

## INFORME 1228

NORMAS DE SONIDO Y DATOS DE ALTA CALIDAD EN EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN POR  
SATÉLITE EN LA BANDA DE 12 GHz

(Cuestión 1/10 y 11, Programa de Estudios 1A/10 y 11)

(1990)

1. Introducción

Según el Reglamento de Radiocomunicaciones vigente, se han asignado a cada administración canales de satélite en la banda de 12 GHz por los que se puede difundir programas de televisión y también otros servicios, siempre y cuando las señales transmitidas no causen más interferencia que las señales convencionales de televisión en MF. Las normas apropiadas de televisión se indican en la Recomendación 650 y se especifican en el Informe 1073 y en las secciones pertinentes de la publicación especial del CCIR "Especificaciones de los sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite".

La introducción de técnicas digitales de grabación y reproducción del sonido constituye un desafío para las organizaciones de radiodifusión ya que encierra la posibilidad de ofrecer a los abonados una calidad de sonido que supera la obtenible con los métodos de transmisión convencionales (por ejemplo, estereofonía MF). Además, algunos países necesitan emitir gran número de canales de sonido de alta calidad en una zona de cobertura lo más extensa posible. Asimismo, las crecientes necesidades de facilidades de radiodifusión de datos han llevado a estudiar sistemas que resulten adecuados para transmitir tanto sonido como datos, de una manera flexible.

Varias soluciones posibles se encuentran en diferentes etapas de elaboración en diversas administraciones. En este Informe se describen brevemente las características básicas de tres sistemas creados en la República Federal de Alemania, por la UER y Japón.

2. Descripción breve de los sistemas

En esta sección se ofrece una descripción resumida de las principales características de cada uno de los sistemas que se han estudiado. En el Cuadro I se presenta una comparación de los parámetros más importantes de cada sistema.

2.1 Sistema de radiodifusión digital por satélite (DSR)

El sistema DSR [Technische Richtlinien ARD, 1985] fue concebido en la República Federal de Alemania para transmitir simultáneamente 16 canales estereofónicos o 32 canales monofónicos de sonido de alta calidad (o cualquier combinación de canales estereofónicos o monofónicos) en una amplia zona de cobertura. Conforme a la Recomendación 561, la frecuencia de muestreo es de 32 kHz, y la resolución es de 16 bits, manteniéndose una característica de ruido de cuantificación comparable a la del disco compacto. Para la corrección/detección de bits erróneos se eligió un código BCH 63/44, que puede corregir 2 errores y detectar 5 errores por bloque. En combinación con el factor de escala (véase el Anexo I), este esquema de protección contra los bits erróneos ofrece una buena calidad subjetiva del sonido con una BER de  $2 \times 10^{-3}$ . El método de modulación es MDP-4 con codificación diferencial.

A pesar de que el sistema DSR se destina principalmente a la transmisión de sonido de alta calidad, también es capaz de transmitir datos de alta

velocidad por uno o más canales estereofónicos o monofónicos [Assmuss, 1989], además del canal de datos auxiliares de baja velocidad binaria ya existente, que acompaña a cada canal de sonido.

Dado que el servicio regular basado en el DSR comenzó a funcionar en la República Federal de Alemania en agosto de 1989, existen ya en el comercio dispositivos de transmisión y de recepción, estos últimos con integración a muy gran escala.

En el Anexo I se ofrece la especificación detallada del sistema RDS.

## 2.2 Modo de canal digital de la familia MAC/paquetes

El Informe 1073 y la publicación especial del CCIR "Especificaciones de los sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite" ofrecen especificaciones de los sistemas de la familia MAC/paquetes para el funcionamiento en el modo de televisión normal. Cuando el canal vídeo por el que se transmite la señal de imagen (y su intervalo de supresión de trama) se reemplaza por ráfagas de datos, se dice que el sistema MAC/paquetes funciona en el Modo de Canal Digital (MCD) [CCIR, 1986-90a].

Se puede utilizar los tres miembros de la familia MAC/paquetes (o sea, el sistema C, el sistema D con MF y el sistema D2 con MF) en el modo de canal digital si se proporciona la siguiente capacidad de sonido y datos:

MCD para C-MAC/paquetes: casi 20 Mbit/s o hasta 53 canales de sonido de alta calidad con anchura de banda de 15 kHz, compresión-expansión casi instantánea 14/10 y protección por un bit de paridad por muestra.

MCD para D-MAC/paquetes: idéntica a la del sistema C-MAC/paquetes.

MCD para D2-MAC/paquetes: alrededor de 10 Mbit/s o hasta 26 canales de sonido de alta calidad con anchura de banda de 15 kHz, compresión-expansión casi instantánea 14/10 y protección por un bit de paridad por muestra.

La ampliación de la especificación de la familia MAC/paquetes mediante el modo de canal digital posibilita el uso de diversas facilidades (por ejemplo, radiodifusión sonora, de televisión y de datos, etc.). Dentro del marco de este concepto es posible diseñar y realizar receptores universales que incluyan la recepción de televisión en el modo MAC/paquetes normal o bien la recepción de sonido y datos en el modo de canal digital.

El grado en que estas posibles facilidades se pongan a disposición del público dependerá del tipo de servicio que se proporcione y del tipo de servicio para cuya recepción se haya diseñado el receptor.

En el caso del MCD de MAC/paquetes, se espera que existan ya decodificadores y circuitos integrados en el momento de iniciarse ese servicio.

La codificación digital de las señales de sonido se describe en el Informe 953, y los métodos de multiplexión utilizados en el modo de canal digital se exponen en el Informe 954.

En el Anexo II se ofrece una descripción detallada del modo de canal digital MAC/paquetes.

## 2.3 El sistema digital multicanal de sonido y datos (MDS)

En el Japón se ha estudiado el sistema MDS para la futura radiodifusión de sonido y datos de alta calidad en todo el país mediante el satélite de radiodifusión que funciona en la banda de 12 GHz. Este sistema tiene dos modos de sonido. En el Modo A, que utiliza la compresión-expansión casi instantánea 14/10, se obtiene la misma calidad de sonido que en la radiodifusión de MF. En el Modo B es posible lograr una calidad de sonido no menor que la del disco compacto (anchura de banda de 20 kHz y resolución de 16 bits). [CCIR, 1986-90b], [Kawai otros, 1988].

## CUADRO I

Parámetros importantes de las normas de radiodifusión de sonido y  
y datos por satélite para la banda de 12 GHz del SRS

Parámetros	Radiodifusión digital por satélite (DSR)	Familia MAC/paquetes, modo de canal digital		Radiodifusión digital multicanal por satélite de sonido y datos (MDSB)
		D2	C/D	
Estructura de Multiplexión	Multiplexión Síncrono por División de Tiempo (MSDT)	Multiplexión Asíncrono por División de Tiempo (MADT)		Sonido: Multiplexión Síncrona por División de Tiempo (MSDT) Datos: Multiplexión Asíncrona por División de Tiempo (MADT)
Velocidad binaria total	20,48 Mbit/s	10,125 Mbit/s	20,25 Mbit/s	24,576 Mbit/s
Velocidad binaria útil <sup>1</sup>	19,2 Mbit/s	9,576 Mbit/s	19,242 Mbit/s	18,62 Mbit/s (Modo A) 21,50 Mbit/s (Modo B)
Codificación del Sonido <sup>7</sup>	Frecuencia de muestreo 32 kHz  Técnica de 16 a 14 bits por muestra con coma flotante  Sin preacentuación	Frecuencia de muestreo: 32 kHz (16 kHz para la calidad media)  Primera ley de codificación: compresión-expansión casi instantánea 14/10 (HQI) <sup>2</sup>  Segunda ley de codificación: codificación lineal de 14 bits (HQL)  Con preacentuación según Rec. J.17 del CCITT		Modo A: Frecuencia de muestreo de 32 kHz compresión-expansión casi instantánea de 14/10 bits Modo B: Frecuencia de muestreo de 48 kHz codificación lineal de 16 bits  Preacentuación: 50 µs (cero) + 15 µs (polo)
Gama dinámica	Con resolución de 16 bits (igual a la del disco compacto)	Con resolución de 14 bits		Modo A: Conforme a la resolución de 14 bits Modo B: Conforme a la resolución de 16 bits
Protección contra errores en los bits	Código BCH (63/44): corrige 2 errores en 63 bits o detecta 5 errores. Protección adicional mediante el factor de escala	Protección de primer nivel: con 1 bit de paridad aplicado al bit 6 MSB (HQI) o al 10 MSB en el caso de HQL (sólo para ocultación de errores)  Protección de segundo nivel: código de Hamming (11,6) para HQI y código de Hamming (16,11) para HQL: corrige 1 error o detecta 2 bits erróneos. Protección adicional mediante el factor de escala para ambos niveles de protección		Código BCH (63,56): corrige 1 error y detecta 2 errores. Protección adicional mediante las longitudes de 8  Código BCH (63,50): corrige 2 errores detecta 3 errores. Protección adicional mediante la información de longitud.
Número de Configuraciones de sonido (o sea, combinación de codificación de sonido y esquema de protección contra errores)	Uno (véase más arriba)	Cuatro configuraciones de alta calidad <sup>2,3</sup>  HQI1 HQL1 HQI2 HQL2		dos configuraciones de alta calidad  Modo A Modo B
Capacidad del canal de sonido (monofónico)	32	HQI1: 26 HQL1: 19 HQI2: 19 HQL2: 14	HQI1: 53 HQL1: 40 HQI2: 40 HQL2: 30	Modo A: máx. 48 Modo B: máx. 24



CUADRO I (continuación)

Parámetros	Radiodifusión digital por Satélite (DSR)	Familia MAC/paquetes, modo de canal digital		Radiodifusión digital multicanal por satélite de sonido y datos (MDS)
		D2	C/D	
Modulación	MDP-4 con codificación diferencial	Para D y D2: MF de la señal de datos con codificación duobinaria  Para C: MDP 2-4 con codificación diferencial		Modulación por Desplazamiento Mínimo (MDM)
C/N para un BER = $10^{-3}$ (enlace general con referencia a una anchura de banda de 27 MHz)	7,5 dB <sup>4</sup>	8 dB <sup>5</sup>	para D: 9,5 dB <sup>5</sup> para C: 8,0 dB <sup>6</sup>	8,0 dB
Límite de perceptibilidad	$2 \times 10^{-3}$	Protección de primer nivel $10^{-5}$ Protección de segundo nivel $10^{-3}$		$1 \times 10^{-3}$

Nota 1 - Velocidad binaria útil (para la transmisión de sonido) = velocidad binaria total menos sincronización, datos adicionales y encabezamientos de paquete.

Nota 2 - HQI1 = alta calidad, compresión-expansión casi instantánea, protección de primer nivel.

HQL1 = alta calidad, codificación lineal, protección de primer nivel.

HQI2 = alta calidad, compresión-expansión casi instantánea, protección de segundo nivel.

HQL2 = alta calidad, codificación lineal, protección de segundo nivel.

Nota 3 - Además de las configuraciones de alta calidad, el modo de canal digital MAC/paquetes permite cuatro configuraciones de calidad media con muestreo a 16 kHz.

Nota 4 - Medido con un receptor nacional (primera serie de fabricación en serie).

Nota 5 - Valores para el filtro FI de 27 MHz; utilizando filtros más estrechos y/o una decodificación de Viterbi, pueden lograrse mejoras de unos 2 dB.

Nota 6 - Valor típico para la demodulación diferencial. Se pueden conseguir mejoras con la demodulación coherente.

Nota 7 - Todos los esquemas de codificación utilizados se ajustan a la Recomendación 651.

El formato de la señal del sistema MDS se establece por medio de dos fases de multiplexión. La fase inferior de multiplexión tiene igual formato que las señales de sonido y datos del sistema digital de subportadora/NTSC (Informe 1073 del CCIR), con una velocidad de transmisión de 2,048 Mbit/s. En este formato pueden seleccionarse cuatro canales de sonido del Modo A con señales de datos a 480 kbit/s o dos canales de sonido del Modo B con datos a 224 kbit/s. La velocidad de los datos puede aumentarse hasta un máximo de 1 760 kbit/s según el modo y el número de canales de sonido. Además del sonido permite la transmisión de datos por paquetes.

En la fase superior de multiplexión se someten a nueva multiplexión 12 de esas señales. La velocidad binaria de transmisión en esta fase es de 24,576 Mbit/s (2,048 Mbit/s x 12 canales).

Para mantener la elevada calidad de funcionamiento de la transmisión digital de señales se utilizan los mismos métodos de corrección de errores que las señales digitales de subportadora/NTSC, como son el código BCH (63,56) DEC-TED y los códigos de 3 bits de longitud. Para obtener mayor eficacia en la corrección de errores, puede plantearse el uso del código BCH (63,50) DEC-TED.

La portadora se somete a la modulación MDM, MDP4 o MDP4C por la ráfaga de bits multiplexada antes indicada. Es probable que se utilice el método de modulación MDM para obtener una mayor calidad de funcionamiento y un menor costo del receptor con control automático de frecuencia.

Los experimentos de transmisión del sistema MDSB se realizaron por medio del satélite de radiodifusión BS-2. La relación C/N (27 MHz) recibida para mantener el límite perceptible preciso de degradación del sonido es de 8 dB aproximadamente ( $BER = 1 \times 10^{-3}$ ). Ello se confirmó utilizando receptores de tipo doméstico.

### 3. Conclusión

En la actualidad se conocen tres sistemas de radiodifusión de sonido y datos de elevada calidad que se utilizan en el servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz. Dos de ellos -el sistema DSR y el modo de canal digital de la familia de sistemas MAC/paquetes- se encuentran ya disponibles a nivel de normalización. Ambos sistemas responden a las exigencias de la radiodifusión de señales de sonido y datos de muy elevada calidad, motivo por el cual son objeto de la Recomendación 196 para la Región 1.

Como la cuestión de una norma de sonido y datos para el servicio de Radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz se encuentra aún en estudio en las Regiones 2 y 3; el sistema MDSB no ha sido todavía objeto de una Recomendación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TECHNISCHE RICHTLINIEN ARD; N° 3 R1 Ausgabe 2, agosto de 1985, Digital Satellite Radio (DSR), sound broadcasting via broadcasting satellite. Specification for the transmission method in TV-SAT.

ASSMUSS, U.; Data transmission in DSR channels, EBU technical Review N° 233, febrero de 1989.

KAWAI, N., KAMEDA, K., YOSHINO, T.V [junio de 1988] A system for multi-channel PCM sound broadcasting via satellite and some experimental results. IEEE Global Telecommunication Conference, 5 de junio de 1988.

### Documentos del CCIR

[1986-90] a. GITM 10-11/3-51 (UER);

b. 10-11S/153 (Japón).

ANEXO I  
ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DSR

## 1. Introducción

Los satélites de radiodifusión de televisión, ——— además de utilizarse para la transmisión de programas de televisión, se emplearán también para la transmisión, exclusivamente digital, de 16 programas radiofónicos en estereofonía de alta calidad por un canal transpondedor reservado únicamente para este fin. Varios estudios efectuados en la República Federal de Alemania y proyectos de desarrollo, patrocinados por el Ministerio de Investigación y Tecnología, han definido los parámetros principales para la calidad de recepción y la zona de cobertura de determinado número de canales, de modo que fuera posible identificar las características necesarias del sistema de transmisión. Mediante equipos de prueba, se han realizado con éxito experimentos que entrañaban pruebas prácticas. Dados los desarrollos tecnológicos recientes y los resultados obtenidos durante la fase de pruebas, se revela urgente, sin embargo, modificar parte de las características del sistema estipuladas anteriormente. El objetivo consistió en:

A continuación, se indican las especificaciones del sistema finalmente adoptadas. La sucesión en el tiempo de todas las secuencias binarias se representa en este anexo de izquierda a derecha.

La modulación analógica y los parámetros de transmisión RF se refieren a las especificaciones nominales. Las tolerancias de los equipos y de explotación en el extremo transmisor no se tratan aquí.

## 2. Codificación de la señal de sonido

### 2.1 Señal generada

Los estudios de sonido digital dispondrán de señales audio uniformemente cuantificadas, con una resolución de 16 bits y una frecuencia de muestreo de 48 kHz.

Como ni el enlace terrenal hacia la estación terrena ni el canal de satélite tendrán la capacidad necesaria para transmitir la señal generada en su forma particular, ésta tendrá que adaptarse a la velocidad binaria de 14 bits  $\times$  32 kHz del canal audio disponible tanto en los enlaces terrenales como en el canal de satélite. La adaptación necesaria de la frecuencia de muestreo, de 48 kHz a 32 kHz, no da lugar a una degradación perceptible de la calidad. No obstante, por diferentes motivos, sería conveniente obtener una gama de la señal de sonido correspondiente a 16 bits. Ello puede lograrse, en realidad, aplicando medidas apropiadas. Así pues, en el extremo de toda la transmisión, la señal está caracterizada por los parámetros de 16 bits y 32 kHz.

### 2.2 Formación de bloques de señal de sonido

Si, además de la señal de sonido, se transmiten datos aproximadamente en la gama de amplitud de la señal de sonido (factor de escala), pueden utilizarse esos datos en el extremo receptor para limitar los errores de amplitud causados por los bits erróneos de la señal de sonido en la gama de amplitud indicada. Por otra parte, el factor de escala permite aplicar un sistema de coma flotante de 16/14 bits.

No es necesario transmitir el factor de escala con cada muestra. Las pruebas han demostrado que es suficiente determinar un solo factor de escala para bloques de 64 muestras  $\hat{=}$  2 ms) para describir la gama de amplitud de la mayor de las 64 muestras.

### 2.3 Formato de transmisión

Se dispone de las muestras de 16 bits de la señal de sonido como números dobles en un complemento de 2. El primer bit de cada palabra es el bit más significativo (MSB — «most significant bit») (bit de signo, 0  $\hat{=}$  +), y el último bit menos significativo (LSB — «least significant bit»). Utilizando un sistema de coma flotante, las muestras de 16 bits se convierten en palabras de código de 14 bits para la transmisión.

Un factor de escala de 3 bits que se aplica a un bloque de 64 muestras indica cuántos bits (0, ..., 7), que siguen al bit de signo ( $v_1$ ) en cada una de las palabras muestreadas, tienen el mismo valor que el bit de signo (fig. 1a). No es necesario transmitir la redundancia indicada por el factor de escala. En su lugar, las muestras y su correspondiente información han de desplazarse hacia los bits de signo (sistema de coma flotante). De esta forma, pueden transmitirse los bits 15.º y 16.º de las palabras de código originales, en caso de pequeñas amplitudes de la señal. No se han asignado todavía los bits designados por Z1 a Z5 (fig. 1b).

En el extremo receptor, se utiliza el factor de escala para hacer retroceder los bits de las muestras a su valor original. Con ello se obtienen muestras de 16 bits y se limitan los efectos de los bits erróneos no reconocidos en la gama de amplitud indicada por el factor de escala.

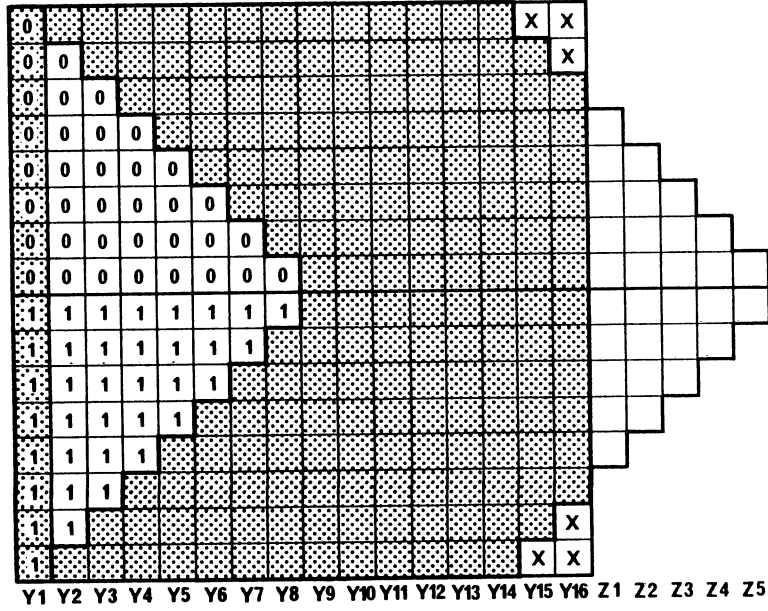
## 3. Multiplexaje

### 3.1 Generalidades

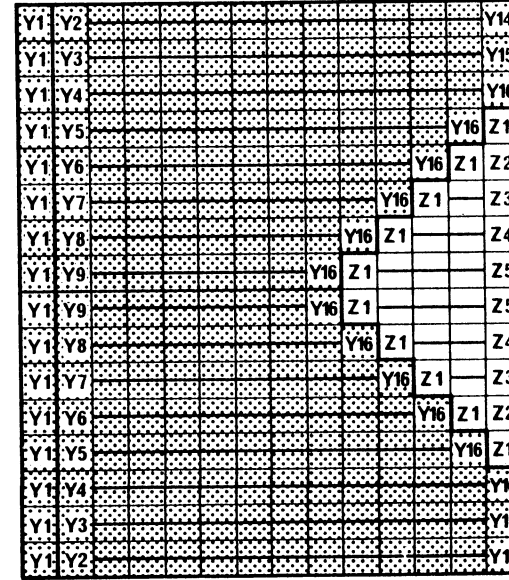
Toda la información que ha de transmitirse, es decir, las señales de audio, los datos relacionados con el programa y los datos asociados para la protección contra los bits erróneos, está incluida en dos tramas principales sincrónicas idénticas que inician la modulación de dos portadoras ortogonales (modulación MDP-4). Cada una de las dos tramas principales contiene 16 de los canales audio descritos en el § 2 e información conexas. Pueden utilizarse dos canales audio como un canal estereofónico. Los canales estereofónicos 1... 8 están incluidos en la trama principal A y los canales estereofónicos 9... 16 en la trama principal B (fig. 2).

Factor de escala

0 0 0  
0 0 1  
0 1 0  
0 1 1  
1 0 0  
1 0 1  
1 1 0  
1 1 1  
1 1 1  
1 1 0  
1 0 1  
1 0 0  
0 1 1  
0 1 0  
0 0 1  
0 0 0



a) Esquema de codificación



b) Formato de transmisión



Gama pertinente de las palabras de código de las señales de sonido para las palabras de la señal fuente de 16 bits



Bits no transmisibles de las palabras de la señal fuente de 16 bits

FIGURA 1 – Método de coma flotante de 16/14 bits

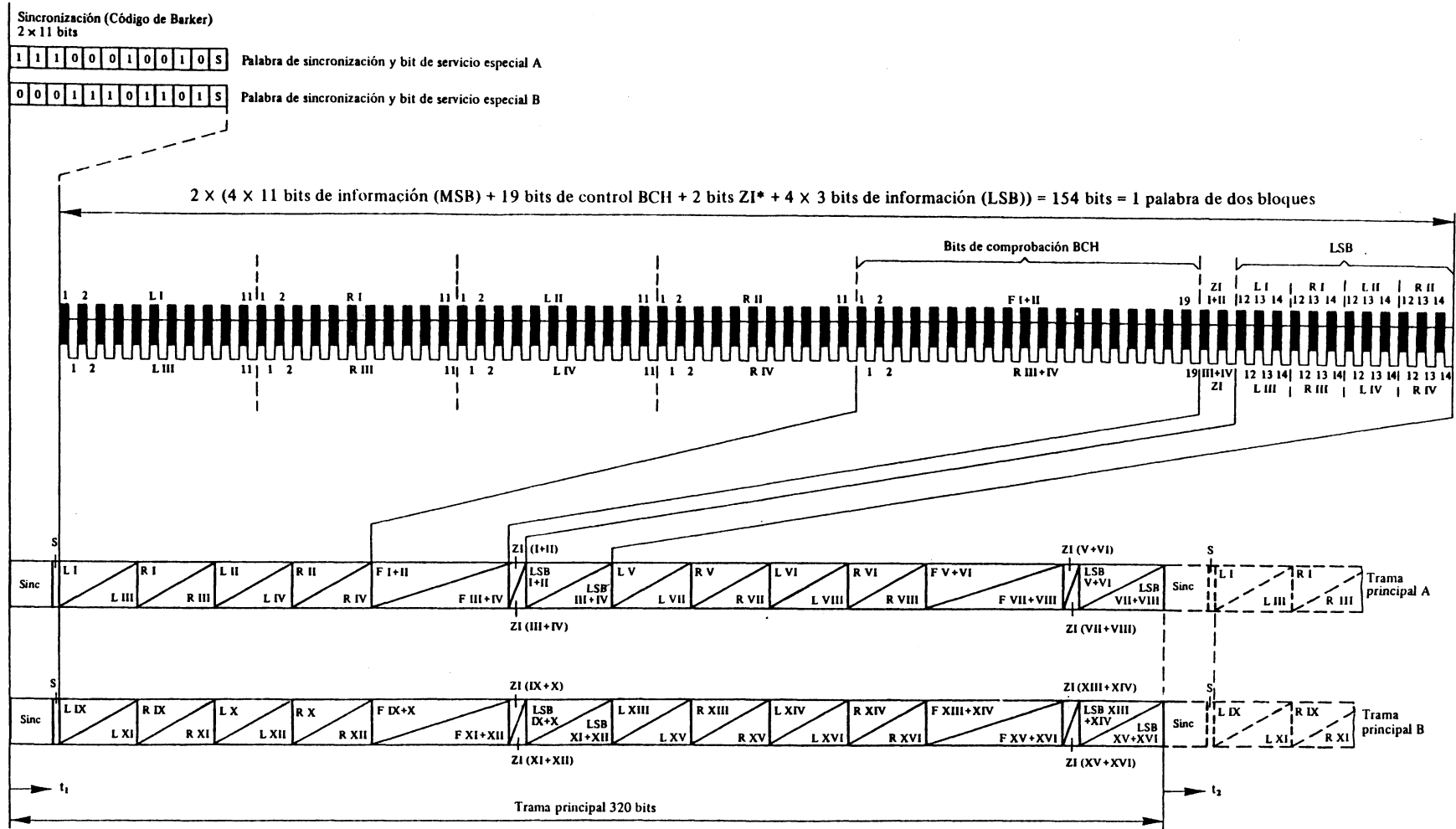


FIGURA 2 - Formato de la trama principal

- |                 |                               |        |                           |
|-----------------|-------------------------------|--------|---------------------------|
| I:              | Bit más significativo (MSB)   | Sinc.: | Palabra de sincronización |
| 14:             | Bit menos significativo (LSB) | S:     | Bit de servicio especial  |
| I, II, ... XVI: | Número de canal estereofónico | *:     | Información adicional     |
| L:              | Canal izquierdo               |        |                           |
| R:              | Canal derecho                 |        |                           |



### 3.2 Estructura de la trama principal

Una trama principal está constituida por 320 bits (fig. 3). La frecuencia de repetición de trama es de 32 kHz, que proporciona una velocidad de datos de 10,24 Mbit/s.

La trama comienza con una palabra de sincronización de trama, seguida por un bit para los servicios especiales y de cuatro bloques de 77 bits cada uno, de los cuales los dos primeros consecutivos son de bits intercalados y los dos consecutivos siguientes también de bits intercalados (fig. 2). Este modo de intercalación de bits elimina los efectos de bits erróneos dobles en el receptor cuando se emplea la demodulación diferencial.

#### 3.2.1 Palabra de sincronización de trama principal

Una palabra de código Barker de 11 bits con la siguiente estructura sirve como palabra de sincronización para la trama principal A:

1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0

Se utiliza esta palabra de código Barker de 11 bits invertida para la trama principal B:

0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1

La palabra de código Barker permite proceder a un análisis de correlación en el receptor que permite el restablecimiento correcto del reloj temporizador de bits y la atribución de bits, así como la detección de pérdida de sincronismo (saltos de ciclo y deslizamientos de bits). La inversión de la palabra de código Barker en la trama principal B garantiza la atribución inequívoca de las dos corrientes de bits demoduladas a las tramas principales A y B, aún en el caso de demodulación diferencial.

#### 3.2.2 Bloque de 77 bits

Para garantizar la recepción sin perturbaciones en caso de condiciones desfavorables, se utiliza sistemáticamente un código BCH (63,44) en el extremo receptor para la corrección de errores o el reconocimiento de errores con ocultación de errores. Cada uno de los 19 bits de comprobación del código BCH se deriva de un juego de 11 MSB de la palabra código de 14 bits de 4 canales de señal audio. Se describen completamente por el siguiente polinomio generador:

$$g(x) = x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1$$

Comenzando con el bit de comprobación correspondiente al de mayor exponente, los bits de comprobación se agregan a los  $4 \times 11$  MSB de las palabras de código de señal audio de 14 bits para formar la palabra de código BCH de 63 bits. Junto con los  $4 \times 3$  LSB de las palabras de código de señal audio de 14 bits y dos bits de información adicionales que se utilizan para una transmisión relativa al canal de los de los factores de escala y de la denominada información relacionada con el programa (PI – programme-related information»), la palabra de código BCH de 63 bits forma un bloque de 77 bits para dos canales estereofónicos. El primer bit de información adicional se atribuye siempre al primer canal estereofónico, y el segundo bit de información adicional al segundo canal estereofónico. En la fig. 4 se muestra la disposición exacta.

#### 3.2.3 Bit de servicio especial

Los bits de servicio especial (fig. 3) de 64 tramas principales A consecutivas se combinan para formar una trama de servicio especial (SA) (fig. 5). En los § 3.3 y 3.4, se describen el uso y la estructura de esta trama particular. El empleo del bit de servicio especial de la trama principal B no ha sido definido todavía y se ha fijado provisionalmente a «0».

### 3.3 Estructura de la supertrama

#### 3.3.1 Generalidades

Se transmite una palabra de código de señal audio desde cada uno de los 16 canales audio en una trama principal. De conformidad con el § 2.2, 64 muestras de señal audio ( $\cong 2$  ms) de un canal se combinan para formar un bloque de señal de sonido para determinar el factor de escala. Para cerciorarse de que se adopta esta estructura en el trayecto de transmisión para todos los canales audio, se forma una supertrama a partir de 64 tramas principales consecutivas. La supertrama ha de comenzar igualmente por una palabra de sincronización.

#### 3.3.2 Sincronización de supertrama

Los primeros 16 bits de la trama de servicio especial, formada por los bits de servicio especial de la trama principal A, se utilizan para lograr la sincronización correcta de los dos bloques de señal audio de 2-ms en la totalidad de los 32 canales audio (incluida toda la información adicional) de las dos tramas principales. Se aplica un código Williard de la siguiente estructura como palabra de sincronización:

0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1

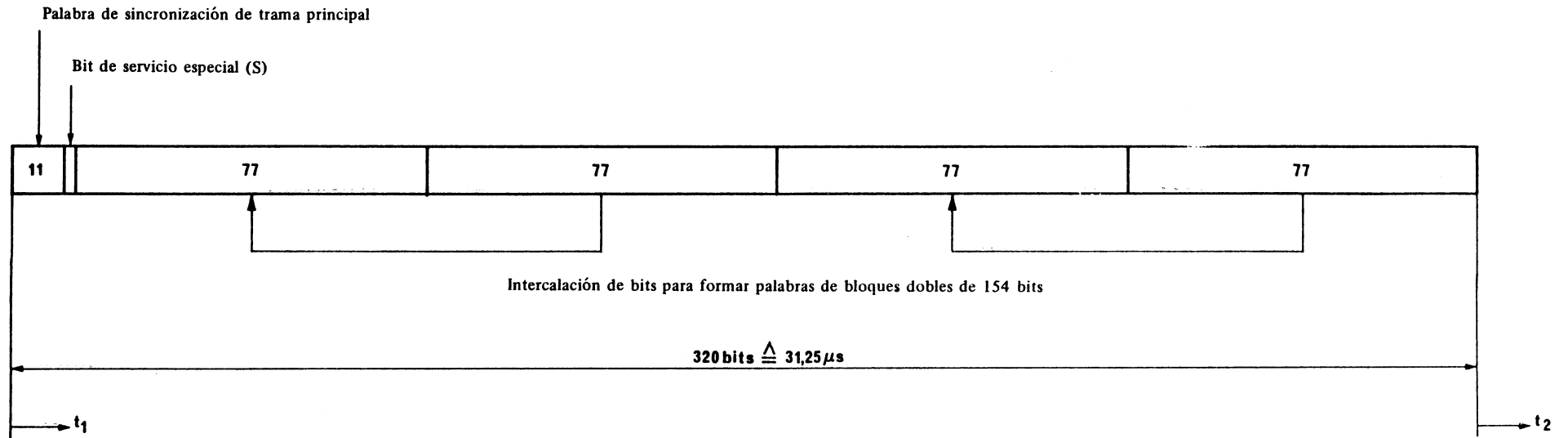


FIGURA 3 – Estructura de la trama principal (principio; véanse los detalles en las fig. 2 y 4 )

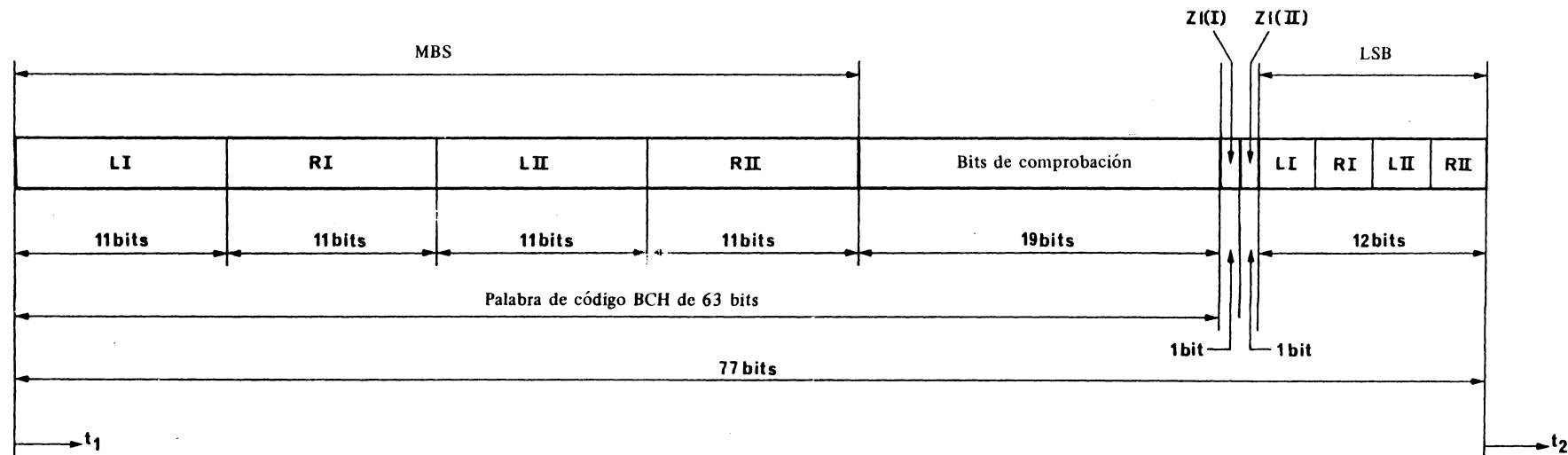


FIGURA 4 - Estructura del bloque de 77 bits (véanse los detalles de la fig. 2 )

I, II : Número del canal estereofónico  
 L : Canal de la izquierda  
 R : Canal de la derecha  
 ZI : Información adicional

Si un canal estereofónico se subdivide en dos canales monofónicos:  
 L → canal monofónico 1  
 R → canal monofónico 2  
 MSB : Bits más significativos  
 LSB : Bits menos significativos



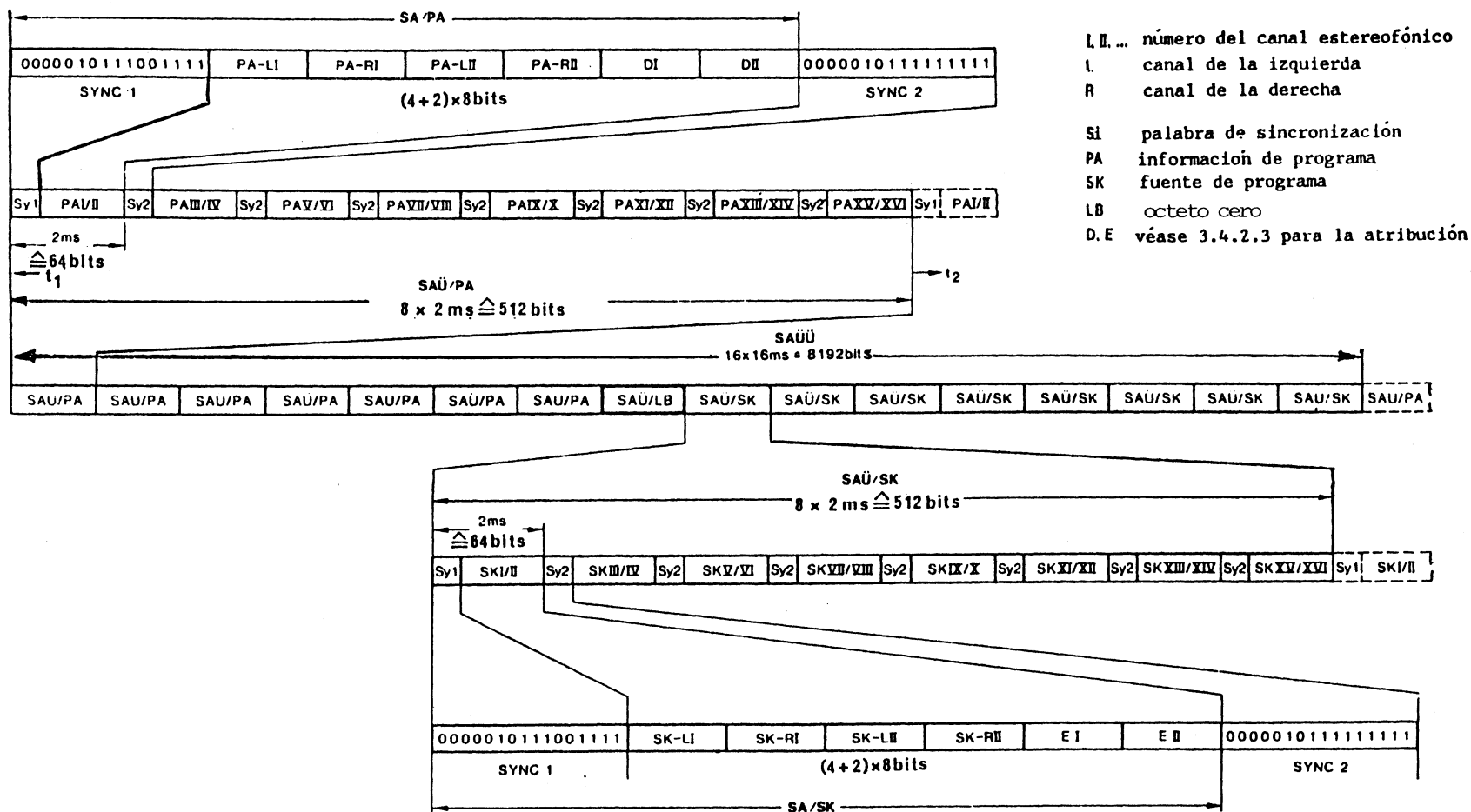


FIGURA 5

Estructura de las tramas de servicio especial (SA), de las supertramas de servicio especial (SAU) y de la trama SAUU

La trama principal A cuyo bit de servicio especial contiene el último bit de la palabra de sincronización mencionada va seguida de todos los bloques de señal audio de 2 ms (incluida la información adicional Z1) de las tramas principales A y B. Dada la utilización de los 48 bits restantes de la trama de servicio especial (SA), se requieren también las supertramas (SAU) y (SAUU) para el servicio especial (véanse también el § 3.4.3 y el § 3.4.4).

### 3.4 Utilización de los bits de servicio especial

#### 3.4.1 Generalidades

Una vez deducida la palabra de sincronización de 16 bits, quedan 48 de los 64 bits de la trama de servicio especial. Se dispone de los 48 bits a intervalos de 2-ms, que se utilizan para identificar el programa suministrado (información de programa (PA) y fuente de programa (SK)). La información PA indica el modo (mono/estéreo)\* de los diferentes canales, el tipo de programa (0 ... 15) y si se transmite música o palabra. Por consiguiente, es posible proporcionar un resumen continuo de todos los programas disponibles y controlar las funciones de conmutación del receptor. Mediante la información SK se identifica el programa fuente. Esta información puede interpretarse y visualizarse en el receptor. Consiste en 8 caracteres alfanuméricos\*\*.

#### 3.4.2 Estructura de la trama de servicio especial

Los 48 bits disponibles dentro de un periodo de 2 ms se dividen en 6 octetos (Figura 5). Los 4 primeros se utilizan para la transmisión de la información de programa PA (SA/PA) y del código de la fuente de programa (SA/SK). Los octetos 5 y 6 de las tramas SA (octetos Dn o En) se utilizan para la identificación del bloque de 77 bits o se encuentran disponibles para futuras aplicaciones.

##### 3.4.2.1 Información de programa (PA)

En caso de transmisión *monofónica*, la información de programa para los canales monofónicos 1...4 (PA-L I, PA-R I, PA-L II, PA-R II) está contenida en los primeros cuatro bytes después de la palabra de sincronización. En tal caso, el esquema de codificación de la información de programa es el siguiente:

Número del tipo programa					Palabra/ música	Modo	Paridad
0	0	0	0	0	K	0 1	P
1	0	0	0	1	K	0 1	P
2	0	0	1	0	K	0 1	P
3	0	0	1	1	K	0 1	P
4	0	1	0	0	K	0 1	P
5	0	1	0	1	K	0 1	P
6	0	1	1	0	K	0 1	P
7	0	1	1	1	K	0 1	P
8	1	0	0	0	K	0 1	P
9	1	0	0	1	K	0 1	P
10	1	0	1	0	K	0 1	P
11	1	0	1	1	K	0 1	P
12	1	1	0	0	K	0 1	P
13	1	1	0	1	K	0 1	P
14	1	1	1	0	K	0 1	P
15	1	1	1	1	K	0 1	P

K: Identificación de música o palabra

1: música

0: palabra

P: Bit de paridad

0: número par de «1» en los bits 1 ... 7

\* La denominación "estéreo" significa que para la transmisión del programa se utilizan dos canales aún en el caso de que la señal del programa no sea estereofónica.

\*\* La fuente de programa (SK) corresponde al código "fuente de programa" PS en el sistema de radiodifusión de datos (DSR).

Los números de tipo de programa tienen el significado siguiente\*:

Número	Tipo de programa	**	
0	No se indica ningún tipo de programa		
1	Noticias	(NOTICIAS)	} PALABRA
2	Sucesos	(SUCESOS)	
3	Información	(INFO)	
4	Deportes	(DEPORTES)	
5	Educación	(EDUCACION)	
6	Programas dramáticos	(DRAMA)	
7	Programas culturales	(CULTURA)	
8	Ciencia	(CIENCIA)	
9	Variedades	(VARIEDADES)	
10	Música pop	(M POP)	} MUSICA
11	Música rock	(M ROCK)	
12	Música M.O.R.	(M M.O.R.)	
13	Música clásica ligera	(M LIGERA)	
14	Música clásica	(CLASICA)	
15	Otros estilos musicales	(OTRAS M)	

En el caso de transmisiones estereofónicas puede utilizarse una identificación doble para el tipo de programa. De esta forma, se caracterizan con mayor facilidad los programas que pueden estar atribuidos a dos tipos de programas distintos (por ejemplo, deportes/música pop) y además pueden sintonizarse un gran número de programas durante el proceso de búsqueda en el receptor. Una identificación doble consiste en una identificación primaria y secundaria. Ambas deben tomarse del cuadro de números del tipo de programa indicado anteriormente.

La identificación primaria del tipo de programa y la identificación música/palabra se transmite por el canal de la izquierda (PA-L), y la identificación secundaria en los 4 primeros bits del canal de la derecha (PA-R). Si no hay necesidad de transmitir identificación secundaria, se repite la identificación primaria como identificación secundaria.

\* Esta es la clasificación derivada de la Recomendación de la UER que figura en el Documento Técnico 3244 sobre sistema de radiodifusión de datos (DSR) para la radiodifusión sonora terrenal en ondas métricas.

\*\* Los términos que figuran entre paréntesis son las abreviaturas recomendadas que pueden utilizarse en una pantalla de presentación de 8 caracteres o en el panel frontal del aparato receptor.

Por otra parte, para indicar el modo estereofónico se utilizan los bits restantes de canal de la derecha (PA-R). La ocupación del canal de la derecha (PA-R) para transmisiones estereofónicas es la siguiente:

X X X X 0 1 0 P

donde

X: bits para la codificación de la identificación secundaria  
 P: bit de paridad (0 = número par de "1" en los bits 1 ... 7  
 Bits 6 y 7: Si en PA-L y PA-R aparece 01 → dos canales monofónicos independientes  
 Si en PA-L aparece 01 y en PA-R aparece 10 → par estereofónico.

Si no está ocupado un canal se indica mediante la siguiente secuencia de bits:

0 0 0 0 1 0 0 1

en la correspondiente palabra de código de 8 bits de la identificación de información de programa. En este caso, las muestras de la señal de audio, los factores de escala y la información adicional se fijan a "1 permanente".

#### 3.4.2.2 Fuente de programa (SK)

En el caso de transmisiones **monofónicas** los cuatro primeros octetos que siguen a la palabra de sincronización contienen la información SK sobre los canales monofónicos 1 ... 4 (SK-LI, SK-RI, SK-LII, SK-RII). En el caso de transmisiones **estereofónicas** se transmite el mismo código de fuente de programa tanto en el canal de la izquierda como en el canal de la derecha.

La ley de codificación para los datos SK se basa en la lista de caracteres de las especificaciones RDS que aparece en la Figura 21 del Apéndice 5 al Documento Técnico de la UER 3244. Para maximizar la distancia a la palabra de sincronización (a fin de evitar la simulación accidental de dicha palabra) no debe transmitirse la palabra de código 0111 1111. Por esa misma razón no deben utilizarse las palabras de código 1110 XXXX y 1111 XXXX. En consecuencia, los caracteres asignados a estas palabras de código en el documento de la UER citado se transmiten mediante las palabras de código 0000 XXXX y 0001 XXXX, respectivamente (véase el Cuadro II).

En todos los octetos siempre se transmite en primer lugar el bit N° b8. La transmisión comienza siempre con el carácter que se encuentra más a la izquierda en el dispositivo de visualización. El número de todos los caracteres, incluidos los posibles espacios, siempre es 8.

#### 3.4.2.3 Utilización de los octetos Dn y En

Para maximizar la distancia de codificación a la palabra de sincronización elegida (Sinc 1; Sinc 2) debe observarse la siguiente regla cuando se utilicen los octetos Dn y En:

X X X X X 0 X P



CUADRO II

CUADRO DE CODIFICACION DE LOS 218 CARACTERES VISUALIZABLES QUE CONFORMAN EL REPERTORIO COMPLETO DE LA UER BASADO EN EL LATIN

Caracteres visualizables adicionales para

				Caracteres visualizables del Cuadro de codificación de la Norma 646 de la ISO											núcleo común UER (7 idiomas)							Repertorio completo basado en el latín (25 idiomas)			
															núcleo común UER (7 idiomas)							Repertorio completo basado en el latín (25 idiomas)			
b4	b3	b2	b1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
0	0	0	0	0	0	€	Ɔ		Ɔ	á	ä	ä	ä	Á	Â	Ã	ä								
0	0	0	1	1	!	1	A	Q	a	q	á	ä	α	1	À	Ä	Å								
0	0	1	0	2	"	2	B	R	b	r	é	é	©	2	É	Ê	Æ								
0	0	1	1	3	#	3	C	S	c	s	é	é	°/oo	3	È	Ë	œ								
0	1	0	0	4	Ø	4	D	T	d	t	í	í	Û	±	Í	Î	Ï								
0	1	0	1	5	%	5	E	U	e	u	ì	ì	ë	ì	î	ï	ÿ								
0	1	1	0	6	&	6	F	V	f	v	ó	ó	ñ	ñ	Ó	Ô	Õ								
0	1	1	1	7	'	7	G	W	g	w	ö	ö	ó	ú	Û	Ü	ø								
1	0	0	0	8	()	8	H	X	h	x	ú	ú	π	μ	Ú	Û	þ								
1	0	0	1	9	l	9	I	Y	i	y	ü	ü	€	€	Û	Ü	ŋ								
1	0	1	0	10	·	:	J	Z	j	z	ñ	ñ	£	÷	Ë	Ë	Ë								
1	0	1	1	11	+	:	K	{ <sup>(1)</sup> }	k	{ <sup>(1)</sup> }	C	c	§	°	Č	č	Ć								
1	1	0	0	12	.	<	L	\	l		S	s	—	1/4	Š	š	Š								
1	1	0	1	13	-	=	M	} <sup>(1)</sup>	m	} <sup>(1)</sup>	β	ß	†	1/2	Ž	ž	Ž								
1	1	1	0	14	.	>	N	—	n	—	i	l	—	3/4	Đ	đ	Ɔ								
1	1	1	1	15	/	?	O	—	o	—	ij	ij	↓	§	Ł	ł	đ								



Modificación - Véase el texto

\* Los caracteres que figuran en las posiciones marcadas con un (1) en el cuadro son los pertenecientes a la "Versión de referencia internacional" de la norma ISO 646 que no aparecen en el "repertorio completo de caracteres latinos" del Apéndice 2 al documento técnico 3232 (2ª edición, 1982) de la UER.



donde

X: bits sin atribuir  
 P: bit de paridad (0 = número par de "1" en los bits 1 ... 7)

Los octetos Dn describen la utilización de los cuatro canales monofónicos en un bloque de 77 bits. Para cada canal monofónico hay disponibles a estos efectos dos bits. La atribución de estos bits de identificación para el canal monofónico es la siguiente:

Dn (impar) 5º bit en la trama SA/PA								Dn (par) 6º bit en la trama SA/PA							
X	X	X	X	X	0	X	P	X	X	X	X	X	0	X	P
Mono 1	Mono 2							Mono 3	Mono 4						
LI	RI ← ejemplo →							LII	RII						

Los bits N° 5 y 7 de cada octeto Dn se mantienen en reserva para la posible ampliación de identificaciones y se fijan, de forma provisional, a "0".

En los dos bits pueden identificarse cuatro modos distintos.

Modo	Significado
00	canal de radiodifusión sonora monofónico en un bloque de 77 bits de acuerdo con la Figura 4. La codificación de la señal de sonido se describe en § 2. La información adicional se describe en § 3.5
01	aún no está definido
10	aún no está definido
11	transmisión de datos de acuerdo con el Apéndice V

Si la identificación es distinta de "0 0", los octetos 1 ... 4 de las tramas SA/PA y SA/SK (Figura 5) no están ocupadas por información de programa o por datos sobre la fuente de programa y se encuentran libres para otro uso. La evaluación segura de los octetos Dn se logra mediante 7 transmisiones consecutivas de las tramas SA/PA y una toma de decisión por mayoría.

Aún no se ha determinado la utilización de los octetos En (octetos N° 5 y 6 en la trama SA/PA). Se fijan al valor:

0 0 0 0 0 0 0 0

### 3.4.3 Estructura de la supertrama de servicio especial (SAU)

Una trama de servicio especial (SA) contiene sólo la información de programa (PA) y la información de fuente de programa (SK) de cuatro programas monofónicos o de dos programas estereofónicos. Para tener en cuenta los 32 programas monofónicos o los 16 programas estereofónicos, han de combinarse ocho tramas de servicio especial (SA/PA y (SA/SK) para formar una supertrama de servicio especial (SAU/PA ó SAU/SK). El comienzo de esta supertrama está marcado por la palabra de código Williard de 16 bits anteriormente descrita (véase § 3.3.2) (Sinc 1). Las siete tramas de servicio especial restantes dentro de la supertrama comienzan con la siguiente palabra de sincronización modificada (Sinc 2):

0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Véase también la Figura 5.

### 3.4.4 Estructura de la trama SAUU

La supertrama de servicio especial (SAU/PA ó SAU/SK) se transmite en grupos alternativos. Con este objeto se crea otra supertrama (SAUU) que contiene 7 tramas (SAU/PA) consecutivas y 8 tramas (SAU/SK) consecutivas. Ambos grupos se separan por una trama (SAU/LB) (Figura 5) que tiene la estructura de una trama (SAU) en la cual todos los octetos de las 8 tramas (SA) que incorpora, se fijan a "0".

Las 8 tramas (SAU/SK) que siguen a las tramas (SAU/LB) contienen los 8 caracteres de la información de fuente de programa comenzando por el carácter situado más a la izquierda del dispositivo de visualización. En el caso de transmisión de sonido, las 7 tramas (SAU/PA) consecutivas incorporan idéntica información, lo que asegura la protección de los datos.

## 3.5 *Empleo de los bits de información adicionales*

### 3.5.1 *Generalidades*

El proceso de combinación de 64 tramas principales en supertramas (véase el § 3.3) da también lugar a la formación de tramas para los bits de información adicionales (ZI). Esta trama ZI contiene los factores de escala para dos canales audio. La capacidad restante se reserva para la transmisión futura de información relacionada con el programa (PI) (fig. 6).

### 3.5.2 *Factor de escala*

La fig. 6 muestra la posición de los factores de escala de dos canales audio en una trama de información (ZI). La fig. 1 indica la atribución de los factores de escala a las gamas de amplitud. Dada su importancia, los factores de escala requieren una protección mayor contra los bits erróneos que las palabras de código de la señal audio. Con este fin, los dos factores de escala de 3 bits de un canal de la izquierda y de un canal de la derecha se insertan, comenzando con el MSB, en un código BCH (14,6) sistemáticamente abreviado. La palabra de código BCH se transmite por triplicado (ocupando, pues, 42 bits de la trama de información). Para obtener la palabra de código BCH abreviada, han de seguirse las siguientes etapas:

- los dos factores de escala de 3 bits van precedidos por un séptimo bit de valor cero;
- se obtienen 8 bits de comprobación por el siguiente polinomio generador de un código BCH (15,7):

$$g(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^0$$

y se unen a los 6 bits del factor de escala. La secuencia de los bits de comprobación viene determinada por el exponente del polinomio generador asociado (los términos con menor exponente figuran al final).

Para facilitar la decodificación en el lado receptor, el factor de escala debe recibirse antes del bloque de señal de sonido del que se deriva. Por motivos técnicos, el factor de escala debería, en realidad, ir precedido de dos bloques de señal de sonido, es decir, la transmisión del factor de escala en la trama de información ZI debería comenzar 4 ms antes de la transmisión de la primera palabra de código de señal de sonido del bloque de señal de sonido asociado.

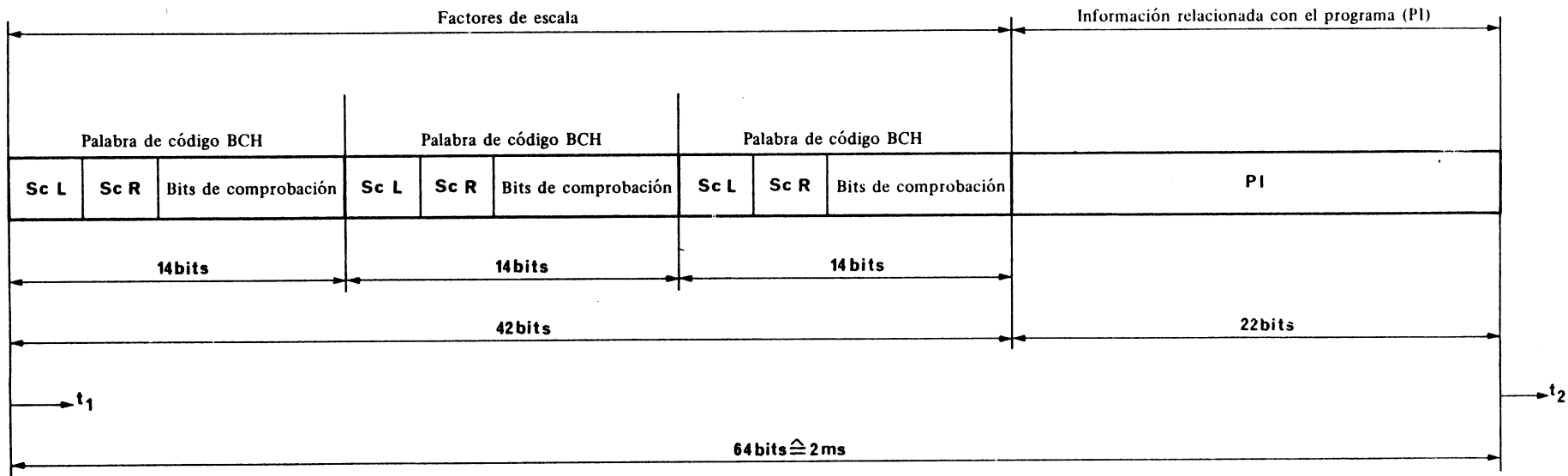


FIGURA 6 – Estructura de la trama de información (ZI)

Sc L : Factor de escala del canal izquierdo

Sc R : Factor de escala del canal derecho

### 3.5.3 Información relacionada con el programa (PI)

A intervalos de 2 ms, resultantes de la determinación y transmisión de los factores de escala, se dispone de una capacidad de datos de 22 bits por canal estereofónico en la trama de información para la transmisión de información adicional relacionada con el programa. Esos 22 bits deberían utilizarse con transparencia de bits, es decir, que las palabras de 22 bits transmitidas en ráfagas cada 2 ms por la estación terrena — debería llegar al interfaz\* del extremo receptor en forma de ráfagas de 22 bits\*\*.

Los 22 bits de información relacionada con el programa de los programas monofónicos se atribuyen alternativamente a los dos canales monofónicos, es decir, que un bloque de información relacionada con el programa de 22 bits sólo se transmite cada 4 ms. Se emplea la sincronización de la supertrama de servicio especial (SAU) para determinar la atribución de los 22 bits de información relacionada con el programa al canal monofónico apropiado. Los 22 bits de información relacionada con el programa que siguen a la palabra de sincronización SAU de la supertrama de servicio especial se asignan consecuentemente al canal monofónico 1.

## 4. Modulación y transmisión RF

### 4.1 Técnica de modulación

Para utilizar eficazmente la anchura de banda del canal transpondedor, incluso con valores bajos de la relación  $C/N$ , se aplica la modulación MDP-4 coherente de la portadora sin desplazamiento de bits. Los dos trenes de bits a 10,24 Mbit/s derivados de las dos tramas principales forman las señales de entrada. La velocidad binaria global de 20,48 Mbit/s permite transmitir 16 señales radiofónicas estereofónicas ó 32 monofónicas. La codificación diferencial de los dos trenes de bits permite la demodulación sincrónica y diferencial en el extremo receptor. En el apéndice III se describe un método de modulación utilizado corrientemente.

### 4.2 Aleatorización

Se aplica la aleatorización para la dispersión de energía y la recuperación fiable del reloj temporizador durante las pausas de modulación o en el caso de señales estacionarias, para protección contra la imitación de la palabra de sincronización. Como se muestra en la fig. 7, los trenes de bits de las tramas principales A y B, con excepción de las palabras de sincronización y los bits especiales de servicio, se aleatorizan por medio de una combinación con las secuencias pseudoaleatorias de un generador de aleatorización. Esto es técnicamente posible utilizando un registro de desplazamiento de realimentación de nueve dígitos. El polinomio generador utilizado es:

$$g(x) = x^9 + x^4 + 1$$

Una secuencia de 308 bits que muestra una probabilidad de imitación mínima con respecto a la palabra de sincronización de trama de Barker se selecciona de la secuencia binaria de 511 relojes temporizadores ( $2^9 - 1$ ). La secuencia de 308 bits está determinada por el valor inicial:

$$r_8, r_7, \dots, r_0 = 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1$$

A partir del decimotercer bit de la trama principal, los 308 bits restantes se combinan según una ley módulo 2 pseudoaleatoria como sigue:

- trama principal A con el contenido de la célula  $r_0$  del registro de desplazamiento, y
- trama principal B con el contenido de las células  $r_3$  y  $r_0$  del registro de desplazamiento.

Subsiguientemente, las células del registro de desplazamiento se ponen de nuevo al valor inicial mencionado anteriormente. Después se vuelve a efectuar la aleatorización con el decimotercer bit de la próxima trama principal.

### 4.3 Codificación diferencial

Para poder efectuar en el receptor la demodulación de fase diferencial en vez de la modulación sincrónica más complicada, debe aplicarse la codificación diferencial a todos los bits de las tramas principales A y B después de la aleatorización. Para ello, los dos trenes de bits aleatorizados A' y B' de las tramas principales A y B se combinan por medio de un codificador diferencial. El proceso de combinación aplicado se basa en el principio siguiente:

\* En el apéndice I de este anexo, figura una proposición para un interfaz normalizado de información relacionada con la información PI en el receptor DSR.

\*\* En el apéndice II se describe una posible estructura de paquetes para la transmisión de información relacionada con el programa.

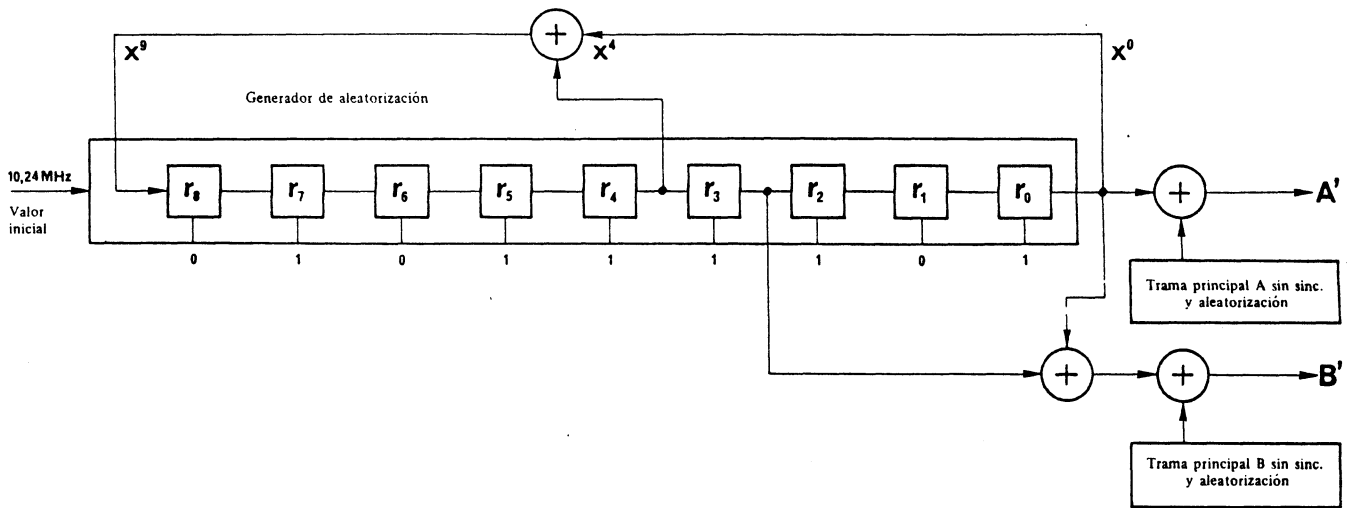


FIGURA 7 - Aleatorización en las tramas principales A y B

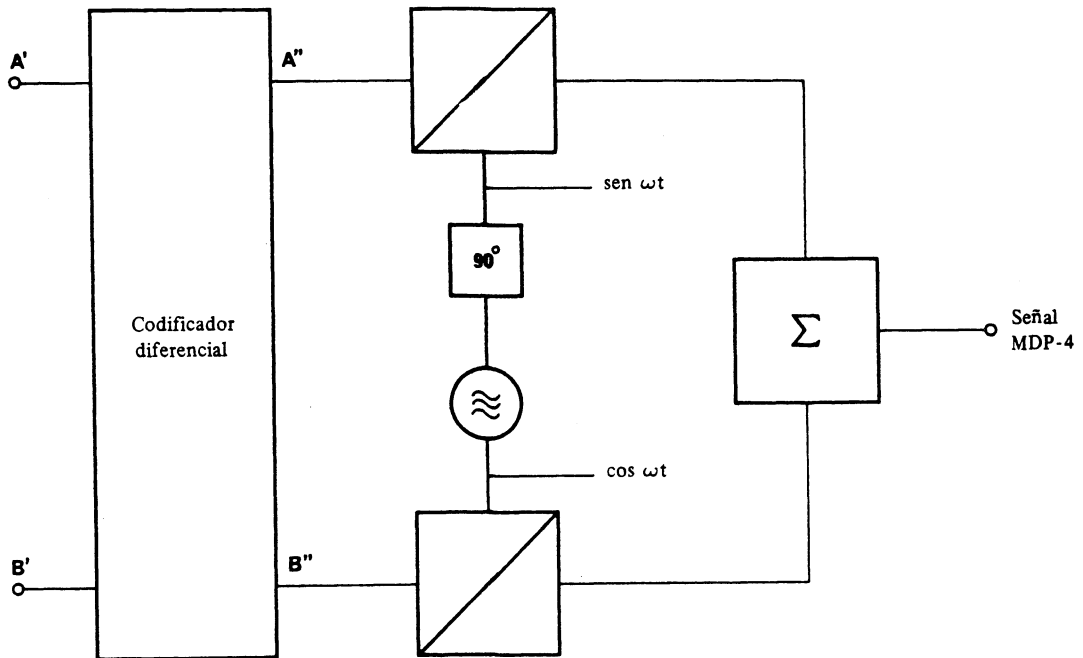


FIGURA 8 - Diagrama de bloques teórico del modulador MDP-4 coherente con un codificador para codificación diferencial

$$\text{para } A'_n \oplus B'_n = 0 \quad \begin{aligned} A''_n &= A''_{n-1} \oplus A'_n \\ B''_n &= B''_{n-1} \oplus B'_n \end{aligned}$$

$$\text{para } A'_n \oplus B'_n = 1 \quad \begin{aligned} A''_n &= B''_{n-1} \oplus A'_n \\ B''_n &= A''_{n-1} \oplus B'_n \end{aligned}$$

$\oplus$ : adición «o exclusiva»

$x_n$ : estado lógico en tiempo  $n$

$x_{n-1}$ : estado lógico en tiempo  $n-1$ , es decir, 1 bit anterior

Las dos señales de salida  $A''$  y  $B''$  del codificador diferencial forman la señal modulada (véase también la fig. 8).

#### 4.4 Conformación del espectro

El espectro de la señal\* proporcionada por la parte de amplificación lineal de la estación terrena en banda de base, se describe por la representación siguiente (caída del 50% en el coseno):

$$S(f) = 1 \quad \text{para } 0 \leq f \leq \frac{1}{4\tau}$$

$$S(f) = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ 1 + \cos \left[ 2\pi \left( f - \frac{1}{4\tau} \right) \tau \right] \right\}} \quad \text{para } \frac{1}{4\tau} \leq f \leq \frac{3}{4\tau}$$

$$S(f) = 0 \quad \text{para } f > \frac{3}{4\tau}$$

$$\tau = \text{duración del dibit (par de bits)} = \frac{2}{20,48} \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

(El espectro FI/RF se obtiene por modulación de amplitud de dos portadoras ortogonales mediante una señal de banda de base que tiene un espectro de la forma indicada.)

#### 4.5 Estados de modulación

Las combinaciones posibles de pares de bits (dibits) de los trenes de bits aleatorizados  $A'$  y  $B'$  (antes de la codificación diferencial) se corresponden en la modulación MDP-4 con los siguientes cambios de fase de la portadora:

Información de bits		Cambio de fase (grados)
$A'$	$B'$	$\Delta\phi$
0	0	0
1	0	90
1	1	180
0	1	270

El cambio de fase se relaciona con la posición de la fase de la señal portadora en cada bit precedente\*\*. El cómputo debe realizarse en el sentido levógiro (matemáticamente positivo).

\* La definición emisión fuera de banda en las especificaciones de la estación terrena deberá ajustarse al Reglamento de Radiocomunicaciones y a los principios de planificación para los enlaces ascendentes (CAMR ORB). La plantilla del espectro aplicable a la señal MDP-4 se muestra en el apéndice IV.

\*\* Los cambios de fase y combinaciones de bits indicados en este anexo se aplican al espectro de la señal en posición normal. El receptor debe reconocer automáticamente si el espectro de la señal aparece en posición inversa como resultado de la conversión de la señal de la gama RF a la gama FI en el extremo receptor y debe poder tratar la señal en consecuencia (por ejemplo, intercambiando  $A'$  y  $B'$  de acuerdo con la palabra de sincronización asociada en el caso de demodulación diferencial).

## APÉNDICE I

INTERFAZ DE INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL PROGRAMA (PI)  
EN EL RECEPTOR DE RADIOCOMUNICACIÓN DIGITAL POR SATÉLITE (DSR)

Para poder identificar la información relacionada con el programa (PI - «programme related information») en el programa recibido, el receptor de radiodifusión sonora tendrá un interfaz en serie especial. Se aplicarán tres señales de salida diferentes al interfaz. La combinación lógica de estas señales de salida permitirá la lectura de los datos relacionados con el programa.

La fig. 9 muestra el formato de salida de las tres señales y su relación en el tiempo para programas estereofónicos:

- tren de datos de la información adicional relacionada con el canal estereofónico;
- señal de ventana;
- reloj de 32 kHz.

La combinación lógica de estas señales garantiza que la palabra de 22 bits que contiene la PI se transmita en ráfagas cada 2 ms.

La señal de ventana cambia en el caso de programas monofónicos. Aparece solamente cada 4 ms; en consecuencia, una palabra PI de 22 bits se transmite solamente a intervalos de 4 ms. La asignación al canal monofónico apropiado se describe en el § 3.5.3.

La elección del enchufe y la asignación de sus patillas se deja a la discreción de los fabricantes de receptores.

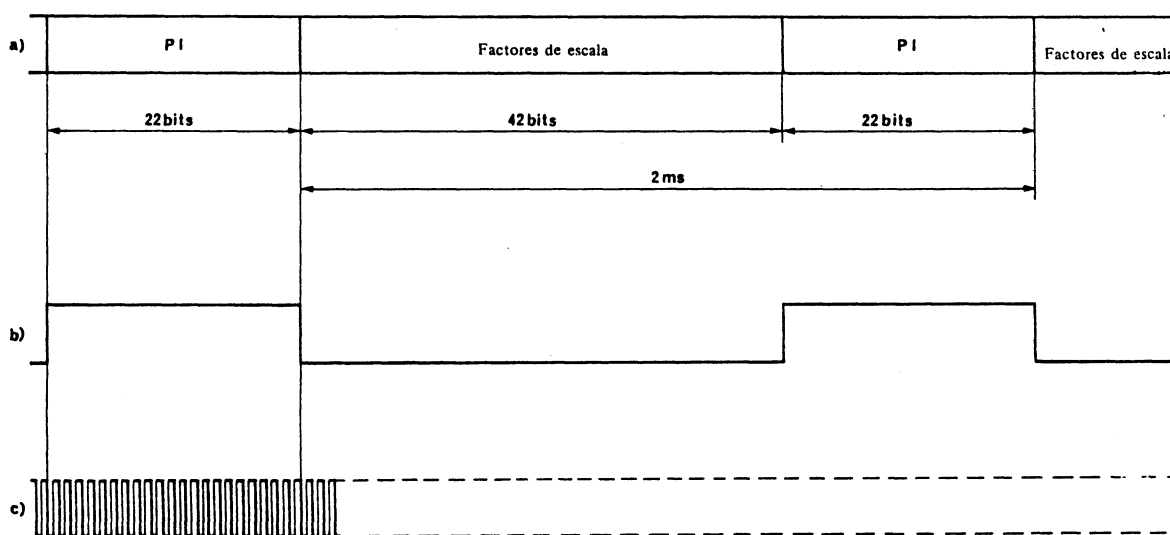


FIGURA 9 - Interfaz de la información relacionada con el programa (PI), formato de salida y correspondencia en el tiempo (estereofonía)

- a) Tren de datos de información adicional (ZI)
- b) Señal de ventana, comienzo de palabra con pendiente positiva
- c) Reloj de 32 kHz, salida de datos con pendiente de reloj negativa

APÉNDICE II

ESTRUCTURA DE PAQUETES PARA INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL PROGRAMA (PI)

Las palabras PI, de 22 bits, que aparecen cada 2 ms (cada 4 ms en programas monofónicos) se utilizan como sigue:

1. La PI se estructura en *paquetes* cuya longitud corresponde a múltiplos enteros de 22 bits.
2. Un *paquete* consiste en un *encabezamiento* ( $2 \times 22$  bits) y el *contenido del paquete* ( $n \times 22$  bits).
3. La estructura del encabezamiento se ilustra en la fig. 10. El encabezamiento comienza con una palabra inicial de 12 bits

0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1

La palabra inicial va seguida de 2 bytes para la *indicación de la longitud de paquete* y termina con 2 bytes para la *identificación del contenido del paquete*.

4. Ocho bits de los dos bytes para *indicación de longitud de paquete* se utilizan para indicar 256 longitudes diferentes de paquetes. En consecuencia, la longitud de paquete máxima, incluido el encabezamiento, corresponde a  $255 \times 22$  bits +  $2 \times 22$  bits = 5654 bits y se transmite por un enlace estereofónico en 514 ms (1028 ms en el caso de programas monofónicos). Los otros 8 bits de la indicación de longitud de paquete se utilizan para la protección contra bits erróneos (código de Hamming (8,4)). En el cuadro III se muestra el esquema de codificación y de decodificación para medios bytes.

5. Los dos bytes de la *identificación del contenido de paquete* tienen la misma estructura que la indicación de longitud de paquete y utilizan la misma protección contra bits erróneos. De este modo resultan posibles 256 identificaciones diferentes de contenido de paquetes.

6. El *contenido del paquete* se transmite en palabras de 22 bits. El número real de palabras de 22 bits se determina por la indicación de longitud de paquete. La longitud cero es un «paquete ficticio» y consiste solamente en un encabezamiento. La longitud de 255 indica la longitud máxima de  $255 \times 22$  bits para el contenido de paquete. La estructura y la protección contra bits erróneos para las palabras de 22 bits se dejan a discreción del usuario de los diversos posibles servicios y deberá especificarse cuando se introducen nuevos servicios.

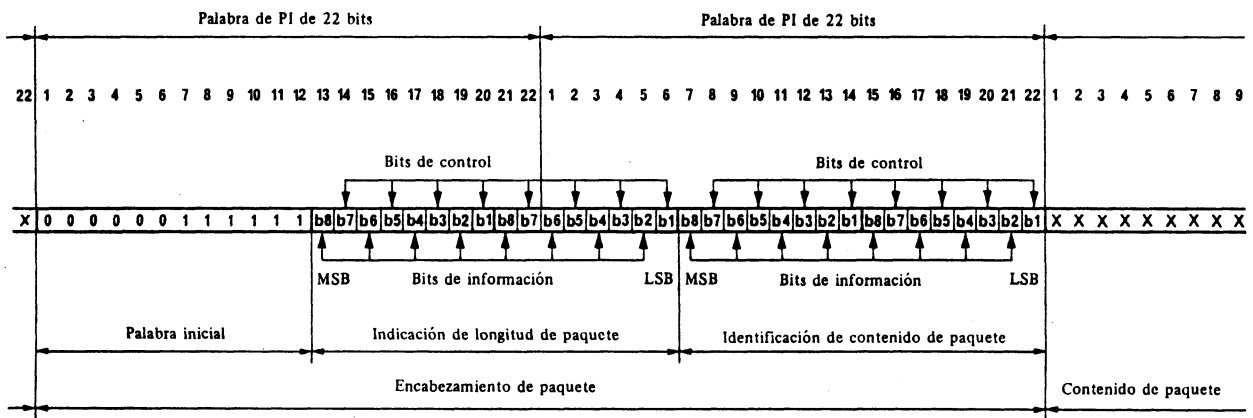


FIGURA 10 – Estructura del encabezamiento de la información relacionada con el programa (PI)

APÉNDICE III

MODULACIÓN

La modulación MDP-4 puede generarse, por ejemplo, por dos oscilaciones de portadoras en cuadratura de fase, A y B que se modulan en MDP-2 por trenes de bits de 10,24 Mbit/s y después se suman.

La trama principal A genera un tren de datos continuo de 10,24 Mbit/s en la señal portadora A, mientras que la trama principal B genera un tren de bits continuo de 10,24 Mbit/s en la señal portadora B. Sumando las dos señales portadoras moduladas en MDP-2, que tienen la misma amplitud, se obtiene la señal MDP-4 (fig. 8).



CUADRO III – Esquema de codificación y de decodificación de los bytes protegidos por un código de Hamming

CODIFICACIÓN

Número hexadecimal	Número decimal	Bits de información							
		b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1
0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2	2	0	1	0	0	1	0	0	1
3	3	0	1	0	1	1	1	1	0
4	4	0	1	1	0	0	1	0	0
5	5	0	1	1	1	0	0	1	1
6	6	0	0	1	1	1	0	0	0
7	7	0	0	1	0	1	1	1	1
8	8	1	1	0	1	0	0	0	0
9	9	1	1	0	0	0	1	1	1
A	10	1	0	0	0	1	1	0	0
B	11	1	0	0	1	1	0	1	1
C	12	1	0	1	0	0	0	0	1
D	13	1	0	1	1	0	1	1	0
E	14	1	1	1	1	1	1	0	1
F	15	1	1	1	0	1	0	1	0

$b7 = b8 \oplus b6 \oplus b4$   
 $b5 = b6 \oplus b4 \oplus \overline{b2}$   
 $b3 = b4 \oplus \overline{b2} \oplus b8$   
 $b1 = \overline{b2} \oplus b8 \oplus b6$

$\oplus$  : Adición o exclusiva  
 $\overline{b2}$  : b2 invertido

DECODIFICACIÓN

$A = b8 \oplus b6 \oplus b2 \oplus b1$   
 $B = b8 \oplus b4 \oplus b3 \oplus b2$   
 $C = b6 \oplus b5 \oplus b4 \oplus b2$   
 $D = b8 \oplus b7 \oplus b6 \oplus b5 \oplus b4 \oplus b3 \oplus b2 \oplus b1$

A	B	C	D	Interpretación	Información
1	1	1	1	Sin error	Aceptada
0	0	1	0	Error en el b8	Corregida
1	1	1	0	Error en el b7	Aceptada
0	1	0	0	Error en el b6	Corregida
1	1	0	0	Error en el b5	Aceptada
1	0	0	0	Error en el b4	Corregida
1	0	1	0	Error en el b3	Aceptada
0	0	0	0	Error en el b2	Corregida
0	1	1	0	Error en el b1	Aceptada
A · B · C = 0			1	Múltiples errores	Rechazada

## APÉNDICE IV

## PLANTILLA DEL ESPECTRO PARA LA ESTACIÓN TERRENA

Para evitar la interferencia de canal adyacente, el espectro de RF a la salida del amplificador de potencia de la estación terrena no deberá exceder el valor indicado en la plantilla de tolerancia de la fig.11.

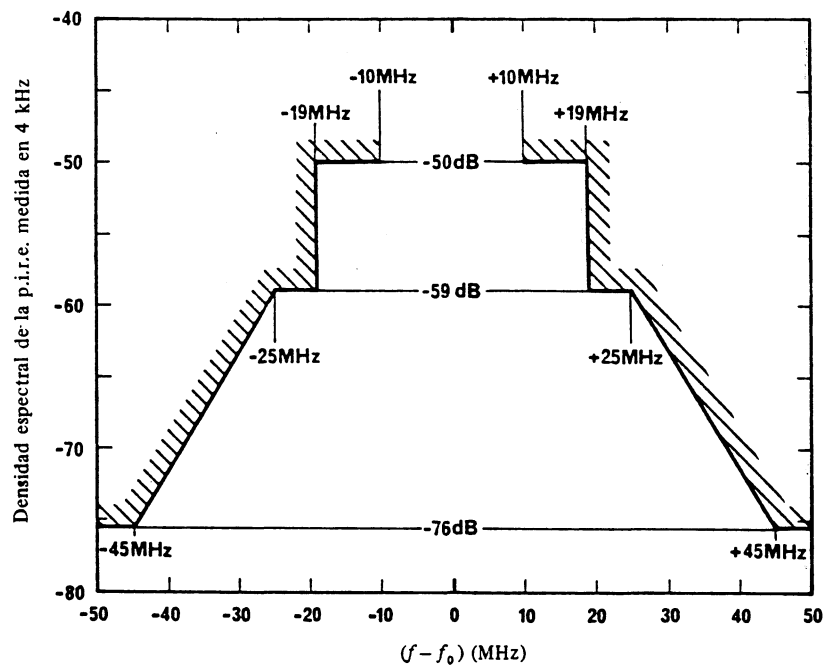


FIGURA 11- *Plantilla de la tolerancia para la estación terrena*

Plantilla del espectro fuera de banda para la señal MDP-4 a la salida de la estación terrena transmisora (Filtro de medición de 4 kHz), con respecto a la p.i.r.e. máxima prevista, medida con una secuencia pseudoaleatoria de  $2^{15} - 1$  de longitud, que modula las dos portadoras.

## APENDICE V

Transmisión de datos

Sin modificar su estructura, el sistema DSR (radiocomunicación digital por satélite) puede utilizarse también para transmisión de datos. Cada canal monofónico proporciona una velocidad de datos de 448 kbit/s. Cada palabra de código de 14 bits para la transmisión de señales de sonido consiste en 11 MSB (most significant bit, bit más significativo) protegidos con código BCH y 3 LSB (least significant bit, bit menos significativo) sin proteger (Figura 4). Por consiguiente, la capacidad total de un canal monofónico consta de 352 kbit/s (protegidos con código BCH) más 96 kbit/s (sin proteger). Esta circunstancia debe tenerse en cuenta cuando se utilice el canal para transmisión de datos. En [Assmus, 1989] y [Assmus (Revista técnica de la UER), 1989] se describen posibles esquemas para la transmisión de datos.

Para una descripción detallada del servicio de transmisión de datos pueden utilizarse los octetos de la trama (SA/PA) o (SA/SK) atribuidos al canal monofónico correspondiente. Los cuatro primeros bits de los octetos (SA/PA) pueden utilizarse para describir diferentes estructuras de transmisión de datos. Aún no se han definido los detalles.

X X X X X 0 1 P

El bit N° 5 puede utilizarse también en el futuro para identificación. Los bit N° 6 y 7 se fijan a "01" para maximizar la distancia de codificación. El bit N° 8 es el bit de paridad.

Pueden combinarse dos canales monofónicos adyacentes a fin de obtener una velocidad de datos total de 896 kbit/s (704 kbit/s protegidos, 192 kbit/s sin proteger). Entonces, la ocupación de los octetos (SA/PA) correspondientes es:

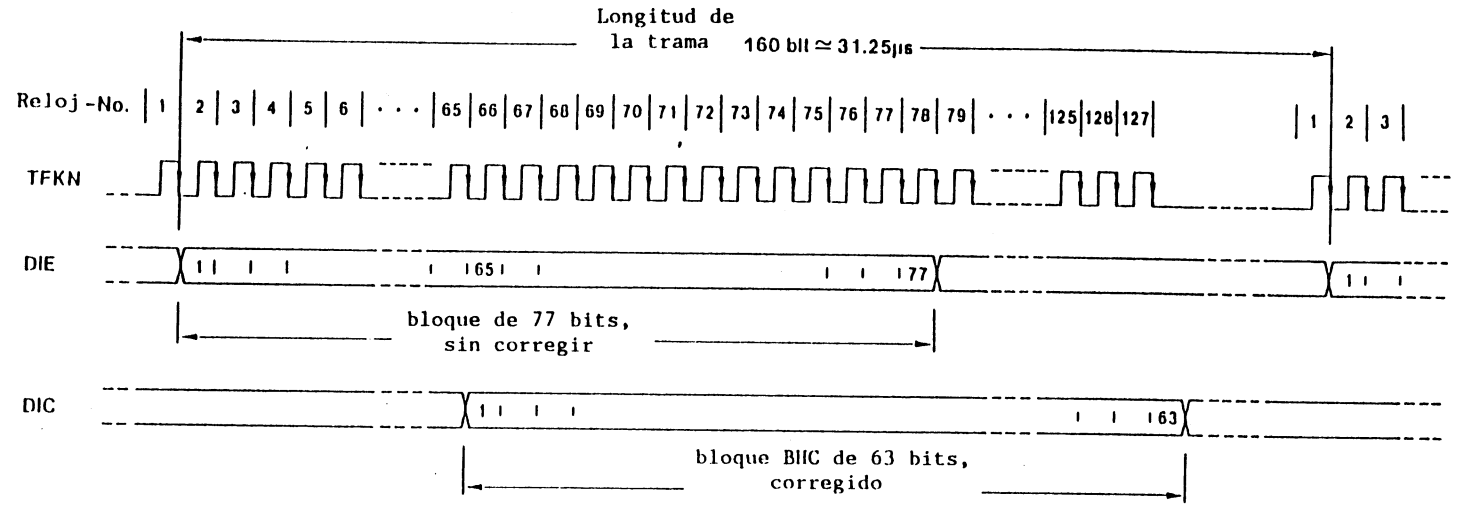
X X X X X 0 1 P	X X X X 0 1 0 P
-----------------	-----------------

En ese caso, la capacidad de identificación mediante el bit N° 5 del primer canal se refiere al par de canales.

Aún no se ha especificado la utilización de los octetos (SA/SK). Si no son necesarios para otra cosa pueden emplearse como información de la fuente de programa. La estructura será la indicada en el punto 3.4.2.2.

En el extremo receptor debe contarse con una interfaz para la serie completa de bloques de 77 bits (sin corregir) así como para los bloques de 63 bits con codificación BCH (corregidos) y la ráfaga de reloj. En la Figura 12 aparecen el formato de salida y las relaciones de tiempos de esta interfaz.





Existe una relación fija entre el comienzo de la ráfaga del reloj TFKN, el comienzo del bloque de 77 bits sin corregir y el comienzo del bloque BHC corregido.

Dicha relación no depende de la posición del bloque BHC seleccionado de la trama principal.

TFKN, DIE y DIC son las salidas de prueba del VALVO DECODER for DIGITAL BROADCASTING SAA 7500

FIGURA 12

Interfaz para la transmisión de datos, formato de salida y relaciones de tiempos

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSMUS, U. - Datenübertragung im DSR. Rundfunktechnische Mitteilungen, 33 (1989), H. 1, S. 1 bis 7.

ASSMUS, U. - Datatransmission in DRS channels. Revista técnica de la UER N° 233, Febrero 1989, páginas 2 a 8.

## ANEXO II

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL MODO DE CANAL DIGITAL DE LOS SISTEMAS DE LA FAMILIA MAC/PAQUETES

1. Introducción

La descripción general de la familia MAC/paquetes aparece en el Informe 1073 y en la Publicación Especial del CCIR sobre los sistemas de transmisión para el servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz. Cuando se reemplaza la señal de imagen MAC y su intervalo de supresión de trama por una o más ráfagas de datos, se dice que el sistema MAC/paquetes funciona en el Modo de Canal Digital (MCD). Este funcionamiento ha sido propuesto recientemente por la UER y fue introducido en la especificación de los sistemas de la familia MAC/paquetes [CCIR, 1986-90a].

En el presente anexo se describen sólo los elementos de la especificación que están concretamente relacionados con el modo del canal digital. La codificación de las señales de sonido, la señalización y los parámetros de modulación, etc., se especifican en la Publicación Especial y no se repiten en el presente documento.

2. Estructura del múltiplex temporal

En el funcionamiento en el modo de canal digital, la estructura del múltiplex temporal (MDT) para cada línea es la que se muestra en la Figura 13.

En esta figura se supone que la primera ráfaga de datos es de longitud normal. Si se reduce la longitud de la primera ráfaga de datos, se desplazará hacia adelante el periodo de fijación y el comienzo de la segunda ráfaga de datos en la medida correspondiente. La primera ráfaga de datos debe terminar no más tarde de lo que se muestra en la figura.

En las Figuras 14 y 15 se ofrecen ejemplos de la estructura del múltiplex temporal para el MCD de los sistemas C/D y D2-MAC/paquetes, respectivamente. En este modo se mantiene la estructura del múltiplex temporal utilizada para las transmisiones de televisión normales, salvo que la señal de imagen analógica se reemplaza por señales digitales. El tren de datos del canal digital se divide en los componentes del MDT (múltiplex por división de tiempo). Cada componente MDT puede ocupar las líneas 1 a 623\* inclusive de cada cuadro, dejando libres la línea 624 para insertar un marcador de fijación y señales de referencia, y la línea 625 para insertar una palabra de sincronización de trama y las ráfagas de datos especiales (como se especifica en la Publicación Especial).

En principio, los componentes digitales del MDT de los sistemas C y D se dividen en dos subtramas, una de las cuales se hará pasar a un sistema D2. Esos componentes del MDT están identificados por los códigos 01-0E de TDMCID.

No obstante, ciertos requisitos de funcionamiento de los sistemas C y D, tales como los servicios de datos a velocidades altas, pueden exigir una estructura múltiplex que resulta incompatible con el principio general enunciado más arriba, es decir, los componentes del MDT no se dividen en dos subtramas. En ese caso, es posible que los sistemas C y D no contengan una subserie D2. Esos componentes se identifican mediante los códigos 40-4F de TDMCID.

3. Datos transmitidos en la línea 625 relacionados con el modo de canal digital

La estructura general de los datos de la línea 625 se indica en la Publicación Especial. La información específica relacionada con el MCD aparece en las secciones sobre la trama estática de datos (SDF) y la trama repetitiva de datos (RDF), como sigue:

\* En el MCD, deben omitirse las señales de inserción de imagen en las líneas de texto y las señales de teletexto en el intervalo de supresión de trama.

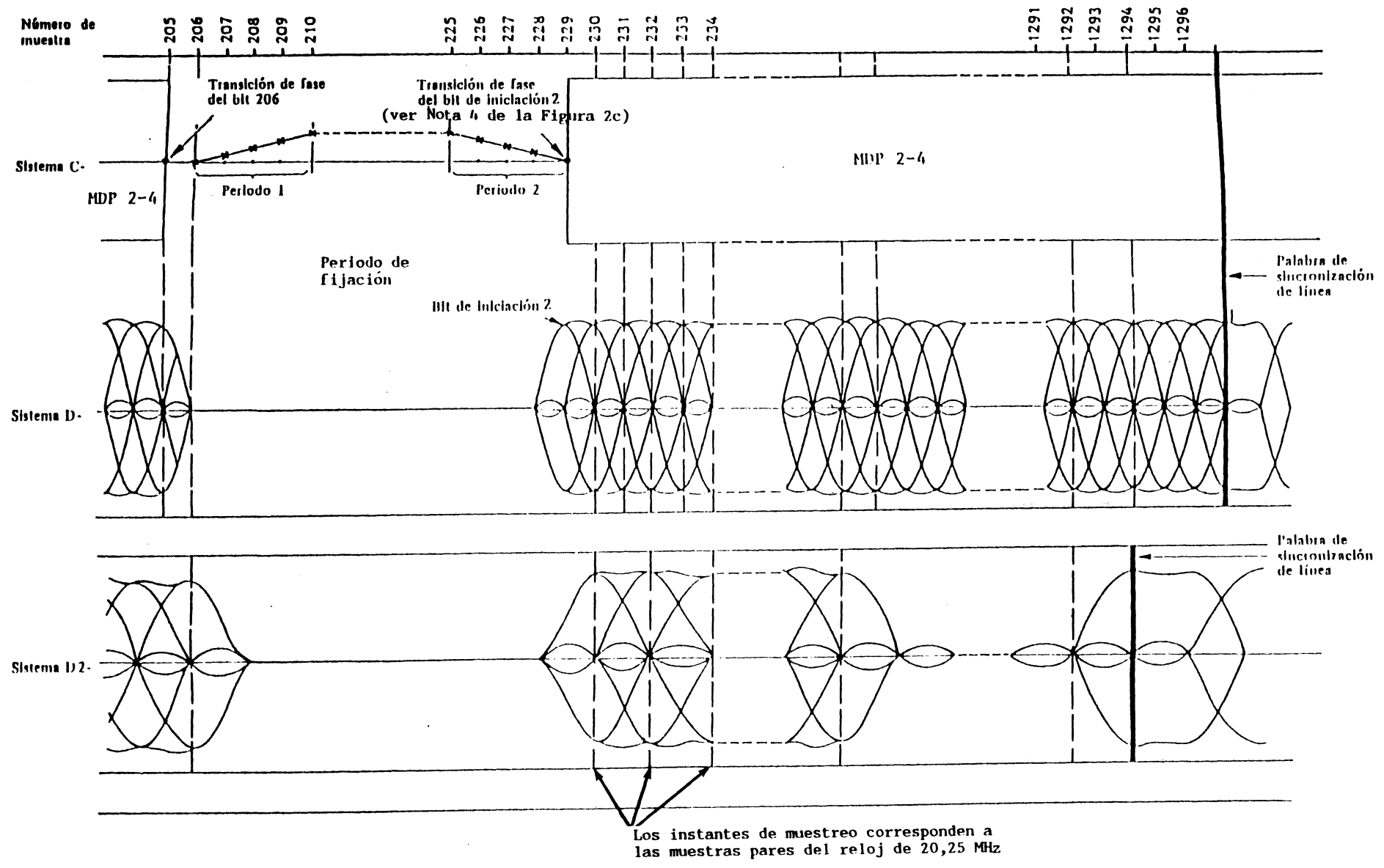
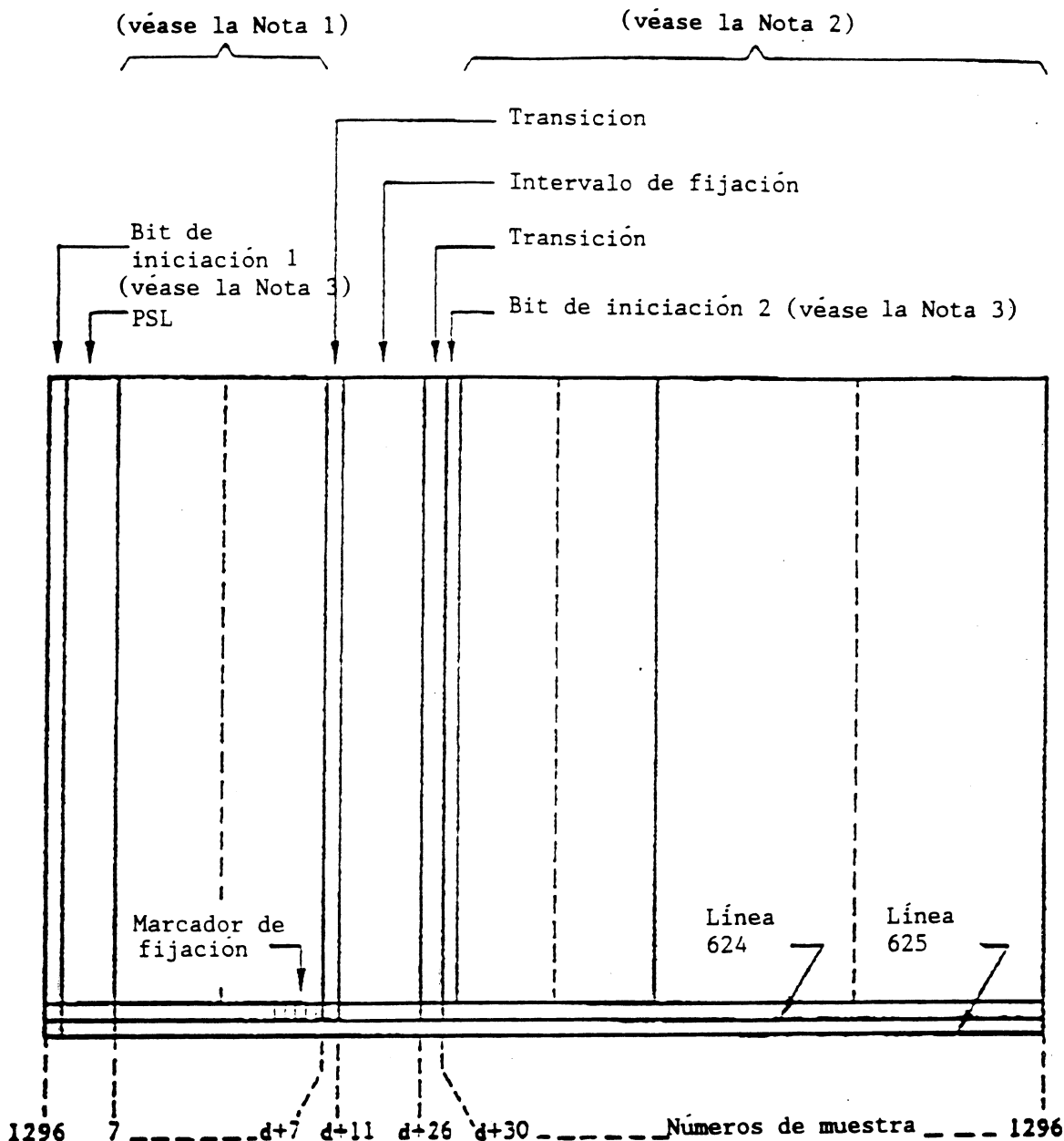


FIGURA 13

Relación entre los bits de datos y la estructura de muestreo para el MCD de los sistemas C, D y D2-MAC/paquetes



d : duración de la primera ráfaga de datos expresada en bits

PSL: Palabra de Sincronización de Línea (6 bits)

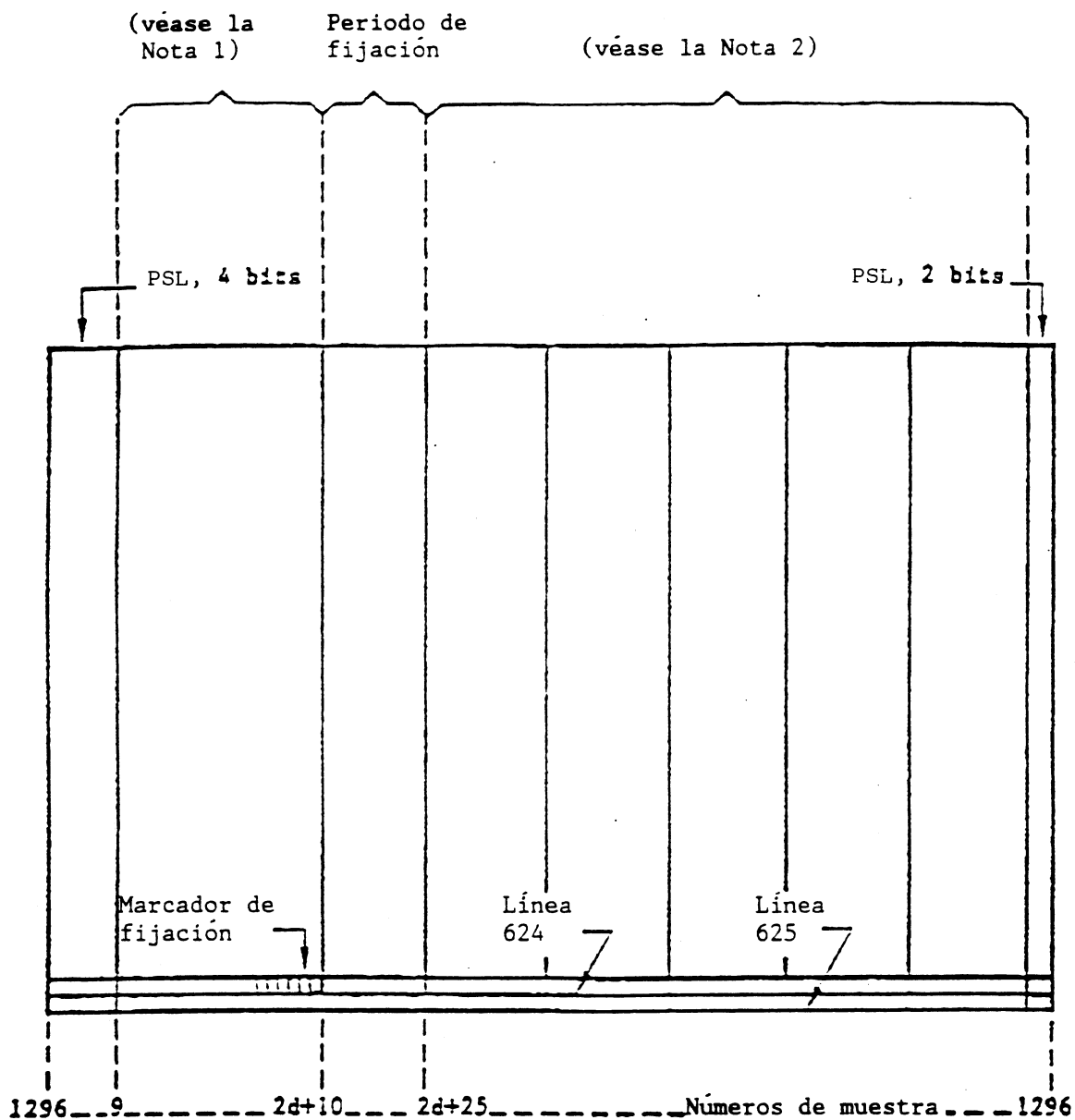
FIGURA 14

Ejemplo de estructura del múltiplex temporal para el MCD de los sistemas C y D  
(no está a escala)

Nota 1 - Esta parte de la trama consiste en los componentes del MDT con los códigos 01 y 02 de TDMCID. Su duración total es de 198 bits (+1 bit de reserva) o menos. Puede contener una componente MDT única.

Nota 2 - Esta parte de la trama consiste en componentes MDT divididos o no en dos subtramas. Los códigos de TDMCID son 03 a 0E y 40 a 4F, respectivamente. La duración del componente MDT se señala en la línea 625.

Nota 3 - Cuando se utiliza el MCD, el demodulador diferencial del sistema C empleará el bit de iniciación 2. No se utiliza el bit de iniciación 1 para ese fin, y puede ser el último bit útil del último componente MDT digital señalado en la línea 625.



$d$  : duración de la primera ráfaga de datos expresada en bits  
 PSL: Palabra de Sincronización de Línea (4 bits)

FIGURA 15

Ejemplo de estructura del múltiplex temporal para el MCD del sistema D2  
(no está a escala)

Nota 1 - Esta parte de la trama consiste en los componentes MDT con los códigos 01 y 02 de TDMCID. Su duración total es de 99 bits.

Nota 2 - Esta parte de la trama consiste en los componentes MDT con códigos de TDMCID en la gama de 03 a 0E y/o 40 a 4F. La duración del componente MDT se señala en la línea 625.



### 3.1 Trama estática de datos (SDF)

(MVSCG) Grupo de control del múltiplex y de la embrollación de señales de video proporciona información sobre la organización física de la señal dentro del canal por satélite. Los bits 1 a 4 constituyen el Subgrupo de configuración del múltiplex temporal (TDMC), y en el Modo de Canal Digital (MCD) tienen los siguientes valores:

Bit 1:  $b_j = 0$

Bit 2:  $b_m$  = formato de múltiplex de sonido/datos; si  $b_m = 1$ , el múltiplex de sonido/datos es compatible con los decodificadores destinados a multiplexar la ráfaga normal, definida en esta especificación; si  $b_m = 0$ , el múltiplex de sonido/datos no es compatible.

Bit 3:  $b_T$  = indicación sobre la transcodificación de múltiplex de sonido/datos; si este bit es "1", la subtrama caracterizada por TDMCID = 01 es la única que el organismo radiodifusor recomienda pasar del sistema C o D-MAC/paquetes a un sistema D2-MAC/paquetes; si este bit es "0", puede pasarse cualquiera de las dos subtramas con los códigos 01 y 02 de TDMCID, a elección de los organismos que explotan los sistemas por cable. Para la radiodifusión por satélite de la señal del sistema D2-MAC/paquetes, el bit 3 no tiene significado. En el MCD, este bit sólo es pertinente para la primera ráfaga de datos.

Bit 4:  $b_A = 0$

En el MCD, los bits 5-8 de MVSCG no tienen ninguna función en el decodificador del usuario.

### 3.2 Trama repetitiva de datos (RDF)

La trama repetitiva de datos transmite información para el control del múltiplex temporal (TDMCTL), que describe los distintos componentes de ese múltiplex. En particular, el parámetro TDMCID (identificación de componente del MDT) transporta un código único para cada tipo de componente MDT, como sigue (notación hexadecimal):

01-0E Para los sistemas C o D-MAC/paquetes, esos códigos se asignan a zonas reservadas para ráfagas de datos organizadas en forma de dos subtramas relacionadas; los códigos TDMCID impares se refieren a la primera subtrama de cada ráfaga de datos, y los códigos pares a la segunda subtrama. En el sistema D2-MAC/paquetes, esos códigos se asignan a zonas reservadas para ráfagas de datos.

La ráfaga de datos que sigue inmediatamente a la palabra de sincronización de línea está identificada siempre por los códigos de TDMCID 01 y 02 en los sistemas C o D-MAC/paquetes, y por los códigos 01 ó 02 en el sistema D2-MAC/paquetes.

En los sistemas C o D-MAC/paquetes, las ráfagas de datos que siguen al intervalo de fijación están identificadas por pares de códigos TDMCID, por ejemplo 03 y 04, ..., 0D y 0E. En el sistema D2-MAC/paquetes, esas ráfagas de datos se identifican mediante los códigos TDMCID 03 ó 04, ..., 0D o 0E.

40-4F: Asignados a zonas reservadas para ráfagas de datos que no están divididas en dos subtramas relacionadas.

Parámetro TDMS (Estructura del múltiplex temporal): define los límites horizontal y vertical de las subtramas\* asignadas a una componente del MDT en términos del número de línea y periodo de reloj, respectivamente. Una componente del MDT puede comprender una o más subtramas, y cada trama TDMS puede definir dos subtramas separadas, si es necesario. Estas deben ocupar periodos de reloj idénticos (por ejemplo, en la definición de la componente de luminancia, en las tramas 1 y 2 del cuadro de televisión). El formato de la trama TDMS es el siguiente:

\* Una subtrama es cualquier zona de forma rectangular dentro del cuadro de televisión.

- (FLN1) 10 bits: número de la primera línea de la subtrama 1 de la componente del MDT
- (LLN1) 10 bits: número de la última línea de la subtrama 1 de la componente del MDT
- (FLN2) 10 bits: número de la primera línea de la subtrama 2 de la componente del MDT
- (LLN2) 10 bits: número de la última línea de la subtrama 2 de la componente del MDT
- (FCP) 11 bits: primer periodo de reloj de la(s) subtrama(s) de la componente del MDT
- (LCP) 11 bits: último periodo de reloj de la(s) subtrama(s) de la componente del MDT

El número de línea 1 se codifica como binario 0, el periodo de reloj se codifica como binario 0; los números de orden superior se codifican de la manera correspondiente. Todos 1 en FLN1, FLN2, etc., representa códigos inválidos y se utiliza para señalar subtramas no definidas. De este modo, una trama TDMS que define una sola subtrama tiene todos 1 en FLN2 y LLN2.

Parámetro LINKS (Estructura enlazada): conmutador de un bit utilizado para enlazar el grupo de trama(s) TDMS necesaria(s) para definir por completo una componente del MDT. Este bit cambia en cada repetición de la(s) trama(s) TDMS enlazada(s).

Los datos del TDMCTL para diferentes componentes MDT pueden transmitirse en cualquier orden, en sucesivos cuadros de televisión. Las estructuras enlazadas deben describirse por orden creciente de FLN1. Las tramas TDMS que tienen el mismo valor de FLN1 deben transmitirse por orden creciente de FCP. El número máximo de componentes diferentes del MDT contenido en un canal por satélite nunca deberá exceder de 128\*.

Todo cambio de la configuración del MDT es sincronizado por el contador de cuadros. Los nuevos datos de TDMS, que van señalizados por el bit de EDF, (bandera actualizada) se transmiten antes de que se produzca ese cambio. Los datos nuevos y antiguos de TDMS pueden intercarse en cualquier orden en sucesivas tramas de datos. El cambio real de configuración se produce desde el comienzo de la línea 1 del segundo cuadro siguiente al cuadro en que se transmite el código 0 (módulo 128 en FCNT)(contador de cuadros).

Una componente del MDT que ha de suprimirse, se señala por el bit de UDF y los datos de TDMS se ponen todos a 1. Esta componente se suprime después del próximo cambio de configuración, de la manera expuesta más arriba. Puede repetirse este proceso varias veces para aumentar la probabilidad de que ningún receptor deje de reconocer esa supresión.

Se recomienda transmitir los nuevos datos de TDMCTL un poco antes de que se produzca un cambio de configuración a fin de demorar al mínimo la adquisición en los receptores que sean conectados durante ese proceso.

#### 4. Canal de identificación de servicios (SI) en el Modo de Canal Digital (MCD)

En la parte 5 del capítulo 3 de la Publicación Especial se indica la especificación de la radiodifusión de datos en el canal de identificación de servicios. Este canal está integrado por paquetes en el múltiplex de sonido/datos con la dirección de paquetes "0". En las transmisiones de televisión normales, la información difundida por este canal permite al usuario el acceso a los diversos servicios de televisión, sonido y datos, que pueden coexistir en un canal que transporta una señal de la familia de sistemas MAC/paquetes. En el caso del MCD, cada componente MDT digital lleva su propio canal SI. El componente suministra la información necesaria para que el usuario acceda a los servicios de sonido y datos presentes en esa componente del MDT.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

##### Documentos del CCIR

[1986-90] a. GITM 10-11/3-51 (UER).

\* Esta cifra corresponde a un tiempo máximo de adquisición de unos 5 s para una componente concreta del MDT.