|  |
| --- |
| **Recomendación UIT-R BT.1120-9**  **(12/2017)** |
| **Interfaces digitales para las señales  de estudio con formatos de imagen  1 920 x 1 080** |
| **Serie BT**  **Servicio de radiodifusión (televisión)** |

Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

# Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT‑R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT‑T/UIT‑R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT‑R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT‑T/UIT‑R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT‑R sobre este asunto.

|  |  |
| --- | --- |
| Series de las Recomendaciones UIT-R  (También disponible en línea en [<http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)](http://www.itu.int/publ/R-REC/es)) | |
| **Series** | Título |
| **BO** | Distribución por satélite |
| **BR** | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión |
| **BS** | Servicio de radiodifusión (sonora) |
| **BT** | Servicio de radiodifusión (televisión) |
| **F** | Servicio fijo |
| **M** | Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos |
| **P** | Propagación de las ondas radioeléctricas |
| **RA** | Radioastronomía |
| **RS** | Sistemas de detección a distancia |
| **S** | Servicio fijo por satélite |
| **SA** | Aplicaciones espaciales y meteorología |
| **SF** | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| **SM** | Gestión del espectro |
| **SNG** | Periodismo electrónico por satélite |
| **TF** | Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias |
| **V** | Vocabulario y cuestiones afines |

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| ***Nota****: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la  Resolución UIT-R 1.* |

*Publicación electrónica*

Ginebra, 2018

© UIT 2018

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1120-9[[1]](#footnote-1)\*

Interfaces digitales para las señales de estudio   
con formatos de imagen 1 920 x 1 080

(Cuestión UIT-R 130/6)

(1994-02/1998-11/1998-2000-2003-2004-2005-2007-2012-2017)

Cometido

En la presente Recomendación se definen interfaces digitales en serie que operan con dos frecuencias de reloj nominales, 1,485 GHz y 2,97 GHz, para señales de estudio con matrices de elementos de imagen de 1 920 x 1 080, en diversas frecuencias de trama de hasta 60 Hz, y estructuras de muestras 4:4:4 y 4:2:2 definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100. La interfaz también puede utilizarse para transportar datos en paquetes.

Palabras clave

Interfaz en serie, HD-SDI, Real-Time, SDR-TV, HDR-TV, HLG, PQ

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

*a)* que la Recomendación UIT-R BT.709 contiene los valores y parámetros de formato de las imágenes de TVAD e intercambio internacional de programas e incluye la siguiente norma de estudio de TVAD para cubrir una amplia gama de aplicaciones:

– 1 125 líneas en total y 1 080 líneas activas;

– velocidades de imagen de 60[[2]](#footnote-2), 50, 301, 25 y 241 Hz, incluyendo el transporte de trama progresivo, con entrelazado y segmentado;

*b)* que en la Recomendación UIT-R BT.2100 se definen los valores de los parámetros de imagen para la televisión de alta gama dinámica para uso en producción e intercambio internacional de programas y que en ella figuran los siguientes formatos de imagen con el mismo cómputo de píxeles y frecuencias de trama que la definida en la Recomendación UIT-R BT.709:

– amplia gama de colores como se define en la Recomendación UIT-R BT.2020;

– funciones de transferencia de la cuantización perceptiva (PQ) e híbrido Log-Gamma (HLG);

– representaciones de señal de diferencia de color y luminancia de la luminancia no constante (NCL) Y'C'BC'R y la intensidad constante (CI) ICTCP;

*c)* que se ha desarrollado toda una gama de equipos basados en los sistemas indicados, que ya están disponibles en el mercado;

*d)* que se están produciendo muchos programas en los sistemas indicados;

*e)* que se ha desarrollado la interconexión digital en serie para ofrecer interconexiones digitales transparentes y fiables,

recomienda

**1** que se utilicen las especificaciones descritas en esta Recomendación como interfaces binarias en serie digitales para señales de vídeo con matriz de elementos de imagen de 1 920 x 1 080 y frecuencias de trama de hasta 60 Hz definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT‑R BT.2100;

**2** que la Nota 1 se considere parte de la Recomendación.

NOTA 1 – El cumplimiento de esta Recomendación es voluntario. No obstante, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (por ejemplo, para asegurar la interoperabilidad o la aplicabilidad), por lo que el cumplimiento de la Recomendación se logra cuando se cumplen todas las disposiciones obligatorias. El término «deberá» o cualquier otra palabra que conlleve la idea de obligatoriedad, como «tendrá que», así como los equivalentes correspondientes de negación se emplean para formular los requisitos.

NOTA 2 – En la presente Recomendación la anotación YCBCR se utiliza para representar las señales de diferencia de color y luminancia, que pueden ser Y′C′BC′R o ICTCP en la práctica, a menos que se indique lo contrario.

NOTA 3 – Cuando todos los datos de gama se han transmitido y señalado, los datos se recortan a la gama reducida de datos de vídeo.

Anexo 1  
  
Interfaces para señales de vídeo con matrices de elementos de   
imagen de 1 920 x 1 080, frecuencias de trama de hasta 60 Hz y   
profundidades binarias de hasta 10 bit de conformidad con   
las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100

En el Anexo se especifican las interfaces digitales de los sistemas enumerados en el Cuadro 1. Los parámetros de codificación digital figuran en el Cuadro 2. Para los sistemas de 60, 30 y 24 Hz, se incluyen también las frecuencias de imágenes cuyos valores se dividen por 1,001. Los valores de los parámetros de estos sistemas aparecen entre paréntesis.

CUADRO 1

Sistemas soportados

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sistema | Captura (Hz) | Transporte |
| 60/P | 60 progresiva | Progresivo |
| 30/P | 30 progresiva | Progresivo |
| 30/PsF | 30 progresiva | Cuadro segmentado |
| 60/I | 30 con entrelazado | Con entrelazado |
| 50/P | 50 progresiva | Progresivo |
| 25/P | 25 progresiva | Progresivo |
| 25/PsF | 25 progresiva | Cuadro segmentado |
| 50/I | 25 con entrelazado | Con entrelazado |
| 24/P | 24 progresiva | Progresivo |
| 24/PsF | 24 progresiva | Cuadro segmentado |

# 1 Representación digital

## 1.1 Características de codificación

Las señales de vídeo que se transportan deben satisfacer las características descritas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100.

# 2 Interfaz digital

La interfaz proporciona una interconexión unidireccional. Las señales de datos se presentan como información binaria y están codificadas en consecuencia:

– datos de vídeo de interfaz (palabras de 10 bits);

– referencia de temporización y códigos de identificación (palabras de 10 bits);

– datos auxiliares (véase la Recomendación UIT-R BT.1364).

Cuando se utilizan datos de vídeo de 8 bits, deben añadirse dos bits menos significativos compuestos de ceros a las palabras de 8 bits para formar palabras de 10 bits.

## 2.1 Datos de vídeo en serie

Las señales *Y*, *CB* y *CR* se tratan como palabras de 20 bits multiplexando en el tiempo las componentes *CB* y *CR*. Cada palabra de 20 bits corresponde a una muestra de diferencia de color y a una muestra de luminancia. El múltiplex se organiza de la forma siguiente:

(*CB*0*Y*0)(*CR*0*Y*1) (*CB*1*Y*2)(*CR*1*Y*3) ...

siendo *Yi* la muestra de luminancia activa *i*-ésima de una línea, y *CBj* y *CRj*, las muestras de diferencia de color *j*-ésimas de las componentes *CB* y *CR*. Las muestras *CBj* y *CRj* coinciden en el espacio con la muestra par *Yi* debido a que las señales de diferencia de color se muestrean a la mitad de velocidad.

Las palabras de datos que corresponden a los niveles digitales 0(10) a 3(10) y 1 020(10) a 1 023(10) se reservan para la identificación de datos y no deben aparecer como datos de vídeo.

Las señales *R'*, *G'* y *B'* se tratan como palabras de 30 bits, además de las palabras de 20 bits ya indicadas para las señales *Y*, *CB* y *CR*.

CUADRO 2

Parámetros de codificación digital

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Sistema | | | | | | | | | |
| 60/P | 30/P | 30/PsF | 60/I | 50/P | 25/P | 25/PsF | 50/I | 24/P | 24/PsF |
| 1 | Señales codificadas *Y*, *CB*, *CR* o *R*, *G*, *B* | Véanse las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100 | | | | | | | | | |
| 2 | Retícula de muestreo – *R'*, *G'*, *B'*, *Y* | Ortogonal, repetitiva en cada línea e imagen | | | | | | | | | |
| 3 | Retícula de muestreo – *CB*, *CR* | Ortogonal, repetitiva en cada línea e imagen, coinciden en el espacio entre sí y con las muestras alternas(1) de *Y* | | | | | | | | | |
| 4 | Número de líneas activas | 1080 | | | | | | | | | |
| 5 | Frecuencia de muestreo(2) (MHz) – *R'*, *G'*, *B'*, *Y* | 148,5  (148,5/1,001) | 74,25 (74,25/1,001) | | | 148,5 | 74,25 | | | 74,25 (74,25/1,001) | |
|  | – *CB*, *CR*(3) | 74,25  (74,25/1,001) | 37,125 (37,125/1,001) | | | 74,25 | 37,125 | | | 37,125 (37,125/1,001) | |
| 6 | Número de muestras/línea – *R'*, *G'*, *B'*, *Y* – *CB*, *CR* | 2 200 1 100 | | | | 2 640 1 320 | | | | 2 750 1 375 | |
| 7 | Número de muestras activas/línea – *R'*, *G'*, *B'*, *Y* – *CB*, *CR* | 1 920 960 | | | | | | | | | |
| 8 | Posición de los primeros instantes de muestreo de las señales *Y*, *CB* y *CR* con respecto a la referencia temporal de sincronización analógica OH(4) (véase la Fig. 1) | 192 *T* | | | | | | | | | |

CUADRO 2 (*fin*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Sistema | | | | | | | | | |
| 60/P | 30/P | 30/PsF | 60/I | 50/P | 25/P | 25/PsF | 50/I | 24/P | 24/PsF |
| 9 | Formato de codificación | MIC con cuantificación uniforme para cada una de las señales componentes del vídeo, 8 ó 10 bits/muestra | | | | | | | | | |
| 10 | Asignación de nivel de cuantificación(5)  – Datos de vídeo – Referencia de temporización | 1(8) a 254(8) ó 4(10) a 1 019(10) 0(8) y 255(8) ó 0(10) a 3(10) y 1 020 (10) a 1 023(10) | | | | | | | | | |
| 11 | Niveles de cuantificación(6)  – Nivel negro *R'*, *G'*, *B'*, *Y* – Nivel acromático *CB*, *CR* – Cresta nominal  – *R'*, *G'*, *B'*, *Y*  – *CB*, *CR* | 16(8) ó 64(10) 128(8) ó 512(10)  235(8) ó 940(10) 16(8) y 240(8) ó 64(10) y 960(10) | | | | | | | | | |
| 12 | Características del filtro | Véase la Recomendación UIT-R BT.709 | | | | | | | | | |
| (1) Las primeras muestras de diferencia de color activas coinciden en el espacio con la primera muestra Y activa.  (2) El reloj de muestreo debe sincronizarse a la frecuencia de línea. La tolerancia en frecuencia es de ±0,001%.  (3) La frecuencia de muestreo de CB y CR es la mitad de la frecuencia de muestreo de luminancia.  (4) T indica la duración del reloj de muestreo de luminancia o la inversa de la frecuencia de muestreo de luminancia.  (5) Cuando se tratan palabras de 8 bits en un sistema de 10 bits, deben añadirse dos bits menos significativos compuestos de ceros a las palabras de 8 bits.  (6) Estos niveles se refieren a niveles de vídeo nominales concretos. El procesamiento de la señal puede provocar a veces una desviación del nivel de la señal fuera de estos márgenes. | | | | | | | | | | | | |

## 2.2 Relación de temporización del vídeo con una onda analógica

La línea digital ocupa *m* periodos de reloj. Comienza a *f* periodos de reloj antes de la transición de referencia (OH) de la señal de sincronización analógica en la línea correspondiente. La línea activa digital comienza a *g* periodos de reloj después de la transición de referencia (OH). Los valores de *m*, *f* y *g* figuran en el Cuadro 3. En la Fig. 1 y en el Cuadro 3 aparece información detallada sobre las relaciones en el intervalo de trama.

FIGURA 1

Formato de datos y relaciones de temporización con la onda analógica



En los sistemas con entrelazado y de cuadro segmentado, el inicio de la trama/segmento digital se fija por medio de la posición especificada al inicio de la línea digital. En la Fig. 2a) y en el Cuadro 4a) aparece información detallada sobre las relaciones en el intervalo trama/segmento.

Para los sistemas progresivos, el inicio del cuadro digital se fija por medio de la posición especificada para el inicio de la línea digital. En la Fig. 2b) y en el Cuadro 4b) aparece información detallada sobre las relaciones en el intervalo de cuadro.

## 2.3 Códigos de referencia para la temporización de la señal de vídeo SAV y EAV

Existen dos códigos de referencia para la temporización, uno al comienzo de cada bloque de datos de vídeo (SAV) y otro al final de cada bloque de datos de vídeo (EAV). Estos códigos son contiguos a los datos de vídeo y continúan durante el intervalo de supresión trama/cuadro/segmento, tal y como se muestra en la Fig. 2.

CUADRO 3

Especificaciones de la temporización del intervalo de línea

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Símbolo | Parámetro | Valor | | | | | | | | | |
| 60/P | 30/P | 30/PsF | 60/I | 50/P | 25/P | 25/PsF | 50/I | 24/P | 24/PsF |
|  | Número de muestras *Y* activas por línea | 1920 | | | | | | | | | |
|  | Frecuencia de muestreo de la luminancia (MHz) | 148,5 (148,5/ 1,001) | 74,25 (74,25/1,001) | | | 148,5 | 74,25 | | | 74,25 (74,25/1,001) | |
| *a* | Supresión de línea analógica (*T*) | +12 280 −0 | | | | +12 280 −0 | | | | +12 280 −0 | |
| *b* | Línea analógica activa (*T*) | +0 1 920 −12 | | | | | | | | | |
| *c* | Línea analógica completa (*T*) | 2 200 | | | | 2 640 | | | | 2 750 | |
| *d* | Tiempo transcurrido entre el final de la señal de vídeo analógica activa y el inicio del EAV (*T*) | 0-6 | | | | | | | | | |
| *e* | Tiempo transcurrido entre el final del SAV y el inicio de la señal de vídeo analógica activa (*T*) | 0-6 | | | | | | | | | |
| *f* | Tiempo transcurrido entre el inicio del EAV y la referencia de temporización analógica OH (*T*) | 88 | | | | 528 | | | | 638 | |
| *g* | Tiempo transcurrido entre la referencia de temporización analógica OH y el final del SAV (*T*) | 192 | | | | | | | | | |
| *h* | Bloque de datos de vídeo (*T*) | 1 928 | | | | | | | | | |
| *i* | Duración del EAV (*T*) | 4 | | | | | | | | | |
| *j* | Duración del SAV (*T*) | 4 | | | | | | | | | |
| *k* | Supresión de línea digital (*T*) | 280 | | | | 720 | | | | 830 | |
| *l* | Línea digital activa (*T*) | 1 920 | | | | | | | | | |
| *m* | Línea digital (*T*) | 2 200 | | | | 2 640 | | | | 2 750 | |
| NOTA 1 – Los valores de parámetro para especificaciones analógicas expresados por los símbolos *a*, *b* y *c* indican los valores nominales.  NOTA 2 – *T* es el periodo del reloj o la inversa de la frecuencia de muestreo de la luminancia. | | | | | | | | | | | |

FIGURA 2

Código de referencia para temporización de la señal de vídeo SAV y EAV



Cada código consiste en una secuencia de cuatro palabras. La asignación de bits de la palabra aparece en el Cuadro 5. Las tres primeras palabras constituyen un preámbulo fijo y la cuarta contiene la información que define la identificación de trama (F), el periodo de supresión de trama/cuadro (V) y el periodo de supresión de línea (H). En una realización de 8 bits, se utilizan los bits N.° 9 a 2 inclusive.

Los bits F y V modifican su estado de manera síncrona con el EAV al comienzo de la línea digital.

El valor de los bits de protección, P0 a P3, depende de los valores de F, V y H como se indica en el Cuadro 6. Esta disposición permite corregir errores en un bit y detectar errores en dos bits en el receptor, pero sólo en los 8 bits más significativos, como se indica en el Cuadro 7.

CUADRO 4

a) Especificaciones de la temporización del intervalo de trama/segmento para   
sistemas con entrelazado y sistemas de cuadro segmentado

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Símbolo | Definición | Número de línea digital de la interfaz |
|  | Número de líneas activas | 1 080 |
| L1 | Primera línea de la trama/segmento N.° 1 | 1 |
| L2 | Última línea de la supresión de la trama/segmento digital N.° 1 | 20 |
| L3 | Primera línea de la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 1 | 21 |
| L4 | Última línea de la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 1 | 560 |
| L5 | Primera línea de la supresión de la trama/segmento digital N.° 2 | 561 |
| L6 | Última línea de la trama/segmento N.° 1 | 563 |
| L7 | Primera línea de la trama/segmento N.° 2 | 564 |
| L8 | Última línea de la supresión de la trama/segmento digital N.° 2 | 583 |
| L9 | Primera línea de la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 2 | 584 |
| L10 | Última línea de la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 2 | 1 123 |
| L11 | Primera línea de la supresión de la trama/segmento digital N.° 1 | 1 124 |
| L12 | Última línea de la trama/segmento N.° 2 | 1 125 |
| NOTA – Supresión de la trama/segmento digital N.° 1 se refiere al periodo de supresión de la trama/segmento previo a la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 1, y supresión de la trama/segmento N.° 2 se refiere al periodo de supresión de la trama/segmento que precede a la señal de vídeo activa de la trama/segmento N.° 2. | | |

b) Especificaciones de la temporización del intervalo de cuadro   
para sistemas con exploración progresiva

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Símbolo | Definición | Número de línea digital de la interfaz |
|  | Número de líneas activas | 1 080 |
| L1 | Primera línea del cuadro | 1 |
| L2 | Última línea de la supresión del cuadro digital | 41 |
| L3 | Primera línea del vídeo activo | 42 |
| L4 | Última línea del vídeo activo | 1 121 |
| L5 | Primera línea de la supresión del cuadro digital | 1 122 |
| L6 | Última línea del cuadro | 1 125 |

CUADRO 5

Asignación de bits en los códigos de referencia para la temporización   
de la señal de vídeo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Palabra | | Número del bit | | | | | | | | | | | | |
| 9 (MSB) | | 8 | 7 | 6 | | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | 0 (LSB) |
| Primera | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| Segunda | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Tercera | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Cuarta | | 1 | | F | V | H | | P3 | P2 | P1 | P0 | | 0 | 0 |
| Sistema de exploración entrelazada y de cuadro segmentado | | | F = 1 durante la trama/ segmento N.° 2  = 0 durante la trama/ segmento N.° 1 | | | | V = 1 durante la supresión de trama/segmento  = 0 en los demás sitios | | | | | H = 1 en el EAV  = 0 en el SAV | | |
| Sistema con exploración progresiva | | F = 0 | | | | V = 1 durante la supresión de cuadro  = 0 en los demás sitios | | | | | H = 1 en el EAV  = 0 en el SAV | | |
| NOTA – P0, P1, P2, P3 en la cuarta palabra son los bits de protección (véase el Cuadro 6). | | | | | | | | | | | | | | |

CUADRO 6

Bits de protección para SAV y EAV

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estado del bit SAV/EAV | | | Bits de protección | | | |  | |
| Bit 9 (fijo) | 8 (F) | 7 (V) | 6 (H) | 5 (P3) | 4 (P2) | 3 (P1) | 2 (P0) | 1 (fijo) | 0 (fijo) |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

CUADRO 7

Corrección de errores utilizando los bits de protección (P3-P0)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bits recibidos 5-2 para P3-P0 | Bits recibidos 8-6 para F, V y H | | | | | | | |
| 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |
| 0000 | 000 | 000 | 000 | – | 000 | – | – | 111 |
| 0001 | 000 | – | – | 111 | – | 111 | 111 | 111 |
| 0010 | 000 | – | – | 011 | – | 101 | – | – |
| 0011 | – | – | 010 | – | 100 | – | – | 111 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0100 | 000 | – | – | 011 | – | – | 110 | – |
| 0101 | – | 001 | – | – | 100 | – | – | 111 |
| 0110 | – | 011 | 011 | 011 | 100 | – | – | 011 |
| 0111 | 100 | – | – | 011 | 100 | 100 | 100 | – |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1000 | 000 | – | – | – | – | 101 | 110 | – |
| 1001 | – | 001 | 010 | – | – | – | – | 111 |
| 1010 | – | 101 | 010 | – | 101 | 101 | – | 101 |
| 1011 | 010 | – | 010 | 010 | – | 101 | 010 | – |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1100 | – | 001 | 110 | – | 110 | – | 110 | 110 |
| 1101 | 001 | 001 | – | 001 | – | 001 | 110 | – |
| 1110 | – | – | – | 011 | – | 101 | 110 | – |
| 1111 | – | 001 | 010 | – | 100 | – | – | – |
| NOTA 1 – El sistema de corrección de errores aplicado proporciona una función DEDSEC (protección de errores dobles – corrección de errores sencillos). Los bits recibidos indicados por «–» en el Cuadro, si se detectan, indican que ha aparecido un error pero no puede corregirse. | | | | | | | | |

## 2.4 Datos auxiliares

Opcionalmente, los datos auxiliares se pueden incluir en los intervalos de supresión de una interfaz digital conforme a la presente Recomendación. Las señales auxiliares deberán satisfacer las reglas generales que figuran en la Recomendación UIT‑R BT.1364.

El intervalo de supresión horizontal que existe entre el final del EAV y el comienzo del SAV se puede utilizar para transportar paquetes de datos auxiliares.

Los paquetes de datos auxiliares se pueden transportar en el intervalo de supresión vertical que existe entre el final del SAV y el principio del EAV, de la siguiente manera:

− en un sistema de exploración progresiva, en las líneas 1 a 41 inclusive y en las líneas 1 122 a 1 125 inclusive;

− en un sistema de exploración entrelazada, en las líneas 1 a 20 inclusive, en las líneas 561 a 583 inclusive y en las líneas 1 124 y 1 125 inclusive;

− en cualquier línea que esté fuera del alcance vertical de la imagen, como se indicó anteriormente, y que no se utilice para transportar señales del intervalo de supresión vertical que se puedan representar en el dominio analógico a través de una conversión directa digital/analógica (D/A);

− los paquetes de datos auxiliares no deben colocarse en el área que puede verse afectada por la conmutación como se define en el Cuadro 2 del Adjunto 3 al Anexo 1 de la Recomendación UIT‑R BT.1364.

## 2.5 Palabras de datos durante la supresión

Las palabras de datos que aparecen durante los intervalos de supresión digital y que no se utilizan para el SAV y el EAV de los códigos de referencia para la temporización, los datos de número de línea, los códigos de detección de errores o los datos auxiliares (ANC) se rellenan con palabras correspondientes a los siguientes niveles de supresión, situadas adecuadamente en los datos multiplexados:

64(10) para señales *Y*, *R'*, *G'*, *B'*

512(10) para *CB*, *CR* (señal de diferencia de color multiplexada en el tiempo).

# 3 Interfaz para bits en paralelo

La interfaz para bits en paralelo definida en versiones anteriores de la presente Recomendación ya no se utiliza y se desaconseja su uso.

# 4 Interfaz para bits en serie

## 4.1 Formato de datos

Los datos de bits en serie se componen de los datos de vídeo, los códigos de referencia de temporización de vídeo, los datos de número de línea, los códigos de detección de errores, los datos auxiliares y los datos de supresión. Cada uno de los datos consiste en una palabra de 10 bits de longitud y se representa como datos en paralelo antes de su serialización. Se multiplexan y se serializan dos trenes en paralelo (es decir, los datos de luminancia *Y* los datos de diferencia de color *CB*/*CR*) de conformidad con el § 4.2.

### 4.1.1 Datos de vídeo

Los datos de vídeo deben ser palabras de 10 bits que representan las componentes *Y*, *CB*/*CR* de los sistemas de vídeo definidos en el § 1.

### 4.1.2 Códigos de referencia de la temporización de vídeo

Los códigos de referencia de temporización de vídeo, SAV y EAV tienen el mismo formato definido en el § 2.

### 4.1.3 Datos de número de línea

Los datos de número de línea se componen de dos palabras que indican el número de línea. El Cuadro 13 muestra la asignación de bits en los datos de número de línea. Estos datos deben ir situados inmediatamente después del EAV.

CUADRO 8

Asignación de bits para los datos de número de línea

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Palabra | b9 (MSB) | b8 | b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 (LSB) |
| LN0 | No b8 | L6 | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 | L0 | R | R |
| LN1 | No b8 | R | R | R | L10 | L9 | L8 | L7 | R | R |
| L0 (LSB)-L10 (MSB): Número de línea en código binario.  R: Reservada (se pone en cero). | | | | | | | | | | |

### 4.1.4 Códigos de detección de errores

Los códigos de detección de errores, códigos de verificación por redundancia cíclica (CVR), utilizados para detectar errores en las líneas activas digitales, los EAV y los datos de número de línea, constan de dos palabras determinadas mediante el polinomio generador:

*EDC*(*x*) = *x*18 + *x*5 + *x*4 + 1

Los valores iniciales de los códigos se ponen a cero. El cálculo comienza con la primera palabra de la línea activa digital y finaliza al final de la palabra de los datos de número de línea. Se determinan dos códigos de detección de errores, uno para los datos de luminancia (YCR) y otro para los datos de diferencia de color (CCR). En el Cuadro 9 aparece la asignación de bits de los códigos de detección de errores. Estos códigos deben situarse inmediatamente después de los datos de número de línea.

CUADRO 9

Asignación de bits para los códigos de detección errores

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Palabra | b9 (MSB) | b8 | b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 (LSB) |
| YCR0 | No b8 | CRC8 | CRC7 | CRC6 | CRC5 | CRC4 | CRC3 | CRC2 | CRC1 | CRC0 |
| YCR1 | No b8 | CRC17 | CRC16 | CRC15 | CRC14 | CRC13 | CRC12 | CRC11 | CRC10 | CRC9 |
| CCR0 | No b8 | CRC8 | CRC7 | CRC6 | CRC5 | CRC4 | CRC3 | CRC2 | CRC1 | CRC0 |
| CCR1 | No b8 | CRC17 | CRC16 | CRC15 | CRC14 | CRC13 | CRC12 | CRC11 | CRC10 | CRC9 |
| NOTA – CRC0 es el MSB de los códigos de detección de errores. | | | | | | | | | | |

### 4.1.5 Datos auxiliares

Los datos auxiliares deben tener las mismas normas que las definidas en el § 2.4.

### 4.1.6 Datos de supresión

Las palabras de datos de supresión durante los intervalos de supresión digital no utilizadas para los SAV, los EAV, los datos de número de línea, los códigos de detección de errores y los datos auxiliares, deben rellenarse con las palabras de 10 bits definidas en el § 2.5.

## 4.2 Formato de transmisión

Los dos trenes de datos en paralelo se transmiten por un solo canal en forma de bits en serie tras realizar una multiplexión de las palabras, una conversión en paralelo a serie y una aleatorización.

### 4.2.1 Multiplexión de palabra

Los dos trenes en paralelo deben multiplexarse palabra a palabra en un solo tren en paralelo de 10 bits en el siguiente orden: *CB*, *Y*, *CR*, *Y*, *CB*, *Y*, *CR*, *Y* ... (véase la Fig. 3 y el Cuadro 11).

FIGURA 3

Mapa del tren de datos



Está asimismo disponible P, un formato alternativo. Véase el § 4.5 y el § 4.6.

### 4.2.2 Serialización

El bit menos significativo de cada una de las palabras de 10 bits en el tren en paralelo de palabras multiplexadas debe transmitirse en primer lugar en el formato de bits en serie.

### 4.2.3 Codificación de canal

El esquema de codificación de canal debe tener una aleatorización NRZ invertida (NRZI). El tren de bits serializado debe aleatorizarse utilizando la siguiente ecuación de generación de polinomio:

*G*(*x*) = (*x*9 + *x*4 + 1) (*x* + 1)

La señal de entrada al aleatorizador deberá ser de lógica positiva. (La tensión más elevada representa el dato 1 y la tensión más baja representa el dato 0.)

### 4.2.4 Reloj serie

CUADRO 10

Valores de frecuencia del reloj serie

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetro | Valor | | | | | | | | | |
| 60/P | 30/P | 30/PsF | 60/I | 50/P | 25/P | 25/PsF | 50/I | 24/P | 24/PsF |
| Frecuencia del reloj serie  (GHz) | 1,485 para funcionamiento con enlace doble  2,97 para funcionamiento con enlace  (2,97/1,001) | 1,485 (1,485/1,001) | | | 1,485 para funcionamiento con enlace doble  2,97 para funcionamiento con enlace único | 1,485 | | | 1,485 (1,485/1,001) | |

CUADRO 11

Especificaciones de la temporización del flujo de datos (véase la Fig. 3)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Símbolo | Parámetro | Valor | | | | | | | | | |
| 60/P | 30/P | 30/PsF | 60/I | 50/P | 25/P | 25/PsF | 50/I | 24/P | 24/PsF |
| *T* | Periodo del reloj paralelo (ns) | 1 000/148,5 (1 001/148,5) | 1 000/74,25 (1 001/74,25) | | | 1 000/148,5 | 1 000/74,25 | | | 1 000/74,25 (1 001/74,25) | |
| *Ts* | Periodo del reloj de datos en paralelo multiplexados | T/2 | | | | | | | | | |
| *m* | Línea digital en tren de datos en paralelo | 2 200 | | | | 2 640 | | | | 2 750 | |
| *k* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo | 280 | | | | 720 | | | | 830 | |
| *n* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo | 268 | | | | 708 | | | | 818 | |
| *ms* | Línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 4 400 | | | | 5 280 | | | | 5 500 | |
| *ks* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 560 | | | | 1 440 | | | | 1 660 | |
| *ns* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo multiplexado | 536 | | | | 1 416 | | | | 1 636 | |

### 4.2.5 Trama de comprobación digital de serie binaria

En el Anexo 2 se describen las señales de prueba digitales apropiadas para la igualación del cable y la sincronización del bucle de enganche de fase (PLL).

### 4.2.6 Identificador de carga útil

El identificador de carga útil es opcional para una interfaz sencilla de 1,5 Gbit/s para la transmisión de sistemas conforme a la Recomendación BT.709 y obligatorio para otros casos, incluida una interfaz sencilla de 3 Gbit/s y una interfaz de doble enlace de 1,5 Gbit/s, y si está presente deberá introducirse en el espacio de datos auxiliares horizontal del canal Y. Los valores reservados deben ponerse en 0 a menos que se especifique otra cosa.

El identificador de carga útil debe ser conforme al formato de datos del identificador de carga útil definido en la Recomendación UIT-R BT.1614. Cuando existe un identificador de carga útil de 4 bytes, debe transponerse al área de supresión horizontal de la interfaz inmediatamente después de una secuencia de palabras EAV-LN-CRC.

En las interfaces digitales de 1 125 líneas con estructuras de barrido entrelazadas (I) y progresivas de cuadro segmentado (PsF), el paquete de datos auxiliares debe agregarse una vez por trama en el canal Y. Si se dispone de espacio para datos auxiliares, la ubicación recomendada del paquete de datos auxiliares debe ser en las líneas siguientes:

1 125/I (trama 1): Línea 10

1 125/I (trama 2): Línea 572.

Estos números de línea se aplican también a HD-SDI de enlace doble si se utiliza un barrido entrelazado y progresivo de cuadro fragmentado.

En las interfaces digitales de 1 125 líneas con estructuras de barrido progresivas (P), el paquete de datos auxiliares debe agregarse una vez por trama en el canal Y. Si se dispone de espacio para datos auxiliares, la ubicación recomendada del paquete de datos auxiliares debe ser en la línea siguiente:

1 125P: Línea 10.

CUADRO 12A

Definiciones del identificador de carga útil para cargas útiles de 1 080 líneas  
en interfaz digital en serie de 1,5 Gbit/s (nominal)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Colorimetría | Reservado (0) |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de píxel horizontal 1 920 (0) reservado (1) | Reservado (0) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h), HLG (1h), PQ (2h), sin especificar (3h) | Relación de formato  16:9 (1), desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 4 | 0 | Colorimetría | Señal de diferencia de color y luminancia NCL *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* (0), CI *I*, *CT*, *CP* (1) |

CUADRO 12A (*fin*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 3 | 0 | Velocidades de imagen 25 Hz (5h), 24/1,001 Hz (2h), 30/1,001 Hz (6h), 24 Hz (3h)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo 4:2:2 *Y*, *CB*, *CR* o *I*, *CT*, *CP* (0h)  Otros valores reservados | Reservado (0h) |
| Bit 2 | 1 | Reservado (0h) |
| Bit 1 | 0 | Profundidad binaria Gama reducida de 8 bits (0h)  Gama reducida de 10 bits (1h)  Reservado (2h)  Gama completa de 10 bits (3h) |
| Bit 0 | 1 |

**Byte 1** Debe tener un valor de (85h) por 1,5 Gbit/s

**Byte 2** El segundo byte debe utilizarse para indicar la velocidad de imagen y la estructura de la imagen y el transporte.

El bit b7 debe utilizarse para indicar si la interfaz digital utiliza una estructura de transporte progresiva o entrelazada:

(0) un transporte entrelazado

(1) un transporte progresivo.

El bit b6 debe utilizarse para indicar si la imagen tiene una estructura progresiva o entrelazada:

(0) una estructura entrelazada

(1) una estructura progresiva.

NOTA – Las cargas útiles de vídeo PsF se definen con una imagen progresiva transportada por interfaz digital entrelazada. El transporte lleva la carga útil de vídeo progresiva como primer y segundo segmento dentro de la duración de la trama de transporte. Ese primer y segundo segmento de imagen se definen por medio de los indicadores de trama primero y segundo en el transporte digital de interfaz.

Los bits b5 y b4 deben utilizarse para definir las características de transferencia:

(0h) SDR-TV como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.709

(1h) HLG como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(2h) PQ como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(3h) No se especifica.

Los bits b3 a b0 deben emplearse para indicar la velocidad de imagen en Hz y deben restringirse a las velocidades de tramas definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100:

(2h) 24/1,001 tramas/s

(3h) 24 tramas/s

(5h) 25 tramas/s

(6h) 30/1,001 tramas/s

**Byte 3** El tercer byte debe utilizarse para indicar la relación de formato, la colorimetría y la estructura de muestreo de la carga útil de vídeo.

Los bits b7 y b4 deben utilizarse para determinar la colorimetría:

(0h) Recomendación UIT-R BT.709

(1h) Reservado

(2h) Recomendación UIT-R BT.2020

(3h) Desconocido.

El bit b6 debe utilizarse para indicar el cómputo de píxeles horizontales:

(0) 1920 píxeles

(1) Reservado.

El bit b5 debe utilizarse para indicar la relación de formato de la imagen:

(0) Relación de formato desconocida

(1) Imagen 16:9.

Los bits b3 a b0 del byte 3 deben utilizarse para indicar la estructura de muestreo. La presente Recomendación se restringe al valor (0h).

**Byte 4** El cuarto byte debe utilizarse para indicar los aspectos específicos de aplicación de la carga útil de vídeo.

Los bits b7 a b5 se reservan y se ponen a (0).

El bit b4 se utilizará para definir el formato de señal de diferencia de color/luminancia:

(0) Luminancia no constante *Y′C′BC′R*

(1) Intensidad constante *ICTCP*

Los bits b3 a b2 se reservan y se ponen a (0).

Los bits b1 y b0 deben utilizarse para definir la profundidad binaria y codificación de gama reducida:

(0h) define 8 bits por muestra con codificación de gama reducida;

(1h) define 10 bits por muestra con codificación de gama reducida;

(3h) define 10 bits por muestra con codificación de gama completa;

Otros valores están reservados.

CUADRO 12B

Definiciones del identificador de carga útil para cargas útiles de 1 080 líneas  
en interfaz digital en serie de 3 Gbit/s[[3]](#footnote-3) (nominal)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Relación de aspecto 16:9 (1), desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de píxel horizontal 1 920 (0) reservado (1) | Reservado (0) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h), HLG (1h),  PQ (2h), sin especificar (3h) | Colorimetría  Recomendación UIT-R BT.709 (0h) Reservado (1h) Recomendación UIT-R BT.2020 (2h) Desconocido (3h) | Reservado |
| Bit 4 | 0 | Señal de diferencia de color y luminancia NCL *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* (0), CI *I*, *CT*, *CP* (1) |
| Bit 3 | 1 | Velocidades de imagen 50 Hz (9h), 60/1,001 Hz (Ah), 60 Hz (Bh)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo 4:2:2 *Y*, *CB*, *CR* o *I*, *CT*, *CP* (0h)  Otros valores reservados | Reservado (0) |
| Bit 2 | 0 | Reservado (0) |
| Bit 1 | 0 | Profundidad binaria Gama completa de 10 bits (0h)  Gama reducida de 10 bits (1h)  Otros valores reservados |
| Bit 0 | 1 |

**Byte 1** Debe tener un valor de (89h) por 3 Gbit/s

**Byte 2**

El segundo byte debe utilizarse para indicar la velocidad de imagen y la estructura de la imagen y el transporte.

El bit b7 debe utilizarse para indicar si la interfaz digital utiliza una estructura de transporte progresiva o entrelazada:

(0) un transporte entrelazado

(1) un transporte progresivo.

El bit b6 debe utilizarse para indicar si la imagen tiene una estructura progresiva o entrelazada de modo que:

(0) una estructura entrelazada

(1) una estructura progresiva.

NOTA – Las cargas útiles de video PsF se identifican con una imagen progresiva transportada por interfaz digital entrelazada. El transporte lleva la carga útil de video progresiva como primer y segundo segmentos dentro de la duración de la trama de transporte. Dichos segmentos de imagen primero y segundo se señalan por medio de los indicadores de trama primero y segundo del transporte digital de interfaz.

Los bits b5 a b4 deben utilizarse para definir las características de transferencia:

(0h) SDR-TV como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.709

(1h) HLG como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(2h) PQ como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(3h) No se especifica.

Los bits b3 a b0 deben emplearse para indicar la velocidad de imagen en Hz y deben restringirse a las velocidades de tramas definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100:

(9h) indica 50 tramas/s

(Ah) indica 60/1,001 tramas/s

(Bh) indica 60 tramas/s

Byte 3

El tercer byte debe utilizarse para indicar la relación de formato, la colorimetría y la estructura de muestreo de la carga útil de vídeo.

El bit b7 debe utilizarse para determinar la relación de formato de imagen:

(0h) relación de imagen desconocida

(1h) imagen 16:9.

El bit b6 debe utilizarse para indicar el cómputo de píxel horizontal:

(0) 1 920 píxeles

(1) Reservado.

Los bits b5 y b4 del byte 3 deben utilizarse para definir la colorimetría:

(0h) Recomendación UIT-R BT.709

(1h) Reservado

(2h) Recomendación UIT-R BT.2020

(3h) Desconocido.

Los bits b3 a b0 del byte 3 deben utilizarse para indicar la estructura de muestreo. Esta Recomendación se restringe al valor (0h).

Byte 4

Los bits b7 a b5 se reservan y se ponen a (0).

El bit b4 se utilizará para definir el formato de señal de diferencia de color/luminancia:

(0) Luminancia no constante *Y′C′BC′R*

(1) Intensidad constante *ICTCP*

Los bits b3 y b2 se reservan y se ponen a (0).

Los bits b1 y b0 deben utilizarse para definir la profundidad binaria y la codificación de gama reducida/completa:

(0h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama completa de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(1h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama reducida de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

Otros valores están reservados.

## 4.3 Interfaces de cable coaxial

Las interfaces de cable coaxial constan de un origen y un destino en una conexión punto a punto. Estas interfaces especifican las características del emisor de línea (origen), del receptor de línea (destino), la línea de transmisión y los conectores.

### 4.3.1 Características del emisor de línea (origen)

El Cuadro 13 muestra las características del emisor de línea. Dicho emisor debe tener un circuito de salida asimétrico.

CUADRO 13

Características del emisor de línea

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Valor | |
| 1,485 Gbit/s | 2,97 Gbit/s |
| 1 | Impedancia de salida | 75 Ω nominal | |
| 2 | Desviación del nivel de continua(1) | 0,0 V ± 0,5 V | |
| 3 | Amplitud de la señal(2) | 800 mVp-p ± 10% | |
| 4 | Pérdida de retorno | ≥ 15 dB(3), ≥ 10 dB(4) | |
| 5 | Tiempos de elevación y caída(5) | < 270 ps (20% a 80%) | < 135 ps (20% a 80%) |
| 6 | Diferencia entre los tiempos de elevación y caída | ≤ 100 ps | ≤ 50 ps |
| 7 | Fluctuación de fase a la salida(6) | *f*1 = 10 Hz *f*3 = 100 kHz *f*4 = 1/10 de la velocidad   del reloj *A*1 = 1 UI (UI: intervalo  unitario) *A*2 = 0,2 UI | *f*1 = 10 Hz *f*3 = 100 kHz *f*4 = 1/10 de la velocidad   del reloj *A*1 = 2 UI *A*2 *=* 0,3 UI |
| (1) Definida por el punto de amplitud mitad de la señal.  (2) Medida a través de una carga resistiva de 75 Ω conectada mediante un cable coaxial de 1 m.  (3) En la gama de frecuencias de 5 MHz a fc/2 (fc: frecuencia del reloj serie)  (4) En la gama de frecuencia de fc/2 a fc.  (5) Determinados entre los puntos de amplitud del 20% y del 80% y medidos a través de una carga resistiva de 75 Ω. La sobreoscilación de los flancos anterior y posterior de la onda no debe rebasar el 10% de la amplitud.  (6) 1 UI corresponde a 1/fc. La especificación de la fluctuación de fase y los métodos para medirla deben satisfacer la Recomendación UIT-R BT.1363 – Especificaciones de la fluctuación de fase y métodos para medir la fluctuación de fase en señales de bits en serie conformes a las Recomendaciones UIT‑R BT.656, UIT-R BT.799 y UIT-R BT.1120.  Las desviaciones en amplitud de salida debidas a las señales con una componente dc continua significativa que aparecen en una línea horizontal (señales patológicas) no deberán rebasar el valor de 50 mV por encima o por debajo del valor medio de la envolvente de la señal cresta a cresta. (En efecto, esta especificación define una constante de tiempo de acoplamiento de salida mínima.) | | | |

### 4.3.2 Características del receptor de línea (destino)

El Cuadro 14 muestra las características del receptor de línea, que debe tener un circuito de entrada asimétrico. Debe detectar correctamente los datos recibidos cuando se conecta a un emisor de línea que funcione en los límites de tensión extremos permitidos por el § 4.3.1, y cuando se conecta mediante un cable que funcione en las condiciones más desfavorables permitidas por el § 4.3.3.

CUADRO 14

Características del receptor de línea

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Valor | |
| 1 | Impedancia de entrada | 75 Ω nominal | |
| 2 | Pérdida de retorno | ≥ 15 dB(1), ≥ 10 dB(2) | |
| 3 | Señal interferente(3) | ±2,5 V*máx* | DC |
| < 2,5 Vp-p | Por debajo de 5 kHz |
| < 100 mVp-p | 5 kHz a 27 MHz |
| < 40 mVp-p | Por encima de 27 MHz |
| (1) En la gama de frecuencias de 5 MHz a fc/2.  (2) En la gama de frecuencias de fc/2 a fc.  (3) Los valores son orientativos. | | | |

### 4.3.3 Características de la línea de transmisión

Las especificaciones correspondientes figuran en el Cuadro 15.

CUADRO 15

Características de la línea de transmisión

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Valor | |
| 1 | Pérdida de transmisión(1) | ≤ 20 dB a 1/2 frecuencia de reloj |  |
| 2 | Pérdida de retorno | ≥ 15 dB(2), ≥ 10 dB(3) | |
| 3 | Impedancia | 75 Ω nominal | |
| (1) Características de pérdida de .  (2) En la gama de frecuencias de 5 MHz a fc/2.  (3) En la gama de frecuencias de fc/2 a fc. | | | |

### 4.3.4 Conector

Los conectores macho y hembra deben ser de 75 ohmios BNC, como se define en la Norma CEI 61169-8, Parte 8, Anexo A.

## 4.4 Interfaces de fibra óptica

Las interfaces de fibra óptica deben utilizar interfaces ópticas monomodo únicamente y deben ajustarse a las reglas generales de la Recomendación UIT-R BT.1367 – Sistema de transmisión en serie por fibra digital para señales conformes a las Recomendaciones UIT-R BT.656, UIT‑R BT.799 y UIT‑R BT.1120.

Para utilizar esta Recomendación son necesarias las especificaciones siguientes.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Punto | Parámetro | Valor | |
| 1,485 Gbit/s | 2,97 Gbit/s |
| 1 | Tiempos de elevación y caída | < 270 ps (20% a 80%) | < 135 ps (20% a 80%) |
| 2 | Fluctuación de fase a la salida(1) | *f*1 = 10 Hz *f*3 = 100 kHz *f*4 = 1/10 de la velocidad del reloj *A*1 = 1 UI (UI: intervalo unitario) *A*2 = 0,2 UI | *f*1 = 10 Hz *f*3 = 100 kHz *f*4 = 1/10 de la velocidad del reloj *A*1 = 2 UI *A*2 = 0,3 UI |
| (1) La especificación de la fluctuación de fase y los métodos para medirla deben satisfacer la Recomendación UIT‑R BT.1363. La fluctuación de fase se mide con un cable corto (2 m). | | | |

## 4.5 Interfaz binaria en serie para funcionamiento de enlace doble en sistemas de 60/P y 50/P

La interfaz consiste en dos interconexiones unidireccionales entre dos dispositivos. Las interconexiones cursan los datos correspondientes a la señal de televisión de alta definición y a los datos asociados. Las dos interconexiones se denominan enlace A y enlace B. Con el término «enlace» se pretende definir un tren binario serie con un formato que se ajuste a la especificación del § 4. La velocidad de datos total de la interfaz de enlace doble es de 2,970 Gbit/s o 2,970/1,001 Gbit/s.

### 4.5.1 Numeración de las muestras de la fuente

Cada línea de la componente *Y* consta de un total de 2 640 (50/P) o 2 200 (60/P) muestras, y cada una de las líneas de las componentes *CB* y *CR* consta de un total de 1 320 (50/P) o 1 100 (60/P) muestras, como se muestra en el Cuadro 2. Las muestras se designan con 0-2 639 ó 0-2 199 para la componente *Y* con 0-1 319 ó 0-1 099 para las componentes *CB* y *CR*. Las muestras individuales se marcan mediante sufijos tales como muestra *Y*135 o muestra *CB*429.

### 4.5.2 Trenes de datos de interfaz y estructura del múltiplex

Los datos de imagen se dividen en dos trenes de datos que se transmiten por el enlace A y el enlace B. El tren de datos en serie de un enlace contiene dos canales, el canal primero (canal *Y*) y el canal segundo (canal *CB*/*CR*). Los datos se hacen corresponder a dichos canales. El término «canal» se utiliza aquí para definir cómo se utilizan el primer canal y el segundo canal del enlace.

La correspondencia de los datos creados por la estructura de muestreo de la imagen 4:2:2 se representa en las Figs. 4 y 5. Cada línea de la imagen fuente se hace corresponder alternativamente entre el enlace A y el enlace B de la interfaz de enlace doble.

### 4.5.3 Señales de referencia de temporización y números de línea

Los bits F (trama/cuadro), V (vertical), H (horizontal), y los números de línea de interfaz del enlace A y del enlace B se muestran en la Fig. 4.

NOTA 1 − Este proceso exige que la operación de tampón tenga una duración mínima de una línea horizontal en cada interfaz, lo que genera un retardo mínimo de transmisión de dos líneas horizontales.

FIGURA 4

Numeración y empaquetado de las líneas de la interfaz de enlace doble



### 4.5.4 Consideraciones sobre la temporización de la señal

Las diferencias temporales entre el enlace A y el enlace B no deben exceder de 400 ns en la fuente.

### 4.5.5 Identificación del enlace A y del enlace B

Para esta aplicación deberá estar presente un identificador de carta útil que deberá insertarse en el espacio de datos auxiliares horizontal del canal y de los enlaces A y B.

El enlace A y el enlace B se identifican mediante el identificador de carga útil, conforme a la Recomendación UIT-R BT.1614, junto con la definición del Cuadro 16.

CUADRO 16

Definiciones del identificador de carga útil para cargas útiles de vídeo  
de 1 920 × 1 080 en interfaces digitales de alta definición  
con enlace doble

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bits | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Colorimetría | Reservado (0) |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de píxeles horizontales 1 920 (0) o reservado (1) | Asignación de canal de enlace doble Enlace A (0) o Enlace B (1) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h), HLG (1h),  PQ (2h),  sin especificar (3h) | Relación de formato  16:9 (1) o desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 4 | 0 | Colorimetría | Señal de diferencia de color y luminancia  NLC *Y*′, *C′B*, *C′R* (0),  CI *I*, *CT*, *CP* (1) |
| Bit 3 | 0 | Velocidades de imagen 50 Hz (9h), 60 Hz (Bh), 60/1,001 Hz (Ah)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo 4:2:2 *Y*′*,C*′*B,C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (0h)  Otros valores reservados | Reservado (0) |
| Bit 2 | 1 | Reservado (0) |
| Bit 1 | 1 | Profundidad binaria Gama completa de 10 bits (0h),  Gama reducida de 10 bits (1h)  Otros valores reservados |
| Bit 0 | 1 |

Al indicar las cargas útiles progresivas de la línea 1 080 en una interfaz digital en serie con enlace doble de 1,485 Gbit/s, deben aplicarse las siguientes restricciones:

**Byte 1** El valor del byte 1 debe ser de (87h)

**Byte 2**

El bit b7 debe utilizarse para determinar si la interfaz digital utiliza una estructura de transporte progresiva o entrelazada:

(0) un transporte entrelazado

(1) un transporte progresivo.

El bit b6 debe utilizarse para determinar si la imagen tiene una estructura progresiva o entrelazada:

(0) una estructura entrelazada

(1) una estructura progresiva.

NOTA – Las cargas útiles de vídeo PsF se definen por una imagen progresiva transportada por una interfaz digital entrelazada. El transporte lleva la carga útil de vídeo progresiva como primer y segundo segmento dentro de la duración de la trama de transporte. Esos segmentos de imagen primero y segundo se definen por medio de los indicadores de trama primero y segundo del transporte digital de interfaz.

Los bits b5 y b4 deben utilizarse para definir las características de transferencia:

(0h) SDR-TV como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.709

(1h) HLG como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(2h) PQ como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(3h) No se especifica.

Los bits b3 a b0 deben emplearse para indicar la velocidad de imagen en Hz y deben restringirse a las velocidades de tramas definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100. La velocidad de imagen debe ser siempre la velocidad a la que se desean presentar las imágenes, independientemente de la frecuencia.

(9h) indica 50 tramas/s

(Ah) indica 60/1,001 tramas/s

(Bh) indica 60 tramas/s

En el caso de las señales progresivas de 60 Hz, 60/1,001 Hz y 50 Hz y de todas las señales PsF, el tipo de transporte debe ser entrelazado (bit b7 del byte 2 = 0) y el tipo de imagen debe ser progresiva (bit b6 del byte 2 = 1).

**Byte 3**

Los bits b7 a b4 del byte 3 deben utilizarse para indicar la colorimetría:

(0h) Recomendación UIT-R BT.709

(1h) Reservado

(2h) Recomendación UIT-R BT.2020

(3h) Desconocido.

El bit b6 debe emplearse para identificar las muestras de Y tal y como se definen en la cantidad de muestras horizontal, y debe ponerse en (0):

(0) 1 920 píxeles.

El bit b5 debe utilizarse para indicar la relación de formato de la imagen:

(0) Relación de formato desconocida

(1) Imagen 16:9.

Los bits b3 a b0 del byte 3 deben utilizarse para indicar la estructura de muestreo. La presente Recomendación se restringe al valor (0h).

**Byte 4**

Los bits b7 y b5 se reservan y se ponen a (0).

El bit b6 del byte 4 debe fijarse al valor 0 para el Enlace A y a 1 para el Enlace B.

El bit b4 se utilizará para definir el formato de señal de diferencia de color/luminancia:

(0) Luminancia no constante *Y′C′BC′R*

(1) Intensidad constante *ICTCP*

Los bits b3 y b2 se reservan y se ponen a (0).

Los bits b1 y b0 deben utilizarse para definir la profundidad binaria y la codificación de gama reducida/completa:

(0h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama completa de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(1h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama reducida de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

Otros valores están reservados.

### 4.5.6 Datos auxiliares

Los datos auxiliares se deben incluir en el área de supresión del enlace A y el enlace B. Deben ser conformes a la Recomendación UIT-R BT.1364. La inclusión de los datos auxiliares en el enlace A debe hacerse antes de la inclusión en el enlace B.

### 4.5.7 Datos de audio

De haberlos, los datos de audio se deben incluir en el espacio de datos auxiliares del enlace A y el enlace B. Deben ser conformes a la Recomendación UIT-R BT.1365. La inclusión de los datos de audio en el enlace A debe hacerse antes de la inclusión en el enlace link B.

– *Ejemplo 1*: Cuando se incluyen 12 canales de datos de audio en la conexión de enlace doble, los 12 canales deben asignarse al enlace A – está prohibido incluir 8 canales en el enlace A y 4 en el enlace B.

– *Ejemplo 2*: Cuando se incluyen 20 de datos de audio, 16 deben asignarse al enlace A y 4, al enlace B.

### 4.5.8 Código horario

De haberlo, el código horario debe incluirse en el espacio de datos auxiliares del enlace A. Debe ser conforme a la Recomendación UIT-R BT.1366.

## 4.6 Transposición de enlace único de 3 Gbit/s – Fuente de enlace doble

Las dos interfaces de 10 bits en paralelo de la misma línea y estructura de trama con sincronización de bits y construidas conforme al § 4 de la presente Recomendación deben transponerse a una interfaz virtual de 20 bits de dos trenes de datos –tren de datos 1 y tren de datos 2.

El tren de datos 1 debe contener todas las palabras de datos de 10 bits de la interfaz del enlace A y el tren de datos 2, todas las palabras de datos de la interfaz del enlace B, como se muestra en la Fig. 5.

Las interfaces de 10 bits así construidas deben contener palabras de codificación de referencia de temporización (SAV/EAV, números de línea y VRC basadas en línea, como se define en la presente Recomendación).

Cada interfaz de 10 bits en paralelo debe estar alineada por línea y palabra. La frecuencia de interfaz debe ser de 148,5 MHz o 148,5/1,001 MHz.

FIGURA 5

Estructura de transposición de enlace único de 3 Gbit/s de *Y*, *CB*, *CR*



YD0 – YD1919: Datos de luminancia digital *Y*

CBD0 – CBD959: Datos de diferencia de color digital *CB*

CRD0 – CRD959: Datos de diferencia de color CR

YA0 – YA(n-1): Datos auxiliares o datos de supresión en canal *Y*

CA0 – CA(n-1): Datos auxiliares o datos de supresión en canal *CB*/*CR*

Véase el Cuadro 17 para consultar los valores de muestra que no se indican con números.

CUADRO 17

Especificaciones de la temporización del flujo de datos (véase la Fig. 5)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Símbolo | Parámetro | Valor | |
| 60/P | 50/P |
| *T* | Periodo del reloj paralelo (ns) | 1 000/148,5 (1 001/148,5) | 1 000/148,5 |
| *Ts* | Periodo del reloj de datos en paralelo multiplexados | T/2 | |
| *m* | Línea digital en tren de datos en paralelo | 4 400 | 5 280 |
| *k* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo | 560 | 1 440 |
| *n* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo | 536 | 1 416 |
| *ms* | Línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 8 800 | 10 560 |
| *ks* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 1 120 | 2 880 |
| *ns* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo multiplexado | 1 072 | 2 832 |

### 4.6.1 Identificador de carga útil de enlace sencillo a 3 Gbit/s (fuente de enlace doble)

Para esta aplicación, el identificador de carga útil es obligatorio. Este debe introducirse en el espacio de datos auxiliares horizontal del canal Y tanto del tren de datos 1 como del tren de datos 1.

El identificador de carga útil debe ser conforme al formato de datos del identificador de carga útil definido en la Recomendación UIT-R BT.1614 asociado con la definición del Cuadro 18. Cuando existe un identificador de carga útil de 4 bytes, debe transponerse al área de supresión horizontal de la interfaz inmediatamente después de una secuencia de palabras EAV-LN-CRC.

1 125I (trama 1): Línea 10

1 125I (trama 2): Línea 572.

CUADRO 18

Transposición única de 3 Gbit/s – Identificador de carga útil de enlace doble

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Colorimetría | Reservado (0) |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de píxel horizontal  1 920 (0) Reservado (1) | Asignación de canal de enlace doble Enlace A (0) o Enlace B (1) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h),  HLG (1h),  PQ (2h),  sin especificar (3h) | Relación de formato 16:9 (1), desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 4 | 0 | Colorimetría | Señal de diferencia de color y luminancia  NCL *Y*′, *C′B*, *C′R* (0), CI *I*, *CT*, *CP* (1) |
| Bit 3 | 1 | Velocidades de imagen 50 Hz (9h), 60 Hz (Bh), 60/1,001 Hz (Ah)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo 4:2:2 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (0h)  Otros valores reservados | Reservado (0) |
| Bit 2 | 0 | Reservado (0) |
| Bit 1 | 1 | Profundidad binaria  Gama completa de 10 bits (0h),  Gama reducida de 10 bits (1h),  Otros valores reservados |
| Bit 0 | 0 |

**Byte 1** Debe tener un valor de (8Ah)

Byte 2

El segundo byte debe utilizarse para indicar la velocidad de imagen y la estructura de la imagen y el transporte.

El bit b7 debe utilizarse para indicar si la interfaz digital utiliza una estructura de transporte progresiva o entrelazada:

(0) transporte entrelazado

(1) transporte progresivo.

El bit b6 debe utilizarse para indicar si la imagen tiene una estructura progresiva o entrelazada:

(0) estructura entrelazada

(1) estructura progresiva.

NOTA – Las cargas útiles de video PsF se identifican con una imagen progresiva transportada por interfaz digital entrelazada. El transporte lleva la carga útil de video progresiva como primer y segundo segmentos dentro de la duración de la trama de transporte. Dichos segmentos de imagen primero y segundo se señalan por medio de los indicadores de trama primero y segundo del transporte digital de interfaz.

Los bits b5 y b4 deben utilizarse para definir las características de transferencia:

(0h) SDR como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.709

(1h) HLG como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(2h) PQ como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(3h) No se especifica.

Los bits b3 a b0 deben emplearse para indicar la velocidad de imagen en Hz y deben restringirse a las velocidades de tramas (50 Hz (9h), 60 Hz (Bh) y 60/1001 Hz (Ah)) definidas en las Recomendaciones UIT-R BT.709 y UIT-R BT.2100.

Byte 3

El tercer byte debe utilizarse para indicar la relación de formato, la colorimetría y la estructura de muestreo de la carga útil de vídeo.

Los bits b7 y b4 del byte 3 deben utilizarse para indicar la colorimetría:

(0h) Recomendación UIT-R BT.709

(1h) Reservado

(2h) Recomendación UIT-R BT.2020

(3h) Desconocido.

El bit b6 debe emplearse para definir el cómputo de píxeles horizontales:

(0) 1 920 píxeles

(1) Reservado.

El bit b5 debe utilizarse para indicar la relación de formato de la imagen:

(0) Relación de formato desconocida

(1) Imagen 16:9.

Los bits b3 a b0 del byte 3 deben utilizarse para indicar la estructura de muestreo. La presente Recomendación se restringe al valor (0h).

Byte 4

Los bits b7 y b5 se reservan y se ponen a (0).

El bit b6 del byte 4 debe fijarse al valor 0 para el Enlace A y a 1 para el Enlace B.

El bit b4 se utilizará para definir el formato de señal de diferencia de color/luminancia:

(0) Luminancia no constante *Y′C′BC′R*

(1) Intensidad constante *ICTCP*

Los bits b3 y b2 se reservan y se ponen a (0).

Los bits b1 y b0 deben utilizarse para definir la profundidad binaria y la codificación de gama reducida/completa:

(0h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama completa de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(1h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama reducida de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

Otros valores están reservados.

## 4.7 Aplicaciones de la interfaz digital en serie de enlace doble

El Adjunto 1 del Anexo 1 muestra aplicaciones de la interfaz digital en serie de enlace doble de alta definición para más formatos de señal soportada.

## 4.8 Aplicaciones de enlace único de 3 Gbit/s para transporte de datos formateados en dos interfaces de 1,5 Gbit/s

El Adjunto 2 al Anexo 1 muestra algunas aplicaciones de la interfaz digital binaria en serie de alta definición y enlace único de 3 Gbit/s para más formatos de señal soportada.

Adjunto 1  
al Anexo 1  
  
Aplicaciones de la interfaz digital en serie de alta definición de enlace doble

La interfaz digital en serie de alta definición de enlace doble puede utilizarse también para transportar los formatos de señal de fuente de vídeo que se enumeran en el Cuadro 19.

CUADRO 19

Formatos de señal de fuente de vídeo soportada adicionales

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Estructura de muestreo del formato de señal | Profundidad binaria del píxel | Velocidades de cuadro/trama |
| 4:4:4 (*R′G′B′*) 4:4:4:4 (*R′G′B′*  *A* o *D*) | 10 bits | 30, 30/1,001, 25, 24, y 24/1,001 Hz para progresiva y cuadro segmentado 60, 60/1,001, y 50 Hz para tramas entrelazadas |
| 4:4:4 (*R′G′B′*) | 12 bits |
| 4:2:2 (*YCBCR*) 4:2:2:4 (*YCBCR* + *A* o *D*) | 12 bits |
| 4:4:4 (*YCBCR*) 4:4:4:4 (*YCBCR*+*A* o *D*) | 10 bits |
| 4:4:4 (*YCBCR*) | 12 bits |
| NOTA – Las componentes «A» o «D» son componentes auxiliares definidas por el usuario dependiendo de la aplicación. La nomenclatura «A» de refiere a un canal de imagen, mientras que la nomenclatura «D» se refiere a un canal que no es de imagen (es decir, datos). En el caso de la componente «D», la profundidad binaria de la señal auxiliar se restringe a un máximo de 8 bits. | | |

# 1 Señales 4:4:4 (*R′G′B′*) y 4:4:4:4 (*R′G′B′* + *A* o *D*) de 10 bits de sistemas 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P y 24/PsF

## 1.1 Numeración de las muestras de la fuente

Cada línea de las componentes *G'*, *B'*, *R'* y *A* o *D* consta de un total de 2 750, 2 640 ó 2 200 muestras, como se muestra en el Cuadro 2. Las muestras se designan 0-2 749, 0-2 639 ó 0-2 199 y las muestras individuales se designan mediante sufijos tales como muestra *G*135 o muestra *B*429.

## 1.2 Trenes de datos de la interfaz

El tren de datos del enlace A contiene todas las muestras de la componente *G'* más las muestras pares (0, 2, 4, etc.) de las componentes *B'* y *R'*. El tren de datos del enlace B contiene las muestras impares (1, 3, 5, etc.) de las componentes *B'* y *R'*, más todas las muestras de la componente A o *D* (véase la Fig. 6).

FIGURA 6

Estructura del múltiplex para señales 4:4:4 (*R′G′B′*) y 4:4:4:4 (*R′G′B′* + *A*) de 10 bits



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidades de cuadro/trama | Profundidad binaria del píxel | Palabras totales por paquete de transmisión | Palabras totales de datos de imagen activa por paquete de transmisión | Número de palabras |
| 60 ó 60/1,001 tramas, 30 ó 30/1,001 cuadros | 10 bits | 2 200 | 1 920 | 2 199 |
| 50 tramas, 25 cuadros | 10 bits | 2 640 | 1 920 | 2 639 |
| 24 ó 24/1,001 cuadros | 10 bits | 2 750 | 1 920 | 2 749 |

## 1.3 Estructura del múltiplex

Las palabras de datos de vídeo se transmitirán en el orden siguiente: (véase la Fig. 7)

Tren de datos del enlace A: *B*0, *G*0, *R*0, *G*1, *B*2, *G*2, *R*2, *G*3 ...

Tren de datos del enlace B: *B*1, *A*0, *R*1, *A*1, *B*3, *A*2, *R*3, *A*3 ...

FIGURA 7

Contenido del enlace para señales 4:4:4 (*RGB*) y 4:4:4:4 (*RGB* + *A*) de 10 bits



## 1.4 Señal auxiliar

La utilización de la señal auxiliar (*A* o *D*) depende de la aplicación.

Si la señal auxiliar no está presente, el valor por defecto de la componente auxiliar se fijará en 64(10). Si se utiliza la señal auxiliar para transmitir información de imagen, el formato del grupo de punto y la velocidad de cuadro/trama serán los mismos que los de la componente *G’* cursada por la interfaz. Si se utiliza la señal auxiliar para transmitir información que no es de imagen, las palabras de datos de la señal auxiliar serán de un máximo de 8 bits. En cuanto a una interfaz de 10 bits, el bit b8 debe ser el bit de paridad para los bits b7 b0, y el bit debe ser el complemento del bit b8.

No están permitidos los valores de datos 0(10) a 3(10) y 1 020(10) a 1 023(10).

# 2 Señales 4:4:4 (*R'G'B'*) de 12 bits de sistemas 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P y 24/PsF

## 2.1 Numeración de muestras de la fuente

Cada línea de las componentes *G'*, *B'* y *R'* consta de un total de 2 750, 2 640 ó 2 200 muestras, como se indica en el Cuadro 2. Las muestras se designan mediante 0-2 749, 0-2 639 ó 0-2 199 y las muestras individuales se designan mediante sufijos tales como muestra *G*135 o muestra *B*429. Las muestras se cuantifican con 12 bits conforme a las ecuaciones de codificación digital siguientes:







«*n*» indica el número de la longitud binaria de la señal cuantificada, es decir, *n* = 12.

El operador INT da el valor 0 para partes fraccionales comprendidas entre 0 y 0,4999... y +1 para partes fraccionales comprendidas entre 0,5 y 0,9999..., es decir, redondea las fracciones por encima de 0,5.

Los 10 bits más significativos de las muestras de 12 bits se designan con sufijos como muestra *G*135:2-11 o muestra *B*429:2-11, y los 2 bits menos significativos de las muestras de 12 bits   
se designan con sufijos como *G*135:0-1 o muestra *B*429:0-1. Los 2 bits menos significativos   
de las señales *R*, *G* y *B* se asignan al primer canal del enlace B, y se designan con sufijos como *RGB*135:0-1. El bit *n-*ésimo de las señales *R'*, *G'* y *B'* se designa con un sufijo como *G*:*n*. La estructura de datos *RGB*:0‑1 se define en el § 2.3.

## 2.2 Trenes de datos de la interfaz

El tren de datos del enlace A consta de los 10 bits más significativos de todas las muestras de la componente *G’*, más los 10 bits más significativos de las muestras pares (0, 2, 4, etc.) de las componentes *B’* y *R’*. El tren de datos del enlace B consta de los 10 bits más significativos de las muestras impares (1, 3, 5, etc.) de las componentes *B* y *R*, más los 2 bits menos significativos de todas las muestras de las componentes *R'*, *G'* y *B'* (véase la Fig. 8).

FIGURA 8

Estructura del múltiplex para señales 4:4:4 (*R'G'B'*) de 12 bits



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidades de cuadro/trama | Profundidad binaria del píxel | Palabras totales por paquete de transmisión | Palabras totales de datos de imagen activa por paquete de transmisión | Número de palabras |
| 60 ó 60/1,001 tramas, 30 ó 30/1,001 cuadros | 12 bits | 2 200 | 1 920 | 2 199 |
| 50 tramas, 25 cuadros | 12 bits | 2 640 | 1 920 | 2 639 |
| 24 ó 24/1,001 cuadros | 12 bits | 2 750 | 1 920 | 2 749 |

## 2.3 Transposición de *R'G'B'*:0-1 al primer canal del enlace B

La transposición de los 2 bits menos significativos de *R'*, *G'* y *B'* al primer canal del enlace B se describe en el Cuadro 20.

CUADRO 20

Estructura de transposición de *R'G'B'*:0-1 al primer canal del enlace B

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de bit | | | | | | | | | | |
| Palabra | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| (MSB) |  |  |  |  |  |  |  |  | (LSB) |
|  | \_\_\_ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B8 | EP | *G'*:1 | *G'*:0 | *B'*:1 | *B'*:0 | *R'*:1 | *R'*:0 | Res | Res |
| MSB: bit más significativo.  LSB: bit menos significativo.  El bit b8 es el bit de paridad para los bits b7 a b0.  El bit b9 es el complemento del bit b8.  Los bits b0 y b1 están reservados (los bits reservados deben ponerse a 0 hasta ser definidos). | | | | | | | | | | |

## 2.4 Estructura del múltiplex

Las palabras de datos de imagen deben transmitirse en el orden siguiente: (véase la Fig. 9).

Tren de datos del enlace A: *B*0:2-11, *G*0:2-11, *R*0:2-11, *G*1:2-11, *B*2:2-11, *G*2:2-11, *R*2:2-11, *G*3:2‑11 ...

Tren de datos del enlace B: *B*1:2-11, *RGB*0:0-1, *R*1:2-11, *RGB*1:0-1, *B*3:2-11, *RGB*2:0-1, *R*3:2-11, *RGB*3:0-1 ...

FIGURA 9

Contenido de los enlaces de las señales 4:4:4 (*R'G'B'*) de 12 bits



# 3 Señales 4:2:2 (YCBCR) de 12 bits de sistemas 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P y 24/PsF

## 3.1 Numeración de muestras de la fuente

Cada línea de la componente *Y* consta de un total de 2 750, 2 640 ó 2 200 muestras y cada línea de las componentes *CB* y *CR* consta de un total de 1 375, 1 320 ó 1 100 muestras, como se indica en el Cuadro 2. Las muestras se designan 0-2 749, 0-2 639 ó 0-2 199 para la componente *Y* y 0-1 374, 0‑1 319 ó 0‑1 099 para las componentes *CB* y *CR*. Las muestras individuales se designan mediante sufijos tales como muestra *Y*135 o muestra *CB*429. Las muestras se cuantifican con 12 bits conforme a las ecuaciones de codificación digital siguientes:







«*n*» indica el número de la longitud binaria de la señal cuantificada, es decir, *n* = 12.

El operador INT da el valor 0 para partes fraccionales comprendidas entre 0 y 0,4999... y +1 para partes fraccionales comprendidas entre 0,5 y 0,9999..., es decir, redondea las fracciones por encima de 0,5.

Los 10 bits más significativos de las muestras de 12 bits se designan con sufijos como muestra *Y*135:2‑11 o muestra *CB*429:2-11, y los 2 bits menos significativos de las muestras de 12 bits se designan con sufijos como *Y*135:0-1 o muestra *CB*429:0-1. Los 2 bits menos significativos de las señales *Y*, *CB* y *CR* se asignan al primer canal del enlace B, y se designan con sufijos como *YCBCR*135:0-1 y *Y*136:0-1. El bit *n-*ésimo de las señales *Y*, *CB* y *CR* se designa con un sufijo como *Y*:*n*. La estructura de datos *YCBCR*:0-1 y *Y*:0-1 se define en el § 3.3.

## 3.2 Trenes de datos de la interfaz

El tren de datos del enlace A consta de los 10 bits más significativos de todas las muestras de la componente *Y*, más los 10 bits más significativos de las muestras pares de las componentes *CB* y *CR*. El tren de datos del enlace B contiene los 2 bits menos significativos de las muestras de las componentes *Y*, *CB* y *CR* en todos los puntos de muestra par, y los dos 2 bits menos significativos de *Y* (solo) en los puntos de muestra impar, más la componente *A* o *D* (véase la Fig. 10).

## 3.3 Transposición de datos de *YCBCR*:0-1 y *Y*:0-1 al primer canal del enlace B

La transposición de los 2 bits menos significativos de las muestras pares de *Y*, *CB* y *CR* y de los 2 bits menos significativos de las muestras impares de *Y* (solo) al primer canal del enlace B se muestra en los Cuadros 21 y 22 y en la Fig. 11.

CUADRO 21

Estructura de asignación de *YCBCR*:0-1 al 1er canal del enlace B

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de bit | | | | | | | | | | |
| Palabra | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| (MSB) |  |  |  |  |  |  |  |  | (LSB) |
|  | \_\_\_ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bit8 | EP | *Y*:1 | *Y*:0 | *CB*:1 | *CB*:0 | *CR*:1 | *CR*:0 | Res | Res |
| MSB: bit más significativo.  LSB: bit menos significativo.  El bit b8 es el bit de paridad para los bits b7 a b0.  El bit b9 es el complemento del bit b8.  Los bits b0 y b1 están reservados (los bits reservados deben ponerse a 0 hasta ser definidos). | | | | | | | | | | |

CUADRO 22

Estructura de transposición de *Y*:0-1 al primer canal del enlace B

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de bit | | | | | | | | | | |
| Palabra | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| (MSB) |  |  |  |  |  |  |  |  | (LSB) |
|  | \_\_\_ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bit8 | EP | *Y*:1 | *Y*:0 | Res | Res | Res | Res | Res | Res |
| MSB: bit más significativo.  LSB: bit menos significativo.  El bit b8 es el bit de paridad para los bits b7 a b0.  El bit b9 es el complemento del bit b8.  Los bits b0 a b5 están reservados (los bits reservados deben ponerse a 0 hasta ser definidos). | | | | | | | | | | |

FIGURA 10

Estructura del múltiplex de señales 4:2:2 (*YCBCR*) de 12 bits



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidades de cuadro/trama | Profundidad binaria del píxel | Palabras totales por paquete de transmisión | Palabras totales de datos de imagen activa por paquete de transmisión | Número de palabras |
| 60 ó 60/1,001 tramas, 30 ó 30/1,001 cuadros | 12 bit | 2 200 | 1 920 | 2 199 |
| 50 tramas, 25 cuadros | 12 bit | 2 640 | 1 920 | 2 639 |
| 24 ó 24/1,001 cuadro | 12 bit | 2 750 | 1 920 | 2 749 |

## 3.4 Estructura del múltiplex

Las palabras de datos de imagen deben transmitirse en el orden siguiente: (véase la Fig. 11):

Tren de datos del enlace A: *CB*0:2-11, *Y*0:2-11, *CR*0:2-11, *Y*1:2-11, *CB*2:2-11, *Y*2:2-11, *CR*2:2-11, *Y*3:2-11 ...

Tren de datos del enlace B: *A*0, *YCBCR*0:0-1, *A*1, *Y*1:0-1, *A*2, *YCBCR*2:0-1, *A*3, *Y*3:0-1 ...

FIGURA 11

Contenido del enlace para señales 4:2:2 (*YCBBR*) de 12 bits



## 3.5 Señal auxiliar

Véase el § 1.4.

# 4 Señales 4:4:4 (*YCBCR*), 4:4:4:4 (*YCBCR* + *A* o *D*) de 10 bits de sistemas 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P y 24/PsF

## 4.1 Numeración de muestras de la fuente

Cada línea de las componentes *Y*, *CB*, *CR* y *A* o *D* consta de un total de 2 750, 2 640 ó 2 200 muestras. Las muestras se designan 0-2 749, 0-2 639, ó 0-2199 y las muestras individuales se designan con sufijos como muestra *Y*135 o muestra *CB*429.

## 4.2 Trenes de datos de la interfaz

El tren de datos del enlace A contiene todas las muestras de la componente *Y* más las muestras pares (0, 2, 4, etc.) de las componentes *CB* y *CR*. El tren de datos del enlace B contiene las muestras impares (1, 3, 5, etc.) de las componentes *CB* y *CR*, más todas las muestras de las componentes *A* o *D* (véase la Fig. 12).

FIGURA 12

Estructura del múltiplex de señales 4:4:4 (*YCBCR*) y 4:4:4:4 (*YCBCR*+*A*) de 10 bits



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidades de cuadro/trama | Profundidad binaria del píxel | Palabras totales por paquete de transmisión | Palabras totales de datos de imagen activa por paquete de transmisión | Número de palabras |
| 60 ó 60/1,001 tramas, 30 ó 30/1,001 cuadros | 10 bits | 2 200 | 1 920 | 2 199 |
| 50 tramas, 25 cuadros | 10 bits | 2 640 | 1 920 | 2 639 |
| 24 ó 24/1,001 cuadros | 10 bits | 2 750 | 1 920 | 2 749 |

## 4.3 Estructura del múltiplex

Las palabras de datos de vídeo se transmitirán en el orden siguiente: (véase la Fig. 13)

Tren de datos del enlace A: *CB*0, *Y*0, *CR*0, *Y*1, *CB*2, *Y*2, *CR*2, *Y*3 ...

Tren de datos del enlace B: *CB*1, *A*0, *CR*1, *A*1, *CB*3, *A*2, *CR*3, *A*3 ...

FIGURA 13

Contenido del enlace para señales 4:4:4 (*YCBCR*) y 4:4:4:4 (*YCBCR*+*A*) de 10 bits



## 4.4 Señal auxiliar

Véase el § 1.4.

# 5 Señales 4:4:4 (*YCBCR*) de 12 bits de sistemas 30/P, 30/PsF, 60/I, 25/P, 25/PsF, 50/I, 24/P y 24/PsF

## 5.1 Numeración de muestras de la fuente

Cada línea de las componentes *Y*, *CB*, y *CR* consta de un total de 2 750, 2 640 ó 2 200. Las muestras se designan 0-2 749, 0-2 639 ó 0-2 199 y las muestras individuales se designan con sufijos como muestra *Y*135 o muestra *CB*429. Las muestras se cuantifican con 12 bits conforme a las ecuaciones de codificación digital del § 3.1. Los 10 bits más significativos de las muestras de 12 bits se designan con sufijos como muestra *Y*135:2-11 o muestra *CB*429:2-11, y los 2 bits menos significativos de las muestras de 12 bits se designan con sufijos como muestra *Y*135:0-1 o muestra *CB*429:0-1. Los 2 bits menos significativos de las señales *Y*, *CB* y *CR* se asignan al primer canal del enlace B, y se designan con sufijos como *Y*, *CB*, *CR*135:0‑1. El bit *n-*ésimo de las señales *Y*, *CB* y *CR* se designa con un sufijo como *Y*:*n*. La estructura de datos de *Y*, *CB*, *CR*:0-1 se define conforme al § 3.3.

## 5.2 Trenes de datos de la interfaz

El tren de datos del enlace A consta de los 10 bits más significativos de todas las muestras de la componente *Y*, más los 10 bits más significativos de las muestras pares (0, 2, 4, etc.) de las componentes *CB* y *CR*. El tren de datos del enlace B consta de los 10 bits más significativos de las muestras impares (1, 3, 5, etc.) de las componentes *CB* y *CR*, más los 2 bits menos significativos de todas las muestras de las componentes *Y*, *CB* y *CR* (véase la Fig. 14).

FIGURA 14

Estructura del múltiplex de señales 4:4:4 (*YCBCR*) de 12 bits



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Velocidades de cuadro/trama | Profundidad binaria del píxel | Palabras totales por paquete de transmisión | Palabras totales de datos de imagen activa por paquete de transmisión | Número de palabras |
| 60 ó 60/1,001 tramas, 30 ó 30/1,001 cuadros | 12 bits | 2 200 | 1 920 | 2 199 |
| 50 tramas, 25 cuadros | 12 bits | 2 640 | 1 920 | 2 639 |
| 24 ó 24/1,001 cuadros | 12 bits | 2 750 | 1 920 | 2 749 |

## 5.3 Estructura del múltiplex

Las palabras de datos de vídeo se transmitirán en el orden siguiente: (véase la Fig. 15)

Tren de datos de enlace A: *CB*0:2-11, *Y*0:2-11, *CR*0:2-11, *Y*1:2-11, *CB*2:2-11, *Y*2:2-11, *CR*2:2-11,   
*Y*3:2-11 ...

Tren de datos de enlace B: *CB*1:2-11, *YCBCR*0:0-1, *CR*1:2-11, *YCBCR*1:0-1, *CB*3:2-11, *YCBCR*2:0-1, *CR*3:2‑11, *YCBCR*3:0-1 ...

FIGURA 15

Contenido del enlace de señales 4:4:4 (*YCBCR*) de 12 bits



## 5.4 Valores de carga útil de imagen soportada adicional

CUADRO 23

Definiciones del identificador de carga útil de imagen soportada adicional 1 920 × 1 080  
para cargas útiles de vídeo en interfaces digitales de alta definición con enlace doble

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bits | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Colorimetría | Reservado |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de muestras horizontales activas  1 920 (0) o reservado (1) | Asignación de canal de enlace doble Enlace A (0) o Enlace B (1) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h),  HLG (1h),  PQ (2h), sin especificar (3h) | Relación de formato  16:9 (1) o desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 4 | 0 | Colorimetría | Señal de diferencia de color y luminancia  NCL *Y*′, *C′B*, *C′R* (0), CI *I*, *CT*, *CP* (1) |
| Bit 3 | 0 | Velocidades de imagen 24 Hz (3h), 24/1,001 Hz (2h), 25 Hz (5h), 30 Hz (7h) 30/1,001 Hz (6h)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo4:4:4 *R*′*G*′*B*′(2h), 4:4:4:4 *R*′*G*′*B*′*+A* (6h) 4:4:4:4 *R*′*G*′*B*′*+D* (Ah) 4:4:4 *Y*′*, C*′*B,C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (1h) 4:2:2 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (0h) 4:2:2:4 *Y*′*, C*′*B,C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* *+*A (4h) 4:2:2:4 *Y*′*, C*′*B,C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* *+*D (8h) | Reservado (0) |
| Bit 2 | 1 | Reservado (0) |
| Bit 1 | 1 | Profundidad binaria Gama completa de 10 bits (0h), Gama reducida de 10 bits (1h) Gama reducida de 12 bits (2h), Gama completa de 12 bits (3h) |
| Bit 0 | 1 |
| NOTA – El término 4:4:4 indica la relación del muestreo de componentes independientemente de la resolución. | | | | |

El enlace A y el enlace B deben ser identificados por el identificador de carga útil con un valor de 87h en el byte 1.

El identificador de carga útil es obligatorio para esta aplicación. Debe transponerse al espacio de datos auxiliares inmediatamente después de una secuencia de palabras EAV-LN-CRC en el canal Y del enlace A y del enlace B.

Si se dispone de espacio para datos auxiliares, la ubicación recomendada del paquete de datos auxiliares debe ser en la línea siguiente:

1 125/I (trama 1): Línea 10

1 125/I (trama 2): Línea 572.

Adjunto 2  
al Anexo 1  
  
Aplicaciones de transposición del enlace doble de 1,5 Gbit/s de  
la interfaz digital en serie de alta definición y enlace único  
de 3 Gbit/s a enlace único de 3 Gbit/s

La interfaz digital en serie de alta definición y enlace único de 3 Gbit/s puede utilizarse también para transportar los formatos de señal de fuente de vídeo recogidos en el Cuadro 19 del Adjunto 1 al Anexo 1.

# 1 Fuente de enlace doble

Las dos interfaces de 10 bits en paralelo de la misma línea y estructura de trama con sincronización de bits y construidas conforme al § 4 de la presente Recomendación deben transponerse a una interfaz virtual de 20 bits de dos trenes de datos – tren de datos 1 y tren de datos 2.

El tren de datos 1 debe contener todas las palabras de datos de 10 bits de la interfaz del enlace A y el tren de datos 2, todas las palabras de datos de la interfaz del enlace B, como se muestra en la Fig. 16.

La información detallada sobre la transposición del enlace A y el enlace B se describe en los § 1 a § 5 del Adjunto 1 al Anexo 1 de esta Recomendación.

Las interfaces de 10 bits así construidas deben contener palabras de codificación de referencia de temporización (SAV/EAV, números de línea y VRC basadas en línea, como se define en la presente Recomendación).

Cada interfaz de 10 bits en paralelo debe estar alineada por línea y palabra. La frecuencia de interfaz debe ser de 148,5 MHz o 148,5/1,001 MHz.

Los formatos de fuente soportada adicionales que figuran en el Cuadro 19 quedan cubiertos por este Adjunto.

## 1.1 Transposición de datos

Los datos de enlace doble se transponen en un único tren de datos, como se muestra en las Figs. 16A y 16B.

La Fig. 16A es una transposición genérica. La Fig. 16B es la transposición de *R'*, *G'*, *B'+*/A.

El enlace A corresponde al tren de datos 1 y en enlace B, al tren de datos 2.

## 1.2 Identificador de carga útil

Para esta aplicación, el identificador de carga útil es obligatorio (véase el Cuadro 25). Este debe introducirse en el espacio de datos auxiliares horizontal del canal Y tanto del enlace A como del enlace B.

El identificador de carga útil debe ser conforme al formato de datos del identificador de carga útil definido en la Recomendación UIT-R BT.1614. Cuando existe un identificador de carga útil de 4 bytes, debe transponerse al área de supresión horizontal de la interfaz inmediatamente después de una secuencia de palabras EAV-LN-CRC.

Si se dispone de espacio para datos auxiliares, la ubicación recomendada del paquete de datos auxiliares debe ser en la línea siguiente:

1 125/I (tramo 1): Línea 10

1 125/I (tramo 2): Línea 572.

FIGURA 16A

Transposición genérica de datos de enlace único de 3 Gbit/s



FIGURA 16B

Asignación de datos para en enlace único de 3 Gbit/s –  
Ejemplo informativo para R', G', B'+A



CUADRO 24

Especificaciones de la temporización del flujo de datos  
(véase la Fig. 16B)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Símbolo | Parámetro | Valor | |
| 60I | 50I |
| *T* | Periodo del reloj paralelo (ns) | 1 000/148,5 (1 001/148,5) | 1 000/148,5 |
| *Ts* | Periodo del reloj de datos en paralelo multiplexados | T/2 | |
| *m* | Línea digital en tren de datos en paralelo | 4 400 | 5 280 |
| *k* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo | 560 | 1 440 |
| *n* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo | 536 | 1 416 |
| *ms* | Línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 8 800 | 10 560 |
| *ks* | Supresión de línea digital en tren de datos en paralelo multiplexado | 1 120 | 2 880 |
| *ns* | Datos auxiliares o datos de supresión en tren de datos en paralelo multiplexado | 1 072 | 2 832 |

CUADRO 25

Identificador de carga útil de imagen soportada adicional  
para enlace único de 3 Gbit/s

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bits | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 7 | 1 | Transporte entrelazado (0) o progresivo (1) | Colorimetría | Reservado (0) |
| Bit 6 | 0 | Imagen entrelazada (0) o progresiva (1) | Cómputo de muestras horizontales activas 1 920 (0) o reservado (1) | Asignación de canal de enlace doble Enlace A (0) o Enlace B (1) |
| Bit 5 | 0 | Características de transferencia  SDR-TV (0h),  HLG (1h),  PQ (2h), sin especificar (3h) | Relación de formato  16:9 (1) o desconocido (0) | Reservado (0) |
| Bit 4 | 0 | Colorimetría | Señal de diferencia de color y luminancia  NCL *Y*′, *C′B*, *C′R* (0), CI *I*, *CT*, *CP* (1) |

CUADRO 25 (*fin*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bits | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | Byte 4 |
| Bit 3 | 1 | Velocidades de imagen 24 Hz (3h), 24/1,001 Hz (2h), 25 Hz (5h), 30 Hz (7h), 30/1,001 Hz (6h)  Otros valores reservados | Estructura de muestreo 4:4:4 *R*′*G*′*B*′ (2h), 4:4:4:4 *R*′*G*′*B*′+*A* (6h) 4:4:4:4 *R*′*G*′*B*′+*D* (Ah) 4:4:4 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (1h) 4:2:2 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* (0h) 4:2:2:4 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* +*A* (4h)  4:2:2:4 *Y*′, *C*′*B*, *C*′*R* o *I*, *CT*, *CP* +*D* (8h)  Otros valores reservados | Reservado (0) |
| Bit 2 | 0 | Reservado (0) |
| Bit 1 | 1 | Profundidad binaria Gama completa de 10 bits (0h), Gama reducida de 10 bits (1h), Gama reducida de 12 bits (2h),  Gama completa de 12 bits (3h) |
| Bit 0 | 0 |

Byte 1 Debe tener un valor de (8Ah)

Byte 2

El segundo byte debe utilizarse para indicar la velocidad de imagen y la estructura de la imagen y el transporte.

El bit b7 debe utilizarse para indicar si la interfaz digital utiliza una estructura de transporte progresiva o entrelazada:

(0) transporte entrelazado

(1) transporte progresivo.

El bit b6 debe utilizarse para indicar si la imagen tiene una estructura progresiva o entrelazada:

(0) estructura entrelazada

(1) estructura progresiva.

Los bits b5 y b4 deben utilizarse para definir las características de transferencia:

(0h) SDR como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.709

(1h) HLG como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(2h) PQ como se especifica en la Recomendación UIT-R BT.2100

(3h) No se especifica.

Los bits b3 a b0 deben emplearse para indicar la velocidad de imagen en Hz.

(2h) 24/1,001 Hz

(3h) 24 Hz

(5h) 25 Hz

(6h) 30/1,001 Hz

(7h) 30 Hz.

Byte 3

El tercer byte debe utilizarse para indicar la relación de formato, la colorimetría y la estructura de muestreo de la carga útil de vídeo.

Los bits b7 y b4 deben utilizarse para identificar la colorimetría:

(0h) Recomendación UIT-R BT.709

(1h) Reservado

(2h) Recomendación UIT-R BT.2020

(3h) Desconocido.

El bit b6 debe utilizarse para indicar el cómputo de píxel horizontal:

(0) 1 920 píxeles

(1) reservado.

El bit b5 debe utilizarse para indicar la relación de formato de la imagen:

(0) relación de formato de la imagen desconocida

(1) relación de formato de la imagen 16:9.

Los bits b3 a b0 del byte 3 deben utilizarse para indicar la estructura de muestreo.

(2h) debe indicar 4:4:4 *R'G'B'*

(6h) debe indicar 4:4:4:4 *R'G'B'+A*

(Ah) debe indicar 4:4:4:4 *R'G'B'+D*

(1h) debe indicar 4:4;4 *Y′, C′B,* *C′R*o *I*, *CT*, *CP*

(0h) debe indicar 4:2:2 *Y′, C′B, C′R*o *I*, *CT*, *CP*

(4h) debe indicar 4:2:2:4 *Y′, C′B, C′R* o *I*, *CT*, *CP* +A

(8h) debe indicar 4:2:2:4 *Y′, C′B, C′R* o *I*, *CT*, *CP* +D.

Byte 4

Los bits b7 a b5 se reservan y se ponen a (0).

El bit b4 se utilizará para definir el formato de señal de diferencia de color/luminancia:

(0) Luminancia no constante *Y′C′BC′R*

(1) Intensidad constante *ICTCP*

Los bits b3 a b2 se reservan y se ponen a (0).

Los bits b1 y b0 deben utilizarse para identificar la profundidad binaria y la codificación de gama reducida/completa:

(0h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama completa de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(1h) define la cuantización utilizando 10 bits por muestra con codificación de gama reducida de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(2h) define la cuantización utilizando 12 bits por muestra con codificación de gama reducida de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100;

(3h) define la cuantización utilizando 12 bits por muestra con la codificación de gama completa de conformidad con la Recomendación UIT-R BT.2100.

Anexo 2  
  
Trama de comprobación digital de serie binaria   
para las interfaces digitales de alta definición

# 1 Cometido

El presente Anexo especifica las señales de prueba digitales apropiadas para evaluar la respuesta en baja frecuencia de los equipos con interfaces digitales en serie de alta definición. Si bien una gama de señales producirá los efectos de baja frecuencia deseados, se definen dos señales específicas para probar la igualación del cable y la sincronización del PLL respectivamente. Anteriormente, estas dos señales se denominaban coloquialmente «señales patológicas».

# 2 Consideraciones generales

Para forzar el igualador automático se utiliza una señal con el número máximo de unos o ceros, con impulsos poco frecuentes de un solo periodo de reloj en el nivel opuesto. Para forzar el bucle de enganche de fase se utiliza una señal con contenido de baja frecuencia máximo, es decir, con un tiempo máximo, entre transiciones de nivel.

**2.1** La codificación de canal de la señal digital en serie definida en la presente Recomendación utiliza aleatorización y codificación en NRZI mediante la concatenación de las dos funciones siguientes:

*G*1 (*x*) = *x*9 + *x*4 + 1            *G*2 (*x*) = *x* + 1

Como resultado de la codificación de canal, pueden obtenerse largas series de ceros en los datos de salida G2 (*x*) cuando el aleatorizador, G1 (*x*), está en determinado estado en el momento en que llegan las palabras específicas. Ese estado aparecerá de modo regular; por consiguiente, la aplicación continua de las palabras de datos específicas producirá regularmente los efectos de baja frecuencia.

**2.2** Si bien la serie más larga de ceros en paralelo (40 ceros consecutivos) ocurrirá durante las palabras de secuencia de referencia temporal EAV/SAV, la frecuencia con la que la aleatorización de las palabras de secuencia de referencia temporal coincide con el estado del aleatorizador necesario para permitir cualquiera de las condiciones de forzamiento es baja. En los casos en que ocurre esta coincidencia, la generación de la condición de forzamiento es tan limitada en el tiempo que los igualadores y los PLL no son forzados al máximo.

**2.3** En las porciones de datos de las señales de vídeo digital (excluyendo las palabras de referencia temporal en los EAV o SAV, y las palabras de bandera de datos ANC), los valores de las muestras están restringidos y excluyen los niveles de datos 0(10) a 3(10) y 1 020(10) a 1 023(10) (000h a 003h y 3FCh a 3FFh en representación hexadecimal de 10 bits, véase la Nota 1). El resultado de esta restricción es que la serie más larga de ceros, a la entrada del aleatorizador, es de 16 (bits), y ocurre cuando a un valor de muestra de 512(10) (200h) le sigue un valor comprendido entre 4(10) (004h) y 7(10) (007h). Esta situación puede producir hasta 26 ceros consecutivos en la salida del NRZI, lo que no es (tampoco) un caso de forzamiento máximo.

NOTA – En este Anexo, el contenido de la palabra digital de 10 bits se expresa tanto en forma decimal como hexadecimal. Por ejemplo, el patrón de bits 1001000101 se expresaría 581(10) ó 245h.

**2.4** Otras palabras de datos específicas en combinación con estados específicos del aleatorizador pueden producir una señal de salida repetitiva en serie de baja frecuencia hasta que el siguiente EAV o SAV afecte el estado del aleatorizador. Estas combinaciones de palabras de datos forman la base de las señales de prueba definidas por este Anexo.

**2.5** Debido a la índole entrelazada Y/C de la señal digital componente, es posible obtener prácticamente cualquier permutación de valores de datos de pares de palabras en la totalidad de la zona de imagen activa definiendo un cuadro de color uniforme particular en un entorno sin ruido. Algunas de estas permutaciones de valores de datos de pares de palabras producirán los efectos de baja frecuencia deseados.

# 3 Datos de la trama de comprobación

**3.1** La prueba del igualador del receptor se realiza mediante una señal digital en serie con un contenido máximo de corriente continua. Al aplicar la secuencia 768(10) (300h), 408(10) (198h) de manera continua a las muestras *C* e *Y* (respectivamente) durante la línea activa, se producirá una señal de 19 estados consecutivos altos (bajos) seguidos por un estado bajo (alto) de manera repetitiva, una vez que el aleatorizador llegue a la condición de inicio necesaria. Puede realizarse cualquiera de las polaridades de la señal, indicada por el nivel de los 19 estados consecutivos. Al producir aproximadamente la mitad de una trama de líneas continuas con esta secuencia, se realizará la condición de inicio necesaria del aleatorizador en varias líneas, y esto resultará en la generación de la condición deseada de prueba del igualador.

**3.2** La prueba del PLL del receptor se realiza mediante una señal digital en serie con contenido máximo de baja frecuencia y contenido mínimo de alta frecuencia (es decir, la frecuencia más baja de las transiciones de nivel). Al aplicar la secuencia 512(10) (200h), 272(10) (110h) de manera continua a las muestras *C* e *Y* (respectivamente) durante la línea activa, se producirá una señal de 20 estados consecutivos altos (bajos) seguidos por 20 estados bajos (altos) de manera repetitiva, una vez que el aleatorizador llegue a la condición de inicio necesaria. Al producir aproximadamente la mitad de una trama de líneas continuas con esta secuencia, se realizará la condición necesaria de inicio del aleatorizador en varias líneas, lo que resultará en la generación de la condición deseada de prueba del PLL.

**3.3** Debido a que la prueba del igualador funciona produciendo una señal digital en serie con una desviación, deben tomarse las medidas necesarias para garantizar que se realicen ambas polaridades de la desviación. Para cambiar la polaridad de la desviación de un cuadro al siguiente, la suma total de todos los bits en todas las palabras de datos en todas las líneas de una trama vídeo debe ser impar.

Para garantizar que la polaridad de la desviación pueda cambiar frecuentemente, se cambia una única palabra de datos de muestra *Y* de la señal de 480(10) (198h) a 400(10)(190h) un cambio neto de 1 bit de datos), en uno de cada dos cuadros. Esto hace que la polaridad de la desviación alterne a la velocidad de cuadro independientemente de si la suma de bits del cuadro original es par o impar. La palabra de datos en la que se hace la sustitución de valor es la primera muestra *Y* en la primera línea de imagen activa de uno de cada dos cuadros. Las palabras y líneas específicas para cada formato de señal figuran en el Cuadro 24 como palabras de control de polaridad.

**3.4** La secuencia 768(10) (300h), 408(10) (198h) y 512(10) (200h), 272(10) (110h) aplicada a las muestras *C* e *Y* resulta en sombras de púrpura y gris, respectivamente. Al invertir el orden de *C* e *Y* en una de cada dos de estas secuencias, se obtienen sombras más claras y más oscuras de verde, respectivamente. El Cuadro 26 ilustra un ordenamiento de cada una de las dos secuencias, pero cualquiera de los dos ordenamientos de los valores de datos para cada secuencia es admitido por este Anexo.

Si se invierte el ordenamiento descrito en el § 3.1, entonces la palabra de control de polaridad descrita en el § 3.3 cambia a 512(10) (200h). En todos los casos la palabra de control de polaridad está situada en la primera muestra Y de la primera línea de imagen activa en la o las tramas especificadas en el § 3.3.

# 4 Trama de comprobación de interfaz digital en serie

La distribución de datos para las normas de señal en la trama de comprobación de la SDI se indica en la Fig. 16. En el Cuadro 26 se muestran distribuciones específicas de valores de muestra. En cada trama, la línea en que la señal pasa del diagrama de datos de señal de prueba del igualador al diagrama de datos de señal de prueba del PLL se especifica como un conjunto de líneas, y no como una sola línea específica. Si bien la línea específica seleccionada en el conjunto especificado no es técnicamente significativa, el punto de transición debe ser coherente de cuadro a cuadro y de trama a trama (en el caso de formatos de señal con entrelazado).

CUADRO 26

Valores de muestras de la trama de verificación de SDI

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sistema | | 60/I, 30/PsF, 50/I, 25/PsF, 24/PsF | 60/P, 30/P, 50/P, 25/P, 24/P |
| Número de muestras Y activas por línea | | 1 920 | |
| Número de líneas activas | | 1 080 | |
| Señal de prueba del igualador | Primera línea | 21 (trama/segmento 1) | 42 |
| 584 (trama/segmento 2) |  |
| Última línea (conjunto) | 287-293 (trama/segmento 1) | 578-585 |
| 850-856 (trama/segmento 2) |  |
| Valor de los datos(1) | Muestras | |
| 768(10)*CB* | 0 ... 3 836 | |
| 408(10)*Y* | 1 ... 3 837 | |
| 768(10)*CR* | 2 ... 3 838 | |
| 408(10)*Y* | 3 ... 3 839 | |
| Palabra de control de polaridad | (Cada dos cuadros) | |
| Valor de los datos(1), (2) 400(10)*Y* | Línea 21 Muestra 1 | Línea 42 Muestra 1 |
| Señal de prueba del PLL | Primera línea (conjunto)(3) | 288-294 (trama/segmento 1) | 579-586 |
| 851-857 (trama/segmento 2) |
| Última línea | 560 (trama/segmento 1) | 1121 |
| 1 123 (trama/segmento 2) |
| Valor de datos(1) | Muestras | |
| 512(10)*CB* | 0 ... 3 836 | |
| 272(10)*Y* | 1 ... 3 837 | |
| 512(10)*CR* | 2 ... 3 838 | |
| 272(10)*Y* | 3 ... 3 839 | |

CUADRO 26 (*fin*)

|  |
| --- |
| *Notas del Cuadro 26*  (1) El ordenamiento de los valores de datos para cada uno de los pares de valores de muestra puede invertirse. Si el ordenamiento de las muestras es invertido con relación al ordenamiento que figura en este Cuadro, entonces el valor de la palabra de control de polaridad es (512(10) *Y*) (véase el § 3.4).  (2) La palabra de modificación de polaridad es una sustitución de la primera muestra *Y* de la zona de imagen activa, que se realiza en la primera línea de imagen activa de uno de cada dos cuadros (véase el § 3.3).  (3) Se suministra un conjunto de números de línea para la transición entre los dos diagramas de prueba. El punto de transición entre estos dos conjuntos debe ser coherente en todas las tramas (véase el § 4). |

CUADRO 27

Comprobación de la SDI

|  |  |
| --- | --- |
|  | Intervalo de supresión de trama vertical |
| EAV  SAV | Primera línea de imagen activa  Primera mitad de trama activa 768(10), 408(10) para la prueba del igualador(1) |
| Intervalo de supresión de trama horizontal | Segunda mitad de trama activa 512(10), 272(10) para la prueba del PLL(1)  Última línea de imagen activa |
| (1) El ordenamiento de los valores de datos para cada uno de los pares de valores de muestra puede invertirse (véase el § 3.4). | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. \* La Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones introdujo modificaciones redaccionales en esta Recomendación en el año 2018, de conformidad con la Resolución UIT-R 1. [↑](#footnote-ref-1)
2. También se incluyen las velocidades de tramas de 60/1,001, 30/1,001 y 24/1,001 Hz. [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 Gbit/s es la terminología más común y la tasa real es de 2,97 Gbit/s y 2,97/1,001 Gbit/s. [↑](#footnote-ref-3)