

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.539-3\*

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS INTERNACIONALES DE RADIOBÚSQUEDA**

(Cuestión UIT-R 12/8)

(1978-1982-1986-1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que un acuerdo sobre las características técnicas y de explotación para los sistemas y equipo podría facilitar la introducción de sistemas de radiobúsqueda a escala internacional;
- b) que algunas características técnicas del equipo y de las estaciones utilizadas en sistemas de radiobúsqueda son importantes tanto en relación con el grado de servicio ofrecido como con respecto a la interferencia radioeléctrica entre las estaciones de países diferentes;
- c) que la utilización de bandas de frecuencias y características técnicas convenidas podría reducir el riesgo de interferencia mutua tanto entre sistemas de radiobúsqueda como entre éstos y otros sistemas radioeléctricos;
- d) que los sistemas públicos de radiobúsqueda que utilizan redes de telecomunicación, nacionales e internacionales, deben considerarse como prolongaciones de esas redes;
- e) que los abonados a estos servicios de radiobúsqueda pueden requerir mensajes adicionales de diferentes tipos, aumentando así el número de códigos de radiobúsqueda necesarios o complicando la estructura de un código de mensajes único;
- f) que, en general, la capacidad máxima de direccionamiento de un sistema de radiobúsqueda queda fijada al principio de los trabajos de planificación;
- g) que el medio más económico para proporcionar servicios internacionales de radiobúsqueda puede consistir en prolongar los sistemas nacionales;
- h) que las necesidades de radiobúsqueda a escala internacional pueden preverse, por lo general, al planificar sistemas nacionales,

*recomienda*

que se adopten las siguientes características técnicas y de explotación de los sistemas, equipos y estaciones de radiobúsqueda del servicio móvil terrestre para los sistemas destinados a uso internacional.

**1. Características del sistema y de explotación****1.1 Principios de diseño**

Los sistemas de radiobúsqueda deben proyectarse como una extensión de la red de telecomunicaciones teniendo en cuenta las limitaciones debidas a la transmisión unidireccional en el trayecto radioeléctrico.

**1.2 Funcionamiento del receptor al cambiar de zona de búsqueda**

El procedimiento por el que el abonado puede obtener servicio cuando se desplaza de una zona o sistema de radiobúsqueda a otro (inclusive en el plano internacional) debe ser lo más simple posible y no requerir ajustes manuales del receptor.

**1.3 Mensajes**

El sistema debe permitir la transmisión y recepción de mensajes adicionales de diferentes tipos, tales como el número de teléfono del abonado que llama o mensajes numéricos o alfanuméricos más largos. Debe existir la posibilidad de utilizar diferentes tipos de receptores para diferentes tipos de mensajes.

---

\* Esta Recomendación debe señalarse a la atención del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones.

Debe ser posible la transmisión de una gran variedad de mensajes, incluidos los mensajes predefinidos (por ejemplo, mensajes consistentes solamente en un tono), mensajes alfanuméricos largos o cualquier otro tipo de mensajes codificados que utilicen completamente la capacidad de datos transparente. La longitud de los mensajes numéricos es normalmente de unas decenas de caracteres numéricos. En los mensajes alfanuméricos la longitud típica oscila entre unas decenas de caracteres y varios miles de caracteres. El tipo de aplicación y el tamaño del dispositivo de presentación asociado al receptor puede limitar la posible longitud de los mensajes. Por lo que se refiere a los mensajes de datos transparentes cabe señalar la misma limitación, que también está relacionada con la capacidad de transmisión del trayecto radioeléctrico de un sistema de radiobúsqueda.

#### **1.4 *Llamadas con prioridad***

Aunque puede ser posible la existencia de usuarios a los que se otorga una prioridad determinada (mayor o menor) de acuerdo con el tipo de abono elegido, esta facilidad no debe estar disponible fuera de la red local (que es la red de la entidad explotadora con la que el cliente ha firmado un contrato de abono).

#### **1.5 *Códigos de autorización***

Debe ser posible asignar códigos de autorización a los abonados que así lo deseen; dichos códigos serían indispensables cuando el abonado solicitante llamase a alguno de estos abonados.

La entidad explotadora de la red puede exigir el código de autorización a un cliente para permitirle el acceso a algunos servicios suplementarios; por ejemplo, llamadas con prioridad.

#### **1.6 *Llamadas a grupos de abonados***

Debe existir la posibilidad de llamar a grupos de abonados.

#### **1.7 *Identificación del receptor***

Cada receptor debe identificarse unívocamente en el sistema en que deba funcionar. Cuando las administraciones combinen sistemas nacionales para dar un servicio internacional, deben asegurarse de que no haya dos receptores utilizados a este fin que tengan la misma identidad, excepto cuando sea necesario para llamadas a grupos de abonados.

#### **1.8 *Técnicas para economizar batería***

Dado que el consumo de energía del receptor debe ser el mínimo posible, el sistema debe incluir técnicas para economizar batería.

## **2. *Características del centro de control***

### **2.1 *Función***

El centro de control debe almacenar y activar las funciones necesarias para realizar llamadas de radiobúsqueda de los servicios nacionales e internacionales.

El centro de control está conectado a otros centros de control de redes de explotación de radiobúsqueda mediante una interfaz normalizada para proporcionar el servicio internacional (véase el § 7). El centro de control se encuentra conectado igualmente a las redes de acceso mediante interfaces a través de las cuales recibe los mensajes de radiobúsqueda. Estas interfaces deben cumplir las Recomendaciones pertinentes del UIT-T de acuerdo con el tipo de red de acceso.

### **2.2 *Señales de la red de acceso***

El centro de control se encuentra conectado a distintas redes de telecomunicación lo que permite a los abonados acceder al sistema de radiobúsqueda. Estas redes se denominan redes de acceso y son seleccionadas por cada entidad explotadora de la red de acuerdo con el tipo de acceso ofrecido al cliente. Por consiguiente, el centro de control debe aceptar y generar para las señales de las redes de telecomunicación acordadas para las redes nacionales e internacionales.

### 3. Requisitos de las redes de acceso

#### 3.1 Códigos de marcación

Los códigos de marcación y su formato utilizados para tener acceso al sistema de radiobúsqueda deben ajustarse a los convenidos en los planos nacional e internacional.

#### 3.2 Códigos de llamada a grupo de abonados

En los códigos de marcación debe incluirse la posibilidad de radiobúsqueda de grupos de abonados según el § 1.6.

### 4. Transmisiones y distribución de las señales de radiobúsqueda

#### 4.1 Frecuencia de trabajo

Para el servicio internacional, deberá asignarse un canal o banda de frecuencia internacional común, por lo menos.

#### 4.2 Zonas en que funcionan varios transmisores

En las zonas en que funcionan varios transmisores debe evitarse en la medida de lo posible, para economizar batería, el funcionamiento multicanal del receptor. Los transmisores pueden trabajar de manera sucesiva o simultánea.

#### 4.3 Velocidad y tipo de modulación de los datos

En el servicio internacional, esos parámetros deben convenirse entre las administraciones correspondientes. Para el código N.º 1 de radiobúsqueda, los parámetros preferidos actualmente son los siguientes:

- velocidad de transmisión de datos: 512 bit/s o 1 200 bit/s (con una precisión de  $\pm 1 \times 10^{-5}$ );
- tipo de modulación: MDF directa sin retorno a cero (NRZ); el desplazamiento de frecuencia positivo representa el 0 binario y el desplazamiento de frecuencia negativo el 1 binario, con una desviación de frecuencia apropiada para el canal asignado, por ejemplo  $\pm 4,5$  kHz en un canal de 25 kHz.

Se eligió la velocidad de 512 bit/s como un compromiso entre las necesidades de las diversas situaciones en que funcionan varios transmisores. Se ha demostrado que la velocidad de 1 200 bit/s es adecuada para varias configuraciones de redes radioeléctricas. Por lo que se refiere a los sistemas con capacidad mejorada, deben considerarse los parámetros que aparecen en el anexo 2.

#### 4.4 Ecuilibración de la fase

En sistemas en que algunos o todos los transmisores funcionan simultáneamente, deberán ecualizarse las señales moduladoras para que sean compatibles con la velocidad de transmisión y el tipo de modulación. Para los valores preferidos del § 4.3, el retardo de modulación entre transmisores adyacentes no debe ser superior a 488  $\mu$ s en el caso de 512 bit/s y a 250  $\mu$ s en el caso de 1 200 bit/s.

#### 4.5 Desplazamiento intencionado de las frecuencias de transmisión

El desplazamiento de las frecuencias radioeléctricas de los transmisores que trabajan simultáneamente en un canal de radiofrecuencia común debe mantenerse dentro de límites compatibles con la velocidad de transmisión de datos y el tipo de modulación. Es necesario realizar más estudios sobre esta cuestión para poder recomendar valores al respecto.

#### 4.6 Tolerancia de frecuencia del transmisor

La tolerancia de frecuencia del transmisor deberá, como mínimo, ajustarse a la Recomendación UIT-R M.478. Para los valores preferidos del § 4.3, la tolerancia debe ser inferior a  $5 \times 10^{-6}$ . Cuando los transmisores funcionan simultáneamente, con desplazamientos de frecuencias, pueden ser necesarias tolerancias más rigurosas.

#### 4.7 *Otras características del transmisor*

Los valores de las demás características de los transmisores deberán ajustarse a la Recomendación UIT-R M.478.

### 5. **Receptores**

5.1 Las dimensiones, el peso y el costo deben reducirse lo más posible.

#### 5.2 *Consumo de energía*

El consumo de energía debe ser el mínimo posible. Las técnicas para economizar batería ofrecidas por el sistema deben aplicarse a los receptores.

#### 5.3 *Sensibilidad*

La sensibilidad de llamada debe ser mejor que  $10 \mu\text{V/m}$ , para una probabilidad de llamada de referencia (véase la Publicación 489 de la CEI, Parte 6).

#### 5.4 *Selectividad*

La selectividad con relación al canal adyacente no debe ser inferior a 60 dB en la banda de ondas métricas. Puede ser apropiado un valor menor en la banda de ondas decimétricas.

#### 5.5 *Radiaciones no esenciales*

No debe rebasarse el valor de 10 nW en ninguna frecuencia hasta 70 MHz; por encima de ésta, la potencia de cualquier radiación no esencial no debe superar los 10 nW más de 6 dB por octava, para frecuencias de hasta 1 000 MHz. Sin embargo es preferible que se adopten valores más bajos (por ejemplo, de 2 nW o menos), dada la posibilidad de que en ciertas zonas haya gran número de receptores.

### 6. **Formato y código de señalización**

Véase la Recomendación UIT-R M.584.

Es necesario proseguir el estudio de este tema considerando y teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- requisitos de la capacidad de direccionamiento y mensajes,
- tasa probable de llamadas,
- requisitos de la detección de errores,
- requisitos de la corrección de errores,
- posibilidades de realización.

### 7. **Itinerancia internacional**

#### 7.1 *Arquitectura*

Un sistema de radiobúsqueda de zona amplia o local debe tener, al menos, tres interfaces bien definidas:

- la interfaz radioeléctrica entre el transmisor de la estación de base y los receptores de radiobúsqueda;
- la interfaz entre el centro de control y las redes de acceso;
- la interfaz de interfuncionamiento entre centros de control.

Además, pueden definirse también otras interfaces internas.

Por lo que se refiere a la interfaz de interfuncionamiento debe considerarse el anexo 2.

## 7.2 *Servicios y facilidades*

Las redes deben poder servir para un conjunto mínimo de servicios que aseguren una compatibilidad total con el receptor de la versión básica.

Los servicios y facilidades principales pueden resumirse de la siguiente manera:

- itinerancia internacional;
- elección del destino de la llamada;
- prohibición temporal del tráfico de llegada;
- constitución de grupos cerrados de usuarios (la posibilidad para los abonados móviles y fijos de establecer un grupo con la posibilidad de comunicación interna únicamente; los abonados móviles o fijos pueden ser miembros de más de un grupo cerrado de usuarios);
- protección contra la pérdida de mensajes;
- establecimiento de niveles de prioridad;
- desviación del tráfico a otros receptores;
- facilidades de seguridad;
- facilidades de tasación;
- indicación de exceso de alcance;
- entrega aplazada.

Respecto a las categorías de radiobúsqueda, pueden resumirse de la siguiente manera:

- solamente tono;
- numérica;
- alfanumérica.

El tipo de mensaje será:

- llamadas individuales;
- llamadas de grupo (utilizando un código de identificación radioeléctrica común o múltiple).

## 7.3 *Cobertura radioeléctrica*

En lo que se refiere a la cobertura radioeléctrica, el sistema debe tener la posibilidad de garantizar una cobertura continua de un territorio determinado (por ejemplo, todo un país).

Se define una zona de radiobúsqueda como la zona a la que da servicio un solo transmisor o un conjunto de transmisores que envían la misma información. Cabe prever que la zona del sistema pueda dividirse en varias zonas de radiobúsqueda que se solaparán o no. Los mensajes podrán transmitirse en un número limitado de zonas de radiobúsqueda y un procedimiento especializado permitirá a los abonados itinerantes reencaminar temporalmente las llamadas a una o más zonas alternativas, cuando sea necesario.

## 7.4 *Estructura de la red radioeléctrica*

Es necesario definir la estructura de la red radioeléctrica de forma que permita la flexibilidad máxima para la implantación nacional y la utilización eficaz del espectro (específicamente en las zonas fronterizas), al tiempo que se mantienen las características fundamentales comunes.

## 7.5 *Aspectos de la red*

El principio básico del sistema de zona amplia es mantener el acceso al sistema lo más fácil posible. El acceso puede efectuarse mediante la red telefónica o de datos, ya sea privada o pública.

En el caso de llamada internacional en el sistema de radiobúsqueda, es preferible acceder al centro de control nacional en vez de establecer dicha llamada internacional a través de la red de acceso.

## 8. **Características de transmisión**

Deben tenerse en cuenta las características de transmisión de un sistema de radiobúsqueda descritas en el anexo 1.

## 9. Sistemas existentes y sistemas en desarrollo

A los diversos sistemas nacionales e internacionales existentes puede que pronto se añadan otros nuevos. Algunas administraciones tienen urgente necesidad de una norma para sus futuros sistemas y han emprendido nuevos estudios con objeto de permitir una fácil implantación de sistemas transfronterizos, de poder compartir usuarios entre diversos proveedores de sistemas y de ofrecer pautas adecuadas a los suministradores de los servicios de radiobúsqueda. Los estudios necesarios para definir los requisitos de los sistemas de radiobúsqueda internacional aún no están completos y deben continuarse. En el anexo 2 aparece un ejemplo de un diseño de sistema particular adecuado para los servicios de radiobúsqueda internacional.

### ANEXO 1

#### Características de transmisión de los sistemas de radiobúsqueda

##### 1. Introducción

*1.1* Los sistemas de radiobúsqueda a que se refiere este anexo son sistemas unidireccionales, de señalización selectiva con transmisión de mensajes y concebidos como prolongaciones de las redes de telecomunicación.

*1.2* Los principales modos de explotación son los siguientes:

*1.2.1* Llamada automática a un centro de control: un número telefónico marcado de la red telefónica se encamina a un centro de control para su transformación en una llamada de radiobúsqueda.

*1.2.2* Llamadas automáticas, con señalización secundaria de audiofrecuencia de extremo a extremo, a un centro de control: el centro de control acepta números marcados directamente y a continuación señales digitales de audiofrecuencia que completan la información necesaria para la llamada de radiobúsqueda.

*1.2.3* Llamadas de radiobúsqueda a través de operador.

*1.3* Las llamadas y los mensajes falsos deben eliminarse en todo lo posible; por ejemplo, no más de un incidente por año por cualquier usuario normal.

En el caso de sistemas de radiobúsqueda de zonas múltiples, el usuario debe ser capaz de elegir la zona o zonas en las que desea ser objeto de radiobúsqueda (véase el § 7).

El campo radioeléctrico debe ser lo más uniforme posible en el interior de la zona de servicio y lo más pequeño posible fuera de ella. Pueden necesitarse consideraciones sobre sistemas especiales para el funcionamiento de un receptor de radiobúsqueda de aeronave.

La radiobúsqueda puede utilizarse también para mejorar otros servicios móviles; por ejemplo, para llamar a las aeronaves en el sentido tierra-aire o para servicios de telepunto.

##### 2. Principios de diseño del centro de control

En un sistema de gran capacidad, parece conveniente emplear un dispositivo controlado por programa almacenado para guardar y despachar las llamadas.

Conviene que el centro de control compruebe la validez de todas las llamadas recibidas por el sistema.

El centro de control debe transmitir las señales de supervisión necesarias a la red de acceso.

El centro de control debe generar directa o indirectamente las señales de modulación del transmisor.

Es preciso limitar el número de centros de control para facilitar el acceso y reducir los problemas de conmutación. Para el acceso al terminal de control, los códigos de llamada utilizados sobre la red de telecomunicaciones deben ajustarse a las normas nacionales e internacionales acordadas.

Dado que el centro de control estará conectado a una red de telecomunicaciones, debe ajustarse a los requisitos normales para los equipos conectados a dicha red. Las capacidades de cada centro de control deben variar entre algunos miles y algunas centenas de miles de direcciones de radiobúsqueda, o sea, códigos distintos de llamada de abonados. Para obtener una mayor capacidad en cualquier sistema puede utilizarse cierto número de tales terminales de usuario.

### 3. Consideraciones sobre las frecuencias radioeléctricas

3.1 Al elegir el canal o los canales radioeléctricos adecuados deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

- coste del sistema para una zona determinada;
- disponibilidad de frecuencias;
- consideraciones relativas a la propagación y necesidades de explotación;
- niveles de ruido ambiente;
- límites prácticos de la sensibilidad del receptor;
- límites permitidos de los niveles de potencia transmitida y alturas de las antenas conforme a los reglamentos locales;
- niveles de tráfico de radiobúsqueda.

### 3.2 Posibles bandas de frecuencias

En las tres Regiones de la UIT se han atribuido al servicio móvil todas, o algunas, de las siguientes bandas de frecuencia:

26,1-50 MHz

68-88 MHz

146-174 MHz

450-470 MHz

806-960 MHz

Es posible que en el futuro se atribuyan frecuencias más elevadas al servicio móvil en las tres Regiones y que, por consiguiente, se disponga de las mismas para la radiobúsqueda, pero la utilidad de tales frecuencias no está todavía probada.

Además, los documentos presentados por Suecia muestran la posible utilización de la red de transmisores de radiodifusión sonora en ondas métricas con modulación de frecuencia en la banda de frecuencias de 87,5 a 104 MHz, en un sistema de radiobúsqueda de zona ampliada en toda la zona de cobertura de la transmisión de radiodifusión.

### 3.3 Coste de la cobertura

Los costes y los medios necesarios para obtener en la estación de base, en 150 MHz y 450 MHz, una ganancia de antena que compense las pérdidas de propagación, mayores en estas frecuencias que en bandas inferiores como la de 26,1 a 50 MHz (en América del Norte) y de 68 a 88 MHz (en Europa), son del mismo orden que los correspondientes a los sistemas con una antena de ganancia igual a la unidad, empleados en frecuencias más bajas.

### 3.4 Efectos del ruido artificial

Con receptores de ganancia idéntica, caso corriente tratándose de receptores de radiobúsqueda concebidos para trabajar en las diversas bandas de frecuencia, el factor de ruido del receptor aumenta con la frecuencia.

El nivel de ruido artificial particularmente elevado en el centro de las ciudades y en las carreteras de gran tránsito – sectores en los que se hallan la mayoría de los abonados a los sistemas de radiobúsqueda – es inversamente proporcional a la frecuencia.

Entre los ruidos artificiales también se pueden incluir las interferencias en la frecuencia utilizada. Las frecuencias de 150, 450 y 900 MHz aseguran una relativa inmunidad, frente a las transmisiones a larga distancia y por ende frente a la interferencia, que es una de las grandes desventajas de las bandas situadas en los alrededores de 50 MHz y por debajo de esta frecuencia.

### 3.5 *Propagación radioeléctrica a través de los edificios*

Según los resultados de las mediciones presentados por diversas administraciones, las frecuencias en la gama de 80-460 MHz son adecuadas para la radiobúsqueda de personas en zonas urbanas densamente edificadas. Es posible que las frecuencias próximas a 900 MHz sean también adecuadas.

A partir de mediciones efectuadas en el Japón, se han evaluado los valores medianos de la pérdida de propagación que sufren las señales al penetrar en los edificios (pérdida por penetración en edificios). El cuadro 1 siguiente muestra dichos valores.

CUADRO 1

Frecuencia (MHz)	150	250	400	800
Pérdida por penetración en edificios <sup>(1)</sup> (dB)	23	18	18	17 <sup>(2)</sup>

(1) Se indica la pérdida como relación entre el valor mediano de las intensidades de campo medidas en los pisos inferiores de los edificios y el valor mediano de las intensidades de campo medidas en la calle, en el exterior de los edificios.

(2) Este resultado es algo menos preciso que los otros.

Mediciones análogas realizadas en otros países confirman esta tendencia general; sin embargo, la pérdida debida a la penetración en edificios varía con relación a los valores indicados. Por ejemplo, mediciones efectuadas en el Reino Unido indican que dicha pérdida es de unos 14 dB para 160 MHz y de unos 12 dB para 460 MHz.

Para frecuencias próximas a 80 MHz, las pérdidas son análogas a las que se han constatado para 150 MHz; sin embargo, se ha demostrado que las frecuencias todavía más bajas, por ejemplo, 35 MHz y 26 MHz son menos adecuadas para las zonas urbanas, aunque ofrecen una ligera ventaja sobre las frecuencias superiores en los límites de las zonas suburbanas.

Para los sistemas de radiobúsqueda destinados a cubrir grandes zonas con poco desarrollo urbano, las bandas de frecuencias alrededor de 80 MHz y de 160 MHz parecen ser las más adecuadas.

### 3.6 *Técnicas aplicables en las zonas en que funcionan varios transmisores*

A fin de cubrir eficazmente una zona de servicio, será normalmente necesario emplear varios transmisores. Cuando la zona de servicio cubierta por un solo transmisor sea pequeña, conviene utilizar un solo canal de radiofrecuencia con objeto de eludir la necesidad de receptores multicanal. En estas condiciones, los diferentes transmisores pueden trabajar de manera sucesiva o simultánea. En este último caso, se utiliza a menudo la técnica de desplazar intencionadamente las frecuencias portadoras, fijando para el desplazamiento un valor que convenga al sistema de codificación empleado. Es preciso también compensar las diferencias de tiempo de propagación de las señales moduladoras, como consecuencia de las características de las diferentes líneas terrestres que llegan a los transmisores. Una manera de hacer esto es efectuar la sincronización de los bits de código a través del canal de radiobúsqueda. Se requiere información sobre las velocidades binarias que permitirían efectuar este método de sincronización.

Es preferible que el desplazamiento de la frecuencia portadora del transmisor de un sistema digital binario de radiobúsqueda; sea de dos veces por lo menos, la frecuencia fundamental de la señal.

También es preferible que las diferencias de tiempo de propagación entre las modulaciones de los transmisores de un sistema de radiobúsqueda de tal tipo sean inferiores a la cuarta parte de la duración de un bit si se utiliza la modulación MDF sin retorno al nivel cero. Tratándose de sistemas de subportadoras, el límite correspondiente deberá ser inferior a la octava parte de un ciclo de frecuencia subportadora.

Se necesitan estudios para determinar métodos óptimos para la transmisión de señales por encima de líneas metálicas y para la operación simultánea de un cierto número de transmisiones.

### 3.7 *Diseño del receptor*

Es posible construir antenas incorporadas bastante eficaces para 150 MHz. La antena típica de un receptor de radiobúsqueda, que utiliza una pequeña varilla de ferrita, tiene una pérdida de aproximadamente 16 dB con respecto a un dipolo de media onda.



Parece posible actualmente utilizar integración de circuitos a gran escala (LSI). El costo de los componentes de un receptor en el que se emplean estas técnicas es reducido.

La mayoría de los sistemas para zonas extensas que se han establecido, han empleado alguna forma de modulación angular.

La transmisión repetida de una llamada puede servir para incrementar la probabilidad de radiobúsqueda con éxito de los equipos de radiobúsqueda en la modalidad de aviso. Si  $p$  representa la probabilidad de recibir la llamada transmitida una sola vez, entonces  $1 - (1 - p)^n$  representará la probabilidad de recibir esa llamada transmitida  $n$  veces, siempre y cuando no haya correlación entre tales transmisiones. La correlación en condiciones de desvanecimiento Rayleigh puede eliminarse considerablemente con un espaciamiento de más de 1 s entre dichas transmisiones. En condiciones de ensombrecimiento se requerirán mayores espaciamientos entre cada una de esas transmisiones ( $\approx 20$  s) para poder acrecentar la probabilidad de radiobúsqueda con éxito.

Los receptores dotados de visualización de mensajes numéricos o alfanuméricos pueden aprovechar las repeticiones de llamada para detectar y corregir errores, además de las posibilidades ofrecidas por los códigos FEC utilizados en el sistema de radiobúsqueda.

#### 4. Formato de señalización

Deberá normalizarse el formato de la señalización y al elegir las técnicas apropiadas de codificación habrá de tenerse en cuenta la capacidad requerida de las combinaciones de código, la velocidad de transmisión, la tasa de llamadas fructuosas y la tasa más baja posible de llamadas infructuosas. El código debe concebirse de modo que puedan transmitirse diversos tipos de mensajes. En la Recomendación UIT-R M.584 figuran detalles de un código y un formato recomendados.

Los códigos de bloques cíclicos, tales como los códigos Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, permiten aumentar la confiabilidad de la señalización y reducir mucho la probabilidad de falsa llamada, debido a su distancia y a su capacidad de detección y corrección de errores característica.

Conviene que el código normalizado pueda compartir fácilmente un canal con otros códigos.

La repetición de mensajes es una de las posibles maneras de acrecentar la probabilidad de llamadas fructuosas.

En lo tocante a la medición de la confiabilidad de señalización del equipo, se tiene entendido que la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) está trabajando al respecto. Sería deseable contar con los resultados obtenidos a partir de pruebas sobre el terreno.

#### 5. Capacidad del sistema

El número de usuarios que se han de atender tiene todavía que determinarse.

Se considera que la capacidad global disponible a nivel nacional debe ser como mínimo de 10 por cada 100 habitantes.

La capacidad de cualquier sistema es afectada, al menos, por los siguientes factores:

- número y características de los canales radioeléctricos utilizados;
- número de veces que se reutilizará cada canal dentro del sistema;
- necesidades reales de radiobúsqueda de los usuarios individuales;
- necesidades máximas de información (dirección y mensaje) en cualquier emplazamiento o emplazamientos;
- retardo admisible de la búsqueda;
- velocidad de transmisión de datos;
- eficacia de los códigos;
- método para utilizar la capacidad total de códigos en todo el sistema (esto puede afectar también a la capacidad del sistema para «transeúntes»);
- ineficacias introducidas por las disposiciones destinadas a economizar energía de las baterías.

Además de lo anterior, puede haber también las restricciones de entrada al sistema de acceso.

## 6. Compatibilidad entre sistemas nacionales e internacionales de radiobúsqueda

Se ha reconocido la necesidad de un elevado grado de compatibilidad entre servicios nacionales e internacionales de radiobúsqueda. No obstante, ello no debe impedir la instalación de sistemas de radiobúsqueda fundados en normas diferentes, por ejemplo para dar servicio a edificios, fábricas, etc.

En el plano internacional, en el caso de sistemas técnicamente compatibles, debe ser posible asegurar al usuario que se traslada a otro país, el servicio de que disfruta en su zona de servicio normal, extendido hasta la zona de servicio de ese otro país.

Un método de asegurar el servicio entre sistemas técnicamente incompatibles podría ser la sustitución del receptor de radiobúsqueda del abonado y la utilización de un método, previamente acordado, para la transferencia de los datos de abono entre sistemas nacionales.

## ANEXO 2

### Características técnicas y de explotación del ERMES

#### 1. Introducción

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) ha desarrollado un nuevo sistema de radiomensajería internacional denominado ERMES (European Radio Message System) capaz de ofrecer servicios de radiobúsqueda mejorados a abonados nacionales y a los que se desplazan fuera de su país, siempre que exista la red correspondiente.

En ETSI [1992] se publicó la norma ETS 300 133 y la introducción del sistema ERMES comenzó en Europa en 1993.

El presente anexo contiene una descripción general de los posibles servicios que puede prestar ERMES, la arquitectura del sistema, los aspectos de red, y la estructura del subsistema radioeléctrico, incluyendo el protocolo de transmisión por la interfaz aérea.

#### 2. Servicios

El ERMES proporciona los siguientes servicios básicos:

- radiobúsqueda con solamente tono (ocho alertas distintas por código de identidad radioeléctrica (RIC – radio identity code));
- radiobúsqueda numérica (hasta 20 caracteres, al menos; la longitud máxima del mensaje es de 16 000 caracteres numéricos);
- radiobúsqueda alfanumérica (hasta 400 caracteres, al menos; la longitud máxima del mensaje es de 9 000 caracteres alfanuméricos);
- radiobúsqueda con datos transparentes (en forma de tren binario de datos arbitrario con una longitud máxima del mensaje de 64 000 bits) para diversas aplicaciones tales como gráficos, instrucciones, telefonía codificada, etc.

Los mensajes de longitud superior a la máxima que un receptor específico puede aceptar, no deben cursarse y debe informarse a la parte llamante que el mensaje es demasiado largo. Los usuarios que deseen enviar dicho mensaje deben dividirlo en partes más cortas y definir un método para volver a unir las partes del mensaje, de forma transparente al ERMES.

Además de estos servicios básicos, se proporcionará un gran número de servicios suplementarios (algunos de los cuales pueden ofrecerlo de forma local operadores individuales), tales como:

- itinerancia nacional e internacional (permite al abonado móvil elegir, durante un periodo específico, en qué país o países y zona o zonas desea que se transmitan sus llamadas);
- establecimiento de niveles de prioridad (mensajes urgentes, normales o no críticos respecto al tiempo);
- protección contra pérdida de mensajes (repetición, almacenamiento y recuperación de la numeración, etc.);
- prohibición temporal del tráfico de llegada;
- entrega aplazada;
- constitución de grupos cerrados de usuario (posibilidad para los abonados móviles y fijos de establecer un grupo con la posibilidad de comunicación interna únicamente; los abonados móviles o fijos pueden ser miembros de más de un grupo cerrado de usuarios);
- dispositivos relativos al destino de las llamadas (desviación del tráfico a otros receptores, elección del destino);
- dispositivos de seguridad (cifrado, código de legitimación, verificación para el acceso);
- dispositivos de tarificación (tarifa normal, cobro revertido, información sobre tarificación; estos dispositivos pueden estar sujetos a limitaciones dependiendo de la red de acceso);
- indicación de exceso de alcance.

Las categorías de radiobúsqueda pueden resumirse por el tipo de llamada de la forma siguiente:

- individual; o bien
- de grupo (utilizando un código de identidad radioeléctrica común o múltiple).

Los servicios básicos y suplementarios deben proporcionarse con un cierto nivel de calidad de servicio definido mediante algunos criterios tales como:

- tiempo de entrega del mensaje (puede variar de acuerdo con el nivel de prioridad);
- retardo de la respuesta del sistema;
- retardo en el reconocimiento de llamada aceptada;
- tasa de éxitos de llamada;
- tasa de llamadas falsas.

### 3. Descripción general

#### 3.1 Arquitectura del sistema

Para proporcionar los servicios del ERMES, fundamentalmente en lo que respecta a capacidad de itinerancia y al tratamiento de tráfico internacional, deben conectarse las diversas redes nacionales para ofrecer cobertura ampliada. En la fig. 1 se representa la estructura general del ERMES y las distintas interfaces. Este sistema se divide en dos partes principales, la parte de telecomunicaciones y la parte de explotación y mantenimiento. La arquitectura se ajusta a lo dispuesto en las Recomendaciones de la serie M del UIT-T.

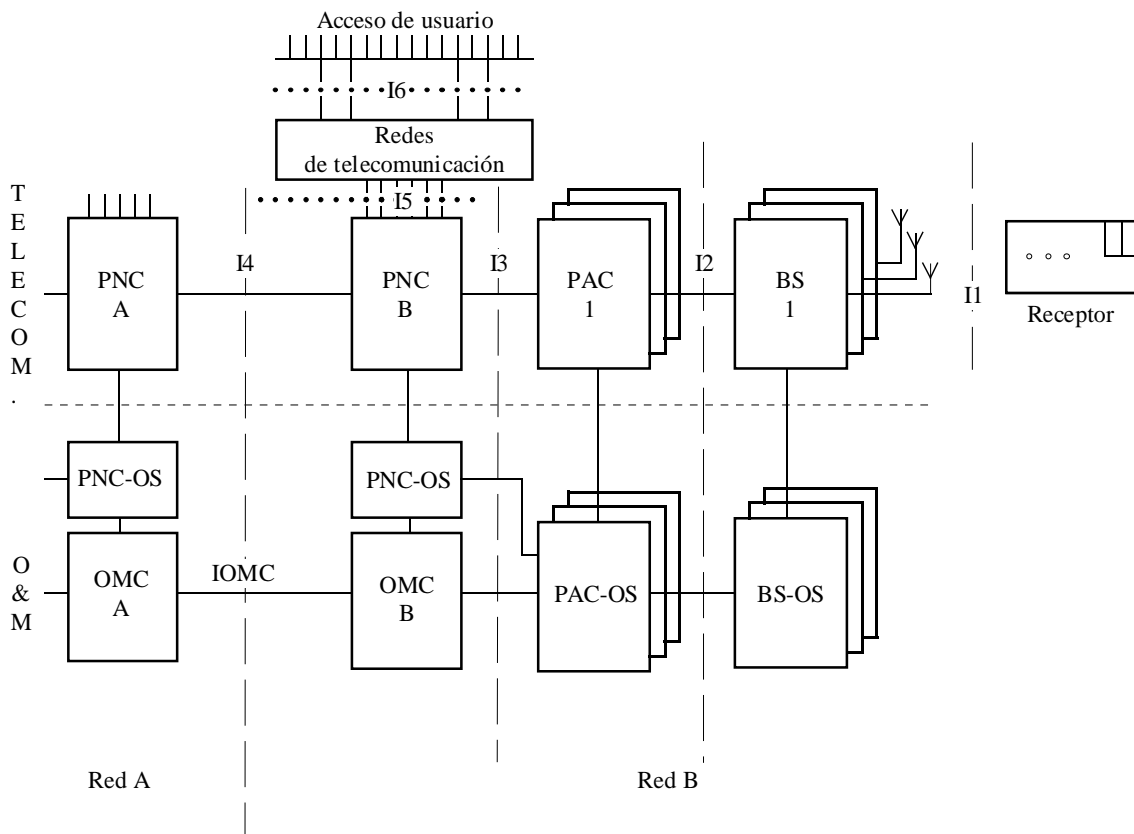
Por lo que se refiere a la parte de telecomunicaciones, cada red se encuentra gobernada por un controlador de red de radiobúsqueda (paging network controller – PNC) (véase la nota 1) cuya descripción figura en el punto siguiente. Los controladores de zona de radiobúsqueda (paging area controllers – PAC) y las estaciones de base (base stations – BS) aseguran la cobertura radioeléctrica en una o varias zonas de radiobúsqueda y constituyen el subsistema de radiocomunicaciones.

*Nota 1* – Al PNC se le denomina centro de control en el texto principal de la Recomendación.

Los PAC, que controlan una zona de radiobúsqueda, organizan las colas y la agrupación de los mensajes de acuerdo con el nivel de prioridad y el formato de la transmisión en la zona de radiobúsqueda bajo su responsabilidad.

La BS consta de uno o más transmisores así como de equipos de control y de temporización asociados. La transmisión debe realizarse por uno de los 16 radiocanales y se organiza con la descripción indicada en el § 6.

FIGURA 1  
Arquitectura del sistema ERMES



TELECOM.:	Parte de la red destinada a las telecomunicaciones
O&M:	Parte de la red destinada a la explotación y mantenimiento
Acceso de usuario:	Conjunto de posibilidades ofrecidas a los usuarios para acceder al sistema (aparato telefónico, terminal de datos, télex, RDSI, etc.)
PNC:	Controlador de la red de radiobúsqueda
PAC:	Controlador de la zona de radiobúsqueda
OMC:	Centro de explotación y mantenimiento
BS:	Estación de base
-OS:	Sistema de funcionamiento
I1, I2, I3, I4, I5 e I6:	Interfaz funcional entre entidades

D01

Las interfaces entre PNC y PAC y entre PAC y BS se denominan, respectivamente, I3 e I2. Son internas a la red del operador. Las interfaces externas son I1 (interfaz aérea), I4/IOMC (interfuncionamiento entre redes) e I6 (interfaz de usuario). I5 se considera externa a la red del operador de radiobúsqueda pero no es necesario armonizarla con otros operadores de radiobúsqueda.

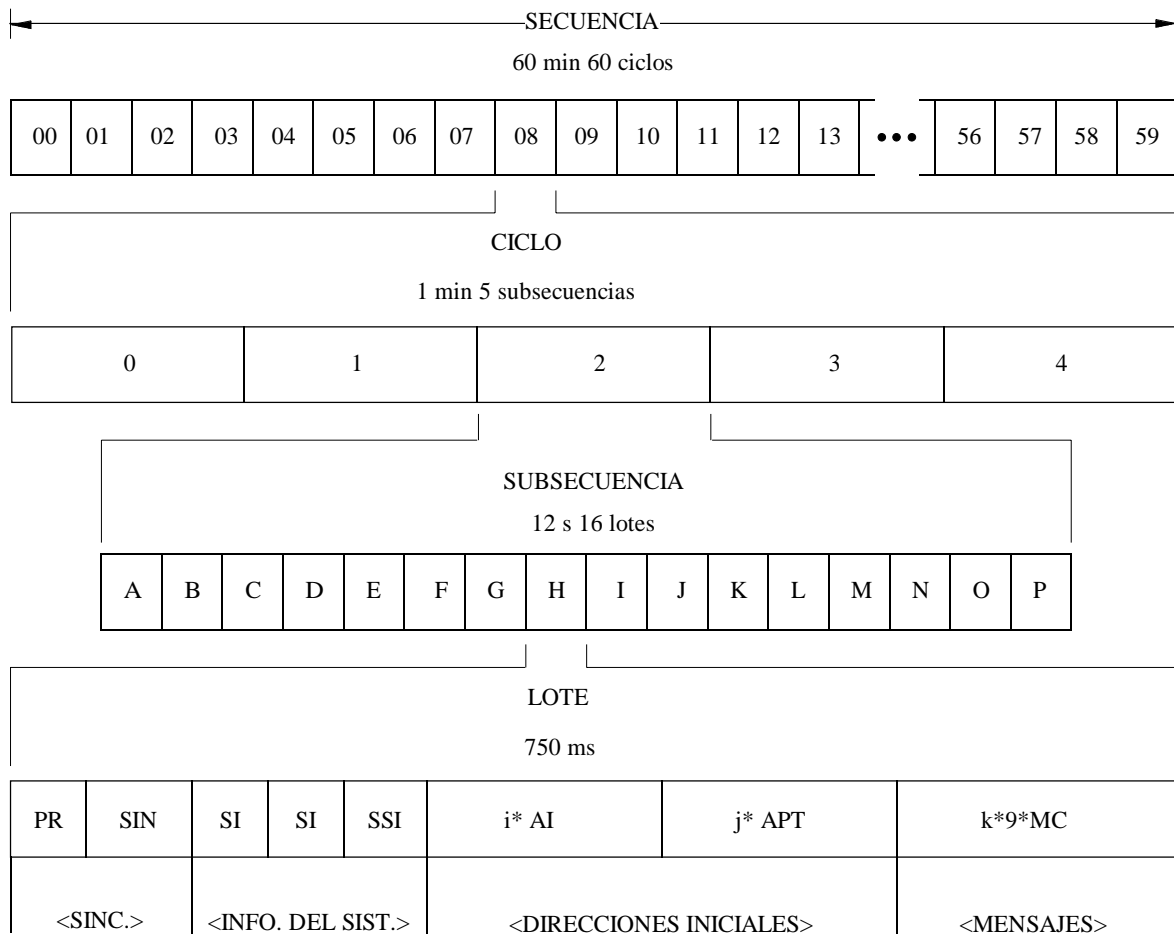
I1, la interfaz radioeléctrica, se basa en las siguientes características:

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

*Nota 1* – Las capacidades de corrección de errores del protocolo de transmisión se han diseñado para esta banda de frecuencias. Sin embargo, el protocolo de transmisión no está ligado a dicha banda y puede funcionar en otras, como se indica en el anexo 1. Es necesario que al menos uno de los 16 canales sea común a la red que ofrece el servicio de itinerancia. Este canal común no tiene por qué ser necesariamente el mismo en cada red.

- separación entre canales: 25 kHz;
- método de modulación: 4P MA/MF;
- velocidad de símbolos: 3,125 kBd (velocidad binaria de 6,25 kbit/s);
- el protocolo de transmisión descrito en la fig. 2;
- receptores para varias frecuencias (16 canales).

FIGURA 2  
Protocolo de transmisión



- PR: Palabra de sincronización de bits
- SIN: Palabra de sincronización de trama
- IS: Información del sistema
- SSI: Información suplementaria del sistema
- AI: Direcciones iniciales
- APT: Finalizador de la división de la dirección
- MC: Palabras código del mensaje

D02

### 3.2 Descripción funcional del controlador de red de radiobúsqueda (PNC)

El PNC es la unidad central de procesamiento de llamadas de la red. Un PNC normalmente está a cargo de una red y se encuentra conectado al resto de los PNC del ERMES mediante la interfaz I4 para proporcionar llamadas de radiobúsqueda internacional y la posibilidad de itinerancia.

El PNC es responsable del procesamiento de llamada descrito en el § 4.3. En el caso de itinerancia o llamada internacional coopera con los otros PNC e intercambia la información adecuada a través de la interfaz I4, que debe incorporar una pila de protocolo normalizado que utilice el protocolo de interfuncionamiento denominado ACSE y ROSE (Recomendaciones de la serie X.200 del UIT-T) y debe cumplir la especificación ETS 300 133 del ETSI.

El PNC establecerá un mecanismo de aceptación de llamada para cada tentativa de llamada a fin de garantizar la calidad de servicio ofrecida. A tal efecto, el PNC coopera con el OMC que proporciona la información sobre el estado de la red.

El acceso al servicio se realiza a través de la interfaz I6 del PNC que efectúa el tratamiento del diálogo de usuario. En el § 4.2 aparece un resumen de los métodos de acceso. Cuando la conexión entre el terminal de usuario y el PNC se realiza a través de una red de telecomunicaciones, I5 es la interfaz entre la red y el PNC.

#### 4. Aspectos de la red

El principio fundamental del ERMES es mantener el acceso al sistema lo más fácil posible, de forma que los usuarios accedan de manera local. A continuación se describen los métodos de direccionamiento, numeración y acceso. También se indican los principios del procesamiento de llamada.

##### 4.1 Direccionamiento y numeración

En la redes del ERMES existen dos procedimientos distintos para acceder a los servicios: selección de una etapa y selección de dos etapas. En la primera, la información de llamada introducida a la red de acceso de telecomunicaciones se utiliza para establecer la conexión al PNC e igualmente para identificar el código de dirección. En la selección de dos etapas, la parte llamante accede en primer lugar al PNC utilizando un número de servicio (service number – SN) y, a continuación, una vez establecida la conexión, envía el código de dirección al PNC seguido del mensaje o del diálogo característico del abonado (véase también el § 1.2 del anexo 1).

A cada receptor debe asignársele al menos un código de dirección.

En la selección de una etapa, el código de dirección debe seguir al plan de numeración de la red de acceso. En la selección de dos etapas, el código de dirección puede seleccionarse independientemente de la red de acceso, por esta razón puede utilizarse el mismo código de dirección en todos los métodos de acceso al ERMES ofrecidos por la red. El código de dirección para este tipo de procedimiento debe constar de las tres partes siguientes:

- número del país; hasta tres cifras (las mismas cifras utilizadas como código del país para la RTPC en la Recomendación UIT-T E.163);
- número de identificación de red; varias cifras que identifican al operador de la red dentro del país;
- identificación del abonado.

El código de dirección no debe tener más de quince cifras.

Debe utilizarse un prefijo para que el PNC al que se ha accedido pueda diferenciar entre las llamadas dirigidas a receptores que pertenecen a su propia red o receptores que pertenecen a otras redes. Estos prefijos deben ser (de acuerdo con las Recomendaciones del UIT-T):

- 00 si el receptor llamado pertenece a otra red;
- 0 si el receptor llamado pertenece a una red en el mismo país.

Por esta razón los números de identificación de la red y del abonado no deben comenzar por 0.

Todos los receptores que pertenezcan a un grupo tienen al menos un código de dirección de grupo con la misma estructura que el código de dirección.

##### 4.2 Métodos de acceso

Existen dos categorías de métodos de acceso:

- telefónico, cuando se accede al sistema mediante un aparato telefónico;
- no telefónico, cuando se utiliza cualquier otro tipo de terminal para acceder al sistema. Los métodos de acceso no telefónicos se describen para las siguientes redes de acceso: TELEX, MHS, RDSI (utilizando señalización de usuario a usuario).

Para las dos categorías existen dos modos de funcionamiento: uno interactivo y el otro no interactivo. Se recomienda proporcionar un modo interactivo cuando se permite al usuario experimentado suprimir algunas partes del diálogo.

##### 4.2.1 Protocolo genérico para el modo de acceso no interactivo

El procedimiento de acceso es no interactivo cuando no se necesitan señales de aviso del PNC. La secuencia para cada llamada puede dividirse en los siguientes pasos:

- preparación de la llamada en modo local;
- transmisión automática:
  - establecimiento de llamada;
  - transferencia de información;
  - ACK/NACK y liberación de la llamada.

#### 4.2.2 *Protocolo genérico para el modo de acceso interactivo (selección de dos etapas)*

La parte llamante puede acceder al sistema a través de uno de los dos números de servicio:

- número de servicio 1 (SN1), destinado a la entrada de llamadas y al acceso a los servicios suplementarios relativos a la entrada de llamadas;
- número de servicio 2 (SN2), destinado al acceso al control de las características de abonado.

Después de cada aviso de entrada el sistema arranca un temporizador a la espera de una entrada procedente de la parte llamante.

Todas las respuestas y acuses de recibo del sistema se presentan en un periodo de tiempo especificado por los límites de la calidad de servicio. Todos los accesos se abren con un «mensaje de saludo» y se cierran con un «mensaje de clausura».

#### 4.3 *Procesamiento de llamada*

Con respecto al procesamiento de llamada, el PNC realiza uno de los siguientes cometidos:

- PNC-I (entrada): acceso del usuario a la red de acceso de telecomunicaciones y tratamiento de los diálogos de usuario;
- PNC-H (hogar): gestión y control de la base de datos de abonado, verificando la validez del código de dirección de entrada;
- PNC-T (transmisión): envío del mensaje a los controladores de la zona de radiobúsqueda adecuados.

Para una entrada de llamada básica el procesamiento de llamada sigue los siguientes principios generales:

- Una parte llamante establece una conexión a un PNC, que actúa como PNC-I.
- A partir del código de dirección proporcionado por la parte llamante, el PNC-I determina el PNC del abonado móvil llamado. Este PNC actúa como PNC-H.
- Al recibir el código de dirección del PNC-I, el PNC-H devuelve una respuesta que incluye todos los elementos de la base de datos útiles para el procesamiento de llamada y el resultado del cálculo de aceptación de la llamada.
- Con estos elementos, el PNC-I informa a la parte llamante si su tentativa ha tenido éxito o no. El PNC-I controla la validez del mensaje (de conformidad con el conjunto de caracteres del ERMES, coherencia entre el tipo del mensaje y la categoría de radiobúsqueda del receptor).
- El PNC-I envía un acuse de recibo a la parte llamante y una petición de radiobúsqueda al PNC-H responsable de la llamada.
- De acuerdo con los elementos incluidos en la base de datos, el PNC-H envía una demanda de transmisión a los PNC-T responsables de la zona o zonas de radiobúsqueda solicitadas.
- El PNC-T transmite el mensaje al receptor situado en la zona o zonas de radiobúsqueda correspondientes.

En este procesamiento se tienen en cuenta los servicios suplementarios. El procesamiento de llamada también se describe para cada una de las características del abonado.

En cualquier caso, la responsabilidad del procesamiento global de la llamada recae en el PNC-H.

### 5. **Funcionamiento del receptor**

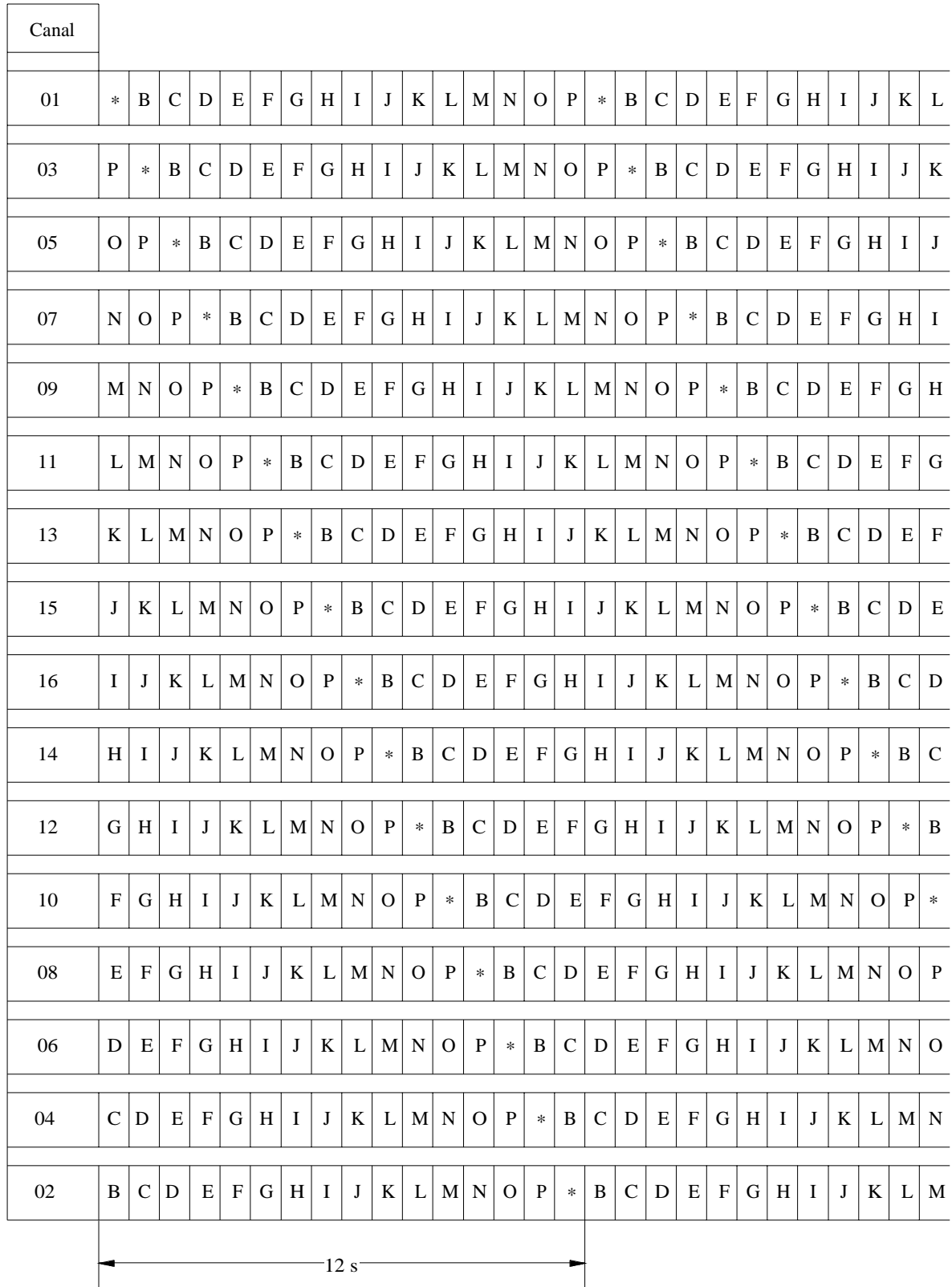
El receptor es el equipo físico que permite a un abonado móvil recibir un mensaje de radiobúsqueda. Existen cuatro tipos de receptores, de acuerdo con los distintos servicios de radiobúsqueda, diseñados para proporcionar:

- mensajes de solamente tono;
- mensajes numéricos;
- mensajes alfanuméricos;
- mensajes de datos transparentes.

Existe una compatibilidad ascendente entre estos tipos de receptores; por ejemplo, un receptor alfanumérico debe ser capaz de recibir también mensajes numéricos y de solamente tono.

Un receptor puede funcionar en modo de varias frecuencias en 16 canales, de acuerdo con el protocolo de transmisión descrito en la fig. 2. Como la transmisión se coordina a lo largo de los 16 canales, como señala la fig. 3, y se asigna un receptor a cada lote, no se pierde información en los receptores aun cuando éstos se encuentren en estado de exploración.

FIGURA 3  
Coordinación de la transmisión de lotes a través de los 16 canales



\*: Lote de tipo A



Cada receptor debe tener al menos un código de identidad radioeléctrica base que es el número utilizado por el sistema en el trayecto radioeléctrico para identificar al receptor o receptores a los que está destinado el mensaje de radiobúsqueda. Dicho código consta de cinco partes:

- código de zona (3 bits);
- código de país (7 bits);
- código de operador (3 bits);
- dirección inicial (18 bits);
- número de lote (4 bits).

Para economizar en el consumo de batería se proponen diversas técnicas que pueden combinarse, a saber:

- *A nivel de lote:* el ahorro de batería a nivel de lote puede lograrse asignando un RIC al final de la población RIC direccionable, ya que el direccionamiento se lleva a cabo siempre en orden descendente. Un receptor puede desconectarse si detecta una dirección inicial superior a su propia dirección en su tipo de lote.
- *A nivel de subsecuencia:* el ahorro de batería a este nivel es una capacidad inherente del protocolo de la interfaz aérea obtenida direccionando inicialmente al receptor solamente en uno de los 16 lotes de la subsecuencia.
- *A nivel de ciclo:* el ahorro de batería al nivel de ciclo se logra haciendo que el equipo de radiobúsqueda reciba las señales únicamente para un subconjunto de las cinco subsecuencias en un ciclo. La subsecuencia activa para un equipo particular se ajusta por la máscara de subsecuencia SM (5 bits) almacenada en el mismo.

## 6. Subsistema radioeléctrico

La estructura de la red radioeléctrica del ERMES se basa en un funcionamiento de la red por división en el tiempo y/o por división en frecuencia y corresponde a las entidades explotadoras de la red en cada país decidir el modo de funcionamiento. En la fig. 4 se representan los tres modos de funcionamiento posibles del sistema.

### 6.1 *Funcionamiento por división en el tiempo*

En una red con división en el tiempo, la cobertura de radiobúsqueda se proporciona transmitiendo distintas subsecuencias (desde el mismo ciclo) en cada zona de radiobúsqueda. La transmisión en la misma frecuencia para cada tipo de lote se realiza al menos una vez por minuto en zonas en las que se proporciona cobertura. Las zonas de radiobúsqueda adyacentes pueden transmitir en distintas subsecuencias para evitar la interferencia entre zonas vecinas que utilizan la misma frecuencia.

### 6.2 *Funcionamiento por división en frecuencia*

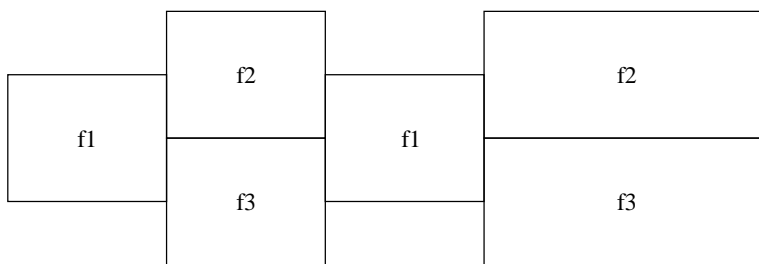
El funcionamiento de la red con división en frecuencia supone que las zonas de radiobúsqueda adyacentes utilizan distintas frecuencias en un instante determinado. No debe utilizarse compartición en el tiempo entre zonas de radiobúsqueda. Dentro de la red a la que pertenece, un receptor debe utilizar distintas frecuencias en diferentes zonas de radiobúsqueda.

### 6.3 *Funcionamiento combinado por división en el tiempo y en frecuencia*

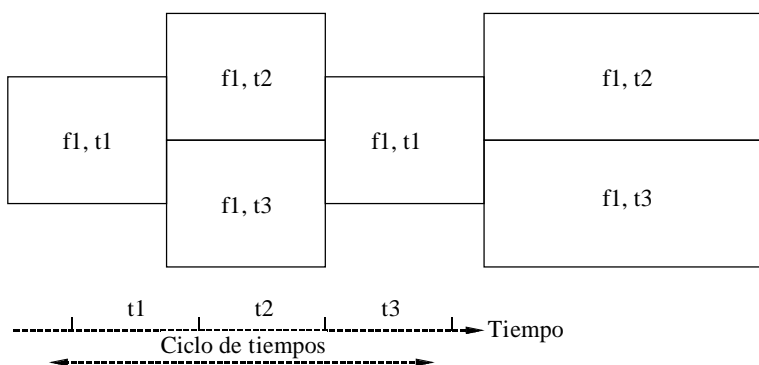
Se trata de un modo de funcionamiento común para redes de radiobúsqueda en zonas amplias. Es una combinación de los modos antes descritos, como se ilustra en la fig. 4.

Cuando una zona de radiobúsqueda es adyacente a uno de los límites del operador de la red, el indicador de zona fronteriza se ajusta a uno en la partición de información del sistema. Ello significa que un receptor asociado con dicha red puede esperar recibir llamadas de una red alternativa y debe realizar las acciones adecuadas.

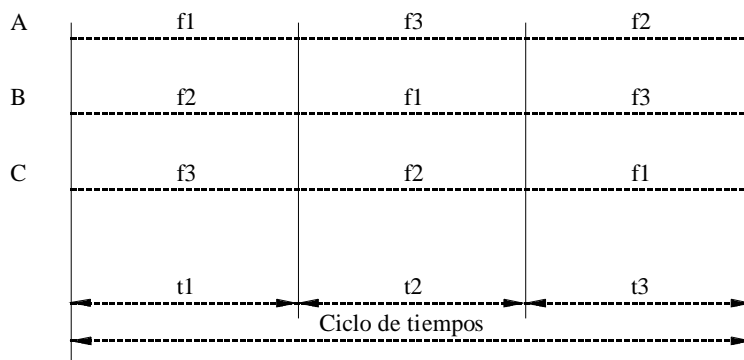
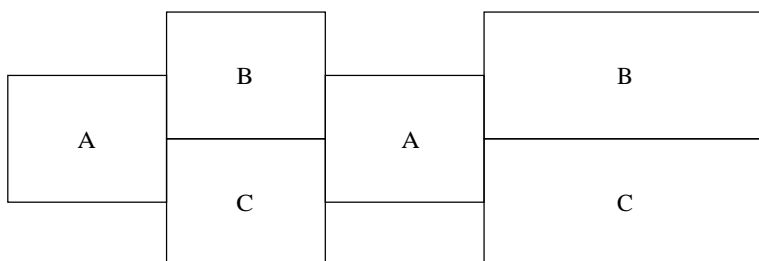
FIGURA 4  
Posibles configuraciones de la estructura radioeléctrica del ERMES



a) Red con división en frecuencia



b) Red con división en el tiempo



c) Red con división en frecuencia y en el tiempo

El indicador de tráfico exterior se ajusta a uno en la partición de información del sistema para indicar a los receptores que no pueden encontrar sus propias redes, que puede haber un mensaje para ellos en este lote.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ETSI [julio de 1992] European Telecommunication Standard ETS 300 133 – Paging Systems; ERMES ETSI. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.

---