

INFORME 795-3

TRANSMISIÓN DE DOS O MAS PROGRAMAS RADIOFÓNICOS O DE CANALES
DE INFORMACIÓN EN LA TELEVISIÓN TERRENAL

(Cuestión 47/10, Programa de Estudios 47A/10)

(1978-1982-1986-1990)

1. Introducción

Se ha demostrado que el sonido multicanal de gran calidad constituye una ventaja en las transmisiones de programas de televisión para la reproducción sonido estereofónico, así como para los canales de sonido separados. Los estudios realizados desde 1959 han llevado a desarrollar diferentes métodos de agregar canales de sonido adicionales y transmisiones de datos a los sistemas de televisión que se utilizan en todo el mundo. Algunos de estos sistemas se han aplicado y dos de ellos han sido objeto de Recomendaciones, véase la Recomendación 707, mientras que otros dos se han propuesto en los Apéndices I y II del Anexo I al presente Informe.

Se explota con carácter regular un sistema para la transmisión de señales estereofónicas o de dos señales de sonido separadas que utilizan dos portadoras de sonido, denominado "sistema de dos portadoras de sonido con MF", que se describe en el punto 3. Este servicio entró en funcionamiento en la República Federal de Alemania en 1981 y se ha introducido asimismo en otros países, tales como Australia, Italia, Países Bajos y la República de Corea.

El sistema digital NICAM 728 en que el sonido multicanal y los datos son transportados en una portadora modulada digitalmente adicional a la portadora analógica de sonido se ha estudiado en el Reino Unido y en otros países, así como por la UER. Este sistema, que se describe en el punto 4, entró en funcionamiento regular en Dinamarca, Finlandia, Suecia en 1988, así como en Nueva Zelanda y el Reino Unido en 1989. Se están efectuando estudios en Francia sobre la adopción del sistema digital para el sistema de televisión L [CCIR, 1986-90a].

En 1978 entró en servicio en Japón un sistema MF-MA de multiplaje de dos canales de sonido en la única portadora de sonido del sistema de televisión M. Dicho sistema puede proporcionar sonido estereofónico o dos canales de sonido separados, tal como se indica en el punto 5. Se están realizando trabajos para implantar servicios de datos, por ejemplo, la radiodifusión de facsímiles con miras a proporcionar un mayor número de servicios de texto.

En América del Norte, Estados Unidos y Canadá implantaron a comienzos de 1984 el sistema múltiplex MF-MA del BTSC* para el multiplaje de sonido multicanal con radiodifusión de televisión. El sistema del BTSC permite la transmisión simultánea de sonido estereofónico, un servicio radiofónico adicional en sonido monofónico (segundo programa audio o "SPA") y un canal de banda estrecha o de datos para atender a las necesidades de explotación de las estaciones. Si bien actualmente en los Estados Unidos se ha preferido utilizar el sistema BTSC, que se describe en el punto 6, cabe emplear otros sistemas mejorados.

* Comité para sistemas de radiodifusión de TV - Broadcast Television Systems Committee de la Asociación de Industrias Eléctricas, que adoptó este sistema tras cinco años de estudio.

2. Requisitos de los sistemas

Además de los requisitos de capacidad de los canales de sonido o de información adicionales, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- el sistema debe ser compatible con los receptores y redes existentes;
- el sistema no debe entrañar ningún aumento de la anchura de banda de un canal de televisión;
- el canal adicional de sonido o de información debe tener la misma zona de cobertura, como mínimo, que el canal de imagen;
- el sistema para un canal adicional de sonido debe procurar una elevada calidad de reproducción de ambos canales de sonido y la estereofonía;
- para la recepción del canal adicional de sonido, ha de poder emplearse un receptor ordinario con un adaptador relativamente sencillo.

3. Sistema de dos portadoras de sonido con MF

Este sistema se recomienda para la transmisión analógica de señales de sonido múltiples en sistemas de televisión PAL B, G y H. Las especificaciones más importantes de dicho sistema se incluyen en la propuesta de Recomendación que figura en el Anexo I.

3.1 Principios de los sistemas

El sistema MF de dos portadoras comprende una portadora de sonido adicional para la segunda señal de sonido. La portadora adicional de sonido se sitúa en una frecuencia superior a la de la portadora normal de sonido y se fija en un nivel inferior al de la primera portadora.

3.2 Aspectos relacionados con los transmisores y los receptores

El sistema se aplica utilizando técnicas sencillas muy conocidas, los receptores resultan baratos y los circuitos para los dos canales de sonido son idénticos, tanto para los transmisores como para los receptores.

3.3 Codificación estereofónica

El primer canal se modula por una señal M, igual a la mitad de la suma de la señal izquierda A y de la señal derecha B, y el segundo canal, por la señal B solamente. Esta codificación se elige para mejorar la relación S/N de audio en los receptores que usan demodulación interportadora.

3.4 Zona de cobertura

La zona de servicio de ambos canales de sonido es más amplia que la zona de servicio de la señal de imagen. La recepción sigue siendo satisfactoria para ambos canales de sonido, aun cuando las condiciones de propagación resulten desfavorables (propagación a larga distancia y por trayectos múltiples).

3.5 Calidad de los dos canales de sonido

Las siguientes cifras caracterizan normalmente a los receptores de televisión modernos que utilizan demodulación por interportadora [CCIR, 1986-90b]. Además, cabe la posibilidad de realizar mejoras, por ejemplo, mediante el empleo de diferentes tipos de receptores de sonido por interportadora, detección síncrona o expansión de audiofrecuencias.

- relación señal/ruido ponderado (CCIR, Recomendación 468, cresta a cresta): 50 dB para imágenes normales y 45 - 50 dB para imágenes más interferidas (están en estudio las posibilidades de utilización de un sistema adicional de expansión compatible para mejorar la relación S/N);
- atenuación debida a la diafonía: modo sonoro dual >62 dB;

- atenuación debida a la diafonía: modo estereofónico >36 dB;
- respuesta de audiofrecuencia $<\pm 0,7$ dB entre 40 Hz y 15 kHz;
- distorsión armónica: <1%.

3.6 Compatibilidad

En 1989 se encontraban en funcionamiento más de 10 millones de receptores duales de sonido en la República Federal de Alemania. El sistema está siendo explotado sin problemas de compatibilidad dentro de la población total de receptores (este es el caso, por ejemplo, de los receptores no diseñados para el servicio sonoro dual) [CCIR, 1986-90b]. En otros países que han introducido ese sistema se presenta una situación análoga.

3.7 Transmisión de datos

Las pruebas de laboratorio efectuadas en Italia [CCIR, 1986-90c] han revelado que durante la transmisión de programas de televisión monofónicos el segundo canal de sonido se encuentra disponible para transmitir datos a 4,8 kbit/s, sin que por ello se vea afectada la imagen o el sonido. En este servicio específico la señal de datos se envía a través del conector de peritelevisión a un computador doméstico [CCIR, 1986-90d, e], [Amato y otros, 1987].

4. Sistema de portadora digital NICAM 728

Este sistema se recomienda para la transmisión digital de señales de sonido múltiples en los sistemas de televisión PAL B, G, H e I (véase la Recomendación 707). En el Anexo II a dicha Recomendación se proporciona un resumen de las características de dicho sistema.

4.1 Características principales

El sistema NICAM 728 utiliza también una portadora de sonido adicional de una frecuencia superior a la de la portadora de sonido normal y con un nivel inferior al de la primera portadora. Esta segunda portadora se modula con una señal digital mediante un proceso de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura y una velocidad binaria de 728 kbit/s. Esta señal puede transportar dos señales de sonido de alta calidad, que pueden ser un par estereofónico o ser señales monofónicas independientes, o una sola señal de sonido con datos, o únicamente datos; los bits de señalización asociados indicarán cuál es la opción que se está utilizando. El empleo de esos bits de señalización está plenamente definido, con lo que se dejan las puertas abiertas a otras posibles combinaciones de sonido y datos en el futuro. También hay capacidad para transmitir datos auxiliares a 11 kbit/s. El sonido de alta calidad se codifica linealmente con una velocidad de muestreo de 32 kHz y a 14 bits por muestra, reduciéndose este último parámetro a 10 bits por muestra mediante un proceso de compansión casi instantánea definido en el Informe 647.

El sistema tiene las siguientes características:

- permite dos canales de alta calidad además del actual canal analógico de sonido;
- es lo suficientemente robusto para asegurar que la recepción de la señal de imagen se degrade antes que la recepción del sonido digital en condiciones de recepción difíciles;
- proporciona una compatibilidad satisfactoria con los servicios y receptores existentes en los sistemas de transmisión radioeléctrica y de distribución por cable;

- la codificación del sonido es idéntica a la de una de las opciones de la familia de sistemas MAC/paquetes, [CCIR, 1988].

4.2 Zona de cobertura

Las pruebas realizadas en servicio con los sistemas B, G e I han demostrado que la señal digital puede emitirse desde una estación principal y transmitirse de forma aceptable a través de hasta 7 reemisores de televisión. Además, se ha podido constatar que la señal digital es poco vulnerable a malas condiciones de recepción provocadas por la atenuación de la señal, por la propagación por trayectos múltiples y por la interferencia provocada por el sistema de encendido de los vehículos [CCIR, 1986-1990f, g, h]. Por consiguiente la zona de servicio para una recepción satisfactoria es igual o de mayor extensión que la zona para una recepción de la televisión en color en buenas condiciones.

4.3 Calidad de los canales digitales

La relación señal/ruido ponderado de un sistema de sonido digital está sólo limitada por la precisión de cuantificación propia del sistema de codificación de sonido digital utilizado. En el punto 4.1 se presentan las principales características del sistema de compresión-expansión casi instantánea de 14/10.

Cabe esperar que la atenuación de la diafonía entre los dos canales de sonido adicionales con codificación digital pase de 70 dB. La atenuación de la diafonía producida por el canal de sonido monofónico normal en el canal de sonido digital también pasaría de 70dB. Esa diafonía obedece únicamente a la existencia de imperfecciones de aplicación en las partes analógicas de la cadena de transmisión.

En el sistema digital no es inherente la distorsión armónica. La distorsión armónica que pueda producirse dependerá de la calidad de los circuitos analógicos asociados, incluyendo convertidores A/D y D/A.

4.4 Compatibilidad con los receptores existentes

La introducción de una nueva portadora de sonido digital puede provocar en principio interferencias tanto en la señal de sonido analógico como en la de imagen. Se han efectuado pruebas sobre antena en el sistema I y los sistemas B y G [CCIR, 1986-90i, j]. No han aparecido problemas significativos de interferencia estructurada en la imagen. Los resultados de las pruebas son similares a los que se obtuvieron con el sistema de dos portadoras analógicas.

Por lo que se refiere a la interferencia producida por la señal digital en la señal de sonido analógico, los resultados de las pruebas sobre antena y las medidas complementarias realizadas en laboratorio indican que no parece que vaya a haber problemas graves [CCIR, 1986-90f].

Los resultados obtenidos en la explotación del sistema digital indican que los receptores existentes no plantean problemas de talla [CCIR, 1986-90k, l].

4.5 Compatibilidad con las redes existentes

Por lo que respecta a la interferencia causada por la señal NICAM 728 de un canal adyacente inferior a la señal de imagen de un canal deseado, las pruebas así como operaciones regulares efectuadas en laboratorio, en redes de cable y de radiotransmisión con los sistemas I, B y G no revelan ningún problema importante [CCIR, 1986-90f, k, m, n, o, h, p, q].

Por lo que respecta a la interferencia causada por la señal de imagen de un canal adyacente superior al canal NICAM de la señal deseada, las pruebas realizadas en el Reino Unido así como la explotación regular en Dinamarca no revelaron problemas importantes a este respecto [CCIR, 1986-90k, p, q]. Todas las interferencias de este tipo pudieron limitarse mediante una ligera modificación del filtro de banda lateral residual del canal adyacente superior [CCIR, 1986-90r].

Los cálculos y las mediciones en laboratorio hechas en Finlandia con respecto a la interferencia causada por el sistema B/PAL con señal NICAM 728 al sistema D/SECAM muestran que la relación de protección que ha de aplicarse en la planificación disminuye 2dB si el nivel de la portadora de sonido MF se reduce de -10 a -13 dB con respecto al nivel de cresta de la portadora de imagen [CCIR, 1986-90s].

Los cálculos y las pruebas de laboratorio [CCIR, 1986-1990f, t], han demostrado que la utilización del sistema de sonido digital en el sistema I cumple las relaciones de protección indicadas para este sistema en la Recomendación 655 del CCIR en el caso de interferencias de origen troposférico y continuas. Las relaciones de protección aplicables a la interferencia cocanal causada por el sistema I con señal NICAM 728 al sistema L se encuentran en estudio en el Reino Unido, en la Comisión de Estudio 11 y en la UER.

El Informe 1214 ofrece información sobre las relaciones de protección aplicables a las situaciones en que interviene una señal digital.

4.6 Población de receptores

Un año después de introducirse el sistema digital en Dinamarca, Finlandia y Suecia, lo que tuvo lugar en 1988, se habían vendido en esos países más de 200.000 receptores para este sistema.

4.7 Transmisores

El sistema puede llevarse a efecto fácilmente tanto en los transmisores nuevos como en los antiguos.

La experiencia adquirida en Dinamarca muestra que, cuando se transmite por grandes redes de cable, el espectro de potencia de la señal NICAM 728 a la salida del transmisor terrenal debe encontrarse dentro de ± 1 dB de la respuesta ideal en las frecuencias de la gama $+5,85$ MHz ± 150 kHz con respecto a la portadora de imagen [CCIR, 1986-90k].

5. Sistema MF-MF para el sistema M de NSTC

5.1 Principios del sistema

Las especificaciones del primer canal de sonido y del canal de imagen del sistema son las mismas que las del sistema de televisión M.

En el sistema MF-MF se utiliza una subportadora en el canal normal de sonido. Esta subportadora, modulada en frecuencia por la segunda señal de sonido, se elige de manera que su frecuencia sea el segundo armónico de la frecuencia de línea de la imagen, ya que ello reduce la interferencia producida por la señal de imagen en el segundo canal de sonido.

El segundo canal de sonido tiene una respuesta en audiofrecuencia que no es superior a 14 kHz. El sistema puede utilizarse para la transmisión de dos programas de alta calidad independientes o de un programa estereofónico.

Las especificaciones del sistema figuran en el Apéndice I al Anexo I del presente Informe.

5.2 Comportamiento del sistema

5.2.1 Receptores

Las pruebas de laboratorio y de radiodifusión realizadas en Japón mostraron que, cuando los circuitos de frecuencia intermedia de sonido están debidamente diseñados, los receptores de sonido por interportadora resultan adecuados para recibir un segundo canal de sonido con una respuesta en audiofrecuencia de hasta 14 kHz.

5.2.2 Estereofonía

En el sistema MF-MF, la compatibilidad con las normas existentes exige la modulación de los canales primero y segundo con las señales M y S, respectivamente, definidas en la Recomendación 450.

5.2.3 Zona de cobertura

En el sistema MF-MF, el primer canal de sonido tiene la misma zona de cobertura que la transmisión de sonido corriente, y el segundo canal de sonido la misma zona de cobertura que el canal de imagen.

Incluso cuando las condiciones de propagación son desfavorables (propagación a larga distancia por trayectos múltiples) el sistema sigue siendo satisfactorio para estereofonía.

Se examinó el sistema MF-MF con respecto a los efectos sobre la relación señal/ruido en audiofrecuencia, en las condiciones de desplazamiento de línea y de precisión [CCIR, 1978-82].

5.2.4 Calidad del segundo canal

Relación señal/ruido ponderado, incluido el zumbido:

- 51 dB (receptor de sonido por interportadora).

Diafonía causada por el canal principal de sonido en el segundo canal de sonido:

- en funcionamiento normal, se observó que la atenuación diafónica introducida por el primer canal de sonido en el segundo excedía de 55 dB.

Distorsión armónica:

- 44 dB (receptor de sonido por interportadora).

5.2.5 Calidad estereofónica

La atenuación diafónica entre las señales estereofónicas A y B es mejor que -30 dB (0,4 a 7 kHz; receptor de sonido por interportadora).

5.2.6 Compatibilidad (imagen y sonido)

5.2.6.1 Compatibilidad con los receptores existentes

En el servicio operacional de Japón no se ha registrado ninguna reclamación por interferencia en el canal de imagen y se han recibido muy pocas acerca de interferencias en el primer canal sonoro. Dado que se estima que los programas son vistos por más de 30 millones de espectadores, se considera que el sistema MF-MF tiene una buena compatibilidad.

En el caso del sistema facsímil por radiodifusión digital descrito en el § 5.3.1, si la desviación máxima de frecuencia de la portadora sonora para el facsímil de subportadora principal se limita a ± 2 kHz, no acusan interferencia ni la imagen correspondiente ni los dos canales sonoros de los receptores actuales con sistemas de sonido multicanal MF-MF.

En el caso del sistema facsímil por radiodifusión analógico descrito en el § 5.3.2, con esta desviación por interferencia ocurría en muy pocos receptores. Por consiguiente, no es posible transmitir la señal de facsímil durante la radiodifusión con multiplexación de señal sonora, pero el problema se eliminaría insertando en el receptor un circuito-trampa para el sexto múltiplo de la frecuencia de línea.

5.2.6.2 Compatibilidad con las redes existentes

En Japón, durante la reemisión de los programas por 1355 estaciones que funcionaban utilizando el sistema MF-MF, no se observó interferencia sobre la imagen ni por el primer canal de sonido, ni siquiera cuando funcionaban en cascada cinco reemisores. La interferencia producida por la señal de imagen en el segundo canal de sonido no experimentó un aumento significativo en el caso de la recepción por interportadora.

En el curso de emisiones de radiodifusión con el sistema MF-MF explotado en Japón, no se observó aumento de interferencia en la imagen ni en el primer canal de sonido provocada por canales adyacentes y canales compartidos.

5.3 Sistemas facsímil por radiodifusión

Las señales de facsímil en Radiodifusión se pueden transmitir por una subportadora modulada en MDP-4 ó MF de la portadora principal de sonido, simultáneamente con la señal de sonido cursada por la subportadora de sonido.

5.3.1 Sistema digital

Se ha construido en Japón un sistema facsímil por radiodifusión digital [CCIR, 1986-90u] en el que se hace especial hincapié en la compatibilidad con los aparatos del Grupo 3 (conformes a la Recomendación T.4 del CCITT), para la transmisión facsímil de textos con formato de página ISO A4 a velocidades de transmisión de datos netas de 9 600 bit/s.

En lo que respecta al formato de la señal, el sistema utiliza una señal de tipo paquete dotada de un método de corrección de errores por código cíclico con conjunto de diferencias acortado (272,190).

Las características de transmisión se indican en el apéndice I al Anexo I del presente Informe.

5.3.2 Sistema analógico

Se ha creado en Japón un sistema facsímil por radiodifusión analógico [CCIR, 1986-90u]. El mismo tiene un tiempo de transmisión constante de 2,5 minutos por página. La transmisión de documentos en color toma la forma documentos en blanco y negro con formato ISO A4. En el modo de transmisión en color, las componentes de crominancia, comprimidas en el eje temporal según la relación 1/2, se transmiten cada dos líneas en sustitución de las líneas pares de luminancia. Sustituyendo esto por una señal multiplexada se obtiene una resolución correspondiente al modo normal de los aparatos del tipo G3. En el modo monocromo puede obtenerse una resolución correspondiente al modo de buena calidad de los aparatos del tipo G3.

Las características de transmisión se indican en el Apéndice I al Anexo I del presente Informe.

6. Sistema BTSC de MF-MA

6.1 Principios del sistema

El sistema BTSC de sonido de televisión multicanal consiste en una señal M derivada de la suma de las señales sonoras izquierda y derecha. Esta señal es compatible con los receptores monofónicos en el sentido de que tiene la misma preacentuación y la misma excursión de cresta de la portadora de sonido que una señal monofónica. De la diferencia de las señales sonoras izquierda y derecha se deriva una señal S que se comprime para crear una señal S' que modula en amplitud una subportadora con portadora suprimida. La frecuencia de la subportadora es 31 468 Hz, el segundo armónico de un tono piloto de frecuencia de línea. El tono piloto se emplea para sincronizar la codificación del subcanal S.

El compresor forma la parte codificada de un compresor/expansor (compansor) utilizado para reducir el nivel de ruido del subcanal S a un nivel aceptable. Este nivel de ruido del subcanal es superior en el funcionamiento estereofónico en televisión al de la radiodifusión sonora MS porque prácticamente todos los receptores de televisión del sistema M de NTSC emplean detectores de sonido por interportadora para recuperar la señal sonora.

Para mantener una separación estereofónica máxima, el codificador (compresor) del subcanal S debe tener una adaptación de amplitud exacta con el decodificador (expansor) correspondiente del receptor. Para mantener la adaptación de amplitud requerida, cada parte de este sistema compansor (tanto el codificador como el decodificador) debe poseer una referencia de amplitud común. La excursión absoluta del transmisor constituye esta referencia.

Las especificaciones del sistema aparecen en el Apéndice II al Anexo I del presente Informe.

6.2 Señales adicionales

El sistema BTSC prevé también la transmisión de señales adicionales mediante la portadora de sonido.

Una señal es un subcanal sonoro monofónico (programa audio separado, SAP) a 5 veces la frecuencia de línea horizontal. Emplea una codificación con reducción de ruido similar a la que se utiliza en el canal S, y proporciona una respuesta en audiodiferencia de 50 Hz a 10 kHz. Está destinado a la recepción por una amplia audiencia mediante receptores estereofónicos.

Otra señal es un canal de sonido no radiofónico y datos a 6,5 veces la frecuencia de línea horizontal. Se trata de un subcanal con anchura de banda vocal destinado a funciones de servicio (no públicas) de la autoridad de radiodifusión.

6.3 Comportamiento del sistema

Estados Unidos de América eligieron el sistema BTSC como sistema preferido tras una evaluación muy completa [EIA/BTSC, 1983].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCIR [1988] Especificaciones de los sistemas de transmisión del servicio de radiodifusión por satélite. Publicación especial del CCIR.

AMATO, P., COMINETTI, M., MORELLO, A. y TOSONI, N.S. [1987] Il Radiosoftware, nuovo servizio di telematica radiodiffusa. Elettronica e telecomunicazioni, N. 5, 1987.

ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION BROADCAST TELEVISION SYSTEMS COMMITTEE [diciembre de 1983]
Multichannel television sound: The basis for selection of a single standard. Volumes I-A and 2-A. National Association
of Broadcasters and Electronic Industries Association.

Documentos del CCIR

[1978-82]: 10/77 (Japón).

[1986-90]: a. 10/56 (Francia); b. 10/307 (Alemania, República Federal de);
c. 10/270 (Italia); d. 10/74 (Italia); e. 10/75 (Italia); f. 10/3 (UER);
g. 10/42 (Suecia); h. 10-11S/94 (Noruega); i. 10/23 (Reino Unido);
j. 10/43 (Suecia); k. 10/239 (Dinamarca); l. 10/259 (Suecia); m. 10/24 (Reino
Unido); n. 10/39 (Suecia); o. 10/46 (Suecia); p. 10/26 (Reino Unido);
q. 10/27 (Reino Unido); r. 10/41 (Suecia); s. 10/216 (Finlandia); t. 10/25
(Reino Unido); u. 10/217 (Japón).

BIBLIOGRAFÍA

ANDO, H., KANEKI, T., HARADA, S. y FUJIWARA, N. [marzo de 1973] Graphic transmission in FM sound broadcasting.
NHK Lab. Note, No. 160.

DINSEL, S. [1980] The two-sound carrier system. Proc. of the ninth
international Broadcasting Convention (IBC 80).

DINSEL, S. [1983] The two-sound carrier system. Proc. of the IEE colloquium on
dual-channel TV sound (Londres).

EDWARDSON, S. M. [1982] Stereophonic and two-channel sound in terrestrial television broadcasting. IEE Conf. Publ.
No. 220, 276-279. Proc. Ninth International Broadcasting Convention (IBC 82).

ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION [julio de 1985] Multichannel television sound-BTSC system recommended
practices. Electronic Industries Association Television Systems, Bull. No. 5.

ELY, S. R. [octubre de 1983] Experimental digital stereo sound with terrestrial television: field-tests from Wenvoe, BBC Research
Department Report RD 1983/19.

ELY, S. R. [septiembre de 1984] Experimental digital stereo sound with terrestrial television. IEE Conf. Publ. No. 240, 312-317.
Proc. Tenth International Broadcasting Convention. Brighton, Reino Unido.

ELY, S. R. [1985] Experimental digital sound with terrestrial television: Compatibility tests. BBC Research Department
Report RD 1985/19.

ELY, S. R. [1986] Progress and international aspects of digital stereo sound for
terrestrial television. Proceedings of the Eleventh International Broadcasting
Convention. IEE Conference Publication N° 268, 138-143.

GOROL, R. [1982] Moderne Fernsehempfänger - Verhalten bei Stereo - und
Mehrkanalton und Eignung für Kabelfernsehen. *Rundfunktech. Mitt.* 26, 5,
221-229.

GOROL, R. [1989] Ton - und Videomessungen an modernen
Fernseh-Heimempfängern. *Technischer Bericht N° B 105/89*, IRT Munich.

JONES, A. H. [1983] The two-carrier method for dual-channel TV sound: over-air tests in the United Kingdom. Proc. IEE
Colloquium on dual-channel TV sound: terrestrial broadcasting and reception.

JONES, A. H. [febrero de 1985] Digital stereo sound with terrestrial television. Proc. 19th SMPTE Television Conference. San
Francisco, CA, Estados Unidos de América.

JONES, A. H. [1986] Digital two-channel sound with terrestrial television.
Proceedings of the International Telecommunication Conference, Lieja,
noviembre de 1986.

NUMAGUCHI, Y. [diciembre de 1979] Present status of multichannel-sound television broadcasting in Japan. *IEEE Trans.*
Broadcasting, Vol. BC-25, 4, 128-136.

NYBERG, A. [1986] Digital sound for television: Results and conclusions from
experimental transmissions in the nordic countries. *Actas de la Conferencia
Internacional de Telecomunicaciones, Liege, 1986.*

SUNDIN, L. y VERRI, B. [1973] TV subtitles for viewers with defective hearing. *TELE N.º 2* (Administración Sueca de
Telecomunicaciones).

Documentos del CCIR

[1974-78]: 10/278 (Suiza); 10/331 (Francia).

[1978-82]: 10/24 (Japón); 10/26 (Alemania, República Federal de);
10/57 (Alemania, República Federal de); 10/186 (Japón);
10/229 (Alemania, República Federal de).

[1982-86]: 10/214 (Suecia).

[1986-90]: 10/38 (Suecia); 10/25 (Reino Unido); 10/44 (Suecia).
10/276 (GITM 10-11/3)

ANEXO I

Propuesta para una nueva RecomendaciónTransmisión de sonido multicanal por el sistema
de televisión terrenal M de la NTSC

(Cuestión 47/10, Programa de Estudios 47A/10)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) el aumento en todo el mundo de la necesidad de un medio adecuado de radiodifusión estereofónica y/o multicanal de sonido y/o datos por transmisores terrenales de televisión;
- b) los avances tecnológicos en este ámbito y, en particular, las ventajas relativas de los diversos métodos analógicos y digitales posibles, descritos en el Informe 795;
- c) que Estados Unidos y Canadá utilizan, desde marzo de 1984, el sistema BTSC MF-MA como sistema preferido, y que un servicio público de programas de televisión bilingües y estereofónicos que utiliza el sistema MF-MF está en servicio en Japón desde 1978;
- d) las ventajas de los circuitos analógicos de bajo coste para los receptores de televisión con sonido multicanal del sistema M;
- e) la conveniencia de establecer normas para la introducción de sonido estereofónico y/o multicanal para los servicios de radiodifusión terrenales de televisión que utilizan el sistema M,

RECOMIENDA:

1. Que, si se introduce el sonido multicanal analógico en la radiodifusión terrenal en los países que utilizan el sistema de televisión M de la NTSC, el mismo se aplique por medio del sistema MF-MF o BTSC y de la manera definida en los apéndices I y II de esta propuesta de Recomendación.

Nota 1 - En algunos casos se pueden utilizar los sistemas de transmisión descritos para servicios de datos. Cuando proceda, se hallarán referencias a esos servicios de datos en los anexos que contienen las especificaciones del sistema.

Nota 2 - En la República de Corea se ha introducido, para el sistema M, un sistema MF de dos portadoras de sonido similar al descrito en el Cuadro I del Anexo I a la Recomendación 707.



APÉNDICE I AL ANEXO I

Especificaciones de los sistemas MF-MFCUADRO I - *Características de transmisión del sistema MF-MF*
(sistema de televisión M)

1. <i>Primer canal</i> (igual que el canal monofónico)	
Excursión máxima de frecuencia de la portadora principal (kHz)	± 25
Gama de audiofrecuencias (Hz)	de 50 a 15 000
Preacentuación (μ s)	75
2. <i>Segundo canal</i>	
Frecuencia de la subportadora	Segundo armónico de la frecuencia de línea
Excursión máxima de frecuencia de la subportadora (kHz)	± 10
Excursión de frecuencia de la portadora principal debida a la subportadora (nivel de la subportadora) (kHz)	± 15
Gama de audiofrecuencia (Hz)	de 50 a 14 000
Preacentuación (μ s)	75
Compresor: relación de compresión (dB)	
tiempo de establecimiento (ms)	
tiempo de retorno (ms)	
3. <i>Estereofonía</i>	
Canal (A + B)	Igual que el primer canal
Canal (A - B)	Igual que el segundo canal, salvo el nivel de la subportadora
Excursión de frecuencia de la portadora principal debida a la subportadora (nivel de la subportadora) (kHz)	± 20
La señal de la izquierda se traduce por una excursión del mismo sentido en la subportadora y en la portadora principal	
Compensación del tiempo de retardo en el receptor (μ s)	20
4. <i>Señal de control</i>	
Frecuencia de subportadora:	3,5 veces la frecuencia de línea
Frecuencia de modulación:	Dos programas sonoros: 922,5 Hz Programa estereofónico: 982,5 Hz
Modulación	60% (MA)
Excursión máxima de frecuencia de la portadora principal causada por la subportadora de la señal de control (kHz)	± 2

CUADRO IICaracterísticas de transmisión de la radiodifusión facsímil digital multiplexada con el sistema MF-MF

<u>Canal facsímil</u>	
Frecuencia de subportadora	70,804 kHz
Anchura de banda	12,8 kHz
Método de modulación	desplazamiento cuadrático diferencial de fase
Velocidad de señalización de datos	16 kbit/s
Conformación del espectro	raíz cuadrada del coseno al 60% (distribución según la ley de la raíz cuadrada entre el transmisor y el receptor)
Aleatorización de datos	señal PN de 11ª secuencia M $g(X) = X^{11} + X^2 + 1$
Desviación máxima de frecuencia de la portadora principal	±2 kHz

CUADRO IIICaracterísticas de transmisión de la radiodifusión facsímil analógica multiplexada con el sistema MF-MF

<u>Canal facsímil</u>	
Frecuencia de la subportadora	94,4 kHz
Anchura de banda	63 kHz
Método de modulación	MF
Desviación de frecuencia	+16 kHz, -8 kHz
Preacentuación	50 μ s
Desviación máxima de frecuencia de la portadora principal	±10 kHz

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

- [1978-82]: 10/77 (Japón)
[1986-90]: 10/217 (Japón).

APENDICE II AL ANEXO I

Especificaciones del sistema BTSC MF-MA de sonido multicanal

1.1. Un canal principal (suma) que contiene audiofrecuencias de 50 a 15 000 Hz, con una modulación de cresta correspondiente a una desviación de +/- 25 kHz y una preacentuación de 75 ms.

1.2 Una subportadora piloto a la frecuencia de línea horizontal, 15 734 Hz +/- 2 Hz, con una desviación de cresta de +/- 5 kHz. Esta subportadora piloto debe engancharse en frecuencia con la frecuencia de línea horizontal de la señal vídeo transmitida. Las estaciones que no transmitan sonido multicanal según esta especificación deben limitar la modulación de la portadora de sonido principal a 15 734 Hz +/- 20 Hz, con no más de 0,125 kHz de desviación, a fin de impedir una activación falsa de la recepción en modo estéreo de los receptores.

1.3 Una subportadora estereofónica en la segunda armónica de la subportadora piloto, modulada en amplitud en doble banda de base, portadora suprimida, con las señales de diferencia estereofónica de 50 a 15 000 Hz. La intersección de esta subportadora con el eje de tiempo debe realizarse con una pendiente positiva, simultáneamente con cada intersección del eje de tiempo por la portadora piloto, y con un margen de 3 grados (aproximadamente $\pm 0,53$ microsegundos) de las intersecciones a cero de la subportadora piloto. Durante el periodo de tiempo en que se aplica una señal sólo a la izquierda, la modulación del canal principal debe causar una desviación hacia arriba de la portadora de sonido. La subportadora no modulada debe suprimirse hasta un nivel inferior a 0,25 kHz de desviación de la portadora principal.

1.4 Una segunda subportadora de programas audio modulada en frecuencia, enganchada en frecuencia con la quinta armónica de la frecuencia de línea horizontal (subportadora piloto). Cuando está modulada, la frecuencia central debe ser nominalmente la de la quinta armónica de la frecuencia de línea horizontal con una tolerancia de ± 500 Hz. La respuesta de frecuencia de este canal es de 50 a 10 000 Hz y modula la subportadora con una desviación de cresta de ± 10 kHz. Esta subportadora modula la portadora principal con una desviación de cresta de ± 15 kHz.

1.5 Amplitud audio y compresión espectral (para la expansión complementaria en los receptores) que proporciona una mejora del ruido de fondo de unos 30 dB en el subcanal estereofónico y el segundo canal de programa audio. La compresión tiene las características siguientes, en las que f se expresa en kilohertzios (kHz). Véase también la Figura 1.

1.5.1 Preacentuación fija (F(f)) cuyas funciones de transferencia son las siguientes:

$$F(f) = \frac{(jf/0,408)+1}{(jf/5,230)+1} * \frac{(jf/2,19)+1}{(jf/62,5)+1}$$

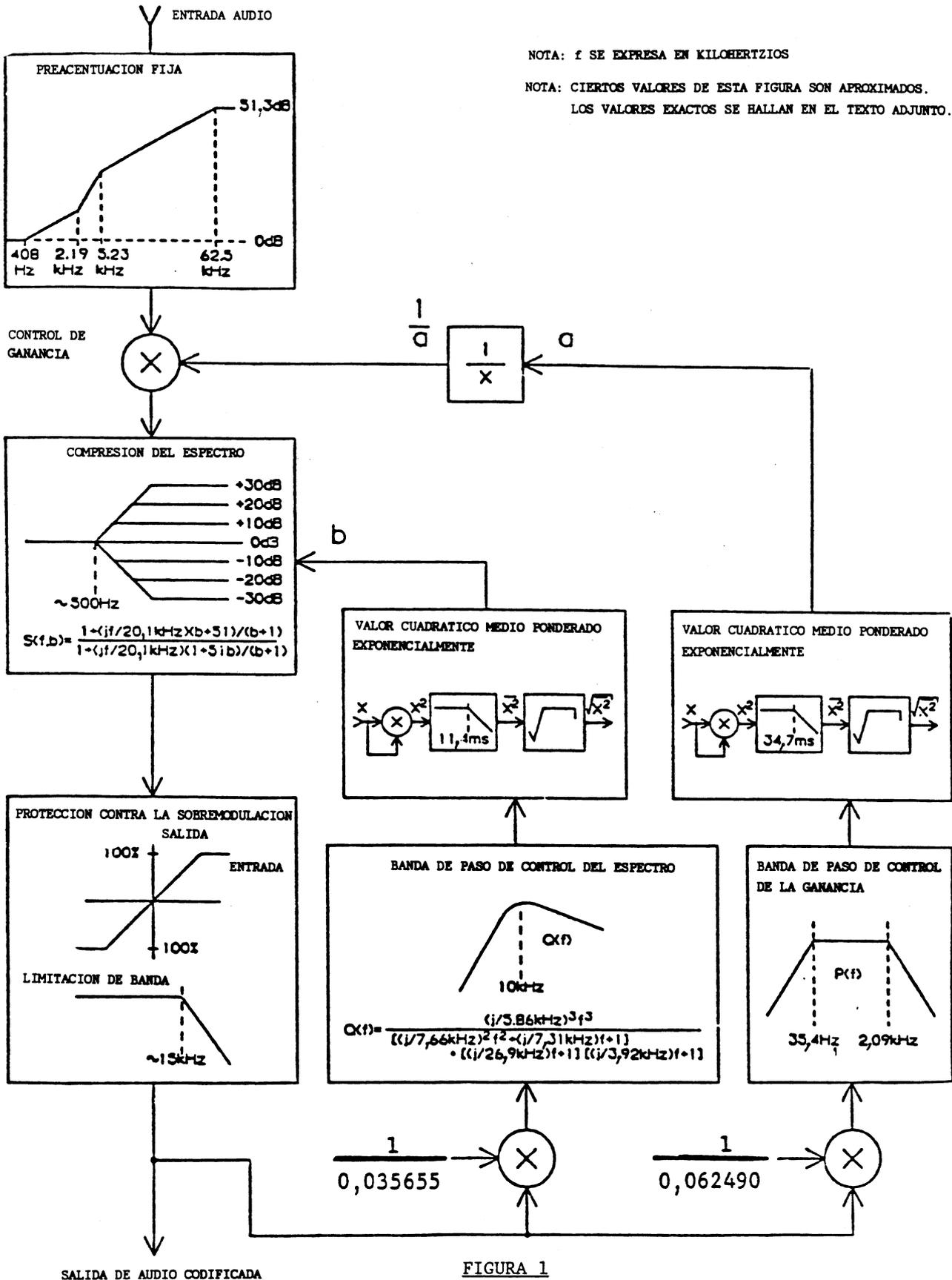


FIGURA 1

Codificación de la señal audio estereofónica diferencial y de la segunda señal

1.5.2 Compresión de amplitud de banda ancha en la que:

- a) la ganancia (o pérdida) en decibelios aplicada a la señal audio durante la codificación es igual a menos una vez el valor ERMS en decibelios de la señal codificada (el resultado del proceso de codificación), ponderado por la función de transferencia $P(f)$ indicada a continuación:

$$P(f) = \frac{(jf/0,3254)}{((jf/0,0354)+1) * ((jf/2,09)+1)}$$

donde ERMS (valor cuadrático medio ponderado exponencialmente en el tiempo) es igual a:

$$\text{valor ERMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-\infty}^t S^2(u) e^{-(t-u)/T} du}$$

y donde $S(u)$ es la forma de onda en cuestión, en función del tiempo, T es el periodo ponderado exponencialmente en el tiempo, y t es el tiempo en que se calcula el valor ERMS.

- b) El periodo de ponderación exponencial en el tiempo T_1 del detector ERMS citado anteriormente en a) es de 34,7 ms.
- c) El valor ERMS de referencia cero decibelios para la señal codificada indicada en a) es una modulación de 8,99% de la subportadora a 0,300 kHz.

1.5.3 Compresión espectral en la que:

- a) La función de transferencia $S(f, b)$ aplicada a la señal audio durante la codificación es:

$$S(f, b) = \frac{1 + (jf/F) (b+51)/(b+1)}{1 + (jf/F) (1+51b)/(b+1)}$$

donde $b = 10^{D/20}$

$$F = 20,1 \text{ kHz}$$

D = valor cuadrático medio en decibelios y b es el valor ERMS en decibelios de la señal codificada (el resultado del proceso de codificación) ponderado según la función de transferencia de frecuencia $Q(f)$ siguiente:

$$Q(f) = \frac{(fj/5,86)^3}{((jf/7,66)^2 + (jf/7,31) + 1) ((jf/26,9) + 1) ((jf/3/92) + 1)}$$

- b) El periodo ponderado exponencialmente en el tiempo T_2 del detector ERMS a que se hace referencia en el § 1.5.3 a) es de 11,4 ms.
- c) La referencia decibelios cero ERMS de la señal codificada indicada anteriormente en el § 1.5.3 a) es una modulación de 5,16% de la subportadora a 8 kHz.

1.5.4 Protección contra la sobremodulación que sigue funcionalmente a las funciones de los § 1.5.1, 1.5.2 y 1.5.3 anteriores.

1.5.5 Limitación en banda a la anchura de banda restringida apropiadamente que sigue funcionalmente a las funciones de los § 1.5.1, 1.5.2 y 1.5.3 anteriores.

1.6 Una subportadora de sonido no relacionada con programas a 6,5 veces la frecuencia de línea horizontal (frecuencia de la subportadora piloto) con una tolerancia de ± 500 Hz. La desviación de cresta de esta subportadora está limitada a ± 3 kHz. Esta subportadora puede utilizarse para transmitir señales audio o de datos de teledifusión y control. Cuando no se transmite el segundo programa audio, pueden utilizarse frecuencias de subportadora de 47 a 120 kHz, para las que no se especifican desviaciones.

1.7 Un límite de 73 kHz de la desviación instantánea de la portadora de sonido por la suma de todas las señales de sonido multicanal.

BIBLIOGRAFÍA

Federal Communications Commission (EE.UU.), OET Bulletin N° 60 (Revision A), febrero de 1986.
