro radioeléctrico.
- El AMDC se adapta mejor a las aplicaciones de alta densidad, debido a su gran capacidad y a la posibilidad de trabajar con propagación por trayectos múltiples.

5.4.3 Utilización de un sistema celular móvil en una función de telefonía fija

Uno de los inconvenientes de utilizar un sistema celular móvil en una función de servicio de telefonía fija, como teléfonos públicos, es que se deteriora el nivel del servicio del sistema móvil. En función de la capacidad de la célula particular utilizada para teléfonos públicos, el número de unidades, los patrones de tráfico de los teléfonos públicos y el volumen de tráfico móvil, el sistema móvil experimentará un cierto grado de congestión. En un ejemplo concreto, un

sistema GSM en un país determinado, se observó que el porcentaje de congestión (es decir, la proporción de llamadas incompletas) de las células en el servicio móvil se deterioró en alrededor de 10% (de un 2% anterior) tras la introducción de aproximadamente diez teléfonos públicos por célula. El porcentaje de congestión correspondiente para llamadas desde teléfonos públicos fue algo mayor, alrededor del 20%.

El problema es que los teléfonos públicos, especialmente en las zonas densamente pobladas, pueden transportar una gran cantidad de tráfico. No es inusual que un teléfono público esté casi permanentemente ocupado durante el día. Por lo tanto, pueden transportar tanto tráfico en un periodo de ocho horas como 100 a 200 teléfonos móviles. En consecuencia, un teléfono público puede suponer una carga excepcional para una célula, bloqueando de manera permanente un canal de tráfico. Cuando la misma célula sirve a un cierto número de teléfonos públicos, la capacidad restante puede ser insuficiente para suministrar un servicio aceptable. Por supuesto, puede argumentarse que en ese caso debería redimensionarse el sistema para disponer de más capacidad, es decir, suministrarse más células o sectorizarse la célula, por ejemplo. No obstante, estos cambios sólo pueden hacerse con una inmensa inversión en el servicio o deben ser costeados por el operador. Ninguna de estas opciones es atractiva. Por lo tanto, debe considerarse seriamente la posibilidad de permitir el deterioro del servicio móvil explotando al mismo tiempo un servicio telefónico público de calidad deficiente.

Las cifras del porcentaje de bloqueo del 10% para el servicio móvil y del 20% para el servicio telefónico público son los umbrales tolerables aproximados, en términos de degradación de la calidad del servicio para ambos servicios. Estas cifras se obtienen con, aproximadamente, el número máximo de teléfonos que pueden instalarse por célula.

Un total de diez teléfonos públicos por célula representa una densidad relativamente baja de esta categoría, lo que probablemente resulte insuficiente en la mayoría de los casos.

Suministrar servicios de telefonía fija pública utilizando la estructura de un servicio celular móvil no es entonces una solución satisfactoria, al menos con la mayoría de las tecnologías celulares existentes. Éstas no están en condiciones de suministrar un verdadero servicio de telefonía fija pública capaz de satisfacer la demanda de tráfico ordinaria en las zonas urbanas. Como mucho, un sistema celular móvil debería utilizarse sólo temporalmente para aliviar la situación en zonas que carecen de servicio fijo público.

Llegamos entonces a la conclusión de que para disponer de un servicio telefónico público totalmente desarrollado, excepto que se utilice una tecnología apta para sustentar una gran capacidad de tráfico, el servicio celular móvil y el servicio fijo deberían aprovechar las diferentes infraestructuras disponibles.

5.4.4 Consideraciones de mercado

Desde su lanzamiento, en 1983, la industria de la telefonía celular ha experimentado un crecimiento espectacular. Una difundida predicción, que data de 1985, sostenía que el número total de abonados a la telefonía celular llegaría a 900 000 para el año 2000. Esta predicción fue ampliamente superada. De hecho, para fines de 1994 únicamente en los Estados Unidos de América había más de 20 millones de abonados y aproximadamente 50 millones en todo el mundo. Los índices recientes de aumento anual del número de abonados fueron nada menos que del 40% y se estima que este ritmo podría mantenerse durante el resto del presente decenio.

Desde la comercialización de los primeros sistemas, se introdujeron permanentemente nuevos sistemas de telefonía celular digital para hacer frente a una demanda cada vez mayor. En la primera mitad del decenio de 1990 hubo una espectacular evolución tecnológica, de la que los sistemas de DS-AMDC y GSM fueron los ejemplos más destacados.

El desarrollo de las redes GSM fue también fenomenal. Muchos operadores, especialmente en Europa, tomaron la excelente decisión de adoptar este sistema. Las redes GSM y DCS1800 se planifican actualmente o están ya instaladas en diversos países del mundo, en Europa, Medio Oriente, Extremo Oriente, África, América del Sur, Australia, etc.

Si bien, el DS-AMDC llegó mucho más tarde que el GSM, parece estar difundiéndose con la misma celeridad, especialmente en Extremo Oriente y en América del Norte y del Sur. En América del Norte, una gran parte de la base total instalada de sistemas celulares móviles es analógica. Sin embargo, la popularidad del DS-AMDC para los nuevos sistemas y la necesidad de incrementar la capacidad de los sistemas existentes está modificando rápidamente la situación. Los operadores que desean incrementar la capacidad de sus sistemas analógicos pueden optar por pasar gradualmente al AMDC e ir dejando poco a poco el sistema analógico. El cambio se realiza efectuando una transferencia de pequeñas porciones de espectro radioeléctrico entre ambos sistemas de manera sistemática y progresiva.

A medida que los operadores de sistemas celulares, en países desarrollados, adoptan nuevas tecnologías, a menudo piden:

- Una mayor capacidad dentro de su atribución de espectro actual y una fácil instalación de cualquier tecnología necesaria para ello.
- Mayor capacidad y menor coste de concepción de sistemas (además de disminución de los gastos de infraestructura) lo que llevará a un menor coste por abonado.

- Un menor coste por abonado, unido a nuevas características de abonado, lo que ayudará a los operadores a incrementar su presencia en el mercado.
- Una mayor presencia en el mercado, lo que conducirá a un aumento del número de abonados, y un sistema que permita el aumento de la capacidad.
- Durante el paso o la migración a cualquier nueva tecnología digital, mantener una elevada calidad en las llamadas.

Los eventuales posibles operadores en países en desarrollo deberían tener en cuenta estas demandas de los operadores que trabajan en países desarrollados, ya que la experiencia acumulada por éstos puede ser extremadamente útil. Antes de decidirse por una tecnología celular en particular, convendría que los futuros operadores reflexionaran detenidamente sobre sus necesidades a largo plazo. Por ejemplo, pueden verse tentados a optar por una tecnología utilizada desde hace ya largo tiempo, que será eventualmente más barata. Sin embargo, si las necesidades del operador coinciden con las arriba detalladas, deberá estudiar detenidamente la posibilidad de adoptar una de las generaciones ulteriores de tecnologías celulares, preferentemente una digital, como DA-AMDC o GSM. La primera se adapta mejor a países que necesitan un sistema celular digital con las funciones y características más novedosas y que quizá piensan utilizar dicho sistema tanto en aplicaciones celulares móviles como de bucle local inalámbrico.

Poco a poco, las tecnologías analógicas están siendo sustituidas por las digitales. Estas últimas ofrecen funciones mucho más perfeccionadas y posibilidades de itinerancia. En un futuro, no demasiado distante, es posible que disminuya el apoyo a las tecnologías analógicas y a su mantenimiento, a medida que éstas desaparecen gradualmente de los países desarrollados.

Uno de los aspectos clave, que deberían tener en cuenta los países que desean entrar en la era de la información es la capacidad de transmisión de datos. Las tecnologías celulares digitales ofrecen un gran margen a los servicios de transmisión de datos y allanan el camino para introducir la era de la información en el entorno móvil. En los países en desarrollo, los servicios de transmisión de datos son a menudo inexistentes, también, para aplicaciones fijas. En consecuencia, la introducción de un sistema celular digital contribuiría, en parte, a solucionar también este problema.

El AMDC ofrece algunas claras ventajas con respecto a GSM y no debería desestimarse como una interesante tecnología de la nueva generación, incluso en países que ya utilizan GSM. Las principales ventajas del AMDC, para los países en desarrollo, son su mayor cobertura geográfica y capacidad (lo que significa menos emplazamientos de célula y un gran número de usuarios por emplazamiento). Estos factores adquieren gran peso cuando se estudia la posibilidad de combinar servicios celulares móviles con los de bucle local inalámbrico en la misma infraestructura. Ello se debe a que, la gran capacidad y las posibilidades de cobertura, permitirán acomodar a un vasto número de abonados móviles y fijos.

5.4.5 Aspectos reglamentarios

Licencias de operador

Es habitual que la administración de un país exija una licencia para instalar y explotar un sistema móvil celular, además de una licencia, exclusivamente, para el uso del espectro radioeléctrico. Los requisitos para poder obtener una licencia y las condiciones estipuladas en ella varían de un país a otro. Se dan también razones diferentes para conceder licencias a los operadores, pero a menudo suelen fundamentarse en una o más de las siguientes consideraciones:

- garantizar la interconexión y la interoperabilidad con las redes telefónicas públicas conmutadas y con otras redes (incluidas otras redes celulares);
- asegurar una interferencia mutua limitada entre el sistema celular y los demás sistemas;
- concretar la instalación progresiva de los nuevos sistemas a un ritmo que la administración juzgue adecuado;
- velar por el cumplimiento de obligaciones sociales y otras obligaciones de subvención cruzada;
- recaudar los aranceles abonados por el operador por la utilización del espectro radioeléctrico;
- controlar el nivel de competencia.

Las razones que suelen darse están relacionadas con la filosofía política y económica imperante en el país. Por ejemplo, los países, más orientados hacia la libre competencia económica y un entorno verdaderamente regido por las fuerzas del mercado, tenderán a abstenerse de establecer obligaciones sociales vinculantes. Estos países dejarán también que el operador decida el ritmo de instalación progresiva de sistemas. (En general, permitirán la existencia de más de un operador, para que la competencia entre ellos constituya un incentivo para acelerar la instalación de los nuevos sistemas). En estos países habrá también menos tendencia a prescribir normas técnicas y otras especificaciones, ya que son las fuerzas del mercado las que se encargan adecuadamente de esos aspectos. Un buen ejemplo de un país con un mínimo de condiciones y prescripciones es Hong Kong. En Hong Kong están presentes varios operadores de sistemas

celulares que utilizan diversas tecnologías, entre ellas AMPS, TACS, GSM y AMDC. La competencia es muy ruda y los operadores ofrecen buenos precios, así como una gran variedad tanto en la calidad como en la gama de servicios. En algunos países en desarrollo, como Sudáfrica, la competencia está limitada a dos operadores. Pero incluso, esta situación ha influido considerablemente sobre el ritmo de instalación de los sistemas y el de crecimiento de la base de abonados, que en menos de dos años superó el medio millón de unidades. Las ventajas de la competencia en ese país son tan evidentes que se estudia la posibilidad de expedir licencias a más operadores. Las administraciones deberían tener presentes las múltiples ventajas que entrañan un mínimo de interferencia reglamentaria y un entorno competitivo. Debería también pensarse muy seriamente en no restringir la competencia limitando el número de operadores en un mismo mercado.

Desde una óptica reglamentaria, una razón para compartir infraestructura entre un servicio móvil y uno de telefonía pública es utilizar los ingresos procedentes del primero para subvencionar el servicio telefónico público. No obstante, esto conlleva un inconveniente, ya que limita el desarrollo de ambos servicios. El operador debe mantener cierto equilibrio entre los usuarios del servicio móvil y los del servicio fijo, para garantizar la rentabilidad de la explotación. En consecuencia, quizá sea necesario limitar el número de teléfonos públicos. Asimismo, el suministro de servicios fijos consume capital que podría haberse utilizado para un mayor despliegue geográfico de los servicios móviles, por ejemplo en los límites de una zona urbana y en las principales rutas del país.

Homologación

Durante el proceso de expedición de licencias, es habitual que las administraciones piensen en la homologación. Es éste un proceso en virtud del cual las autoridades competentes examinan la especificación del equipo que habrá de instalarse para verificar que satisface normas mínimas; en general hacen hincapié en la necesidad de prevenir interferencias perjudiciales. Ésto se hace examinando la especificación suministrada por el vendedor del equipo o procediendo a una prueba en laboratorio para comprobar dicha especificación, por ejemplo, pruebas de emisión de radiofrecuencias.

En el caso de unidades de abonado GSM, muchos países no exigen que la homologación se efectúe en el mismo país. Más bien, aceptan la lista de estaciones móviles homologadas por la Asociación del Memorándum de Entendimiento GSM (MOU – Memorandum of Understanding Association), como documento que determina si una unidad satisface la norma homologada. Las unidades incluidas en la lista satisfacen una especificación ETSI a la que se ajustan todos los fabricantes y los principales países de la Asociación del Memorándum GSM. No existe entonces la necesidad inherente de someter a prueba una unidad cuando ésta ha sido incluida en la lista de la Asociación del Memorándum GSM.

Es éste un proceso de homologación muy simplificado que plantea un mínimo de problemas a todas las partes interesadas. Se le recomienda, sin reservas, a todos los países que estudien la posibilidad de instalar sistemas GSM.

Especificaciones en materia de normas

Existen diversas especificaciones relativas a las diferentes tecnologías celulares existentes en el mundo, enunciadas por organismos de normalización de distintos países. Las normas más difundidas proceden, en su mayoría, de organismos estadounidenses, europeos y japoneses. Nos limitaremos a examinar aquí las normas relacionadas con las tecnologías digitales GSM y DS-AMDC.

En el caso de GSM, en 1989 se transfirió la responsabilidad de las normas para este sistema al Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI). En 1990, se publicó la Fase I de las especificaciones GSM. En 1995, se completó la Fase II de la recomendación GSM, una versión completa de la norma GSM con algunos servicios suplementarios adicionales.

En el caso del AMDC existen diversas especificaciones TIA que abarcan diferentes interfaces en función de la banda de frecuencias específica. IS-95 es la especificación para el sistema de la gama de 800 MHz. Fue aprobada en julio de 1993 por el subcomité TR-45.5 de la TIA, facultado para elaborar normas celulares digitales de espectro ensanchado. Las demás especificaciones fueron ya aprobadas o están en curso de aprobación. El objetivo es que, por último, todas las especificaciones AMDC sean normas abiertas.

Se aconseja a las administraciones que, en la medida de lo posible, dejen que las fuerzas del mercado – es decir, los eventuales operadores – elijan las tecnologías y normas que se utilizarán. La experiencia ha demostrado que los intentos de las administraciones de elegir las tecnologías ganadoras, incluso en los países desarrollados, conducen a menudo al fracaso.

Los operadores deberían tener presente que conviene utilizar una especificación de norma abierta, es decir, una especificación a la que se ajusta, o a la que prevé ajustarse más de un fabricante. En ese sentido, corresponde observar que tanto GSM como DS-AMDC satisfacen normas abiertas bien conocidas.

Espectro

Las administraciones son responsables de velar por que el espectro se atribuya de manera que satisfaga las necesidades de sus respectivos países. Puede afirmarse enfáticamente que ningún país puede permitirse de no reservar espectro para sistemas móviles celulares. Los beneficios económicos de estos sistemas para el comercio, la administración pública y el uso privado han sido ya demostrados de manera irrefutable. En muchos casos, un sistema celular constituiría la única forma de comunicación en zonas urbanas, especialmente en países con baja densidad de red telefónica.

Al atribuir espectro y asignarlo a los operadores, debería tenerse presente el hecho de que algunas tecnologías lo aprovechan mejor que otras. Un sistema AMDC, por ejemplo, utilizará en algunos casos alrededor de la novena parte del espectro que utiliza un sistema AMPS y alrededor de la cuarta parte utilizada por un sistema GSM para el mismo número de usuarios. Cuando hay escasez de espectro – y esa suele ser la situación más frecuente – las administraciones deberían estudiar seriamente la posibilidad de atribuirlo a las tecnologías que lo aprovechan mejor y de asignarlo a operadores que utilizan tecnologías eficaces. Sin duda, es a veces necesario tener también en cuenta otros factores. Las administraciones de los países en desarrollo deben cuidarse mucho de no seguir ciegamente las tendencias de los países desarrollados, simplemente porque pertenecen a la misma Región de la UIT. Muy a menudo, esas tendencias resultan de las circunstancias particulares imperantes en los países desarrollados, que no se aplican al país en cuestión.

Algunas de las tecnologías más nuevas, como AMDC, presentan la ventaja de necesitar menos emplazamientos de célula que otras tecnologías para abarcar la misma zona geográfica. Ello puede ser así incluso en las zonas urbanas, debido a una mayor capacidad de canales de tráfico.

5.5 Sistemas telefónicos de bucle local inalámbrico

El suministro a los nuevos abonados telefónicos de servicios en bucle local tradicionales basados en cables de cobre puede resultar costoso. Asimismo, esos servicios pueden ser lentos y difíciles de instalar. Los costes de mantenimiento derivados de las condiciones climáticas y del hurto de equipos constituyen a menudo un problema de talla. Otra desventaja del bucle local alámbrico es que deben conocerse los puntos de localización exactos de los clientes actuales y futuros antes de poder comenzar la planificación de la red.

En las zonas rurales, en particular, el suministro de un servicio telefónico tiene un coste elevado. En algunos lugares remotos, puede ser difícil o incluso imposible llegar hasta los eventuales abonados.

En las zonas rurales el elevado y a menudo imprevisible crecimiento limita la posibilidad de planificar adecuadamente la red de planta exterior.

Todos estos problemas pueden solucionarse recurriendo a un bucle local inalámbrico. No obstante, la medida en que se solucionen dependerá de las circunstancias y de la tecnología utilizada.

El bucle local inalámbrico (WLL) puede ser una alternativa muy flexible y rentable al bucle local alámbrico. Los sistemas de bucle local inalámbrico, por estar basados en la comunicación por ondas radioeléctricas, permite instalar rápidamente y de manera económica un servicio telefónico para abonados nuevos.

Algunas tecnologías de WLL derivan de las tecnologías móviles celulares y tienen arquitecturas similares a las de las tecnologías móviles. En muchos casos, la composición del sistema es idéntica a la de la tecnología móvil, lo que presenta algunas ventajas indudables. Los volúmenes de producción logrados por las aplicaciones celulares móviles entrañan una economía de escala que, durante un futuro previsible, no podrá ser igualada por las aplicaciones de WLL por sí solas. El operador del WLL y el usuario telefónico, por consiguiente, obtienen una ventaja financiera si el operador adquiere un sistema que utiliza una tecnología estrechamente relacionada con una tecnología celular móvil.

5.5.1 Beneficios del WLL

El bucle local inalámbrico presenta una serie de ventajas, como las siguientes:

- Contrariamente a una red telefónica convencional por hilos, el coste de un bucle local inalámbrico para el abonado no depende de la longitud del bucle que debe instalarse ni del tipo de terreno. Por consiguiente, hay un ahorro en los gastos de instalación.
- La velocidad con que pueden suministrarse los servicios significa que los ingresos de explotación comienzan a generarse inmediatamente.
- Independientemente de que se lo utilice como una red temporaria o una permanente, un sistema de bucle local inalámbrico es muy flexible. Algunos sistemas del WLL, como aquellos para los cuales existe una variedad de tipos de célula y que utilizan tecnologías normalizadas, funcionan con la misma eficacia al atender a las necesidades de usuarios en entornos diversos. Se presta un servicio igualmente satisfactorio a abonados en zonas urbanas densamente pobladas, ciudades pequeñas y suburbios en rápida expansión, así como a abonados de zonas rurales dispersos a lo largo de grandes distancias.

- En las ciudades densamente pobladas, el WLL puede constituir también una solución conveniente y económica para suministrar un servicio temporario hasta que pueda restaurarse o completarse una red telefónica por cable convencional.
- Una red WLL puede conectarse fácilmente con cualquier central telefónica terrestre que tenga bucles de abonado alámbricos. Para cada unidad de abonado, la central suministra el mismo tipo de conexión que para los abonados al teléfono portátil. El sistema es totalmente transparente para el usuario, por lo que no se requiere un plan de numeración telefónica especial.

En resumen, el WLL ofrece importantes ventajas a un operador que necesite suministrar servicios telefónicos de manera rápida, económica y eficaz, sin tener que complicarse con la instalación adicional de líneas de hilo metálico. Además de solucionar necesidades inmediatas de servicios telefónicos ordinarios, una red WLL puede constituir la base de una futura red telefónica móvil, a condición de que se seleccione la tecnología adecuada.

5.5.2 Aspectos importantes para los operadores

Atributos del sistema

A continuación se enumeran los atributos de los sistemas y tecnologías WLL que deberían tener en cuenta los operadores:

- Flexibilidad en las configuraciones y esquemas de la antena de la estación de base para una capacidad y una calidad de servicio óptimas en la red telefónica.
- Para las redes urbanas de gran capacidad, configuraciones de célula de tipo sectorial adecuadas para redes WLL que deben prestar servicios a un cierto número de abonados y que reducen a un mínimo la cantidad de espectro necesaria para la red.
- En el caso de redes rurales muy dispersas, grandes células que ofrezcan la máxima cobertura geográfica. Corresponde tener presente que algunas tecnologías WLL tienen áreas de distribución (distancias) mayores que otras. En las zonas rurales, con una densidad relativamente baja de abonados y/o de teléfonos públicos puede no haber una limitación impuesta por la capacidad de un emplazamiento de célula. El número de emplazamientos de célula que deben entonces instalarse dependerá exclusivamente de la zona geográfica por abarcar. Las tecnologías que ofrecen grandes áreas de distribución y, por consiguiente, una mayor área de cobertura por emplazamiento de célula tienen importantes ventajas económicas en términos de desembolso de capital, de mantenimiento y de acarreo de equipos.
- Como sucede con los sistemas celulares móviles, las capacidades de canales de tráfico más elevadas de algunas tecnologías pueden, en el caso de zonas urbanas densamente pobladas, incrementar también el interés de algunas tecnologías con respecto a otras. Una mayor capacidad por emplazamiento de célula entraña una menor utilización de emplazamiento.
- Son convenientes los sistemas que no requieran demás espectro del disponible (de la administración) para el número necesario de abonados (teniendo en cuenta también el crecimiento futuro) y los sistemas que permiten una utilización eficaz del espectro radioeléctrico. El número de abonados puede ser grande o pequeño en función de la tecnología utilizada. Por ejemplo, los sistemas que utilizan AMDC podrán prestar servicios a entre 10 y 20 veces más de usuarios en comparación con otras tecnologías.
- En la medida de lo posible, los sistemas deberían ser suficientemente robustos para soportar las condiciones rurales típicamente imperantes en los países en desarrollo, como caminos no asfaltados, un medio polvoriento, temperaturas extremas y elevada humedad, ofreciendo al mismo tiempo una prolongada vida útil de los equipos con un mantenimiento mínimo.

Los operadores que buscan tecnologías para aplicaciones de WLL deberían comparar las diferentes tecnologías existentes a la luz de los factores arriba mencionados.

Atributos del proveedor

Convendría que los operadores, al examinar la oferta de un proveedor de sistemas de WLL, verificaran que aquél posee los siguientes atributos y recursos:

- Capacidad de respaldo al proyecto o programa y disponibilidad de servicios de consultoría.
- Conocimientos expertos en la concepción e instalación de redes WLL.

- Capacidad en materia de formación, respaldo técnico y mantenimiento.
- Fabricantes que ofrecen una variedad de soluciones WLL que utilizan diferentes estaciones transeptoras de base celular y unidades de abonado que se ajustan a las normas de la industria. (Los fabricantes que pueden configurar sistemas WLL utilizando tecnologías AMDC, NAMPS, AMPS, ETACS, TACS o JTACS de eficacia demostrada ofrecen una ventaja indudable).

5.5.3 Aspectos reglamentarios

Las redes WLL basadas en tecnologías celulares utilizan las mismas frecuencias, asignaciones de canal y normas de interfaz aéreo que cualquier sistema celular convencional que posea la misma tecnología.

5.5.3.1 Espectro

Las administraciones que estudian la atribución de espectro a sistemas WLL deben cerciorarse de que se atribuya suficiente espectro para atender a las necesidades del país. En función de la tecnología utilizada, la coexistencia de aplicaciones celulares móviles y de WLL en la misma banda, puede exigir más espectro del disponible. En consecuencia, sería prudente atribuir bandas diferentes a aplicaciones celulares móviles y WLL. Sin embargo, si se estudia la posibilidad de disponer de aplicaciones WLL y celulares móviles en la misma red será imperativo disponer de una banda. En este caso debe procurarse, muy particularmente, utilizar una tecnología que aproveche el espectro de manera tan eficaz que el disponible baste para ambas aplicaciones. Convendría que las administraciones pensaran seriamente en las tecnologías que garantizan una utilización eficaz del espectro, como AMDC, al efectuar atribuciones de espectro radioeléctrico. Esta tecnología, por ejemplo, puede atender a un gran número de usuarios móviles y fijos en una cantidad de espectro relativamente limitada.

Al efectuar atribuciones de espectro, las administraciones desearán, quizá, tener en cuenta las ventajas de algunas tecnologías sobre otras. Con esto, no se preconiza que deba ordenarse la utilización de determinadas tecnologías, sino que la elección final deberá quedar librada a criterio del operador.

5.5.3.2 Otros aspectos

Las administraciones deberán definir claramente qué consideran prioritario para sus países. Podría ser tentador querer incluir servicios de datos de alta velocidad, por ejemplo, para la RDSI en sus aplicaciones WLL. No obstante, debe tenerse presente que un servicio de datos de alta velocidad repercute sobre los costes. Deberá procurarse muy particularmente que la expansión del servicio telefónico básico no se vea obstaculizada por exigencias de alto nivel para un número mínimo de aplicaciones. La telefonía básica constituye la necesidad de comunicación esencial para una gran mayoría de la gente.

Si los servicios RDSI se consideran fundamentales para algunas aplicaciones en zonas rurales, como hospitales y escuelas, debe considerarse la posibilidad de utilizar una red superpuesta separada con este fin. Esta red puede añadir un pequeño coste al de la red WLL. En función de la tecnología WLL utilizada, el coste total puede ser incluso inferior al de algún sistema oneroso capaz de suministrar servicios de telefonía básica y de transmisión de datos de alta velocidad para la RDSI. La ventaja de excluir estas aplicaciones, de alto nivel y poco utilizadas, es que puede hallarse una solución óptima para la telefonía básica. La instalación progresiva de sistemas telefónicos básicos puede entonces realizarse rápidamente y sin obstáculos.

Con respecto a los demás aspectos reglamentarios se ruega al lector remitirse a la sección 5.4.5, que examina las cuestiones de expedición de licencias a los operadores, homologación y especificaciones de normas. Estas cuestiones son esencialmente las mismas en relación con los sistemas WLL.

Los operadores y las administraciones deberían tener presente la espectacular evolución de la tecnología de codificadores en los últimos años. Algunas ofrecerán la calidad vocal de líneas metálicas a una velocidad de transmisión de datos de 8 kbit/s. La calidad puede ser comparable a la de otra tecnología que utilice 32 kbit/s. En resumen, si se privilegia la telefonía básica, es decir, la comunicación vocal, la velocidad de transmisión de datos es de importancia secundaria. Lo fundamental es la calidad de la señal vocal, medida según algunas pruebas objetivas. Corresponde destacar las tecnologías en las que la calidad de la señal vocal puede compensarse con parámetros como la capacidad de tráfico y la cobertura geográfica.

5.6 Sistemas de satélites

Las redes de satélites encuentran mercados cuando las redes metálicas y las redes de radiocomunicaciones terrenales:

- no están disponibles;
- no están suficientemente desarrolladas;

- no poseen la capacidad de transmisión necesaria; o
- no pueden ofrecer el grado de movilidad requerido por el usuario (por ejemplo buques, viajeros a todas partes del mundo).

INMARSAT-C, el sistema de satélites utilizado para las comunicaciones por satélites móviles mundiales, da servicio a una amplia gama de usuarios en círculos comerciales, en actividades navales o aeronáuticas mediante un terminal del tamaño de un maletín.

Diversos consorcios internacionales planifican actualmente sistemas mundiales de satélites que permitan utilizar en cualquier parte del mundo teléfonos móviles portátiles por satélite al igual que con Inmarsat. Estos aparatos (microteléfonos) no se diferenciarán en su concepción de, digamos, un microteléfono GSM de 200 gramos de peso.

Los servicios de satélite móvil innovadores requieren que los satélites circunden la tierra a órbitas bajas. Los satélites que describen su trayectoria a algunos centenares de kilómetros de la tierra se denominan LEO (de órbita baja). Los satélites cuya órbita se encuentra a algunos miles de kilómetros por encima de la tierra se denominan MEO (de órbita media).

Toda la superficie terrestre puede abarcarse ubicando cuidadosamente una serie de satélites de construcción idéntica. Según el sistema elegido, se necesitarán entre 12 y 800 satélites por red.

Cuando deba llegarse a alturas de satélite «bajas» y se vayan a usar haces puntuales múltiples, pueden construirse dispositivos móviles ligeros con transmisores de baja potencia y pequeñas antenas omnidireccionales. Será entonces realmente posible prestar servicios de satélites móviles al gran público.

En todo el mundo, una gran parte de la población, los viajeros a lugares remotos del planeta, pero sobre todo las poblaciones de las regiones subdesarrolladas de África, Asia, América del Sur y Europa Oriental tendrán acceso por primera vez a un servicio telefónico de bajo coste.

En las zonas que carecen de infraestructura, los planificadores estudian la posibilidad de utilizar teléfonos públicos alimentados por energía solar. En todo el mundo, los investigadores de mercados prevén un pronunciado desarrollo de los sistemas de transmisión vocal, de datos y telefax a baja velocidad binaria. Estos expertos predicen también que para el año 2000 alrededor de 100 millones de clientes utilizarán enlaces por satélite móvil para sus comunicaciones telefónicas.

Una posible aplicación del acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA – Demand Assignment Multiple Access) entraña la combinación de sistemas celulares convencionales con un producto DAMA de base VSAT de INTELSAT. DAMA ofrece conectividad en malla, a petición, entre múltiples estaciones terrenas, por lo que es una tecnología de acceso múltiple flexible y rentable. INTELSAT DAMA es un servicio por satélite digital a petición en zonas de poco tráfico que puede utilizarse ventajosamente en redes de comunicaciones rurales nacionales e internacionales. Permite la compartición de circuitos de satélites y posee capacidades de conmutación para incrementar la eficacia de la utilización del segmento espacial. Todo esto tiene consecuencias para el usuario, que paga por minuto, en función de la cantidad de capacidad de satélite realmente utilizada.

Las redes DAMA, adecuadas para países en desarrollo, han recibido autorización para ser explotadas por INTELSAT en las tres regiones oceánicas, comenzando por la del Océano Atlántico. La oferta inicial de DAMA que hace INTELSAT incluye servicio telefónico básico para aplicaciones vocales, fax y de datos en la banda telefónica y, en el futuro, la capacidad de suministrar conexiones a petición a 64 kbit/s, ofreciendo a los usuarios una anchura de banda mayor para multimedia (aplicaciones vocales, de datos y de vídeo integradas).

El control y la señalización de DAMA están a cargo del Centro de Control y de Gestión de la Red (NMCC – Network Management and Control Center) en una configuración estrella, mientras que el tráfico entre cualquier par de estaciones terrenas usuarias se efectúa según una red en malla. Las estaciones terrenas pueden consistir tan solo en una antena parabólica de 1,8 metros. Esta posibilidad de utilizar pequeños terminales terrestres recientemente normalizados (Norma H) reduce aún más el coste de los equipos.

El sistema INTELSAT DAMA es idóneo para aplicaciones de telefonía en zonas de poco tráfico de las que forman parte los servicios VSAT y WLL. INTELSAT ha procedido a demostraciones internas que prueban la viabilidad técnica de la extensión WLL a DAMA. La estación de base de bucle local inalámbrico celular realiza la conmutación local y transmite también información de señalización a la red DAMA. El sistema utilizado en la demostración se basa en la norma estadounidense AMPS (gamas de frecuencias 824-849 MHz y 869-894 MHz para la transmisión y la recepción, respectivamente). En la práctica, este sistema WLL tiene un alcance de 30 kilómetros sin tener que recurrir a repetidores. Ligero, en combinación con un terminal DAMA de base VSAT, este sistema se adapta particularmente bien a zonas

remotas que carecen de infraestructura de telecomunicaciones o de enlace modular a un centro de conmutación regional. El sistema WLL arriba descrito puede sustentar teléfonos celulares móviles de norma AMPS con un quiosco público o instalaciones de telecentro, como emplazamientos posibles para una comunidad urbana o rural. Debe señalarse que también es posible aplicar a esta tecnología otras normas WLL desplegadas en otras partes del mundo. No obstante, si bien es técnicamente viable, el desarrollo de normas para establecer la interfaz e integrar los sistemas VSAT/WLL con DAMA podría redundar en disminuciones, a largo plazo, del precio de los productos WLL/VSAT.

6 Factores que deben tenerse en cuenta al estudiar la introducción y la utilización de nuevos servicios y tecnologías

Como se dijo en la introducción, este documento está centrado en las comunicaciones móviles. La presente sección, que describe diversos factores importantes en la instalación y en el uso de nuevas tecnologías, está consagrada exclusivamente a las comunicaciones móviles, ya que una reseña de otras tecnologías escaparía a los alcances de nuestro trabajo.

Tanto la introducción como la instalación de nuevos sistemas y tecnologías deberían ir siempre precedidas de una evaluación de las posibilidades globales del mercado. Puede hacerse una primera estimación en términos de límites superiores e inferiores. Los índices relativos de presencia en el mercado correspondientes a otros países servirán como referencia del límite inferior. Puesto que el objetivo perseguido es la difusión de las comunicaciones personales, un posible límite superior abarcaría a toda la población a partir de una edad determinada, en función de las necesidades de comunicación. La definición de estos límites superiores e inferiores pone de manifiesto la existencia de un crecimiento potencial y, en ese caso, su eventual magnitud.

Además de determinarse las posibilidades de crecimiento, debe procederse a un análisis del mercado. El conocimiento de las necesidades del mercado es fundamental para cualquier paso ulterior: ¿en qué segmentos del mercado (por ejemplo grandes clientes, clientes comerciales, clientes privados) existe una demanda de qué tecnologías y servicios? ¿Hay una importante demanda de los servicios existentes o se centra ésta en nuevos servicios?

El factor más importante para determinar la acción futura es el grado de desarrollo de la red existente.

Antes de poder suministrar cualquier servicio de comunicaciones móviles, deben establecerse redes de radiocomunicaciones móviles que contengan elementos de otras redes de telecomunicaciones. Éstos son, por ejemplo, la red telefónica pública, los radioenlaces y (tras la abolición o en ausencia de monopolios) los elementos de red de otros operadores autorizados. Se estudiarán otras opciones cuando sea imposible instalar una tecnología determinada o introducir un servicio específico debido a una falta de infraestructura de red. En el sector de las comunicaciones móviles la radiobúsqueda, por ejemplo, es una alternativa viable a las costosas redes de comunicaciones fijas o móviles.

Antes de introducirse nuevos servicios y tecnologías, deberá por supuesto calcularse el nivel de inversión necesario y los gastos de instalación y mantenimiento. La financiación es también un aspecto esencial.

Habida cuenta de la complejidad y vastedad del tema, se encomendó al Grupo encargado de la Cuestión 4/1 que preparara un documento, al que se hace referencia aquí.

Sin embargo, las inversiones no deben limitarse a una nueva tecnología o a un nuevo servicio. Es también fundamental invertir en recursos humanos, para garantizar la calidad de dicho servicio o tecnología. La necesidad de desarrollar una cultura empresarial adecuada hace que las relaciones humanas adquieran cada vez más importancia. El personal debe estar adecuadamente informado, motivado y capacitado para poder respaldar plenamente la política y la acción de la empresa.

Por supuesto, además, la escasa disponibilidad de frecuencias obliga a utilizarlas y a distribuir las adecuadamente. En un entorno competitivo, se requiere una reglamentación eficaz para disponer de una gestión efectiva del espectro.

Pueden adoptarse diversas medidas en función de la estructura específica del cliente. Con una política de precios adecuada, por ejemplo, es posible lograr un mejor equilibrio del tráfico en la red en periodos de menor actividad (el gran número de clientes comerciales hace que el tráfico sea muy denso durante el día y la gran cantidad de clientes privados ocasiona una importante densidad de tráfico por la noche. Una política de precios atinada permitirá lograr una mejor distribución del tráfico).

En las comunicaciones móviles, los precios suelen tener cuatro componentes principales:

- el coste del teléfono móvil;
- el coste de conexión, que se abona una sola vez;
- la tarifa mensual de base (que depende del uso);
- la tasación por llamada en función del uso.

Otros componentes son las diversas formas de diferenciación de precios existentes, por ejemplo, descuentos, intervalos de unidad, contenido (llamadas telefónicas, datos, fax), distancia, utilización interna/externa y aspectos sociales (servicios a los impedidos y a las personas de menos recursos).

Estos componentes deben combinarse para producir una estructura tarifaria estratégica (problema del precio óptimo) que incorpore factores como los costes internos, la situación del mercado y de la demanda y la competencia.

El elemento crucial en la determinación de precios es la demanda. Cuando es elástica, el precio decidirá la eventual migración a otros servicios o tecnologías (por ejemplo, correo postal, teléfono). Nuevamente aquí es necesario conocer perfectamente la demanda y el mercado para estimar la primera de manera adecuada.

A fin de satisfacer los deseos y las necesidades de los clientes, es en general oportuno proponer tarifas que reflejen la estructura de la clientela. En otras palabras, tarifas para clientes comerciales y privados, tarifas nocturnas y de fin de semana, tarifas comerciales, etc.

Debería examinarse desde varias perspectivas la realización de empresas conjuntas en relación con la introducción e instalación de nuevos servicios y tecnologías.

Una posibilidad es la fusión de varias compañías de telecomunicaciones. Pero en este caso, además de las repercusiones económicas, deberán tenerse en cuenta los aspectos de antimonopolio.

Se requiere una cooperación entre compañías de telecomunicaciones, en virtud de un acuerdo de itinerancia entre varios países, para capitalizar los beneficios de las normas de radiocomunicaciones móviles celulares digitales (por ejemplo, la norma GSM).

Otra posibilidad es la integración de proveedores de servicios con objeto de intensificar la competencia y aprovechar más rápidamente la clientela potencial. Varias compañías, que difieren considerablemente unas de otras en términos de su esfera de actividad central y de recursos financieros, aprovechan la oportunidad para obtener ganancias en sectores hasta ahora poco conocidos.

Hacemos referencia a la contribución de Alemania a esta Comisión de Estudio, de junio de 1995, sobre la expedición de licencias a nuevas empresas de telecomunicaciones para la prestación de servicios específicos. Esencialmente, corresponde decir aquí que la concesión de licencias – y la mayor gama de ofertas que suele acompañarla – a menudo tiene sentido en aquellos segmentos del mercado que se desarrollan rápidamente en función de las necesidades del público.

Sin embargo, será necesario modificar los marcos reglamentarios para permitir el paso del principio de suministro monopólico (principalmente estatal) al de competencia.

Asimismo, son los políticos, los responsables de garantizar un abastecimiento básico, es decir, una autoridad reglamentaria que imponga condiciones y estipule requisitos.

APÉNDICE A

La familia de protocolos de radiobúsqueda FLEX™**1 Introducción**

La radiobúsqueda experimentó un crecimiento explosivo a nivel mundial en los decenios de 1980 y 1990 utilizando el protocolo POCSAG a velocidades de 512, 1 200 ó 2 400 bit/s. Este espectacular desarrollo del sector, en particular en muchos mercados asiáticos, provocó una saturación creciente de las redes. El aumento del número de abonados y la necesidad de una combinación de capacidades de tono, numéricas y alfanuméricas, comenzaron también a disminuir la capacidad total, surgiendo limitaciones de frecuencias. Además, la demanda para otras aplicaciones inalámbricas provocaba una falta de disponibilidad inmediata del espectro radioeléctrico. En consecuencia, los operadores de los servicios de radiobúsqueda urgieron a desarrollar protocolos de velocidad más elevada. En respuesta a este problema, Motorola desarrolló los nuevos códigos de radiobúsqueda de alta velocidad FLEX™. Estos códigos incrementan el caudal y la eficacia de los sistemas, permitiendo la incorporación de nuevas y potentes funciones en los receptores de radiobúsqueda y en las redes. Estas nuevas funciones resultan benéficas tanto para los operadores de los sistemas como para los usuarios de los receptores.

Uno de los objetivos, al diseñar de FLEX™, era mejorar el rendimiento en relación con POCSAG. En comparación con POCSAG 1200, FLEX™ permite cuadruplicar el número de radiobúsqueda en un canal de radiofrecuencias, ofreciendo al mismo tiempo una protección mucho más elevada contra los desvanecimientos de la señal comunes en sistemas de radiobúsqueda «simulcast» (Simultaneous Transmission – transmisión simultánea) en MF. La combinación de la mayor capacidad de corrección de errores de bit de FLEX™ y de mejor protección contra el desvanecimiento, incrementa las probabilidades de recibir un mensaje intacto, en particular los mensajes alfanuméricos más largos.

2 La norma FLEX™**2.1 Breve descripción de FLEX™**

Introducida en junio de 1993, FLEX™ es una familia de protocolos de transportes inalámbricos de alta velocidad que incrementa considerablemente la eficacia del canal y disminuye el coste de los canales de radiobúsqueda tradicionales, permitiendo también nuevos servicios inalámbricos y aplicaciones con valor añadido. FLEX™, ReFLEX™ e InFLEXion™ son marcas registradas de Motorola Inc y pertenecen todas a la familia de protocolos FLEX™. FLEX™ es un formato de codificación de multivelocidad (1 600, 3 200 y 6 400 bit/s) que amplía considerablemente la capacidad de abonado disponible para cada asignación de canal de radiofrecuencias. El formato de codificación FLEX™ es síncrono, lo que permite una duración de la vida útil de la batería mucho mayor y un rendimiento más eficaz en condiciones de desvanecimiento por trayectos múltiples.

El formato de codificación FLEX™ puede suministrar un servicio cuando están combinados los servicios numéricos, alfanuméricos y de información, con una pérdida mínima de eficacia de funcionamiento del sistema. Debido a la disponibilidad de tres velocidades de señalización (1 600 bit/s, 3 200 bit/s y 6 400 bit/s) la introducción de FLEX™ en la estructura de un sistema existente, que funciona a baja velocidad, puede efectuarse con un coste suplementario mínimo. A medida que el proveedor del servicio desarrolla la base de abonados del sistema, éste puede crecer de manera armónica e incremental. Ello puede hacerse hasta la velocidad más alta de 6 400 bit/s con un coste adicional razonable. De esta forma, el proveedor del servicio puede mantener el coste más bajo por abonado durante el crecimiento del sistema.

El formato de codificación FLEX™ posee también la capacidad estructural de permitir operaciones de itinerancia local, regional, nacional y mundial. FLEX™ es compatible con las interfaces normalizadas para comunicaciones aeronáuticas por ondas métricas, decimétricas (400 MHz) y a 900 MHz.

2.2 Características de FLEX™

Los sistemas de radiobúsqueda actuales tienen receptores que funcionan a 300/600 bits por segundo (formato Golay) y a 512/1 200 bits por segundo (POCSAG). Se procura obtener velocidades más altas para incrementar el caudal del sistema. Se ha desarrollado exitosamente una versión de POCSAG a 2 400 bits por segundo y el nuevo código de radiobúsqueda de alta velocidad FLEX™, desarrollado por Motorola, ofrecerá características mucho más avanzadas permitiendo a la

industria de la radiobúsqueda superar las limitaciones de capacidad actuales para un nuevo crecimiento y una mayor expansión. El código de radiobúsqueda FLEX™ es un código totalmente sincrónico. Al mantener continuamente en sincronismo la electrónica del receptor con la transmisión de radiobúsqueda, el código FLEX™ ofrece la posibilidad de desarrollar una generación totalmente nueva de tecnología de radiobúsqueda en todo el mundo.

Algunas de las características y ventajas de FLEX™ son:

- En comparación con otros protocolos FLEX™, ofrece una velocidad de transmisión considerablemente mayor y más capacidad, flexibilidad, integridad de los datos, una prolongación considerable de la vida útil de la batería y el coste por usuario más bajo de cualquier código de radiobúsqueda.
- FLEX™ fue concebido para funcionar concurrentemente con los sistemas de radiobúsqueda existentes en todo el mundo, incluidos POCSAG y GSC. Los operadores del sistema no necesitan pasar, en una sola etapa, a la velocidad más reciente de FLEX™, 6 400 bit/s. Pueden añadir FLEX™ 1 600 a su sistema existente a 1 200 bit/s modificando sus terminales y continuando la prestación del servicio a los abonados actuales.
- El protocolo FLEX™ incorporará la sofisticación cada vez mayor del mercado de la radiobúsqueda, y permitirá la evolución hacia servicios ampliados, como la radiobúsqueda bidireccional y la itinerancia nacional. El protocolo FLEX™ fue concebido para permitir la coexistencia de variaciones futuras en el mismo sistema.

2.3 Ventajas esenciales de FLEX™

2.3.1 Mayor velocidad de radiobúsqueda

FLEX™ aumenta la velocidad de radiobúsqueda hasta 6 400 bit/s. Esto se logra mediante la multiplexión de hasta cuatro corrientes de datos en una sola transmisión a 6 400 bit/s. Cada corriente o fase de datos funciona independientemente y los buscaperonas descifrarán únicamente una fase aislada. Esto contribuye a evitar que los mensajes largos se bloqueen o retarden otros mensajes.

2.3.2 Mayor capacidad de canal

FLEX™ puede incorporar hasta 1 000 millones de direcciones individuales y 600 000 buscaperonas numéricos por canal. Para los buscaperonas numéricos de diez dígitos, FLEX™ ofrece cuatro veces más capacidad que los sistemas POCSAG más avanzados, que funcionan a 1 200 bit/s. En el caso de los receptores de radiobúsqueda alfanuméricos de 40 caracteres, FLEX™ tiene una capacidad cinco veces superior a la de POCSAG 1200.

2.3.3 Reducido coste por usuario de este sistema

La mayor capacidad permite a las compañías de telecomunicaciones (los operadores) añadir abonados a los canales existentes, lo que abarata el coste por bit transmitido y por usuario, en comparación con cualquier otro buscaperonas.

2.3.4 Combinación eficaz de servicios

En la actualidad los sistemas POCSAG agotan rápidamente su capacidad al combinar en el mismo canal servicios numéricos, alfanuméricos y de información. Con FLEX™ todos estos servicios pueden combinarse eficazmente sin perjudicar a los usuarios numéricos. Esto se logra especializando fases para un servicio específico, ya que aquellas funcionan independientemente unas de otras.

2.3.5 Compatibilidad con los códigos existentes

FLEX™ es eficaz cuando funciona aisladamente o combinado con códigos existentes. Esto significa que un sistema POCSAG existente no totalmente cargado puede migrar a FLEX™ y utilizar inicialmente sólo el 3,1% del tiempo de transmisión disponible. Y, en este 3,1%, FLEX™ puede atender entre 5 000 (funcionamiento a 1 600 bit/s) y 20 000 (funcionamiento a 6 400 bit/s) abonados numéricos.

2.3.6 Código sólido y fiable

FLEX™ otorga a los usuarios de buscaperonas una protección excepcional contra el desvanecimiento de la señal, lo que se traduce en una mayor fiabilidad de todos los servicios de radiobúsqueda, en particular alfanuméricos y de información. Cuando hay una variación en la intensidad de la señal, FLEX™ puede soportar un desvanecimiento de 10 ms a todas las velocidades y aún descifrar correctamente la información.

FLEX™ incrementa la fiabilidad a través de: validaciones de la verificación de sumas, que es otro mecanismo de detección de errores; numeración del mensaje para permitir la recuperación del mensaje perdido y un control positivo de fin de mensaje especificando la longitud del mismo. Ello significa que los desvanecimientos deberán ser más prolongados para deformar una palabra.

2.3.7 Mejor entrega de página

Gracias a su mayor fiabilidad FLEX™ ofrece una mayor capacidad de entrega de página. Ello significa una disminución de los retardos en las horas de gran tráfico y una reducción o eliminación de las marcaciones repetidas al terminal de radiobúsqueda y las subsiguientes retransmisiones radioeléctricas. Esto no sólo incrementa la satisfacción de la clientela, sino que también permite una utilización más eficaz de los recursos de la infraestructura, como aparatos telefónicos y tiempo de transmisión.

2.3.8 Crecimiento armónico

FLEX™ utiliza eficazmente los sistemas existentes en la infraestructura trabajando a partir del sistema POCSAG 1200 actual. FLEX™ es un sistema flexible que funciona a 1 600, 3 200 y 6 400 bit/s para permitir, a los proveedores de servicios, equiparar la capacidad de sus sistemas a las necesidades del mercado. FLEX™ permite a los proveedores de servicios modificar dinámicamente la velocidad de transmisión para adaptarse a los patrones de tráfico.

POCSAG es un sistema muy difundido actualmente y es poco factible que los operadores deseen perfeccionar sus sistemas de otra forma que utilizando FLEX™, debido a las ventajas de coste que ofrece éste.

2.3.9 Mayor vida útil de la batería y menor tamaño de los receptores de radiobúsqueda

Con FLEX™, la batería de un buscaperonas puede durar hasta 10 veces más que las de los receptores que funcionan en POCSAG. Ello se debe a que FLEX™ es un código sincrónico, lo que significa que el buscaperonas está sincronizado con la estación transmisora y busca su código de cabecera durante únicamente una fracción de tiempo, lo que ahorra energía. Esta prolongación, de la vida útil de la batería, permitirá utilizar baterías más pequeñas y diseñar receptores de radiobúsqueda más pequeños y de conformación peculiar.

2.3.10 Inversión mínima para el mejoramiento de la infraestructura

FLEX™ puede utilizarse, tanto en canales especializados o combinado con un sistema existente que funcione con POCSAG o GSC, sin disminuir el rendimiento. Los operadores no están obligados a pasar en una sola etapa a la velocidad más reciente de FLEX™, 6 400 bit/s. Pueden añadir FLEX™ 1 600 a su sistema existente a 1 200 bit/s incrementando la capacidad de sus terminales y continuando la prestación de servicios a sus abonados actuales.

2.3.11 Mayor integridad y confianza del usuario

FLEX™ ofrece la máxima protección prudente contra errores en el caso de posibles errores de desvanecimiento por trayectos múltiples provocados por la difusión simultánea. Está también equipado con un dispositivo de control de fin de mensaje positivo y con el distintivo optativo de mensaje no transmitido, para que el usuario solicite la retransmisión. Incluso cuando el buscaperonas esté fuera de alcance o apagado, FLEX™ comunicará a su usuario que se ha perdido un mensaje. FLEX™ puede transmitir alertas de tono puro. Puede también manejar corrientes de datos binarios no formateados, así como datos en ASCII, HEX y en forma numérica y alfanumérica.

2.4 Difusión actual de FLEX™

El protocolo FLEX™ ha sido ya ampliamente adoptado y funcionan ya sistemas de radiobúsqueda en: Alemania, Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Corea del Sur (norma nacional), China (norma nacional), Estados Unidos de América, Filipinas, Guatemala, Hungría, India (norma nacional), Indonesia, Japón (norma nacional), Lituania, Malasia, México, Rusia (norma nacional), Singapur, Uruguay y Venezuela. Esta lista crece día tras día. Gracias a su amplia difusión mundial, FLEX™ se ha convertido en una norma internacional *de facto* para radiobúsqueda y mensajería inalámbrica. El protocolo FLEX™ puede obtenerse por licencia abierta, con objeto de promover la introducción de dispositivos de abonado procedentes de múltiples fabricantes. Se han expedido también licencias a fabricantes de microplaquetas de semiconductores múltiples para suministrar a nivel mundial circuitos integrados que permitan descifrar el protocolo FLEX™.

3 Mensajería bidireccional de avanzada

3.1 Introducción

En los Estados Unidos de América, la Federal Communications Commission (Comisión Federal de Comunicaciones – FCC) ha creado una nueva industria en las comunicaciones inalámbricas al autorizar un nuevo servicio denominado PCS de banda estrecha. La FCC define el PCS de banda estrecha (Narrowband PCS) como una familia de servicios móviles que incluyen radiobúsqueda vocal de avanzada, mensajería de datos y mensajería unidireccional y bidireccional a niveles nacional y regional. La FCC autorizó el funcionamiento del PCS de banda estrecha en las bandas 901-902 MHz, 930-931 MHz y 940-941 MHz. Brasil, Canadá y México proceden actualmente a efectuar atribuciones similares.

Se han desarrollado nuevos protocolos de mensajería para sustentar la mensajería bidireccional. En este servicio, la unidad responde al mensaje entrante. Simplemente, además del receptor, el abonado tiene en la misma unidad un transmisor que opera tanto automáticamente como obedeciendo a sus acciones. La mensajería bidireccional ofrece cuatro niveles de servicio progresivos:

- Acuse de recibo del sistema.
- Acuse de recibo personal simple.
- Respuesta de selección múltiple o preprogramada.
- Originación del mensaje.

Los protocolos bidireccionales suministran comunicaciones bidireccionales, pero no en el mismo sentido que los sistemas de datos bidireccionales tradicionales. Son asimétricos, lo que significa que los datos transmitidos desde las unidades de mensajería de vuelta al sistema se aprovechan al máximo, al reducirse a un tamaño mucho menor. Esto concentra la potencia del transmisor en una anchura de banda menor y, por consiguiente, reduce a un mínimo el número de puntos de recepción necesarios para lograr una cobertura adecuada.

Una de las principales aplicaciones de la mensajería bidireccional, en el servicio PCS de banda estrecha estadounidense, es la mensajería vocal. Esencialmente, ésta repite la palabra de la persona que llama al abonado a través del comunicador de mensajería. Dicho de manera muy sucinta, la mensajería vocal funciona como un contestador automático portátil. Esta tecnología, que incorpora todas las funciones de un contestador automático, como el almacenamiento de mensajes y la reproducción de los mismos, utiliza un protocolo vocal comprimido, nuevamente para aprovechar al máximo el valioso espectro del proveedor del servicio aumentando la capacidad del sistema. La mensajería vocal ofrece la mayoría de las ventajas de la mensajería bidireccional y el primero de estos dispositivos tiene aproximadamente el mismo tamaño, forma y peso que algunos de los receptores de radiobúsqueda alfanuméricos unidireccionales actuales.

No existe ninguna norma PCS de banda estrecha, si bien los operadores de radiobúsqueda y otros interesados en entrar en el mercado PCS de banda estrecha en todo el mundo han acogido favorablemente varios protocolos. En los Estados Unidos de América, se tiende hacia una norma *de facto* basada en los protocolos ReFLEX™ e InFLEXion™. Se expiden licencias abiertas para la fabricación de estos protocolos, basados en el protocolo FLEX™. Ello permite a los constructores diseñar y producir aparatos según un conjunto común de especificaciones, lo que permite obtener una producción de masa crítica y disminuir el precio de los equipos.

3.2 El protocolo ReFLEX™

El protocolo ReFLEX™ puede utilizarse para radiobúsqueda bidireccional a velocidades de 12 800 bit/s y en mensajería interactiva a 25 600 bit/s. La radiobúsqueda bidireccional ReFLEX™ es asimétrica por naturaleza, con cantidades relativamente grandes de datos transmitidas de la red a la unidad de abonado, pero con un número mínimo de datos (inicialmente 100 bytes) de retorno a la red desde la unidad de abonado. Ello permite una señalización de baja velocidad de transmisión de datos en el canal de retorno, lo que reduce al mínimo el número de receptores fijos y de puntos de recepción necesarios. La estructura de coste resultante se asemeja más a las de la radiobúsqueda tradicional que a las alternativas inalámbricas, más costosas. Las funciones de usuario incluyen confirmación de mensaje, originación de mensaje, mensajes libres de error y la capacidad de transmitir mensajes a un computador personal. Las funciones de red incluyen la transmisión localizada, la reutilización de frecuencias, la concentración de mensajes, el registro y la ubicación y transferencias a 25 600 bit/s a través de la red en un canal de 50 kHz subdividido.

Los sistemas ReFLEX™ son similares en su naturaleza a los sistemas unidireccionales tradicionales, en el sentido de que utilizan la difusión simultánea dentro de las respectivas zonas (por ejemplo, una zona metropolitana). Ello significa que se activan simultáneamente múltiples transmisores que transmiten el mismo tráfico de mensajería. Entre zonas, sin embargo, es posible reutilizar el espectro (lo que incrementa la capacidad de abonado) ofreciendo, al mismo tiempo, funciones de mensajería bidireccionales.

3.3 El protocolo InFLEXion™

El protocolo InFLEXion™ permitirá introducir servicios de mensajería vocal y de datos de alta velocidad. Con velocidades de datos superiores a los 100 kbit/s, el protocolo InFLEXion™ permite el resurgimiento de la radiobúsqueda vocal en el mercado de radiobúsqueda mundial, además de servicios de datos con valor añadido como el facsímil inalámbrico y aplicaciones en presentación de imágenes y multimedia. El sistema InFLEXion™ permite la reutilización de frecuencias basada en hasta siete frecuencias de subcanal dentro del canal de 50 kHz. Esto genera un diseño de sistema de tipo celular en el que un punto de transmisión individual puede estar activo y transmitir en un subcanal determinado mientras que un transmisor adyacente también lo está y transmite en un subcanal diferente. Además, los transmisores están adecuadamente separados y pueden funcionar en la misma frecuencia, transmitiendo mensajes diferentes simultáneamente.

APÉNDICE B

La norma de radiobúsqueda ERMES

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) desarrolló un nuevo sistema de mensajería de radiocomunicaciones internacionales denominado ERMES (Sistema de Radiomensajes Europeo – European Radio Message System), capaz de ofrecer servicios de radiobúsqueda mejorados tanto a los abonados nacionales como a los que se encuentran fuera de su país en Europa. ERMES comenzó a introducirse en Europa en 1993. Las características técnicas y de funcionamiento de ERMES se incluyen en el Anexo 2 de la Recomendación UIT-R M.539-3, titulada «Características técnicas y operacionales de los sistemas de radiobúsqueda internacionales».

ERMES utiliza un protocolo síncrono a una velocidad de 6 250 bit/s para incrementar la capacidad de abonado, mejorar la calidad de los mensajes en condiciones de desvanecimiento de la señal y prolongar la vida útil de la batería. El sistema funciona en 16 canales contiguos de 25 kHz en la banda de 169,4-169,8 MHz y está destinado a permitir la itinerancia por toda Europa.

APÉNDICE C

Aspectos de sistema de la radiobúsqueda**1 Introducción**

Al hablarse de cobertura de un sistema de radiobúsqueda se hace referencia a la región dentro de la cual un buscapedersonas puede recibir de manera fiable la transmisión de las señales de radiobúsqueda. En la sección 2 se examinan los diversos factores que determinan la cobertura de un sistema de radiobúsqueda.

Para los sistemas privados de utilización interna, por ejemplo, en hospitales, hoteles y fábricas, la cobertura es limitada y en general bastará con un sistema monoemplazamiento que utilice un transmisor compacto de coste reducido y baja potencia (hasta 10 W).

El área de cobertura de los sistemas de radiobúsqueda pública puede variar considerablemente. En una ciudad pequeña, podrá bastar con un solo sitio de transmisor de radiobúsqueda; pero cuando el área que debe abarcarse es extensa, quizá sea necesario disponer de múltiples puntos. Cuando se utiliza más de un transmisor para mejorar la cobertura, deben utilizarse en general las técnicas de transmisión simultánea (simulcasting) de todos los transmisores. Esto se examina con mayor detalle en la sección 3.

La sección 4 está consagrada a la radiobúsqueda de «red». Esta estructura dispone el enlace de sistemas individuales (en redes), de manera que un abonado que se encuentra fuera del radio de su sistema «de origen» puede ser ubicado de todas formas. Ello es posible, transmitiendo la petición de página original desde su sistema de radiobúsqueda «de origen» a través de la red hasta el sistema de radiobúsqueda que cubra el nuevo lugar en que se encuentra. El establecimiento de redes permite la radiobúsqueda a nivel nacional en grandes países como en los Estados Unidos de América. Cuando la red utiliza enlaces por satélite, es posible prestar servicios de radiobúsqueda internacionales o mundiales.

2 Cobertura**2.1 Factores que influyen sobre la cobertura**

La cobertura de una estación de radiobúsqueda depende de los siguientes factores:

- potencia del transmisor;
- sensibilidad del receptor;
- ganancia de la antena;
- altura de la antena;
- frecuencia de transmisión;
- pérdida de trayecto;
- desvanecimiento.

2.1.1 Potencia del transmisor

El aumento de la potencia de salida del transmisor de radiofrecuencias es una manera obvia de extender la zona de cobertura; sin embargo, un método mucho más efectivo de ampliar la cobertura es aumentar la altura de la antena de la estación de base. En la mayoría de los casos, los análisis demuestran que al duplicarse la potencia del transmisor la intensidad de campo aumenta sólo 1,4 veces en el punto de recepción, mientras que si se duplica la altura de la antena prácticamente sucede lo mismo con la intensidad de campo.

2.1.2 Sensibilidad del receptor

La sensibilidad del receptor determina la intensidad de campo necesaria para un receptor de radiobúsqueda a fin de poder responder a una llamada. Conviene que el buscapedersonas tenga una alta sensibilidad de recepción, ya que ello significa que bastará con una intensidad de campo menor para que aquél reaccione correctamente en el límite de la zona de cobertura. Por lo tanto, los buscapedersonas, con una mayor sensibilidad, permitirán una cobertura más amplia en

comparación con receptores menos sensibles. La sensibilidad del receptor, en aplicaciones vocales analógicas, suele definirse en términos del nivel de entrada de la señal, necesario para producir una determinada relación señal/ruido (generalmente 20 dB), en el punto de salida del receptor. La sensibilidad del receptor en los sistemas digitales se especifica en términos del nivel de señal necesario para lograr una tasa de errores en los bits (TEB) que no exceda del 1%.

2.1.3 Ganancia de la antena

La ganancia de la antena es una medida de la directividad de la misma. Equivale al grado en que la antena dirige la energía electromagnética en una dirección y no de manera igual en todas. Por ejemplo, una antena con una ganancia igual a la unidad no tendrá directividad. La ganancia es un medio de mejorar la cobertura de un sistema de radiobúsqueda. El ingeniero proyectista debe sopesar la desventaja relativa de utilizar una antena con ganancia en comparación con una antena con ganancia unitaria junto con un transmisor de potencia más elevada. Sin embargo, una directividad excesiva en las antenas puede generar el problema de que el haz no capte a los usuarios que se encuentran cerca del transmisor.

Una antena omnidireccional irradia energía electromagnética en todas las direcciones por igual en el plano horizontal, mientras que una antena direccional ofrece una ganancia relativamente mayor en una dirección específica. El tipo de antena adecuado se elige y ajusta para obtener una estructura que coincida con la cobertura buscada. A veces la estructura de cobertura también se ajusta con antenas direccionales, con objeto de reducir a un mínimo la interferencia con otros sistemas de comunicación, utilizando una frecuencia idéntica o cercana a la que usa el sistema de radiobúsqueda.

2.1.4 Altura de la antena

Como se dijo antes, el aumento de la altura de la antena es una interesante alternativa al aumento de la potencia de salida del transmisor para mejorar la cobertura. El aumento de la altura de una antena obliga, en general, a utilizar una línea de alimentación más larga con pérdidas de línea adicionales, por lo que es necesario hallar una solución transaccional para todo el sistema. En general, los transmisores están ubicados en el tejado de edificios altos o en la cumbre de colinas para ganar altura adicional y, en consecuencia, cobertura. Si no hay edificios disponibles en el lugar deseado, se construye a veces una torre con un cerco protegido en la base, montándose la antena en el punto más elevado posible.

2.1.5 Frecuencia de transmisión

Las frecuencias más utilizadas en radiobúsqueda se encuentran en las partes baja (40 MHz) y alta (150 MHz) de las bandas de ondas métricas, decimétricas (450 MHz) y en 900 MHz. En algunas regiones del mundo se dispone también de 280 MHz. En general, la penetración de la señal transmitida a través de zonas construidas se efectúa mejor en frecuencias más elevadas. El efecto de atenuación de los árboles y el follaje tiende a ser mayor en frecuencias más elevadas.

2.1.6 Pérdida del trayecto

Nos referimos aquí a la atenuación de la señal cuando se propaga de la antena del transmisor al receptor de radiobúsqueda. Un componente de esta pérdida de trayecto deriva de la dispersión de la onda a medida que se propaga en el espacio abierto. La pérdida de trayecto, debida a la dispersión de la onda cuando se propaga en el espacio abierto (o la atmósfera), es similar en todas las frecuencias entre antenas que tienen una abertura constante con la frecuencia. Cuando el trayecto es largo o la altura de la antena es baja, dicha transmisión se efectúa cerca del terreno, lo que modifica la propagación de las ondas radioeléctricas. En consecuencia, la intensidad de campo recibida suele ser inferior a la que se obtendría de la propagación en el espacio.

Otros factores que contribuyen a las pérdidas de trayecto son la obstrucción provocada por la tierra misma, conocida como pérdida de difracción, debido a que la señal pasa, de manera rasante, por la superficie de la tierra, y a la presencia de colinas, árboles y construcciones.

2.1.7 Desvanecimiento

El desvanecimiento es un fenómeno en virtud del cual el nivel de la señal varía dentro de distancias cortas debido a la propagación multitrayectos. Además, cuando varían las condiciones atmosféricas, el trayecto de transmisión se verá alterado (en sentido ascendente o descendente) lo que puede aumentar o disminuir la abertura efectiva del trayecto.

La importancia del desvanecimiento del trayecto múltiple suele aumentar cuando aumenta la frecuencia y puede preverse utilizando métodos estadísticos. Al efectuarse el cálculo de cobertura se añade a menudo un margen de fiabilidad, para tener en cuenta el desvanecimiento.

Para verificar si un lugar se encuentra dentro de la zona de cobertura de una estación de radiobúsqueda, se calcula la intensidad de campo en ese punto. Ello se obtiene comenzando por la potencia transmitida, a la que se añaden pérdidas y ganancias de la antena y de la que se sustraen todas las pérdidas de trayecto arriba mencionadas más cualquier pérdida de línea de transmisión, conector o filtro.

3 Simulcasting (transmisión simultánea)

La «simulcast» es un método fiable de lograr la cobertura de un área extensa. Consiste en enviar la señal de radiobúsqueda desde varios transmisores, exactamente, al mismo tiempo. Esta técnica presenta la obvia ventaja de cubrir un área más vasta debido a la combinación de las respectivas zonas de coberturas de cada transmisor. Ofrece además otras ventajas, a saber:

3.1 Ventajas operacionales de la simulcasting

- Suministra un método alternativo para cubrir una zona extensa por funcionamiento secuencial de los transmisores. Estos funcionan de manera secuencial y están modulados en múltiples frecuencias. Este tipo de funcionamiento admite menos páginas por canal, debido al lapso de tiempo necesario para comunicarse con un buscaperonas. Los transmisores/frecuencias múltiples son espectralmente ineficaces, es decir, deberán utilizar más de la ya escasa anchura de banda radioeléctrica.
- Una función especial «sector», que puede estructurarse como sistema simulcast, permite programar a los transmisores en sectores. Cada sector puede tener muchos transmisores. El control del sector permite dirigirse y modular únicamente el grupo de transmisores necesarios para un servicio determinado. De esta forma, es posible establecer una escala de tarifas diferencial para los clientes.
- En las configuraciones de transmisores múltiples, disminuyen considerablemente las pérdidas por obstrucción provocadas por colinas, árboles y edificios. Por ejemplo, si un buscaperonas queda ensombrecido por una colina, para poder ser captado por un transmisor, es muy probable que otro transmisor tenga un trayecto abierto.

3.2 Necesidades operacionales

El usuario inicia una página utilizando un codificador y/o un terminal. El controlador podría estar integrado a un terminal de radiobúsqueda o ser una unidad separada. Las señales de radiobúsqueda se envían a un sistema de distribución que puede ser de líneas metálicas o un radioenlace.

En la simulcasting, es necesario mantener, dentro de estrechos márgenes de tolerancia, los siguientes parámetros:

- las frecuencias portadoras relativas de los transmisores de radiobúsqueda;
- las fases de audiofrecuencias relativas procedentes de los transmisores de radiobúsqueda;
- los niveles de audio relativos del transmisor de radiobúsqueda.

Los transmisores de radiobúsqueda poseen osciladores ultraestables para garantizar el mantenimiento de cualquier diferencia en la frecuencia portadora de los transmisores. Las diferencias de distancia, desde el terminal de radiobúsqueda hasta los diversos transmisores, hace que las señales de audio lleguen a los transmisores de radiobúsqueda en momentos diferentes, es decir, llegan fuera de fase unas de otras. En las estaciones de base se utilizan igualadores de audio, que son elementos variables de los tiempos de propagación, para solucionar este desplazamiento de fase no deseado.

Se realizan también ajustes precisos del nivel de audio en los transmisores con objeto de aprovechar al máximo el sistema para la simulcasting.

4 Radiobúsqueda en red

Este recurso permite alertar a los abonados de radiobúsqueda incluso cuando se trasladan de una ciudad a otra, de un estado a otro o inclusive de un país a otro. Según este esquema, los terminales de radiobúsqueda individuales se conectan para formar una red de terminales. Cada uno controla su respectiva zona de cobertura, pero cuando un abonado sale de ella, la petición de página se transmite a través de la red al terminal de radiobúsqueda que cubre la nueva localización de aquél. Este sistema requeriría que el abonado lo mantenga al tanto de sus desplazamientos y paraderos.

Se han desarrollado varios protocolos de comunicación para efectuar comunicaciones entre terminales de radiobúsqueda organizados en red. Un protocolo de comunicación se define como un conjunto de reglas, cuyo objeto es facilitar la transferencia eficaz y fiable de información entre dos estaciones. Por ejemplo, un protocolo puede especificar que la información se dividirá en paquetes de determinado tamaño y que deberá enviarse la dirección de destino antes de enviar la información de datos. Además, si hay errores en un paquete recibido, la estación de destino solicitará un nuevo envío del paquete al remitente.

Los protocolos patentados son respectivamente incompatibles. Por consiguiente, cuando se utilizan protocolos patentados, las redes de radiobúsqueda sólo podrán establecerse utilizando terminales de un único abastecedor.

Para permitir la interconexión de equipos, de diferentes constructores, en redes de radiobúsqueda, es necesario utilizar «vías de paso». En pocas palabras, se trata de dispositivos intermedios que realizan la conversión de los protocolos. Funcionan como intérpretes lingüísticos y permiten a las redes de equipos incompatibles «hablar» y funcionar juntas. Una mejor solución es utilizar un protocolo de norma industrial (no patentada), como X.25 y el Protocolo de Radiobúsqueda de Red Telecator (TNPP – Telecator Network Paging Protocol).

TNPP es un protocolo muy difundido, que se utiliza para crear redes de terminales de radiobúsqueda de constructores diferentes. Puede también resultar útil en el caso de redes que utilizan terminales de radiobúsqueda similares. Es un protocolo de comunicaciones digitales punto a punto que garantiza la transmisión fiable de la información de un terminal de radiobúsqueda a otro. El encaminamiento de las peticiones de búsqueda a través de la red no está contemplado en las especificaciones de TNPP, por ser éste un protocolo punto a punto. No obstante, en una gran red de terminales de radiobúsqueda, el encaminamiento de red debe efectuarse eficazmente. Por ello, en la mayoría de las redes de este tipo, se utilizan algoritmos de encaminamiento para pasar las peticiones de radiobúsqueda entre uno o más nodos.

TNPP no se limita a establecer enlaces entre terminales de radiobúsqueda a través de líneas alámbricas. Las peticiones de búsqueda pueden incluso ser transmitidas por satélite a terminales en lugares distantes. Ello permite extender la cobertura de la radiobúsqueda más allá de las fronteras nacionales. En este sistema de red por satélite, el protocolo garantiza un suministro de datos fiable al transmitirlos, muchas veces, desde la fuente y verificando al mismo tiempo que no se recibe información repetida en el punto de destino. Esta técnica de retransmisión múltiple es necesaria debido a que las grandes distancias de comunicación impiden enviar señales del punto de destino a la fuente para confirmar la correcta recepción de los datos. El protocolo TNPP se utiliza también en funciones como el correo electrónico (E-mail), comunicaciones y supervisión a distancia de la situación.

APÉNDICE D

**Tecnología transeuropea de radiocomunicaciones con concentración de enlaces
(TETRA – The Trans-European Trunked Radio Technology)****1 Introducción**

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), una organización europea sin fines de lucro, viene trabajando en una nueva tecnología para radiocomunicaciones móviles privadas (PMR) denominada radiocomunicaciones transeuropeas con concentración de enlaces (TETRA). Como miembros del ETSI, un cierto número de países participa junto con otros constructores importantes en la definición de la norma TETRA y en el desarrollo de sistemas de radiocomunicaciones que se ajusten a ella.

A continuación, se explica cómo se produjo la norma, qué razones y ventajas motivaron el desarrollo de la nueva tecnología TETRA, cómo se compara con sistemas de radiocomunicaciones de concentración de enlaces analógicos y cuándo estará disponible.

2 ¿Qué es TETRA?

TETRA es un conjunto de dos normas genéricas que permite la comunicación de datos y vocal dentro de un grupo de usuarios cerrado, como una flota de vehículos o un servicio de emergencia. Es más económica y ofrece un mejor rendimiento que otras tecnologías patentadas similares, puesto que:

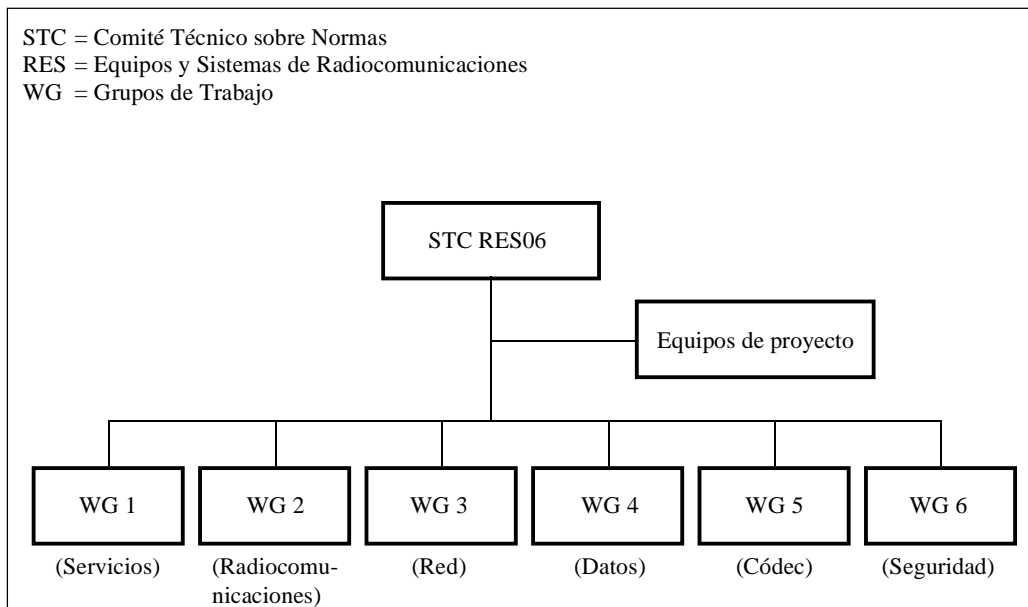
- puede utilizar atribuciones del espectro de radiofrecuencias de alcance europeo;
- es digital, lo que permite una elevada calidad en las transmisiones vocales y de datos;
- ofrece atractivos servicios como cifrado, telefax, imágenes fijas, datos, etc.;
- trata datos en modo paquetes, lo que incrementa el rendimiento y disminuye los costes;
- ofrece un mayor rendimiento en términos de acceso al sistema y de tiempos de respuesta;
- admite comunicaciones directas móviles a móviles.

3 ¿Servirá TETRA para usuarios profesionales?

TETRA está destinada a satisfacer las necesidades de usuarios privados, que deben explotar sus propios sistemas de radiocomunicaciones, con fines de seguridad o abonarse a un servicio de operador. Históricamente, los sistemas de radiocomunicaciones móviles privadas (PMR) surgieron, originalmente, como un instrumento de gestión profesional con fines de seguridad (seguridad pública, transportes, mantenimiento), evolucionando, más tarde, hacia otras aplicaciones, como taxis, servicios de mantenimiento, despachos, etc. Para contribuir a una mayor eficacia y a la difusión de la información, las tecnologías de telecomunicaciones han evolucionado de redes fijas a una movilidad de funcionamiento sobre el terreno. En la actualidad, tienden a formar un sistema de tecnología de la información para la empresa integrado y moderno. TETRA suministrará un medio eficaz de transmitir mensajes vocales y datos a unidades distantes dentro del área de operaciones de la organización usuaria.

4 ¿Cómo se produjo la norma TETRA?

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones posee un Comité Técnico sobre Normas, Equipos y Sistemas de Radiocomunicaciones Número 6 (STC RES06 – Standards Technical Committee, Radio Equipment and Systems Number 6) que dirigió varios equipos de proyecto y grupos de trabajo. El siguiente organigrama muestra la estructura del comité y enumera las responsabilidades de cada grupo.



d01

Servicios (WG 1)

Este Grupo de Trabajo estuvo integrado por representantes de importantes organizaciones de usuarios y constructores participantes, por ejemplo, Motorola, Ericsson, Nokia y Philips Telecom, quienes decidieron qué servicios se prestarían con arreglo a la norma TETRA.

Radiocomunicaciones (WG 2)

Integraron este Grupo, Expertos de la industria que decidieron de qué manera los aparatos dialogarían a distancia utilizando señales digitales y tecnología de acceso múltiple por distribución en el tiempo (AMDT).

Red (WG 3)

Este Grupo de Trabajo decidió de qué manera un sistema TETRA entraría en interfaz con otros sistemas TETRA y con redes existentes, como la red telefónica pública conmutada (RTPC) y la red digital de servicios integrados (RDSI).

Datos (WG 4)

Muchos usuarios estiman que en el futuro habrá una importante necesidad de datos móviles. Este grupo de trabajo decidió de qué manera funcionarían los datos en TETRA y cómo se suministrarían interfaces de normas industriales a redes de datos y equipos periféricos, como computadores personales e impresoras.

Códec (WG 5)

Para poder comprimir y convertir las señales vocales en una señal digital se requiere un Codificador y un Decodificador, de ahí la palabra Códec. Este grupo de trabajo examinó varios Códec industriales disponibles que podrían satisfacer los requisitos de calidad vocal y de utilización eficaz del espectro de radiofrecuencias para TETRA. Un comité externo eligió un codec sometiendo a pruebas subjetivas cada codec a la luz de varios parámetros, como calidad vocal, legibilidad en varios idiomas, funcionamiento con ruido de fondo, coste, capacidad de memoria, velocidad de tratamiento de la información y tamaño.

Seguridad (WG 6)

Dado que TETRA es digital, se vuelve bastante fácil cifrar (codificar) señales radioeléctricas, de manera que no puedan ser seguidas y decodificadas por extraños. Es ésta una importante necesidad para organizaciones que trabajan en el ámbito de la defensa, la policía y otros sectores de seguridad. Este grupo de trabajo decidió la manera en que el cifrado se incorporará a TETRA.

Equipos de proyecto

La responsabilidad de los equipos de proyecto es transformar las diversas conclusiones de los grupos de trabajo en un lenguaje técnico común, utilizado por el ETSI en el documento que define la norma. Los equipos de proyecto tienen además otras responsabilidades, como la definición de las pruebas de conformidad de los sistemas TETRA, para que todos los aparatos fabricados por diferentes constructores funcionen con los sistemas de los demás. Esto es importante, ya que garantiza a los usuarios de TETRA la posibilidad de adquirir radios de varios fabricantes que les ofrezcan garantía de abastecimiento.

STC RES 06

Este Comité adopta decisiones y recomendaciones relativas a TETRA. Decide, por ejemplo, si la norma está ya suficientemente completa para comenzar una petición de información pública. Las decisiones se adoptan democráticamente con arreglo a un sistema de un voto por miembro. Motorola, como miembro del ETSI, participó en todos los grupos de trabajo, equipos de proyecto y STC RES 06 desde que comenzaron los trabajos, en 1991.

5 ¿Por qué normalizar la tecnología de radiocomunicaciones digitales móviles con concentración de enlaces

Muchas razones contribuyeron a la creación de la norma TETRA. Podemos citar las siguientes:

- la reciente liberalización de las telecomunicaciones europeas;
- el surgimiento de nuevos operadores de radiocomunicaciones móviles de acceso público (PAMR);
- el desarrollo de nuevas tecnologías digitales para radiocomunicaciones móviles;
- congestión del espectro (en particular en las bandas de radiocomunicaciones móviles privadas de ondas métricas y decimétricas);
- la evolución de las necesidades de los usuarios que desean disponer de servicios de datos, en modo paquetes y vocal, especialmente concebidos para comunicaciones comerciales.

Todos estos factores contribuyeron a la necesidad de normalizar la tecnología de radiocomunicaciones digital móvil con concentración de enlaces. En relación con el espectro, la tecnología TETRA puede:

- coexistir con otros sistemas de radiocomunicaciones móviles privadas;
- cuadrar con los planes de frecuencias armonizadas a nivel europeo.

Todo esto conduce a una solución muy interesante que, en comparación con los sistemas analógicos existentes, posibilita:

- duplicar la capacidad en términos del número de canales vocales en comparación con los canales de radiofrecuencias existentes en 12,5 kHz;
- aumentar el número de usuarios de un sistema de radiocomunicaciones gracias a la ganancia que entraña la concentración de enlaces.

6 ¿Qué ventajas ofrece la tecnología TETRA?

En comparación con otros sistemas, la tecnología TETRA ofrece un mejor rendimiento y una utilización más eficaz del espectro. Además, tiene las mismas ventajas de muchos sistemas celulares públicos, como las siguientes:

- cobertura multiemplazamiento;
- organización celular;
- localización automática;
- canal de control;
- conmutación electrónica;
- programas de avanzada.

Esto significa que los sistemas de radiocomunicaciones basados en TETRA son transmisiones digitales «inteligentes» que se adaptan a las necesidades comerciales y/o la política del operador. Además, ofrece servicios de datos en modo paquetes sin cordón así como en conexión orientada, basados en las recomendaciones ISO. Esto permite a los usuarios ampliar fácilmente sus redes de datos actuales. La expansión es un concepto de base de la tecnología TETRA. Permite a los usuarios adaptar fácilmente sus redes en función del crecimiento de la actividad, en términos de tráfico y cobertura. La flexibilidad incorporada de TETRA permite hacer lugar a la estrategia del operador y suministrar servicios a terceros.

7 ¿Qué ventajas ofrece la tecnología AMDT de TETRA?

La tecnología de acceso múltiple por distribución en el tiempo (AMDT) de TETRA ofrece cuatro claras ventajas en comparación otros sistemas de radiocomunicaciones analógicos actuales. Éstas son:

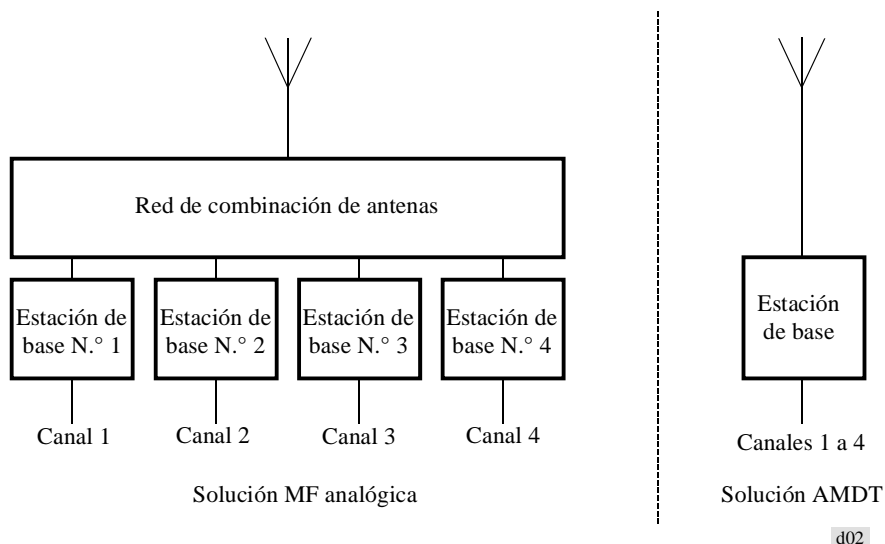
- Cuatro canales en una portadora de radiofrecuencias
- Capacidad vocal dúplex completa
- Señales vocales y datos simultáneos
- Anchura de banda a petición

Cuatro canales en una portadora de radiofrecuencias

Una de las características inherentes de AMDT TETRA es cuatro canales en una portadora de radiofrecuencias. Puesto que se necesita sólo un par de portadoras para sustentar cuatro canales dúplex completos, se necesita una estación de base, en vez de cuatro, como requeriría un sistema analógico equivalente. Esto permite realizar considerables ahorros de espacio y de coste. Las ventajas de AMDT en relación con MF analógicas son las siguientes:

- Una estación de base en vez de cuatro
- Menos espacio
- Menos peso
- Menos consumo de energía
- No se necesitan sistemas de combinación de antenas

Ello significa, para el usuario, gastos de capital considerablemente menores y reducciones en los gastos de explotación asociados al arriendo de emplazamientos y a las facturas de consumo de energía. Aunque el amplificador de potencia RF lineal para AMDT consume más energía que la MF analógica, al necesitarse una estación de base en vez de cuatro, un factor que va unido a la necesidad de disponer de más potencia de RF para compensar las pérdidas del combinator de antena, el sistema AMDT consumirá, en general, mucho menos energía para la misma potencia radiada aparente (p.r.a.).



Emplazamiento de la estación de base de cuatro canales (AMDT y MF analógica)

Además, puesto que TETRA es un sistema de concentración de enlaces habrá una ganancia de concentración de enlaces proporcionada por los canales de cuatro intervalos de tiempos. Esta relación entre AMDT y MF analógica se ilustra en los diagramas de configuración de la estación de base que figuran más arriba.

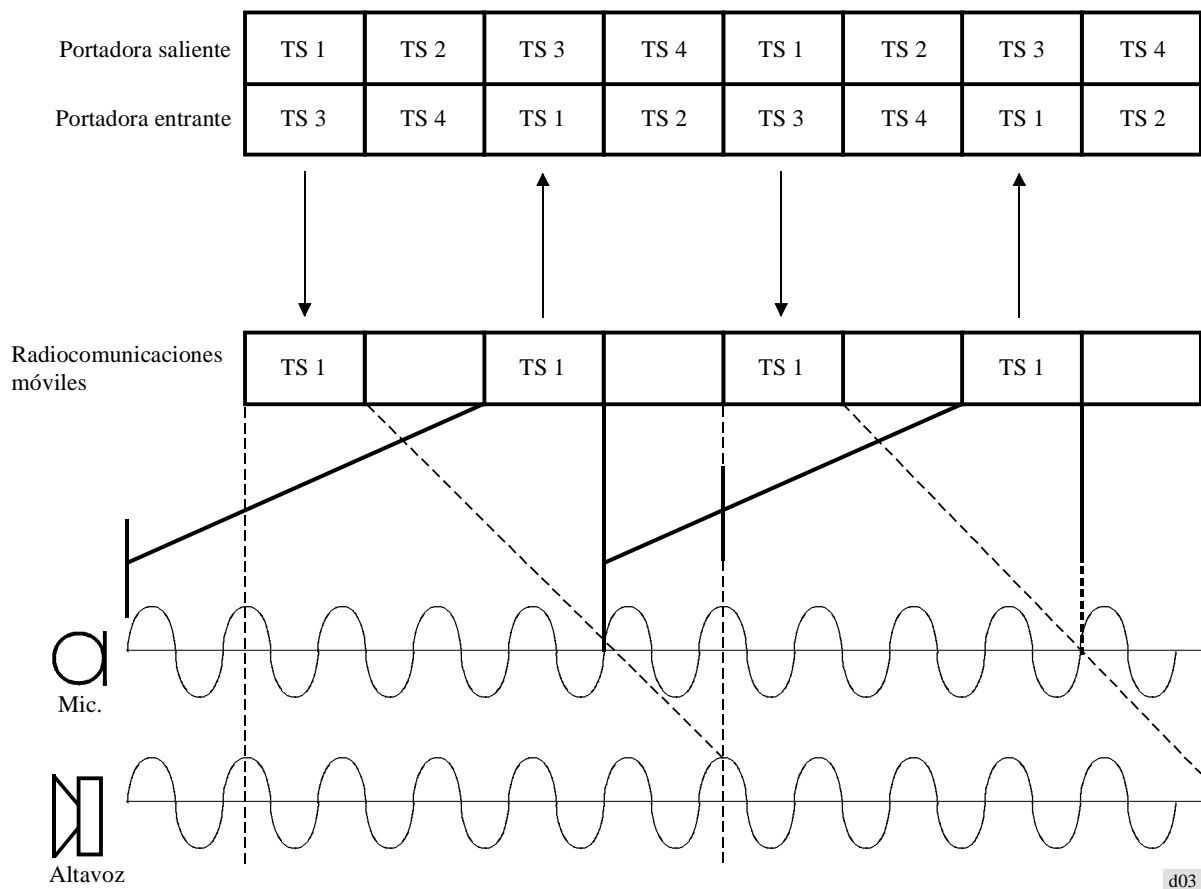
Capacidad dúplex completa

Muchos usuarios reconocen ya la importancia de que las comunicaciones telefónicas convencionales se extiendan al entorno de radiocomunicaciones móviles. Las PMR analógicas tradicionales suelen operar en modo símplex bifrecuencia, lo que significa que las conexiones vocales telefónicas de radiocomunicaciones móviles también funcionarán en modo símplex.

Esto suele ser aceptable para el usuario de radiocomunicaciones móviles, pero totalmente extraño para un usuario telefónico no experto. Por ello, el pleno acceso a extensiones PABX en una central comercial suele restringirse a las personas familiarizadas con el funcionamiento de las radiocomunicaciones móviles y los procedimientos para efectuar comunicaciones vocales.

El método de acceso AMDT de TETRA permite eficazmente, a una radio símplex, funcionar en modo dúplex completo, porque los intervalos de tiempo para las comunicaciones de enlace ascendente y descendente suceden en intervalos de tiempo diferentes. Para lograr esto, la radio símplex rápidamente conmuta entre modo de transmisión y de recepción, habiendo antes comprimido la señal vocal, para cada transmisión, en un intervalo de tiempo. El receptor vuelve a expandir la señal vocal a su forma original.

Esta capacidad de hablar y de escuchar al mismo tiempo, permitirá tanto a los usuarios de radios como a los abonados telefónicos aprovechar plenamente las posibilidades que ofrece la interconexión telefónica.



En el diagrama cronológico precedente se da un ejemplo de funcionamiento en modo dúplex completo.

Anchura de banda a petición

El caudal de datos, en un canal radioeléctrico, está limitado por una combinación de la velocidad de bits admisible máxima, la anchura de banda del canal y las tasas de detección y corrección de errores. Con TETRA puede utilizarse la totalidad de la anchura de banda de 25 kHz (cuatro intervalos de tiempo) para la transmisión de datos. Asimismo, pueden utilizarse uno, dos, tres o los cuatro intervalos de tiempo para transmitir datos, lo que significa que existen muchas opciones de caudal de datos con diferentes niveles de protección, como se ilustra en el cuadro siguiente.

Intervalos de tiempo utilizados	No protegidos	Baja protección	Alta protección
1	7,2 kbit/s	4,8 kbit/s	2,4 kbit/s
2	14,4 kbit/s	9,6 kbit/s	4,8 kbit/s
3	21,6 kbit/s	14,4 kbit/s	7,2 kbit/s
4	28,8 kbit/s	19,2 kbit/s	9,6 kbit/s

Esta anchura de banda adicional, unida a la posibilidad de elegir el nivel de protección de datos, puede significar caudales de datos no protegidos de hasta 28,8 kbit/s, en comparación con el caudal típico de 1,2 kbit/s en canales de 12,5 kHz modulados en subportadora.

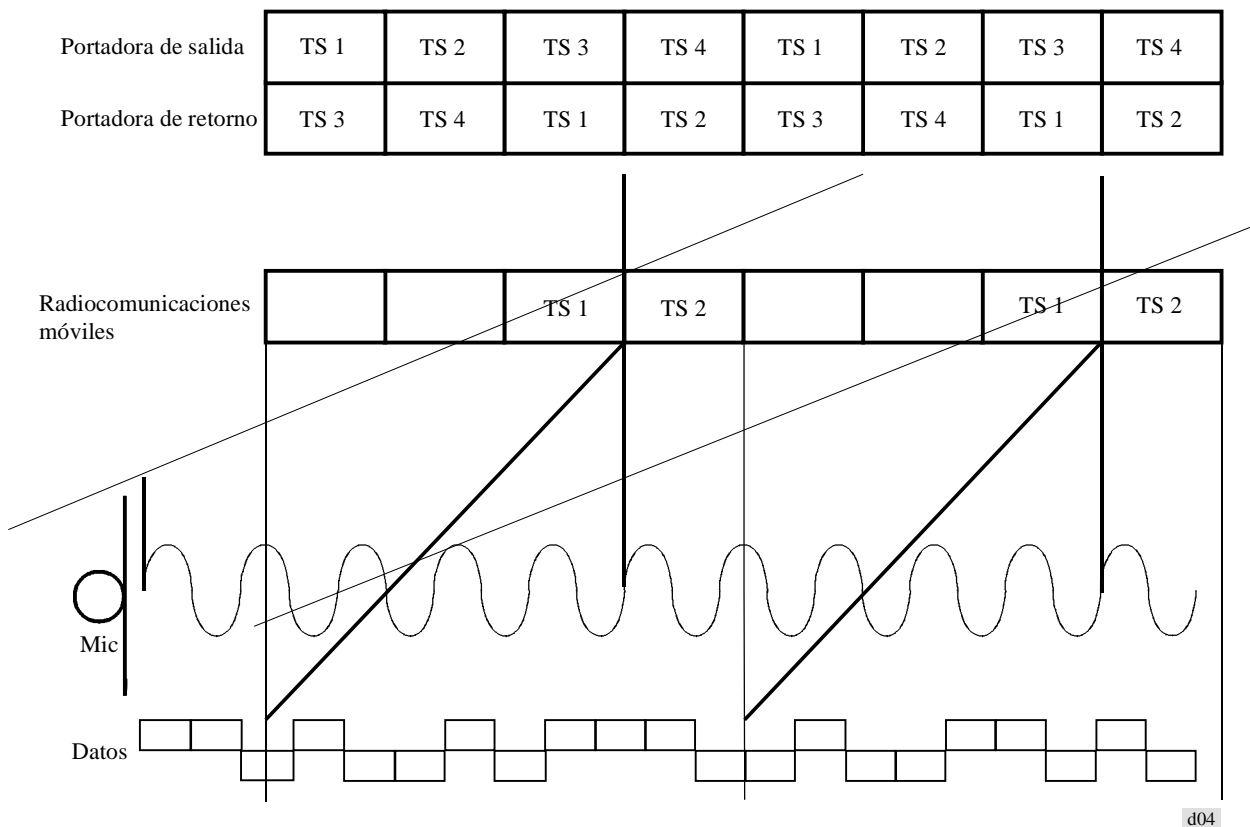
Las aplicaciones típicas para la anchura de banda a petición dependerían de cuán rápidamente necesita el usuario la información y la velocidad de datos requerida. Por ejemplo, algunas aplicaciones actualmente posibles con funcionalidad de anchura de banda a petición son:

- Telefax
- Mapas de rutas
- Vídeo de exploración lenta
- Cartografía digital
- Huellas digitales
- Transferencia de datos
- Imágenes fijas
- Correo electrónico

Capacidad de combinar señales vocales y datos

La necesidad de transferir datos y de tener acceso a ellos, en situación de itinerancia, es una necesidad cada vez más frecuente en muchas organizaciones. A diferencia de la MF analógica, TETRA permite la transmisión simultánea tanto de señales vocales como de datos. En el diagrama que sigue se da un ejemplo de ello.

Además de un obvio mejoramiento en la utilización de los canales, el funcionamiento paralelo de señales vocales y de datos podría permitir a los usuarios móviles y fijos transferir ficheros entre computadores personales y discutir su contenido simultáneamente. Esto demuestra, nuevamente, la mayor eficacia operacional de TETRA así como el creciente número de aplicaciones de usuario para señales vocales y datos.



8 ¿Cuáles son las ventajas de la tecnología de transmisión digital?

Además de las características AMDT exclusivas de TETRA, la transmisión de radiocomunicaciones digitales ofrece también ventajas adicionales al comparársela con las radiocomunicaciones analógicas. Cabe citar, entre otras ventajas, las siguientes:

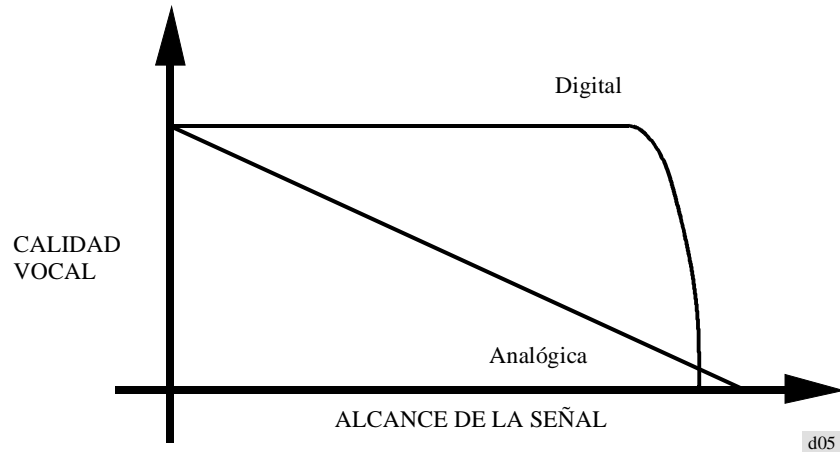
- Calidad vocal constante
- Cifrado
- Regeneración

Calidad vocal constante

Las señales vocales analógicas se vuelven ruidosas y difíciles de comprender cuando los usuarios se encuentran en zonas de baja intensidad de señal. Este efecto puede reducir la eficacia operacional porque a menudo los mensajes deben ser repetidos o se pierden. El tener que funcionar en estas condiciones puede también provocar tensiones innecesarias a los usuarios.

Con la transmisión digital, la calidad vocal de los mensajes vocales recibidos es satisfactoria o totalmente ilegible. En pocas palabras, una señal transmitida digitalmente, o bien se recibe o se pierde en su totalidad; no hay una situación intermedia. Ello significa que no habrá una diferencia perceptible de calidad vocal entre los mensajes recibidos en zonas con fuerte y débil intensidad de campo.

Las ventajas resultantes para los usuarios son una mayor eficacia operacional y menor tensión. El siguiente gráfico muestra la relación entre la AMDT y la calidad vocal MF.



Cifrado

La necesidad de disponer de comunicaciones vocales y de datos seguros, no se limita a los sectores militar y de policía únicamente. Las organizaciones privadas desearían también poder evitar la escucha no deseada de sus radiocomunicaciones. Si bien, los sistemas analógicos disponen de métodos de seguridad vocal, éstos suelen tener un bajo nivel de protección y no funcionan adecuadamente en sistemas extensos o complejos. Nuevamente, dado que TETRA es una tecnología digital, la capacidad de incorporar cifrado digital es inherente al sistema. También, se reconoce que el cifrado digital ofrece, en general, un mayor nivel de seguridad y de protección contra la escucha no deseada. Los usuarios de TETRA podrán utilizar sus propios algoritmos de cifrado patentados o los que ofrecen los diferentes proveedores del sistema TETRA.

Regeneración

En un sistema TETRA, todos los elementos de comunicación son digitales, excepto la interfaz hombre-máquina más importante para las comunicaciones vocales, el micrófono y el altavoz. Ello significa que la regeneración de la señal digital, en vez de la amplificación de la señal analógica, puede utilizarse para ampliar la cobertura de una red, a niveles regional, nacional o continental (como en Europa). En teoría, la regeneración digital puede efectuarse muchas veces sin que se produzca ninguna degradación de la señal más allá de un leve retardo de transmisión.

Lamentablemente, la amplificación analógica produce ruido, reduce la función de transferencia y aumenta la distorsión del retardo de envolvente. Si bien, los efectos adversos de la disminución de la función de transferencias y la distorsión de envolvente pueden reducirse a un mínimo, utilizando redes de compensación relativamente onerosas, no sucede lo mismo con el ruido, que suele producir comunicaciones vocales de baja calidad en sistemas analógicos multiemplazamiento de área extensa.

La posibilidad de disponer de comunicaciones vocales de calidad satisfactoria, independientemente de que el usuario se encuentre en un sistema multiemplazamiento de área extensa, debe reducir a un mínimo el número de mensajes repetidos o perdidos y disminuir también la tensión del usuario. Las ventajas resultantes para éste son una mayor eficacia operacional y una posible reducción de los costes de funcionamiento en comparación con la transmisión analógica (se prevé una disminución de los precios de los circuitos digitales arrendados).

9 Comparación entre TETRA y otras tecnologías de telecomunicaciones móviles

TETRA es flexible no sólo en su cobertura sino también en los servicios que suministra. En la construcción de una red de radiocomunicaciones localizada o de una red europea general, TETRA suministrará la cobertura de radiocomunicaciones necesaria. Otras tecnologías móviles, como la telefonía móvil celular, utilizan infraestructuras nacionales o regionales (por ejemplo paneuropeas) basadas en un concepto celular que pueda rebasar las necesidades de los usuarios de radiocomunicaciones móviles privadas. TETRA permite, al usuario, instalar una red que abarca únicamente el territorio en el que se requieren los servicios. Nuevamente, los servicios suministrados se adaptan exactamente a las necesidades del usuario. El siguiente cuadro establece una comparación entre TETRA y los sistemas de concentración de enlaces analógicos existentes.

CUADRO 5

Comparación entre TETRA y los sistemas de concentración de enlaces analógicos

Característica	Sistema analógico	TETRA
Tecnología	Analógica	Digital
Método de acceso	AMDF	AMDT
Modulación	MF	¼ DQPSK
Velocidad binaria bruta (bit/s)	1 200	36 000
Número de canales de comunicación independientes en la anchura de banda de 25 kHz	2	4
Separación de los canales	12,5 kHz	25 kHz
Codec vocal	No disponible	ACELP
Capacidad de monoemplazamiento	Ã	Ã
Capacidad de multiemplazamiento (a nivel nacional)	Ã	Ã
Señales vocales o datos en circuito dúplex	(Nota)	Ã
Señales vocales y de datos simultáneas	No	Ã
Llamada de grupo	Ã	Ã
Llamada de difusión general	Ã	Ã
Llamada individual (de persona a persona)	Ã	Ã
Llamada prioritaria	Ã (3 niveles)	Ã (8 niveles)
Llamada de emergencia	Ã	Ã
Mensajería de datos breves	Ã	Ã
Datos de alta velocidad (28,8 kbps)	No	Ã
Cifrado digital (seguridad vocal)	No	Ã
NOTA – Se dispone de un número limitado de radios dúplex, pero éstas son muy voluminosas y relativamente caras ya que se necesita un duplexor de antena y un apantallamiento en RF entre transmisores y receptores.		

En comparación con otras tecnologías móviles existentes, TETRA ofrece una gama de servicios especializados en comunicaciones comerciales incomparable, dentro de la cual, el usuario elige en función de sus necesidades. Además, éste puede aprovechar las capacidades de la tecnología para crear sus propias aplicaciones comerciales. Dada la necesidad de evolución de la empresa, pueden instalarse otras redes TETRA para cumplir nuevas funciones. Las redes pueden estar interconectadas utilizándose normas reconocidas, lo que garantiza a los servicios de radiocomunicaciones móviles privadas la posibilidad de expandirse en conjunción con la evolución de la empresa, sin tener que estar forzosamente vinculados a tecnologías patentadas.

10 ¿Cuándo estarán disponibles los sistemas TETRA?

Algunos constructores están ya muy avanzados en su programa de investigación y desarrollo de TETRA. Uno de ellos posee ya un sistema de prueba y desarrollo que funciona en la banda de frecuencias 380-400 MHz. Dicho sistema entró oficialmente en funcionamiento el 30 de noviembre de 1994. En el momento de redactarse el presente documento, ese fabricante tenía el siguiente programa de desarrollo y comercialización del producto:

1996 Fase 1

Venta de sistemas de calidad monoemplazamiento a los usuarios que deseen participar en pruebas experimentales de fiabilidad y calidad del sistema durante un período, en general, de seis meses.

Estos sistemas dispondrán de funciones de llamada básicas pero no de líneas metálicas o capacidades de interconexión telefónica. Se prevé actualmente facilitar las siguientes funciones:

- Llamada de grupo
- Llamada de difusión general
- Llamada de emergencia
- Llamada individual
- Llamada prioritaria

1997 Fase 2

Sistema multiemplazamiento con funciones adicionales como las siguientes:

- Interconexión PABX
- Inhibición de la radiocomunicación
- Fusión de grupo de interlocutores
- Exploración prioritaria
- Aviso de llamada
- Mensajería de situación
- Interrupción de la función de despacho
- Codificación DTMF
- Designación de números abreviados

1998 Fase 3

Sistema multiemplazamiento de zona extensa con funciones de llamada avanzadas, datos, cifrado y facilidades completas de interconexión telefónica PABX/RTPC.

Es importante observar que los sistemas de prueba Beta podrán ser perfeccionados con módulos de equipos y de programas para crear sistemas multiemplazamiento de zona extensa con todas las funciones.

Tras la fase 2, se continuará periódicamente el perfeccionamiento y el mejoramiento de los programas para poder integrar nuevas funciones y características.

Se estima que los constructores Motorola, Philips, Telecom, Nokia y Ericsson tienen calendarios similares para la comercialización del producto.

APÉNDICE E

Bucle local inalámbrico**1 Introducción**

Es indudable que el desarrollo de las nuevas tecnologías digitales de telecomunicaciones, unidos a la prodigiosa evolución de la capacidad de los computadores, constituye el principal motor para el cambio económico, social y cultural en este fin de milenio.

Nos hemos acostumbrado tanto a que el progreso sea vertiginoso, que parecemos haber perdido la capacidad de asombro. En los últimos doce años, más o menos, las máquinas de telefax, los computadores personales y los teléfonos celulares pasaron a formar parte de la vida cotidiana. Y emergen, actualmente, servicios y tecnologías aún más excitantes, como la televisión de alta definición, los multimedia y otros tipos de redes inteligentes, que modificarán de manera radical nuestra forma de vivir y de trabajar.

Independientemente de que sea una consecuencia o un catalizador de dichos cambios, la liberalización mundial de las telecomunicaciones ha influido considerablemente sobre la evolución de los acontecimientos. Han surgido nuevos operadores, junto con nuevos servicios, nuevos proveedores, una nueva forma de competencia y mejores precios para el usuario final.

No obstante, esto no es más que la punta de un iceberg visto desde la perspectiva de aquél. En efecto, no puede sino preguntarse qué realidades mágicas se esconden tras las abreviaturas que están en boca de todos los expertos. RDSI, PCS, DCS1800, DECT, PHS, PACS, UMTS y WLL son siglas rodeadas de misterio que, según las circunstancias, designan una tecnología, una norma, un servicio, un producto o, inclusive, son puramente conceptuales.

La sigla que nos interesa hoy lleva las iniciales más sencillas «LL» por «bucle local» (Local Loop). Sin embargo, al igual que sus homólogas, ha evolucionado ya hacia formas más complejas, con prefijos como «R» o «W» por «bucle local de radiocomunicaciones» (Radio Local Loop») o «bucle local inalámbrico» (Wireless Local Loop).

2 ¿Qué designa el concepto de «bucle local»?

El término «bucle local» suele entenderse como la totalidad, o las partes finales, de la red de telecomunicaciones pública entre la central telefónica local y las instalaciones del abonado. Su definición depende de la estructura de red del operador y del vocabulario de funcionamiento.

Para evitar ambigüedades, este documento utiliza el término «bucle local» para designar la distribución de red completa y la infraestructura de acceso entre la central local y las instalaciones del abonado. Por lo tanto, el «bucle local» incluye tanto «una red de acceso» como una «red de distribución».

El término «red de acceso» describe la parte de la red situada entre las instalaciones del abonado y el primer punto de distribución geográfica o de concentración de circuitos.

El término «red de distribución» designa la parte de la red que se encuentra entre el primer punto de distribución geográfica o de concentración de circuitos y la central local.

La «red de distribución» puede no existir si la red de acceso llega directamente hasta la central.

El punto de referencia entre la «red de acceso» y la «red de distribución» no es fijo y varía según el operador, la arquitectura de la red y la tecnología de bucle local utilizada.

Ello también significa que, para cada una de las dos subredes, pueden utilizarse varias tecnologías diferentes. Así, pueden establecerse redes de tecnología híbrida metálica/radioeléctrica, siendo posibles muchas configuraciones. Éstas dependerán de la topografía, el rendimiento, los servicios, el coste, las limitaciones reglamentarias y ambientales, la estrategia del operador, etc.

3 ¿Qué servicios pueden suministrarse?

La gama de servicios de telecomunicaciones que pueden suministrarse a los usuarios finales es ahora considerablemente amplia. En un extremo tenemos el servicio telefónico clásico y en el otro el vídeo interactivo, para no mencionar los numerosos servicios intermedios con valor añadido, que ofrecen funciones como la movilidad. Por supuesto, cada servicio puede subdividirse dentro de su propia categoría, según los niveles de rendimiento y de calidad ofrecidos.

Por consiguiente, con un nivel de rendimiento de codificación equivalente, la calidad del servicio del sistema telefónico vocal será superior cuanto más alta sea la velocidad binaria de transmisión; por ejemplo, 64 kbit/s es mejor que 32 kbit/s que, a su vez, constituye un progreso con respecto a 16 kbit/s.

Asimismo, los servicios de vídeo pueden variar de una simple imagen en blanco y negro, cíclicamente actualizada (para la televigilancia, por ejemplo) a la televisión multicanales de alta definición.

A su vez, la movilidad puede ser de diversos tipos, en función de la cobertura geográfica suministrada o del comportamiento del usuario (a pie, en automóvil, a bordo de un tren, etc.) o, nuevamente, según el tipo de servicio necesario (unidireccional o bidireccional, con o sin «traspaso»).

4 Destinatarios de los servicios

4.1 Los operadores

Por naturaleza, las necesidades de los operadores son diferentes – y ocasionalmente se oponen – a las de los órganos reglamentarios o inclusive a las de los propios clientes (sean éstos proveedores de servicios o usuarios finales).

Inclusive, en un entorno competitivo, las necesidades varían aún más entre un operador y otro.

La estrategia del operador diferirá considerablemente según se trate de un operador establecido (un antiguo monopolio) o uno nuevo. El primero procurará sobre todo conservar una porción considerable del mercado afianzando al mismo tiempo su posición en nuevos segmentos (por ejemplo, el servicio móvil).

El nuevo operador puede optar por competir con un operador establecido, situarse como un proveedor característico de un servicio más atractivo (mejores precios o calidad más elevada) o concentrarse también en los nuevos segmentos.

Debe hacerse también una distinción entre los países desarrollados y en desarrollo, en los que deberán también tomarse en consideración factores como los servicios, el acceso a aquéllos, las políticas de desarrollo económico y una serie de aspectos ambientales específicos.

Hasta el momento, los posibles operadores de redes de bucle local pertenecen a una de las dos categorías siguientes:

- Operadores de telecomunicaciones públicas nacionales establecidos.
- Nuevos operadores de telecomunicaciones públicas:
 - i) Operadores especializados, por ejemplo, Mercury, Mannesman, Optus, Ratelindo, Shinawatra.
 - ii) Proveedores de telecomunicaciones con valor añadido, por ejemplo, servicios públicos (agua, electricidad), transporte, operadores de CATV, etc.

Además de sus particularidades financieras y reglamentarias, un factor de diferenciación clave entre estos tipos de operadores es el estado actual de su infraestructura de telecomunicaciones. Los operadores nacionales establecidos poseen ya una cantidad significativa de infraestructura proporcional al estado de desarrollo de las telecomunicaciones del país.

Por otro lado, los operadores recientemente instalados pueden carecer totalmente de infraestructura (lo que es factible si han de convertirse en proveedores de telecomunicaciones especializados) o tienen una infraestructura importante utilizada actualmente para servicios distintos de las telecomunicaciones. Parte de esta infraestructura podrá reutilizarse muy eficazmente en operaciones de telecomunicaciones (por ejemplo el proyecto WLL de la empresa francesa La Générale des Eaux (SFR) que utiliza una infraestructura de cable de televisión).

El siguiente cuadro describe los servicios que posibilitan las diferentes tecnologías.

Tecnologías y servicios de bucle local
Lista no exhaustiva

Tecnologías		Servicios		
		Telefónicos	Datos	Vídeo
«Tecnología metálica»	Cobre	1 conversación	Hasta 19,2 kbit/s	Lento
	HDSL	30 conversaciones	2 Mbit/s	Vídeoconferencia
	ADSL	1 conversación	19,2 ó 28,8 kbit/s + 6 Mbit/s	A petición
	CATV	Posible	Capacidad limitada	Radiodifusión
	Fibra óptica	Variable hasta más de 100 000 conversaciones	Hasta 10 Gbit/s	Multi-TVAD + interact.
«Tecnología inalámbrica»	Analógica celular	1 conversación por frecuencia	Hasta 4,8 kbit/s	No
	Digital celular	Variable	> 2,4 kbit/s	No
	Microondas	n × 30 conversaciones	n × 2 Mbit/s	Radiodifusión
	Microondas punto a multipunto	n × 30 conversaciones	16, 32, 64 kbit/s o n × 64 kbit/s	Vídeoconferencia
	Sin cordón	12 hasta 48 conversaciones/BS.	Hasta 4,8 kbit/s o n × 32 kbit/s	Lento
	Satélite	En función del tipo		

4.2 Los abonados

Los abonados de bucle local pueden clasificarse según sus actividades y posible movilidad.

Tipos de abonado

Actividad del abonado	Movilidad		
	Fija + cobertura de instalaciones	Movilidad en área local	Movilidad en área extensa
«Residencial»	Doméstica sin cordón	WLL + vecindario + Telepunto	Celular
«Comercial»	Sin cordón PABX WLAN	Telepunto	Celular Concentración de enlaces Datos móviles
«PCO» Oficina de llamadas públicas	Teléfonos monedero Telecentros	Telepunto	No disponible

5 ¿Qué tecnología y a qué precio?

Ésta es, por supuesto, la pregunta que se hará con pertinencia cualquier operador, reglamentador, constructor o usuario. La enorme cantidad de información contradictoria o parcial sobre el tema no hace sino contribuir a la confusión reinante.

Algunas cifras, quizá por ser más fáciles de recordar que otras, se aceptan como una especie de evangelio, sin que guarden relación con ninguna forma de realidad subyacente. Los costes (denominados en dólares estadounidenses) se estiman en unidades de 100, 1 000 o inclusive 10 000 dólares, según los diferentes estudios.

¿A qué se aplican estas cifras? ¿Con qué servicios guardan relación y en qué configuración? Estas preguntas, en la mayoría de los casos, quedan sin respuesta o se abordan parcialmente.

En la práctica, no existe una cifra inexacta, a condición de que esté relacionada con preguntas como las siguientes:

- **¿Qué servicios?** (¿telefónico, datos, imágenes, vídeo?)
- **¿Para quién?** (¿operador ya instalado o nuevo, usuario profesional o privado?)
- **¿Qué nivel de rendimiento?** (¿grado de servicio (GOS – Grade of Service), capacidad, calidad vocal, fiabilidad?)
- **¿Qué configuración?** (¿país, región, entorno o distancia?)
- **¿Con qué equipos existentes o futuros y con qué límites de abastecimiento?**: ¿conmutación, transmisión, equipo de distribución, abonado, terminal, abastecimiento de energía, pilones, cables, antenas, edificios, integración, instalación, encargo, formación, explotación, gestión de la clientela, facturación?, etc.

Los parámetros son muchos y variados, lo que dificulta aún más la comparación.

No pretendemos aquí, definir una técnica de modelización que permita solucionar automáticamente un problema tan complejo. Después de todo, no sólo hay múltiples parámetros sino que, en muchos casos, éstos son correlativos. Nuestro objetivo es únicamente suministrar factores de costes comparativos para las diversas tecnologías de radiocomunicaciones y metálicas, correspondientes a un reducido número de configuraciones típicas, en la inteligencia de que la elección definitiva de una o más tecnologías adecuadas dependa, principalmente, de las respuestas que se den a las preguntas arriba formuladas.

6 Argumentos en favor de la norma DECT

La norma DECT fue concebida para sustentar el acceso a las telecomunicaciones sin cordón en diversas aplicaciones de telecomunicaciones existentes y futuras, por ejemplo:

- Telefonía sin cordón privada.
- PBX sin cordón comercial.
- Acceso público: acceso a los PCS (telepunto ampliado) y bucle local inalámbrico (WLL).

Con respecto a la aplicación WLL, la norma incluye muchas características para garantizar el rendimiento adecuado en dicha aplicación, como la previsión de una ganancia de antena en estaciones terminales de abonado fijas para incrementar el alcance de las radiocomunicaciones y una estructura de identidad de equipo WLL específica.

6.1 Los servicios DECT

El suministro de servicios DECT se enumera en el informe técnico del ETSI ETR043. Éstos pueden resumirse de la siguiente manera:

- Telefonía vocal (servicio automático clásico): codificación ADPCM a 32 kbit/s (G.726 del UIT-T).
- Datos en la banda vocal: velocidades binarias de hasta 2 400 bit/s y 4 800 bit/s.
- Servicios digitales (RDSI): proyecto de perfil DECT/RDSI preparado por ETSI RES03.

La estructura de doble intervalo de tiempo de DECT se utiliza para suministrar un canal de información de usuario con protección de error a 64 kbit/s y dos o más intervalos pueden combinarse en un intervalo único para suministrar un enlace a 144 kbit/s adecuado para el acceso a la velocidad básica 2B+D de la RDSI.

6.2 Los atributos de servicio de DECT

- Tiempo de acceso a la red: el tiempo de propagación en ambos sentidos es de alrededor 24 milisegundos.
- Grado de servicio (GOS): DECT está concebida para prestar un GOS del 99% o más.

Esto se debe principalmente a las siguientes características de DECT:

- AMDT multiportadora y gestión descentralizada de los recursos;
- selección dinámica de canales;
- conmutación intercelular e intracelular;
- diversidad de antena;
- canal de control de alta velocidad sólido;

- seguridad del servicio (cifrado);
- autenticación;
- movilidad.

7 Conclusión

En los próximos años, el bucle local inalámbrico comprenderá, sin duda, una parte significativa de la instalación de líneas. Esto incumbirá no sólo a los nuevos operadores sino también a los operadores instalados en nuevas zonas urbanas, suburbanas y rurales, donde la flexibilidad y la baja inversión inicial son los aspectos clave.

Como mencionará seguramente el informe sobre el estudio de la Cuestión 4/2 «Comunicaciones para zonas rurales y aisladas», es importante recordar que el bucle local incluye a la vez la distribución y las redes de acceso. De varios parámetros básicos, como la estrategia del operador, los servicios que han de ofrecerse, el coste y las limitaciones locales, es decir, la topología, la reglamentación y la localización del abonado son los más críticos, y permiten la utilización de tecnologías metálicas y/o inalámbricas.

Esto también explica la diferencia de coste entre las zonas urbanas y suburbanas en las que, en general, la red de distribución se reduce a un mínimo y los abonados están conectados casi directamente a la central local, mientras que en las zonas rurales, la red de distribución representa una parte importante del coste total del bucle local.

La evaluación de los diferentes modelos muestra que el coste total del bucle local puede variar considerablemente, en una proporción de 1 a 5 o incluso más, según el caso.

Pone también de manifiesto, que ninguna de las tecnologías propuestas es la más económica en todos los modelos para cualquier número de abonados.

Ello significa que, para elegir adecuadamente, el operador deberá procurar recuperar, lo antes posible, la inversión inicial más baja que pueda realizar, atrayendo a un número suficiente de abonados y, al mismo tiempo, mantener la flexibilidad de expandirse en los planos técnico y comercial con el coste final más bajo por abonado.

En ese sentido, al comparar los costes, de las diferentes tecnologías, en los diversos modelos, es evidente que tanto la tecnología sin cordón para la parte acceso y la punto a multipunto para la distribución son, separadas o en combinación, las soluciones más adecuadas para cubrir todas las zonas urbanas, suburbanas y rurales.

Por último, se pone de manifiesto que las reglamentaciones existentes deberán evolucionar para hacer lugar a las nuevas tecnologías que permitirán, a diversos operadores, ofrecer dentro de la misma zona geográfica servicios similares o diferentes compartidos en la misma banda de frecuencias.

Se sugiere referirse al Manual sobre el servicio móvil terrestre (incluyendo el acceso inalámbrico), Volumen 1, preparado por la Comisión de Estudio 8 del UIT-R.

APÉNDICE F

Nuevas tecnologías

ANEXO 1

El Grupo de Trabajo 4B del UIT-R agradece a la Comisión de Estudio 1 del UIT-D su petición de información sobre nuevas tecnologías. El Grupo de Trabajo 4B identificó las siguientes nuevas tecnologías y adjunta una breve descripción de cada una de ellas:

- Modo de transferencia asíncrona (ATM – Asynchronous Transfer Mode)
- Jerarquía digital síncrona (SDH – Synchronous Digital Hierarchy)
- Tratamiento a bordo del satélite (OBP – On Board Processing)
- Nuevos sistemas de satélites en la banda de 30/20 GHz

El Grupo de Trabajo 4B supone que la Comisión de Estudio 1 del UIT-D dispone de la información contenida en el Manual del Servicio Fijo por Satélite y sus Suplementos. Este volumen contiene una gran cantidad de valiosa información básica sobre sistemas de satélites y debería resultar de gran utilidad para la Comisión de Estudio 1 del UIT-D.

Modo de transferencia asíncrona (ATM)

Descripción general – El modo de transferencia asíncrona (ATM) es un mecanismo de transferencia de datos convenido dentro del UIT-T; es el método seleccionado para la multiplexión y la conmutación de la RDSI de banda ancha (lo que no excluye su utilización en otras aplicaciones). Empaqueta datos en células de 53 bytes (incluidos 5 bytes de encabezamiento/tara) y permite a los usuarios introducir datos en una red, en una gran variedad de velocidades de información, a través del mismo interfaz usuario/red, llamada por llamada. Los bytes de tara permiten una sofisticada gestión del tráfico dentro de esa red.

Repercusiones para los satélites – Las señales ATM pueden ser transportadas entre nodos/conmutadores ATM tanto a través de sistemas de transmisión basados en la PDH o en la SDH (incluidos los enlaces de satélites). La funcionalidad de conmutación de base paquetes/célula, que ofrece ATM, puede incorporarse a una red de satélites (sea dentro de las estaciones terrenas, sea a bordo de los satélites) y es posible explotar la capacidad inherente de dichas redes para compartir capacidad de satélite entre un cierto número de usuarios/nodos dentro de una red. Las señales ATM han sido ya exitosamente transportadas, por enlaces de satélites, punto a punto existentes. La conmutación ATM dentro de una red de satélites estará posiblemente disponible en los próximos años.

Jerarquía digital síncrona (SDH)**1 Descripción de la red de transporte SDH****1.1 Técnicas de multiplexión SDH****1.1.1 Estructura básica**

Las técnicas de multiplexión SDH básicas (velocidad binaria, formato marco y estructuras) se describen en las Recomendaciones G.707, G.708 y G.709 del UIT-T. La jerarquía múltiple SDH tiene una velocidad binaria de nivel 1 de 155,52 Mbit/s (STM-1) así como niveles más elevados actualmente definidos como STM-4 (622 080 Mbit/s) y STM-16 (2,48832 Gbit/s) formados por señales múltiple síncronas de jerarquía inferior con entrelazado de bytes.

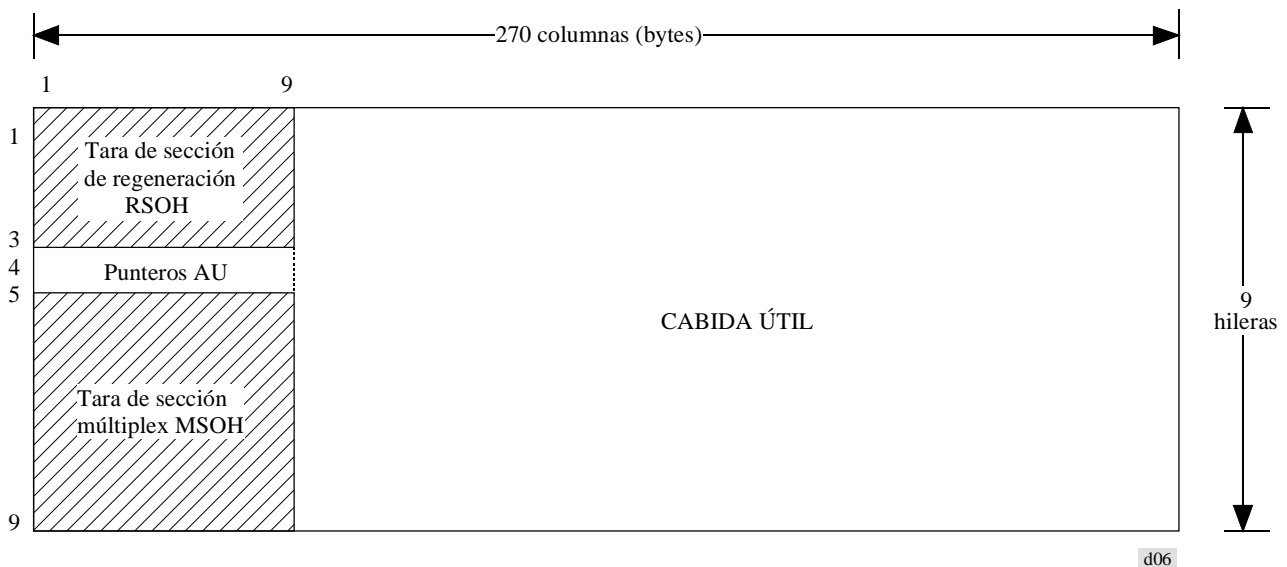
La Figura 1 muestra la estructura marco de duración básica de 125 μ seg de la señal STM-1. Se ilustra en un formato de matriz de 270×9 bytes para simplificar la identificación de la tara de control con respecto a la carga de tráfico.

Los dos elementos de señal tributarios síncronos SDH más pequeños definidos en el múltiplex STM-1 son VC-12 (contenedor virtual 12 – Virtual Container 12) y el VC-11. El VC-12 transporta una cabida útil de 2,048 Mbit/s y una tara de trayecto de 64 kbit/s. El VC-11 transporta una cabida útil de 1,544 Mbit/s.

Los usuarios de la red de transporte SDH disponen de transparencia de extremo a extremo en el nivel VC. Se definen trayectos de orden inferior (LOVC – lower order paths) y de orden superior (HOVC – higher order paths), que pueden configurarse flexiblemente de extremo a extremo o de nodo a nodo.

Los nodos de red en la SDH están interconectados por secciones múltiplex, que a su vez pueden consistir en una serie de secciones de regeneración. La gestión de internodos a distancia se ve facilitada por las funciones comunicadas dentro de la tara de sección múltiplex (MSOH – Multiplex Section Overhead) y tara de la sección de regeneración (RSOH – Regenerator Section Overhead). La atribución de capacidad SOH y de bytes a las diversas funciones de gestión y a los protocolos y funciones se describen en G.708, G.784, etc.

FIGURA 1
Estructura marco STM-1



1.1.2 Señales submúltiplex para sistemas de radiocomunicaciones

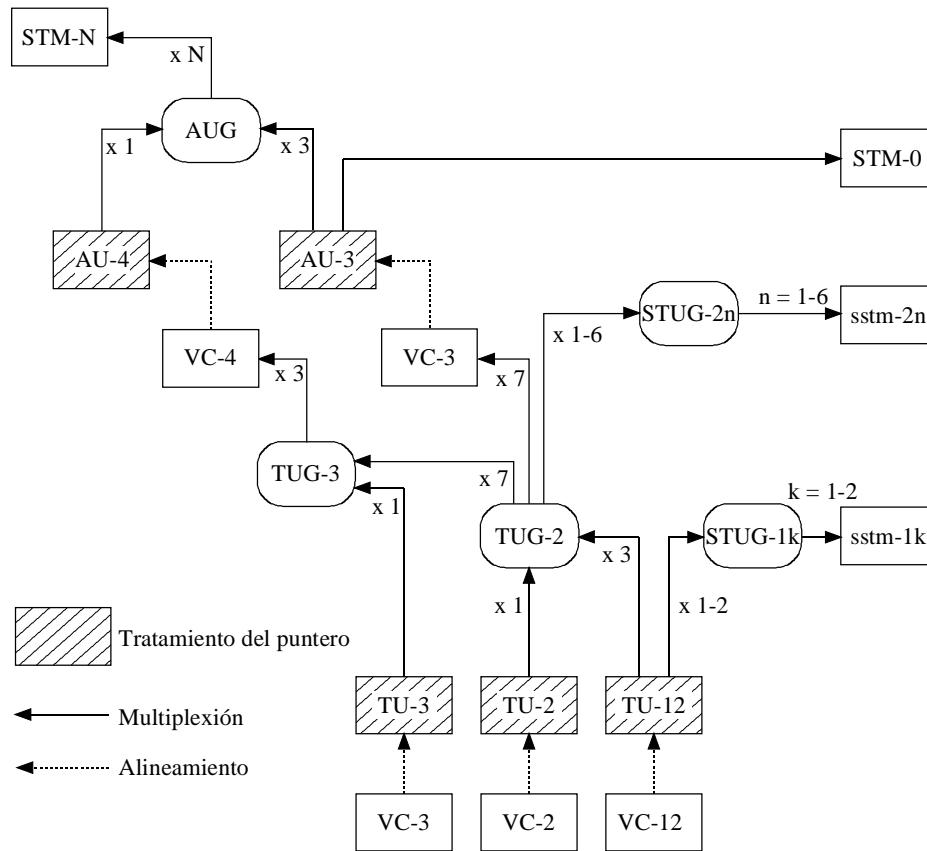
La construcción de velocidades binarias de la señal múltiplex SDH inferior (a STM-1) para la transmisión por sistemas de satélites sigue el árbol de multiplexión para el interfuncionamiento ilustrado en la Figura 2, que se reproduce de la Recomendación G.861 del UIT-T, con el añadido de grupos de unidades tributarias de satélites (STUG – Satellite Tributary Unit Groups). Los grupos múltiplex de elemento de señal SDH de los STUG con diferentes tamaños se utilizan como señales de la banda de base de portadoras AMDF de multidestino o ráfagas AMDT.

Se observarán siempre los siguientes principios SDH en la construcción de señales múltiplex de satélite sub-STM-1:

- orientación de bytes de las señales múltiplex,
- transparencia hasta los elementos de señal SDH básicos del orden más bajo y posiblemente superior,
- suministro de un nivel apropiado de funcionalidades de tara de sección de base SDH, incluidas OAM y gestión de red a lo largo de los trayectos de transmisión de los satélites y entre las unidades de banda de base SDH.

FIGURA 2

Rutas de demultiplexión/remultiplexión para construir señales múltiplex sub-STM-1 para transmisión en el SFS



d07

NOTA 1 – La necesidad de un valor máximo de n en STUG-2n deberá ser objeto de ulterior estudio.

NOTA 2 – Posibles rutas de conversión: STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/TU-12/STUG-1k/sstm-1k
 STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/STUG-2n/sstm-2n
 STM/-N/AUG/AU-4/VC-4/TUG-3/TUG-2/VC-3/AU-3/STM-0
 STM/-N/AUG/AU-3/STM-0.

1.2 Modelización de red estratificada de la SDH

Introducción

La Recomendación UIT-T G.803 sobre descripción funcional de la red SDH incluye el concepto de modelo estratificado de la red de transporte. Es fundamental que todos los participantes en la red SDH (diseñadores, operadores, vendedores de equipo) lo utilicen para garantizar la compatibilidad en el funcionamiento del diseño y una gestión común. En la Recomendación G.803, se definen dos grupos de capas de red pertinentes para la concepción de la red que transporte y para la gestión de la red. La estructura marco básica de SDH en la Figura 2 corresponde a la organización de la red en capas lógicas:

- La capa de trayecto, consistente en:
 - i) La capa de VC de orden inferior (LOVC).
 - ii) La capa de VC de orden superior (HOVC).
- La capa de sección, consistente en:
 - i) La capa de sección múltiplex (MS – Multiplex Section Layer).
 - ii) La capa de sección de regenerador (RS – Regenerator Section Layer).

La red de capa de circuito en el modelo de la Recomendación G.803 representa las aplicaciones «cliente» de la red SDH (por ejemplo RSDI, RTPC, ATM) transportadas como señales de cabida útil SDH.

La RS es dependiente de los medios y la MC puede serlo. Las HOVC y LOV están concebidas para ser independientes de los medios y son componentes para construir, dentro de sus respectivas capas, subredes con una gran variedad de topologías.

1.3 Expansión a los sistemas SDH por satélite

Las figuras 3, 4 y 5 suministran la representación tipo de G.803 de un sistema SFS-SDH en las tres hipótesis diferentes. Los modelos se modifican para reflejar la transparencia del sistema a una o más capas de las redes terrenales interconectadas. Se introduce una capa de servicio de satélites multidestino (MDSS – Multi-Destination Satellite Server) para ayudar a modelizar conectividades de multidestino en las hipótesis 2 y 3.

Dentro de la capa MDSS, pueden modelizarse configuraciones de conexión interna de sistemas de satélites flexibles con STM-0 o múltiplex de señales SDH de base STUG. Los caminos MD en la capa MDSS suministran conexiones de enlace con una topología punto a punto simple en las redes de capa de trayecto de cliente. Los caminos MD se prestan también a ser servidoras de topologías punto a multipunto complejas en las redes de capa de trayecto de cliente (en estudio en el UIT-T).

El tratamiento de la señal SDH dentro de la capa MDSS está caracterizado por:

- agrupamientos de elementos de señal SDH, optimizados para tamaños de rutas de tráfico de satélites (STUG, cabida útil de STM-0);
- asimetrías en el número y el tamaño de las secciones de satélites direccionales entre estaciones terrenas comunicantes;
- visibilidad restringida desde los caminos de servidora de red SDH de terminación externa.

Las redes de satélites formadas dentro de la capa MDSS se restringen al sistema SFS-SDH, mientras que las subredes de tipo G.803 en las redes de capa de trayecto de cliente tienen significancia de red de transporte SDH global.

La capa MDSS se extiende estrictamente desde la subcapa media del satélite inferior hasta el límite de la (sub) capa con la red de capa de cliente. El límite superior depende de la hipótesis de red SFS-SDH en que se utiliza la MDSS.

2 Aplicaciones del SFS en las redes de transporte SDH

2.1 Aspectos de servicio

Los sistemas de satélites en el SFS, en cualquiera de las tres hipótesis aquí descritas, forman parte de la red de transporte SDH, contribuyendo así, en diversos grados, al suministro de servicios de red de transmisión eficaces a los usuarios de la red SDH.

2.2 Aspectos de gestión de la red

2.2.1 Introducción

La incorporación de funciones de equipo múltiplex SDH, como parte del equipo de la banda de base terrenal, facilita el carácter común, la accesibilidad, la uniformidad y la integración en la gestión general de la red SDH, con el consiguiente incremento de la funcionalidad y la automatización de su gestión.

2.2.2 Equipos SDH y bloques funcionales de gestión

La metodología de descripción sigue el enfoque del «Modelo de referencia funcional» utilizado en las Recomendaciones UIT-T G.782, G.783 y G.784. El equipo SDH se define como un conjunto de bloques funcionales exclusivamente, lógicamente subdivididos para facilitar la descripción de funciones, la explotación y la gestión de todo el sistema. No impone ni entraña ninguna subdivisión física entre los límites de los bloques. En las Figuras 6A y 6B, derivadas de la Figura 2-1/G.783 y adaptada para los fines del SFS-SDH TBE, se ilustra un diagrama de bloque funcional genérico de un equipo múltiplex SDH, incluidos sus bloques funcionales de gestión y cronológicos.

Las funciones de equipo incluyen todas las necesarias para el transporte y la gestión del tráfico de usuario desde uno o más interfaces de ingreso externos hasta uno o más interfaces de egreso externos.

El desglose de equipos de banda de base terrenales SFS-SDH en bloques funcionales seleccionados para las tres hipótesis de red se examina en los puntos 5.1, 5.2 y 5.3.

FIGURA 3
Modelo estratificado de sección digital SFS-SDH punto a punto en STM-1

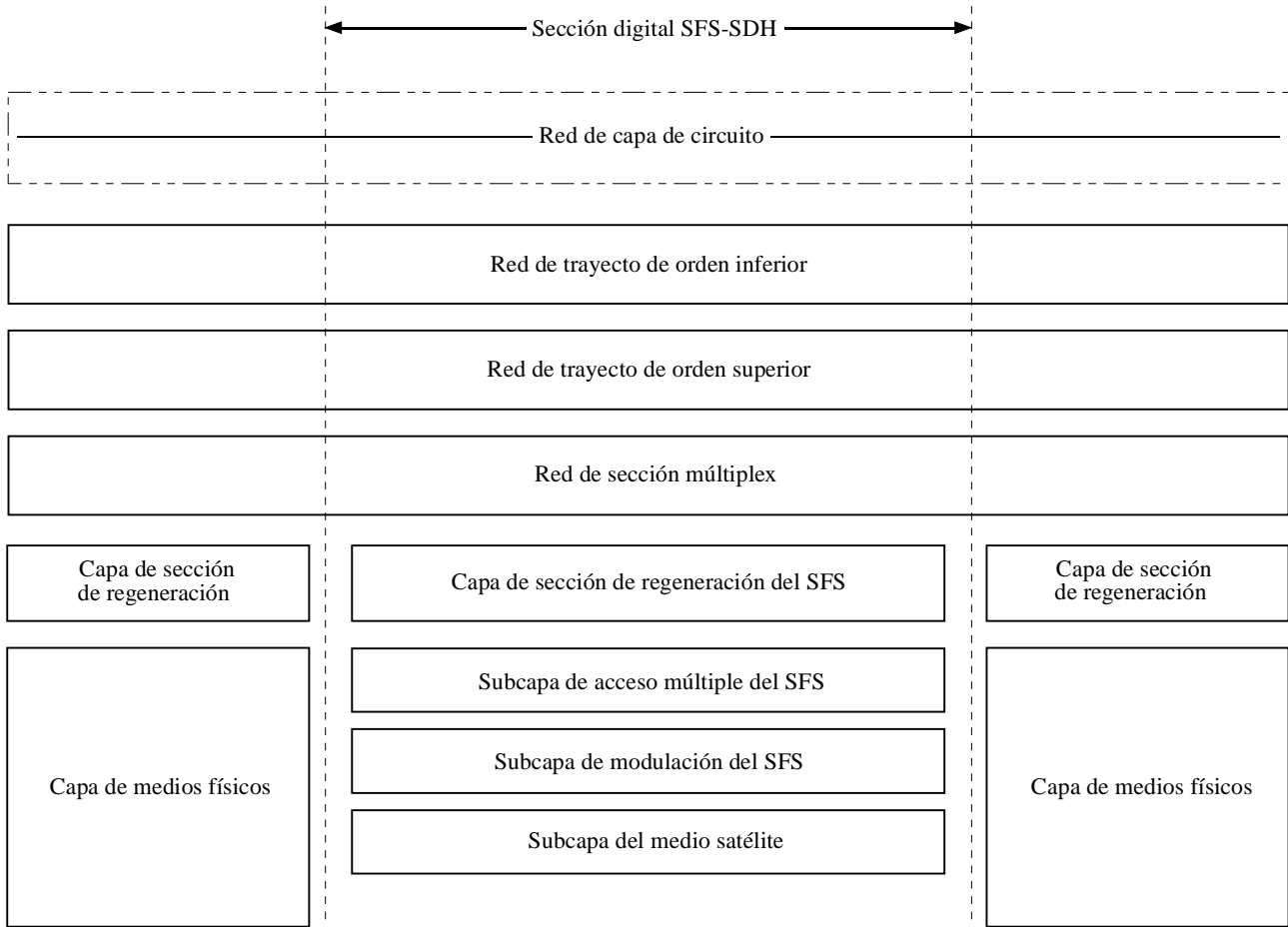


FIGURA 4
 Modelo estratificado de la hipótesis 2 con MDSS

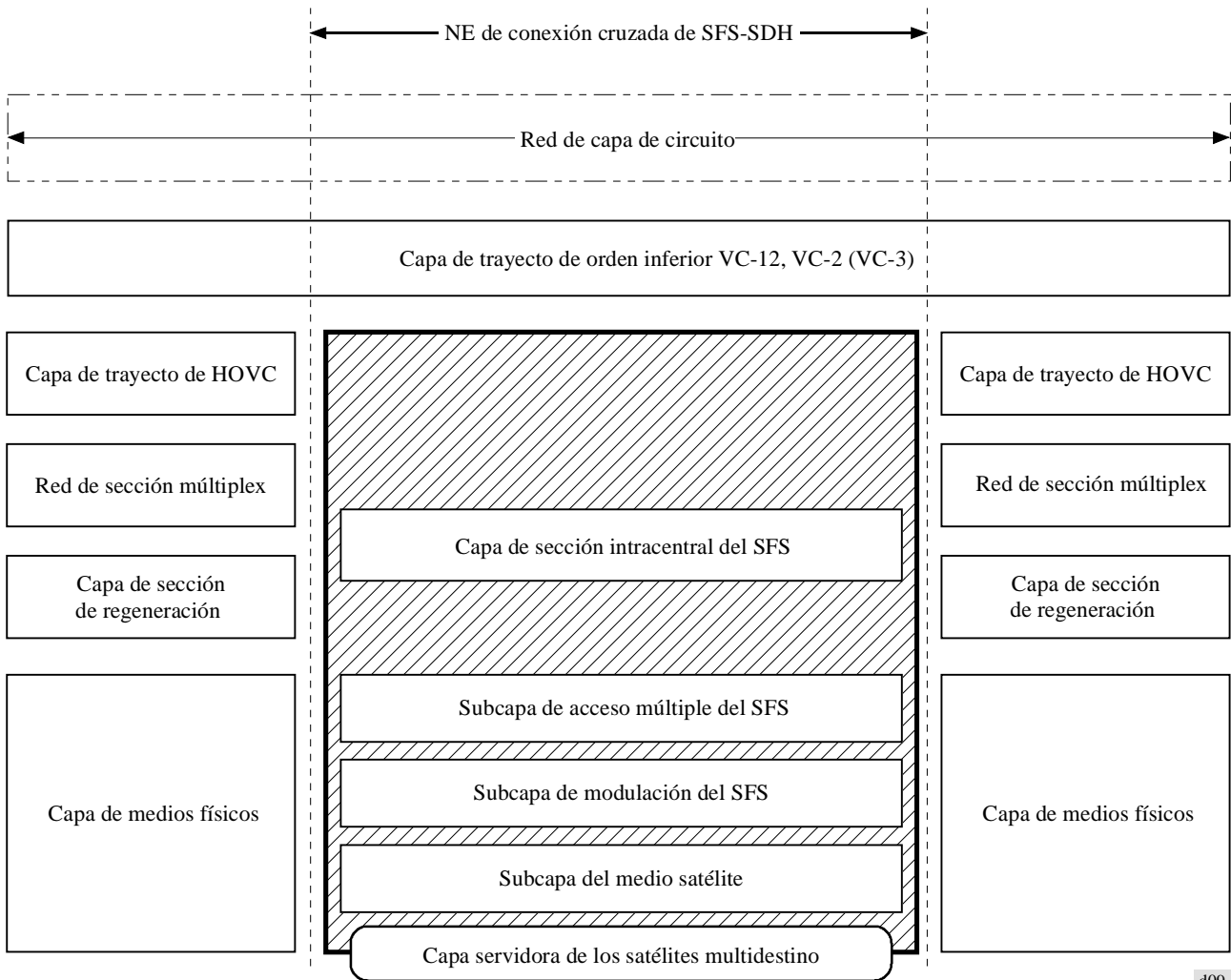


FIGURA 5
Modelo estratificado de red de la hipótesis 3 con MDSS

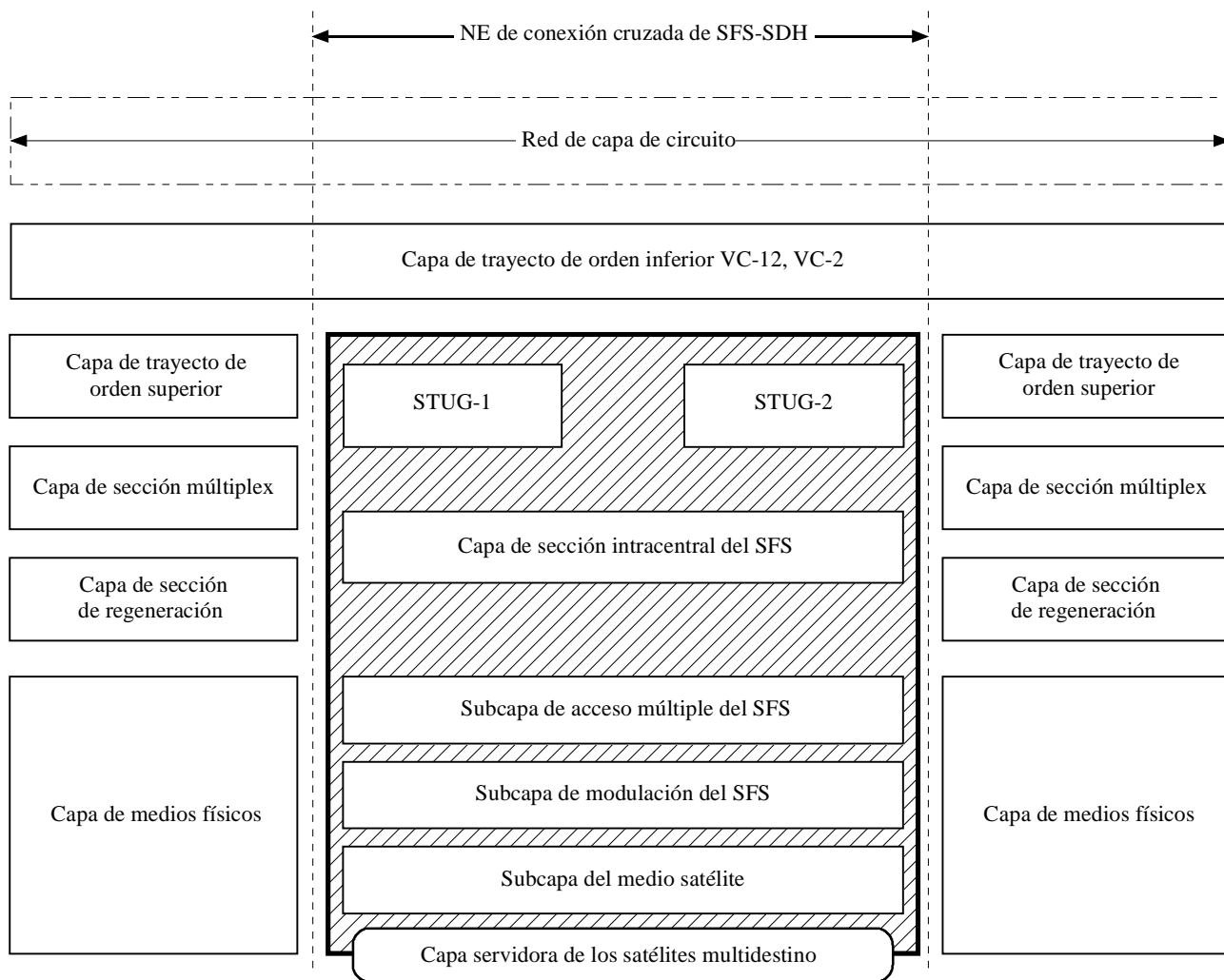


FIGURA 6A

**Diagrama general de bloque funcional de (TBE – transport functional blocks)
bloques funcionales de transporte basado en la SDH**

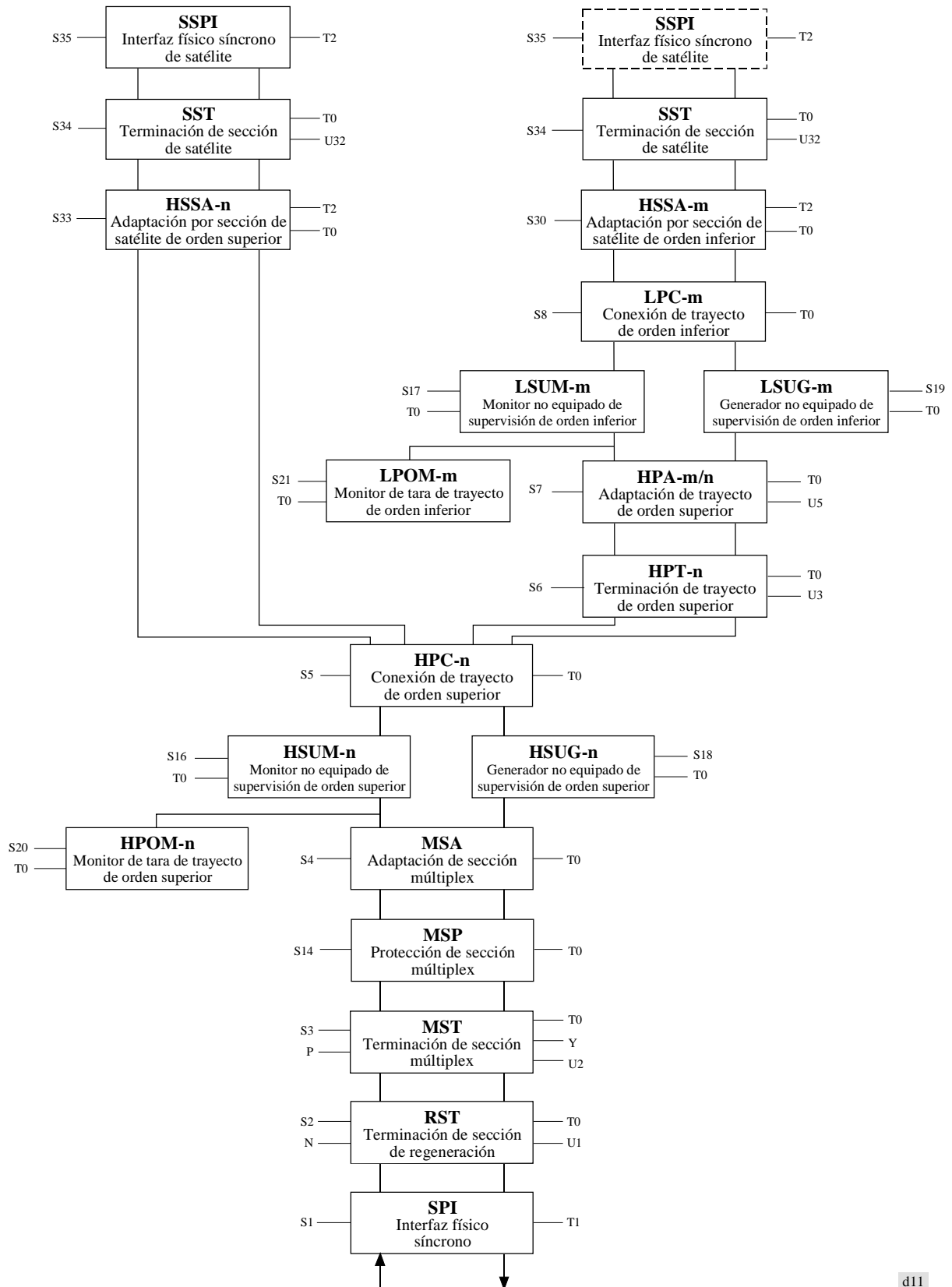
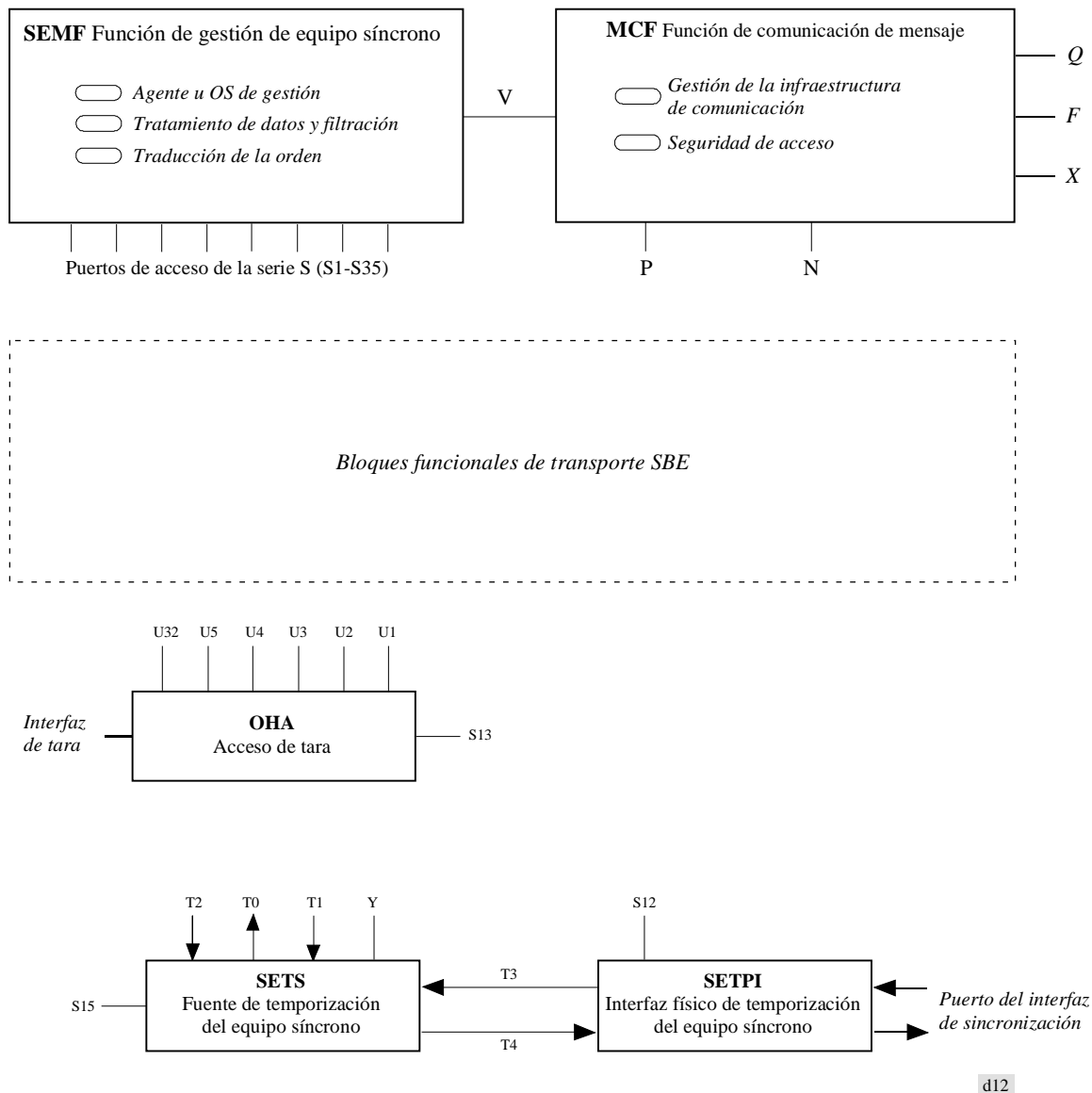


FIGURA 6B

Diagrama general de bloque funcional de TBE (bloques funcionales de gestión y de temporización) basados en la SDH



d12

Tratamiento a bordo de satélites (OBP)

Los satélites que utilizan el tratamiento a bordo de satélites (OBP) convierten el tráfico del enlace ascendente a la banda de base (forma digital) en el vehículo espacial y aplican técnicas de tratamiento de la señal digitales para corregir, encaminar, conmutar, reproducir, reformatear o manipular de alguna otra forma las señales antes de retransmitirlas (a otra estación en tierra o a otro satélite a través de un enlace entre satélites).

La utilización del OBP ofrece varias ventajas claras con respecto a los sistemas de satélites que no tratan la información, como permitir que el satélite actúe como un nodo de conmutación en una red digital, lo que podría disminuir la complejidad requerida del segmento en tierra, reducir los márgenes de enlace necesarios debido a la ganancia de tratamiento por regeneración de la señal a bordo (teóricamente 3 dB o menos) y posibilitando eventualmente un mayor grado de funcionamiento autónomo del segmento espacial.

Los satélites OBP ofrecen típicamente haces estrechos de alta potencia que, en frecuencias elevadas, pueden dirigirse con gran precisión hacia zonas de cobertura bien definidas. Los sistemas que utilizan haces estrechos «de saltos» con zonas de haz relativamente pequeñas, combinados con un encaminamiento de la señal a bordo, pueden ofrecer velocidades de datos muy elevadas en grandes zonas de cobertura. La mayoría de los sistemas OBP actuales y previstos funcionan en la banda Ku y en frecuencias superiores.

Nuevos sistemas de satélites en la banda de 30/20 GHz

Geoestacionarios

Debido a la proliferación de sistemas de comunicación por satélite geoestacionario en las bandas de frecuencias 6/4 GHz y 14/12 GHz, se han propuesto nuevos sistemas de satélites en la banda de 30/20 GHz. En particular, se planifican nuevos sistemas del SFS por satélite geoestacionario en la banda de 30/20 GHz y se prevé que algunos estarán ya en funcionamiento para el año 2001.

Todos estos sistemas podrán suministrar comunicaciones internacionales y nacionales. Es también factible que ofrezcan una amplia gama de servicios públicos y privados, que abarquen desde los servicios tradicionales de transmisión de datos de baja velocidad, facsímil y telefonía a servicios de banda ancha como videoconferencia, radiodifusión por vídeo, datos de alta velocidad, etc.

Además, los sistemas de satélites en la banda de 30/20 GHz estarán caracterizados por tener haces más pequeños en densidades de energía más elevadas que los de los sistemas en la banda de 6/4 GHz y 13/11-12 GHz, por lo que quizá requieran de terminales terrestres más pequeños (y por ende menos onerosos) que podrían instalarse en los locales del cliente.

Algunos de los sistemas propuestos podrían incluir el tratamiento a bordo de satélites (OBP), mientras que otros podrían sustentar servicios de base ATM.

No geoestacionarios

La tecnología de servicio fijo por satélite en órbita baja en 20 y 30 GHz puede suministrar a todos los países del mundo acceso inalámbrico asequible a comunicaciones digitales de banda ancha de avanzada que tendrán las características de las comunicaciones de tipo fibra óptica, con poca demora. La disponibilidad de centenares de satélites capaces de enviar y recibir comunicaciones digitales, en paquetes, a todas las regiones del mundo permitirá una utilización equitativa de tecnología, que trate de manera similar a los países en desarrollo y a los desarrollados, poniendo a disposición de cada uno de ellos la misma densidad de servicios de comunicaciones. La reducida longitud de trayecto a los satélites en la órbita baja permite disponer de muchos canales de baja potencia en cada satélite y contribuye a la elevada capacidad y al bajo coste de dichos sistemas. Las células fijas en tierra, de área reducida suministradas por el satélite, permiten una alta densidad resultante en las comunicaciones. Se pueden establecer enlaces telefónicos, de datos y de vídeo entre zonas distantes mediante pequeños terminales fijos de bajo coste y contribuir así indirectamente al desarrollo económico, a la atención de salud y a las funciones gubernamentales de todos los países, además de suministrar conexiones con otros países.

ANEXO 2

Lista de las nuevas tecnologías en estudio por la Comisión de Estudio 8 del UIT-R**1 Futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres (FSPTMT)**

Los estudios sobre FSPTMT en el UIT-R tienen por objeto suministrar telecomunicaciones móviles en todas partes y en cualquier momento. La finalidad de estos estudios es desarrollar sistemas que podrían comenzar a utilizarse hacia el año 2000 y que funcionarán en una banda de frecuencias cercanas a 2 000 MHz.

Una serie de entornos de radiocomunicaciones diferentes intervienen en estos sistemas, abarcando células «pico» en interiores de muy alta capacidad durante todo el tramo a través de células terrenales en exteriores hasta la cobertura por el satélite. Gran parte de la labor sobre normalización del UIT-R relacionada con los FSPTMT se centra en obtener el máximo de características comunes entre las diversas interfaces intervinientes, para simplificar la construcción de terminales móviles multimodo que abarquen más de un entorno radioeléctrico.

Un aspecto importante de los estudios del UIT-R sobre FSPTMT es la posibilidad de que estas nuevas tecnologías móviles de radiocomunicaciones permitan un acceso rentable y flexible a las redes mundiales de telecomunicaciones en los países en desarrollo y en las regiones desfavorecidas de los países desarrollados.

Se han normalizado ya en algunas regiones varios sistemas móviles digitales y se prevé definir otros en un futuro cercano; estos sistemas suelen denominarse de «segunda generación». Los sistemas de segunda generación incluyen diversos sistemas de radiobúsqueda, telecomunicaciones sin cordón, celular, datos móviles y sistemas de satélites.

Los FSPTMT son sistemas de tercera generación cuyo objeto es unificar los diversos sistemas existentes en una infraestructura de radiocomunicaciones uniforme capaz de ofrecer una amplia gama de servicios a comienzos del próximo milenio en muchos entornos diferentes.

Textos pertinentes: Recomendaciones del UIT-R de 1994, Volumen de la Serie M – Parte 2 y Fascículo de la Serie M (1995) – Parte 2.

2 Sistemas de información y control para transportes (TICS – Transport Information and Control Systems)

Los TICS son sistemas integrados que combinan computadores, comunicaciones y tecnologías de posicionamiento y de automatización para incrementar la seguridad, el control, la gestión y la eficacia de los sistemas terrestres viales y de transporte y crear sistemas de transporte de superficie mejor adaptados al usuario en todo el mundo.

Los TICS no sólo contribuyen a solucionar los problemas de transporte existentes, sino que facilitan también una eficaz planificación a corto y largo plazo, para satisfacer la demanda futura mediante un enfoque intermodal y estratégico del transporte de superficie.

El objetivo de la labor en curso en el UIT-R es estudiar los aspectos de radiocomunicaciones de los TICS incluidos: objetivos y características básicos, servicios basados en radiocomunicaciones, necesidades de espectro y adecuación de la banda, necesidades de interconexión con las redes de telecomunicación conmutada, factores técnicos que afectan la compartición entre TICS y otros usuarios y la posibilidad de perfeccionar los sistemas de telecomunicaciones móviles existentes para que puedan suministrar servicios TICS.

Textos pertinentes: Documento 8A/1 del UIT-R, Anexos 8 y 9 (1996) (únicamente en inglés).

ANEXO 3

Desarrollo de nuevas tecnologías estudiadas por las Comisiones de Estudio 10 y 11 del UIT-R**1 Comisión de Estudio 10 – Servicio de radiodifusión (sonora)****1.1 Introducción de emisiones de banda lateral única en las bandas de ondas decamétricas**

Desarrollo de receptores en BLU de producción masiva;

Desarrollo de transmisores en BLU.

1.2 Introducción de servicios de audio digital en ondas kilométricas y hectométricas (y eventualmente decamétricas) (Cuestión 217/10)

Desarrollo de una norma de sistema radioeléctrico de la UIT (posiblemente única y aplicable a nivel mundial);

Receptor digital mundial único de multibanda (económico, para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo);

1.3 Prestación de servicios de radiodifusión sonora digital en las gamas de ondas métricas y decimétricas (terrenales y satélites)

Esfuerzos por instalar un sistema único aplicable a nivel mundial (como se expone en las Recomendaciones BS.1114 y BO.1130) que permita:

- La utilización en todo el mundo de receptores digitales únicos tanto para los servicios terrenales como por satélite (bajo coste debido a las economías de escala para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo).

1.4 Introducción de canales de datos de alta velocidad multiplexados con emisiones de radiodifusión con modulación de frecuencia en ondas métricas (véase la Recomendación VS.1194)

Desarrollo de nuevos servicios de datos convencionales y/o de pago a petición;

Desarrollo de receptores de bajo coste.

2 Comisión de Estudio 11 – Servicio de radiodifusión (televisión)**2.1 Prestación de servicios de televisión mejorada (como Pal-plus, véanse las Recomendaciones BT.796, 797, 1117, 1118 y 1119)**

Desarrollo de receptores de coste reducido

2.2 Introducción de radiodifusión terrenal de TV digital en las bandas de ondas métricas y decimétricas (véase la Cuestión 121/11 y las Recomendaciones BT.798-1, 1206, 1207, 1208, 1209 y 1125)

Intentos de desarrollar un sistema único aplicable en todo el mundo que permita:

- Utilización de un receptor único de televisión de coste reducido en todo el mundo,
- Intercambio más fácil de programas.

2.3 Introducción de emisiones por satélite de televisión multiprogramas digital (véase la Recomendación BO.1121)

Intentos de desarrollar un decodificador común que permita una economía global de receptores.

2.4 Desarrollo de un servicio de datos para aplicaciones en multimedios asociado a emisiones de televisión digital (terrestres y por satélite)

Desarrollo de normas mundiales para abaratar los costes de los receptores;

Desarrollo de servicios pagos centrados en el cliente.