

**INTERFACES PARA SEÑALES VIDEO DIGITALES EN
SISTEMAS DE TELEVISIÓN DE 525 LÍNEAS Y 625 LÍNEAS**

(Cuestión 25/11)

(1986-1990)

1. Introducción

En la Recomendación 656 se especifican los interfaces para el equipo digital de los estudios, de conformidad con los valores de parámetros básicos contenidos en la Recomendación 601.

En este Informe se resumen las contribuciones recibidas sobre interfaces de señales video digitales que sirvieron de base para la Recomendación 656; se incluye información suplementaria sobre el tema y se indican los puntos cuyo estudio es necesario continuar.

2. Definiciones

El concepto de interfaz implica la especificación de la interconexión entre dos elementos de equipo o sistemas. La especificación incluye el tipo, cantidad y función de los circuitos de interconexión, y el tipo y forma de las señales que deben ser objeto de intercambio por estos circuitos.

Un interfaz para bits en paralelo es un interfaz en el cual los bits de una palabra de datos se envían simultáneamente a través de canales diferentes.

Un interfaz para bits en serie es un interfaz en el cual los bits de una palabra de datos, y de las sucesivas palabras de datos, se envían de forma consecutiva a través de un canal único.

Un interfaz paralelo-serie (híbrido) es un interfaz en el cual las diferentes partes de una palabra de datos se envían sucesivamente a través de canales diferentes.

3. Formato primario de codificación

Hay características de la organización básica de los datos que son comunes a los tres tipos de interfaz definidos anteriormente, que se tratan en la parte I de la Recomendación 656, y comprenden:

- la organización de los datos video en palabras y bloques;
- los códigos de referencia para temporización que proporcionan la sincronización video;
- la estructura de señales de datos auxiliares;
- señales de datos durante intervalos de supresión;
- detalles del multiplaje.

3.1 Consideraciones relativas a la supresión y a la sincronización

En [CCIR, 1982-86a, b, c] existe acuerdo acerca de la forma y utilización de las señales de referencia para temporización. Cada señal de referencia para temporización está formada por una secuencia de cuatro palabras. Las primeras tres palabras son un preámbulo fijo. La cuarta palabra contiene información que define:

- la identificación de la primera o segunda trama;
- el estado de la supresión de trama;
- el estado de la supresión de línea;
- los datos de protección contra errores.

En [CCIR, 1982-86d] se propone que solamente se utilice una señal de referencia para temporización, al final de cada periodo de supresión de línea. La señal de identificación contiene una ráfaga de reloj (para un interfaz para bits en serie), la indicación del comienzo de la trama de datos, del periodo de supresión de trama y de la primera y segunda tramas. La información de fin de línea se obtendrá contando los impulsos de reloj.

La UER [CCIR, 1982-86e] sugiere que se incluyan códigos adicionales en el tren de datos y que se identifique el comienzo y el final de la línea activa digital en los trenes de datos demultiplexados de las señales Y , C_R , C_B . Se propone asimismo que estos códigos se incluyan en el nivel 4 : 4 : 4 para las señales tanto Y , C_R , C_B como R , G , B en forma digital.

En [CCIR, 1982-86f] se afirma que los códigos de referencia para temporización (sincronización digital) que se insertan en el código paralelo deben ser fácilmente utilizables en un código serie.

Las propuestas para 525 líneas y 625 líneas difieren en su definición de los intervalos de supresión de trama digitales. Según [CCIR, 1982-86b, c, d], solamente 9 líneas de las tramas 1 y 2 pertenecen al intervalo de supresión de trama. En [CCIR, 1982-86a y f] se especifica que el intervalo de supresión de trama digital tiene 24 líneas (trama 1) y 25 líneas (trama 2). Puede ser recomendable acortar el intervalo de supresión de la trama digital para permitir filtrados verticales complejos, aunque este problema requiere estudios adicionales.

Entre otras consideraciones [CCIR, 1982-86g] se señala que las «señales de referencia para temporización» deben denominarse «códigos de referencia para temporización».

En aquellas palabras de datos que aparecen durante los intervalos digitales de supresión que no se encuentran especificados de otra manera, la OIRT [CCIR, 1982-86e] propone que se incluyan los códigos digitales equivalentes al nivel de supresión para Y , C_R , C_B en los lugares apropiados del múltiplex.

3.2 Señales auxiliares

Se ha previsto la inserción sincrónica, en el múltiplex vídeo, de señales de datos auxiliares en los intervalos de supresión horizontales y verticales. Se observa que los magnetoscopios digitales (Recomendación 657) no graban ninguno de los intervalos de supresión horizontal ni algunas líneas de los intervalos de supresión vertical. Por esta razón, la UER ha atribuido solamente cuatro líneas de supresión vertical para señales auxiliares. Los periodos de supresión no grabables pueden utilizarse para transferir datos, si hace falta, entre otros elementos del equipo del estudio.

En [CCIR, 1982-86d y f] figuran algunos detalles de las señales auxiliares. En [CCIR, 1982-86a, b y c] se propone el formato para la señal auxiliar de datos.

El código de tiempo es una señal auxiliar esencial para el control de los procesos de posproducción y la sincronización de vídeo y audio. Actualmente están reconocidos cuatro formatos, el formato CEI [Publicación 461 de la CEI] en las formas longitudinal y de intervalo vertical, el código de tiempo de audio de conformidad con la Recomendación 647 y el código de tiempo correspondiente al formato de grabación audio R-DAT. Los formatos de datos auxiliares para incluir esa información en el intervalo vertical son actualmente objeto de estudio por parte de varias administraciones y ofrecen la posibilidad de mantener el sincronismo de vídeo y audio durante diversos procesos [CCIR, 1986-1990a].

La Recomendación 656 especifica solamente un código de referencia para temporización AUX, dejando sin especificar el campo de datos que sigue a AUX. Se han debatido diversos formatos de paquete para los datos auxiliares.

Cierta información, de mayor prioridad y con formato predeterminado, podría tener una longitud de paquete de datos fija y probablemente también una ventana de tiempo fija en el tren de datos. Los datos auxiliares menos importantes, sin formato predeterminado, podrían tener una longitud de paquete variable.

En [CCIR 1986-1990b] se mencionan los números de línea digital como posible información útil que debería considerarse como señal auxiliar. El documento propone dos modos de numeración de líneas digitales. Además, se propone un método para introducir las palabras de código respectivas en los datos de vídeo.

En la Decisión 60 se incluye el estudio de las necesidades de las señales sonoras, para que se tenga debidamente en cuenta cualquier influencia posible de los parámetros del interfaz vídeo en las señales asociadas de sonido. No se han identificado tales influencias, excepto por lo que se refiere a la necesidad de controlar el retardo relativo entre el vídeo y el sonido.

4. Interfaces paralelo

Varias propuestas hechas hasta el momento [CCIR, 1982-86a, b, c, d, y f] sugieren la utilización de ocho pares de conductores, cada uno de los cuales transmite, en formato NRZ, un tren multiplexado de bits (del mismo peso) de cada una de las señales componentes, Y , C_R , C_B . Los ocho pares transmiten también información de referencia para temporización, y podrían llevar señales auxiliares que se multiplexan en el tiempo dentro del tren de datos durante los intervalos de supresión de video. Un noveno par suministra un reloj sincrónico a 27 MHz. Estas proposiciones, junto con [CCIR, 1982-86e], han contribuido a la preparación de la Recomendación 656. Véase también [UER, 1983].

Las señales de interfaz pueden transmitirse utilizando pares de conductores equilibrados para distancias de hasta 50 m sin ecualización y hasta 200 m con la adecuada ecualización [CCIR, 1982-86a].

Se ha demostrado que una codificación adecuada de la señal de reloj, como una codificación con Paridad Alternada (AP) aumentaría esta distancia reduciendo los efectos de la atenuación del cable [CCIR, 1982-86h].

5. Interfaces serie

En [CCIR, 1982-86d] se da un ejemplo de una secuencia de datos multiplexados de 216 Mbit/s. Se concede una atención particular a la facilidad de extracción del reloj y a la sincronización de palabras mediante la inclusión dentro del tren de datos, de palabras que generan ráfagas de reloj.

En [CCIR, 1982-86f] se alude a la codificación de la modulación y se afirma que la transmisión debe efectuarse por cables coaxiales de 75 Ω para distancias de hasta 1 km.

El documento [CCIR, 1982-86e] contiene un análisis detallado de los requisitos especiales para un interfaz serie y propone en el anexo I un proyecto de Recomendación respecto a un interfaz para bits en serie correspondiente al nivel 4 : 2 : 2 de la Recomendación 601. Esto ha contribuido a la preparación de la Recomendación 656. Véase también [UER, 1985].

En [CCIR, 1982-86e], la transmisión de señales se considera tanto en forma eléctrica por cables coaxiales como en forma óptica por fibras ópticas. Los requisitos especiales para la transmisión de señales de bits en serie entre estudios, o entre equipos en un estudio, son los siguientes:

- un bajo coste y una baja complejidad junto a una alta fiabilidad,
- una proporción de errores intrínseca muy baja en la transmisión gracias a que las distancias son muy cortas,
- múltiples salidas para comprobación técnica y distribución,
- una recuperación rápida de los errores introducidos por la conmutación del trayecto de transmisión, la fuente de video o las interrupciones de la señal,
- una compatibilidad total con el formato del interfaz paralelo y una comunidad de código de señal de las realizaciones tanto eléctrica como óptica del interfaz serie,
- utilizable en una gama de distancias desde cero hasta al menos 500 m con un mínimo de ajustes y unas proporciones de bits erróneos extremadamente bajas,
- aplicable a toda gama de cables de tipos diferentes.

Estos requisitos se confirman en [CCIR, 1982-86i], donde se señala también que en la realización de una instalación de video digital se dará normalmente preferencia al interfaz paralelo para conexiones cortas y que se recurrirá al interfaz serie principalmente en el caso de trayectos de conexión largos y complejos, en los que el coste del equipo terminal de interfaz no superará el ahorro en el soporte físico de la propia conexión. Probablemente se prefieren cables coaxiales para las conexiones de longitud media, mientras que para longitudes de conexión muy largas las preferencias serán para la fibra óptica.

En esta última contribución se sugiere también que el código utilizado debe estar estructurado de modo que permita el empleo de bits redundantes en la realización de un sistema para medir la proporción de bits erróneos en el extremo receptor de la conexión, y para supervisar así automáticamente su calidad de funcionamiento.

Se indica además que en un sistema o instalación digital totalmente integrado puede ser útil que todas las interconexiones sean transparentes a cualquier flujo de bits apropiado, independientemente del contenido del mensaje. Por lo tanto, aunque el interfaz se utilizará para transmitir una señal de video deberá ser «transparente» al contenido del mensaje, es decir no deberá basar su funcionamiento en la estructura conocida del propio mensaje.

En [CCIR, 1982-86e] se examinan las características de los medios de transmisión, incluida la sensibilidad a la interferencia, y se describen las proposiciones recibidas para la codificación de fuente, codificación de canal y gestión de errores.



Se han propuesto dos métodos de codificación de fuente. En [CCIR, 1982-86j] se sugiere la utilización de un aleatorizador en paralelo con la adición de un bit de paridad para sincronización y detección de errores limitada. De acuerdo con una investigación preliminar, parece que, al menos el extremo emisor de este interfaz, podría integrarse en un solo circuito integrado.

En la Recomendación 656 se adopta un segundo método [CCIR, 1982-86e] que proporciona control del espectro, sincronización de reloj y de palabra por un código de mapeado adaptable de 8 a 9 bits.

En relación con estos métodos de codificación de fuente, se han propuesto dos enfoques diferentes para la codificación de canal. En el sistema aleatorizado, la codificación de canal es AMI («Alternate Mark Inversion» – señal bipolar) para cable coaxial, y NRZ para fibra óptica. El código AMI restringe la anchura de banda requerida. En el sistema de mapeado de bits, el tren de bits codificado, en el formato NRZ, es adecuado para alimentar ambos medios de transmisión.

El interfaz para bits en paralelo definido en la Recomendación 656 incluye la posibilidad de añadir 2 bits a cada palabra, mejorando así la precisión de la muestra de 8 bits a 10 bits. En algunas aplicaciones, tales como los gráficos por computador, esta mejora ha resultado ventajosa. En el caso del interfaz serie de la Recomendación 656, esa ampliación no es factible, lo que limita la aplicación del interfaz serie tanto en su versión eléctrica como en su versión óptica. Ciertas administraciones están estudiando métodos que permitan transmitir una longitud de palabra de 10 bits por el interfaz serie, en base a las técnicas de codificación NRZ aleatorizada.

6. Interfases paralelo-serie (híbridos)

En [CCIR, 1982-86d y f] se examina también una solución alternativa en la cual las señales se dividen en varios canales de 108 Mbit/s cada uno para reducir la velocidad binaria por canal. Este método permite también acomodar, dentro de un sistema multicanal, niveles diferentes de la familia ampliable de normas de codificación compatibles. Sin embargo, como se afirma en [CCIR, 1982-86k], la mayor ventaja del interfaz híbrido es que reduce la velocidad binaria que se transmite por cada uno de los cables en paralelo, pero si se utilizan dos cables en paralelo lo que es la opción más frecuente, se reduce a la mitad la velocidad binaria, pero todavía sigue siendo demasiado alta para poderse realizar mediante tecnologías muy baratas.

Por otra parte, la utilización de un interfaz híbrido entraña complicaciones en los extremos emisor y receptor, en los que se precisan circuitos para multiplexar y demultiplexar el flujo de bits, y también para poner en fase los flujos de bits que se reciben por los cables.

Estas complicaciones y el coste del cable (o de los cables) suplementario en el interfaz híbrido, puede ponerse a utilizar un interfaz totalmente serie, antes que un interfaz híbrido, en los casos en los que no se puede utilizar un interfaz paralelo.

7. Interfases ópticos

Se ha informado de trabajos relativos a las características óptimas de un interfaz de fibra óptica para uso en estudios [CCIR, 1986-90c, d, e]. Se propone la utilización de una fibra monomodo alimentada por un láser o diodo fotoemisor con una longitud de onda de alrededor de 1 300 nm. En el Apéndice I figura un proyecto de texto, todavía incompleto, a partir del cual se redactará el punto 7 de la Recomendación 656. Se invita a las administraciones a que preparen estudios y Contribuciones con objeto de completar dicho punto durante el actual Período de Estudios.

En [CCIR, 1986 - 90f.] se describe un nuevo método de conmutación y encaminamiento de señales digitales por medios ópticos dentro de un gran estudio. Se sugiere una disposición que elimina el conmutador central de encaminamiento, dirigiéndose todas las señales a sus respectivos destinos por una única fibra óptica. Las señales se ensamblan mediante una combinación de Multiplexación por División de Tiempo (MDT), a una velocidad binaria de transmisión de datos del orden de 2 Gbit/s, y de multiplexación óptica por división de longitud de onda. La utilización de MDT significa que el sistema es aplicable a una amplia gama de velocidades binarias, incluidas las requeridas para la TVAD. Si este enfoque tiene éxito, se necesitarán especificaciones adecuadas del interfaz.

En el Documento [CCIR, 1986-90g] se describe un método, aplicable asimismo a los sistemas de TVAD, para la transmisión de tres señales analógicas (R, G, B) de banda ancha (hasta 60 MHz) por tres fibras ópticas. El método utilizado consiste en la linealización de las características del dispositivo óptico. En el mismo documento se exponen con detalle las ventajas de la transmisión óptica digital en serie a 1,15 Gbit /s para la TVAD.

8. Realización práctica de los interfaces

En [Grimaldi y otros, 1986] se describe un estudio totalmente digital que se encuentra en la fase final de construcción en Francia. Aunque algunas funciones (por ejemplo, cámaras) siguen siendo analógicas, el sistema utiliza mucho equipo digital, en particular un mezclador/conmutador, magnetoscopios y otras diversas funciones. Ese equipo está conectado por cables coaxiales mediante el interfaz serie de la Recomendación 656, con algunas diferencias menores debidas a lo temprano de la aplicación. Se emplea un enlace óptico con el mismo formato de señales, de 6 km de longitud. Los autores analizan las soluciones adoptadas.

En [Baraclough y otros, 1987] se aporta información sobre la experiencia práctica en materia de concepción, instalación y explotación de un centro experimental de producción de televisión digital del Reino Unido, en el que se utiliza el interfaz paralelo de la Recomendación 656. Se indican las soluciones adoptadas para los problemas que se plantean, incluidos, por ejemplo, los relacionados con las interconexiones, sincronización y temporización de múltiples equipos.

Se insta a que se presenten nuevas Contribuciones sobre este tema.

9. Interferencia con otros servicios

El tratamiento y la transmisión de datos digitales, como señales video digitales, a altas velocidades de transmisión produce un ancho espectro de energía que puede causar intermodulación o interferencia. En particular, en la Recomendación 656 se señala que los armónicos noveno y decimotavo de la frecuencia de muestreo de 13,5 MHz (valor nominal) especificada en la Recomendación 601 caen en los canales aeronáuticos de emergencia en 121,5 y 243 MHz. Deben tomarse por tanto las precauciones adecuadas en el diseño y funcionamiento de estos interfaces para asegurar que no se provoca ninguna interferencia a estas frecuencias. Los niveles máximos permitidos de señales radiadas por equipos de tratamiento de datos digitales están sujetos a diversas normas nacionales e internacionales, y debe señalarse que los niveles de emisiones para cada equipo correspondiente se incluyen en la Recomendación del CISPR: «Information technology equipment – Limits of interference and measuring methods», Documento CISPR/B (Oficina Central) 16.

En el caso del interfaz de bits en paralelo [CCIR, 1982-86] se afirma que, según los estudios y experimentos llevados a cabo en la CBC («Canadian Broadcasting Corporation» – Corporación de radiodifusión canadiense), no es probable que se produzcan problemas de interferencia con otros servicios si se protegen los cables con un apantallamiento adecuado. Esta contribución recomienda que los niveles de radiación deben respetar los límites indicados en el cuadro I [CSA, 1983]. Estos límites equivalen a los del FCC en los Estados Unidos de América.

CUADRO I – *Límites de las emisiones no esenciales
(Clase A CSA)*

Frecuencia (MHz)	Intensidad de campo máxima dB(μV/m) a 30 m
30 a 88	30
88 a 216	50
216 a 1000	70

En relación con el interfaz para bits en serie, en [CCIR, 1982-86e] se indica que la transmisión por fibras ópticas elimina la radiación generada por el cable e impide también la radiación por conducción en modo común, pero la calidad de un cable coaxial puede hacerse igualmente casi perfecta. Se cree que la parte más importante de cualquier radiación procedería de la lógica de tratamiento y del circuito de alta potencia común a ambos métodos. Se añade que, debido a la naturaleza aleatoria y la banda ancha de la señal digital, se gana muy poco con la optimización de frecuencia.

Nota - Véase el Informe 1209.

10. Nuevos estudios

Es necesario continuar los estudios:

- sobre los interfaces para el nivel 4:4:4, y para los miembros más bajos de la familia de normas de codificación digital;
- para establecer los tipos de señales auxiliares que han de transmitirse, incluyendo su caracterización y localización en el tren de datos, y para proponer unas normas internacionales cuando sea necesario;
- para determinar qué disposiciones especiales pueden resultar necesarias en relación con los canales de sonido asociados, por ejemplo, para evitar retardos relativos de tiempo excesivos;
- sobre los métodos prácticos necesarios para garantizar aceptablemente niveles bajos de interferencia radiada procedentes de las señales digitales;
- sobre los interfaces ópticos para señales de bits en serie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARACLOUGH, J.N., DALTON, C.J. y GREEN, N.W. [1987]. Experience with an experimental digital production centre, IEE colloquium Digest 1987/11, págs. 13/1 a 13/6.

CSA [1983] Electromagnetic emissions from data processing equipment and electronic office machines: limits and methods C-108.8-M1983 - ISSN 0317-5669. Canadian Standards Association.

GRIMALDI, J.L., NASSE, D. y CAYET, A. [1986]. An experimental all-digital television centre, J.S.M.P.T.E., Vol. 95, N° 1, PT. 1, págs. 13 a 19.

UER [1985] EBU parallel interface for 625 line digital video signals. Tech. Doc. 3246.

UER [1985] EBU serial interface for 625 line digital video signals. Tech. Doc. 3247.

Documentos del CCIR

[1982-86]: a. 11/126 (UER); b. 11/61 (Estados Unidos de América); c. 11/94 (Canadá); d. 11/24 (Japón); e. 11/291 (GIT 11/7); f. 11/136 (OIRT); g. 11/336 (Italia); h. 11/347 (Italia); i. 11/335 (Italia); j. 11/356 (Italia); k. 11/354 (Italia); l. 11/385 (Canadá).

[1986-90]: a. GIT 11/7-257 (Australia); b. GIT 11/7-186 (OIRT);
c. GIT 11/7-115 (Reino Unido); d. 11/112 (Canadá);
e. 11/124 (Canadá); f. GIT 11/7-141 (Reino Unido);
g. 11/28 (Thomson-CSF).

BIBLIOGRAFÍA

STICKLER, M.J., NASSE, D. y BRADSHAW, D. [agosto de 1984] The EBU bit-serial interface for 625 line digital video signals. *EBU Rev. Tech.*, 212, 181-187.

APÉNDICE I

PROYECTO DE ADICIÓN PROPUESTA A LA RECOMENDACIÓN 656 SOBRE
UN INTERFAZ ÓPTICO

7. Características del interfaz óptico7.1 Características de la fuente7.1.1 Longitud de onda de salida

1 300 nm (nominal)

Anchura máxima de la raya espectral: 150 nm entre puntos a media potencia.

7.1.2 Potencia de salida

Máxima: 0 dBm

Mínima: -25 dBm

7.1.3 Convenio lógico

La potencia máxima de salida corresponde a la señalización de un "1" lógico.

7.1.4 Tiempos de establecimiento y caída

Se decidirán ulteriormente

7.1.5 Fluctuación de fase

Se decidirá ulteriormente.

7.1.6 Aislamiento

El transmisor debe soportar el 10% de su potencia de salida devuelta por reflexión.

7.2 Enlace de fibra óptica

FIBRA (compatible con la fibra óptica especificada en la Recomendación G.652 del CCITT)

Tipo de fibra	- monomodo
Dimensiones: diámetro de campo monomodo	- 9 - 10 μm +/-10%
Revestimiento	- 125 μm
Ventana de funcionamiento	- alrededor de 1 300 nm
Concentricidad de campo monomodo	- < 3 μm
No circularidad del revestimiento	- < 2%
Longitud de onda de corte	- 1 100 - 1 280 nm
Atenuación a 1 300 nm	- < 1 dB/km
Dispersión máxima (1 270 - 1 340 nm)	- 6 ps/nm.km

CONECTOR

Tipo - bicónico

7.3 Características de destino7.3.1 Sensibilidad

Potencia de entrada para una proporción media de errores en los bits de 1 en 10^9 : -35 dBm.

Potencia máxima de entrada: -20 dBm.

7.3.2 Potencia máxima de entrada

El receptor funcionará con una proporción media de errores en los bits menor que 1 en 10^9 hasta un nivel de potencia de -20 dBm.