



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

J.81

(ex CMTT.723)

(09/93)

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

**TRANSMISIONES RADIOFÓNICAS
Y TELEVISIÓN**

**TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN
DIGITALES CON CODIFICACIÓN DE
COMPONENTES PARA LAS APLICACIONES
CON CALIDAD DE CONTRIBUCIÓN AL
TERCER NIVEL JERÁRQUICO DE LA
RECOMENDACIÓN UIT-T G.702**

Recomendación UIT-T J.81

(Anteriormente «Recomendación UIT-R CMTT.723»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T J.81 (anteriormente, Recomendación UIT-R CMTT.723), revisada por la antigua Comisión de Estudio CMTT del UIT-R, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 97 del CCIR el 8 de septiembre de 1993. Véase la Nota 1.

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones UIT-R).

Conforme a la decisión conjunta de la Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, Helsinki, marzo de 1993 y de la Asamblea de Radiocomunicaciones, Ginebra, noviembre de 1993, la Comisión de Estudio CMTT del UIT-R ha sido transferida al UIT-T como Comisión de Estudio 9, salvo para el área de estudio periodismo electrónico por satélite (SMG, *satellite news gathering*) que fue transferida a la Comisión de Estudio 4 del UIT-R.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1995

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Anexo A – Codificación digital de las señales de televisión de componentes para las aplicaciones con calidad de contribución a unos 34 ó 45 Mbit/s	1
A.1 Consideraciones generales	1
A.2 Recomendaciones y normas.....	2
A.3 Definiciones, símbolos y abreviaturas	2
A.4 Resumen de la especificación de los códecs de TV de componentes para velocidades de unos 34 ó 45 Mbit/s.....	3
A.5 Codificación de vídeo y transformada discreta de coseno (DCT)	3
A.6 Cuantificación de los coeficientes DCT	10
A.7 Codificación de longitud variable para los coeficientes DCT y las diferencias del vector de movimiento	17
A.8 Alineación de trama de vídeo y corrección de errores en recepción	22
A.9 Servicios adicionales	27
A.10 Servicio múltiplex.....	36
A.11 Adaptación de red	40
A.12 Aleatorización para el acceso condicional de los datos transmitidos	44
Apéndice I – Orientaciones para la realización	55
I.1 Introducción	55
I.2 Elección del modo	55
I.3 Estrategia de renovación.....	55
I.4 Estimación del movimiento	55
I.5 Truncamiento o redondeo de los coeficientes.....	55
I.6 Regulación de la memoria intermedia	55
I.7 Criticidad	55
I.8 Ocultación de errores	56
I.9 Transmisión de señales compuestas.....	56
Apéndice II – Resultados de las pruebas de códecs a 34 Mbit/s	56
II.1 Códec probado	56
II.2 Pruebas efectuadas y métodos de prueba utilizados	57
II.3 Pruebas subjetivas.....	61
II.4 Resultados de las pruebas subjetivas	62
II.5 Resultados de las pruebas de tiempo de restablecimiento del códec	65
II.6 Observaciones adicionales	65
II.7 Conclusiones.....	65
Referencias	66

**TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN DIGITALES CON
CODIFICACIÓN DE COMPONENTES PARA LAS APLICACIONES
CON CALIDAD DE CONTRIBUCIÓN AL TERCER NIVEL
JERÁRQUICO DE LA RECOMENDACIÓN UIT-T G.702**

(1990; revisada en 1993)

El UIT-R,

considerando

- (a) que en las aplicaciones con calidad de contribución, la transmisión debería basarse en señales vídeo digitales con codificación de componentes, conforme a la Recomendación UIT-R BT.601;
- (b) que esa transmisión satisfaría las necesidades de los usuarios en materia de códecs con calidad de contribución a velocidades binarias de, aproximadamente, 34 ó 45 Mbit/s, como lo estipula la Comisión de Estudio 11 de Radiocomunicaciones;
- (c) que, según dichas necesidades de los usuarios, esa transmisión debe salvaguardar en la mayor medida posible, la calidad de imagen inherente al proceso de codificación 4:2:2 de la Recomendación UIT-R BT.601, teniendo en cuenta la velocidad de transmisión de bits disponible para el usuario;
- (d) que dicha transmisión debe también salvaguardar las capacidades de procesamiento en puntos posteriores, lo que se logra manteniendo las resoluciones espacial y temporal de las señales 4:2:2 indicadas en la Recomendación UIT-R BT.601;
- (e) que debe proporcionarse una capacidad de transmisión adicional para canales de sonido estereofónico, señales auxiliares (por ejemplo, teletexto, señales de prueba) y los correspondientes datos de protección contra errores;
- (f) que, si se utilizan técnicas adecuadas de reducción de la velocidad de transmisión de bits, se podrán probablemente alcanzar esos objetivos con un grado de complejidad y un coste aceptables, con velocidades de transmisión de bits del orden de 34 a 45 Mbit/s,

recomienda

1 que en la transmisión de señales vídeo digitales con codificación de componentes conforme a la Recomendación UIT-R BT.601 del CCIR, a las velocidades binarias del tercer nivel jerárquico de la Recomendación G.702 del CCITT, el códec de reducción de la velocidad de transmisión de bits tenga las características que se indican en el Anexo A.

Anexo A

Codificación digital de las señales de televisión de componentes para las aplicaciones con calidad de contribución a unos 34 ó 45 Mbit/s

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A.1 Consideraciones generales

Este anexo constituye una norma común para la codificación y transmisión de señales de televisión de componentes a velocidades binarias de, aproximadamente, 34-45 Mbit/s con el formato especificado por la Recomendación UIT-R BT.601 [1]. La norma se refiere al algoritmo de codificación necesario para la codificación de la imagen digital a una velocidad de, aproximadamente, 34 y 45 Mbit/s y a sus interfaces con la red de transmisión. Los algoritmos de

¹⁾ Anteriormente, Recomendación UIT-R CMTT.723.

codificación de la señal de vídeo se basan en un esquema de predicción/transformación híbrido que incorpora disposiciones para la codificación con longitud de palabra variable, la sincronización y la alineación de trama de vídeo. Se establecen disposiciones sobre la transmisión de los servicios de audio y Teletex que acompañan a la señal de vídeo y sobre la aplicación de aleatorización con fines de acceso condicional.

Se especifica la adaptación de la red a las jerarquías digitales síncrona y plesiócrona.

A.2 Recomendaciones y normas

En A.13 figura una lista de Recomendaciones de la UIT, normas de la ISO y publicaciones de la CEI a las que se hace referencia en esta Recomendación.

A.3 Definiciones, símbolos y abreviaturas

A.3.1 Operadores aritméticos

+	Suma
-	Resta o negación
×	Multiplicación
/	División
Σ	Sumatorio
MCM	Mínimo común múltiplo
XOR	Operación binaria O EXCLUSIVA (suma en módulo 2)

A.3.2 Operadores de relación

=	Igual
≠	Distinto
>	Mayor que
<	Menor que
≥	Mayor o igual que
≤	Menor o igual que

A.3.3 Abreviaturas generales y utilización

A los efectos de esta Recomendación, se utilizan las siguientes abreviaturas:

Binario	Sistema de numeración en base 2
Hexadecimal	Sistema de numeración en base 16. Los números en base decimal 10 a 15 se representan por las letras A a F
XY hex	Valores expresados en notación hexadecimal
Bit	Contracción de las palabras inglesas «binary digit»
Palabra	Grupo o secuencia de bits que se tratan juntos
Octeto	Secuencia de 8 bits considerados como una palabra o grupo de datos
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>) de una palabra u octeto de bits
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>) de una palabra u octeto de bits
Y	Muestra o señal de luminancia
R	Señal de crominancia roja
B	Señal de crominancia azul
C _R	Señal diferencia de color o muestra Y-R
C _B	Señal diferencia de color o muestra Y-B
PLL	Bucle de enganche de fase (<i>phase locked loop</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)

SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
PDH	Jerarquía digital plesiócrona (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PAL	Siglas de línea con alternancia de fase (<i>phase alternate line</i>); sistema de transmisión de señales en color analógicas compuesto
SECAM	Siglas de color secuencial con memoria (<i>sequential colour with memory</i>); sistema de transmisión de señales en color analógicas compuesto
NTSC	Siglas de (<i>national television system committee</i>) organismo que desarrolló el sistema de transmisión de señales en color analógicas compuesto utilizado en la mayoría de los países que emplean un sistema de exploración de 525 líneas y 60 Hz
MAC	Siglas de componentes analógicas multiplexadas (<i>multiplexed analogue components</i>). Se trata de un sistema de transmisión de señales en color de componentes analógicas. Normalmente va precedido de letras y/o números que indican la variante del sistema
FSW	Palabra de sincronización de trama (<i>frame synchronization word</i>)
VLC	Codificación (de palabra) de longitud variable [<i>variable length (word) coding</i>]
CIW	Palabra de identificación de soporte (<i>container identification word</i>)
CW	Palabra de control (<i>control word</i>)
ECM	Mensaje de control de título (<i>entitlement control message</i>)
ECW	Palabra de control par (<i>even control word</i>)
EMM	Mensaje de gestión de títulos (<i>entitlement management message</i>)
PRG	Generador de secuencia pseudoaleatoria [<i>pseudo-random (sequence) generator</i>]
IW	Palabra de inicialización (<i>initialization word</i>) cargada en los generadores de secuencia pseudoaleatoria para la desaleatorización
OCW	Palabra de control impar (<i>odd control word</i>)
PPI	Identificador de paridad de fase (<i>phase parity identifier</i>) que indica la palabra de control que debe utilizarse para la desaleatorización

Existen otras abreviaturas así como una terminología especializada cuyo significado se indica en este anexo cuando aparecen.

A.4 Resumen de la especificación de los códecs de TV de componentes para velocidades de unos 34 ó 45 Mbit/s

Véase el Cuadro 1.

A.5 Codificación de vídeo y transformada discreta de coseno (DCT)

A.5.1 Modos de codificación

Se utilizan dos modos de procesamiento.

A.5.1.1 Modo intratrama

Véase la Figura A.1.

A.5.1.2 Modo intertrama e intercuadro

Véase la Figura A.2.

A.5.1.3 Definición de los módulos

DCT	Transformada discreta de coseno (<i>discrete cosine transformation</i>) (para bloques 8×8)
IDCT	Transformada discreta de coseno inversa (<i>inverse discrete cosine transformation</i>) (bloques 8×8).
Q	Cuantificación (<i>quantization</i>) (véase 6).

CUADRO A.1/J.81

Resumen de la especificación de los códecs de TV de componentes para velocidades de unos 34 ó 45 Mbit/s

Entrada/salida de vídeo	Norma	Vídeo digital de 525 ó 625 líneas en forma de componentes. La selección manual o automática de la norma de vídeo se deja a discreción del fabricante (Nota 1)
	Codificación	Nivel 4:2:2 según la Recomendación UIT-R BT.601 ^{a)}
	Interfaces	Bits serie (10 bits, interfaz serie a 270 Mbit/s). También deberán proporcionarse las interfaces de bits paralelas señaladas en la Recomendación UIT-R BT.656 ^{a)}
Preprocesamiento de la señal	Horizontal	Línea digital activa completa de 720 muestras para la luminancia (Y) y 360 muestras para cada diferencia de color (C_R , C_B)
	Vertical	525 líneas: 248 líneas por trama (Nota 2) Trama 1: líneas 16 a 263 Trama 2: líneas 278 a 525 625 líneas: 288 líneas por trama Trama 1: líneas 23 a 310 Trama 2: líneas 336 a 623
	Representación numérica	Muestras de entradas digitales de Y , C_R y C_B conformes a la gama numérica de la Recomendación UIT-R BT.601 ^{a)} del CCIR. Estas muestras se convierten en una representación de complemento a 2 de 8 bits a efectos de procesamiento en el códec
Codificación	Modos	Se utilizan tres modos (intratrama, intertrama e intercuadro con compensación de movimiento). Los tres tratamientos que siguen se aplican a bloques intratrama de 8×8 (modo intratrama), o a bloques diferenciales obtenidos por la diferencia entre el bloque intratrama 8×8 actual y un bloque de referencia tomado de la trama anterior (modo intertrama), o de la trama que tiene la misma paridad en el cuadro anterior (modo intercuadro) (véase A.5.1)
	DCT	Transformada discreta de coseno aplicada a bloques rectangulares de 8 líneas de 8 muestras para las tres componentes Y , C_R , C_B (véase A.5.2)
	Predicción del bloque	Para cada bloque tratado según el modo intertrama, el bloque de referencia se determina mediante pixels de la trama anterior, sin compensación de movimiento. Para cada bloque tratado de acuerdo al modo intercuadro, el bloque de referencia se toma de la posición del bloque actual por aplicación de un vector de desplazamiento (véase A.5.3)
	Compensación de movimiento	La compensación de movimiento se aplica a «macrobloques». A cada macrobloque (dos bloques de 8×8 adyacentes para Y y los dos bloques C_R y C_B coposicionados) se le asigna un solo vector de desplazamiento con una precisión de $\frac{1}{2}$ pixel (véase A.5.4)
	Cuantificación	Para cada coeficiente se utiliza una característica de cuantificación distinta. Sus parámetros se adaptan a la ocupación de la memoria intermedia, el tipo de bloque (luminancia/crominancia) y la criticidad del bloque. La forma de la característica es casi uniforme (véase A.6)
	Codificación de longitud variable	Se utilizan codificaciones de longitud variable para codificar los coeficientes DCT cuantificados y la información de movimiento (véase A.7)
Capacidad de la memoria intermedia		1 572 864 bits
Alineación de la trama de vídeo		(Véase A.8.)
Protección contra errores de los datos de vídeo		Código Reed Solomon (255,239) (factor de entrelazado de 6) (véase A.8.2)

Resumen de la especificación de los códecs de TV de componentes para velocidades de unos 34 ó 45 Mbit/s

Servicio múltiplex	(Véase A.10) Combina: <ul style="list-style-type: none"> - un canal de vídeo - canal o canales de audio de 2048 kbit/s (o 1544 kbit/s) (Nota 3) - canal o canales de teletexto a 384 kbit/s (véase A.9.3) - canal de línea de prueba a 128 kbit/s (véase A.9.4) - canal de supervisión a 8 kbit/s (véase A.9.2) - dos canales de acceso condicional de 8 kbit/s - dos canales de código de tiempo de 8 kbit/s (véase A.9.5)
Adaptación de red	Adaptación a las Recomendaciones UIT-T G.751[2], UIT-T G.752 ^{b)} [3] y a las Recomendaciones UIT-T G.707[4], UIT-T G.708 [5] y UIT-T G.709 ^{b)} [6] sobre jerarquía digital síncrona (véase A.11)
Aleatorización para acceso condicional	(Véase A.12.)
<p>a) Antiguamente Recomendaciones 601 y 656 del CCIR.</p> <p>b) Antiguamente Recomendaciones G.751, G.752, G.707, G.708 y G.709 del CCITT.</p> <p>NOTAS</p> <p>1 Este códec puede adaptarse a la transmisión de PAL/SECAM/NTSC mediante codificadores y decodificadores facultativos.</p> <p>2 Sólo son significativas 244 líneas por trama; las líneas 16, 17, 18, 19 y 278, 279, 280, 281 se codifican pero no aparecen en pantalla.</p> <p>3 Esta Recomendación no se refiere a la codificación ni a la protección contra errores de los canales de audio.</p>	

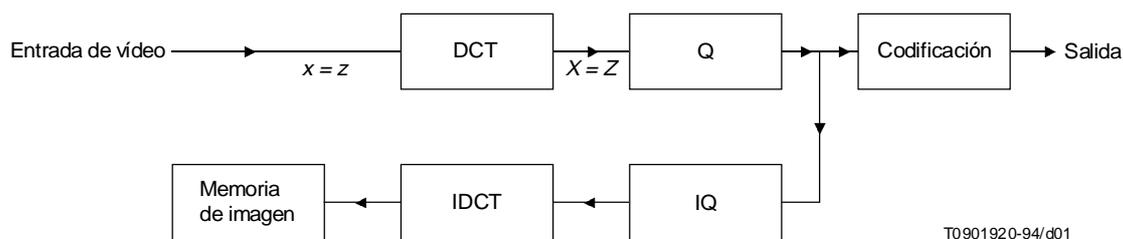


FIGURA A.1/J.81
Modo intratrama

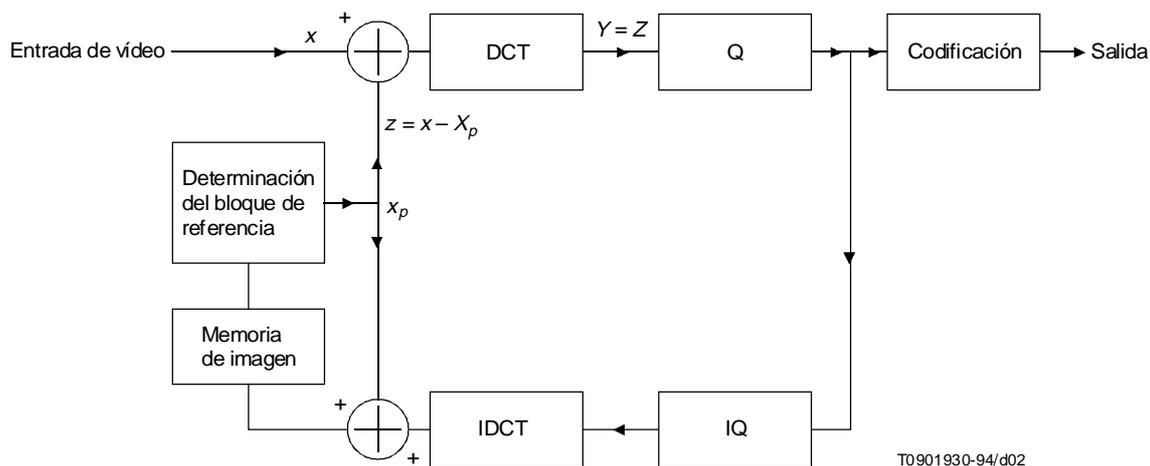


FIGURA A.2/J.81
Modo intertrama e intercuadro

JQ El módulo de cuantificación inversa construye un bloque de coeficiente DCT a partir de las informaciones transmitidas correspondientes, asignando a los coeficientes los valores de reconstrucción que corresponden a los niveles de cuantificación transmitidos (véase A.6).

Codificación (Véase A.7.)

Memoria de imagen La memoria de imagen almacena lo siguiente:

- La trama decodificada actual. Esta trama se utiliza como referencia para codificar la imagen siguiente.
- Las dos últimas tramas previamente codificadas que se utilizan para determinar el bloque actual de referencia.

Para el modo intertrama El bloque de referencia se calcula con pixels de la trama anterior de acuerdo con el proceso de interpolación descrito en A.5.3.

Para el modo intercuadro El bloque de referencia se toma en la trama del cuadro anterior con la misma paridad que la trama actual. Su posición se obtiene por la posición del bloque actual mediante una traslación dada por un vector de movimiento. La especificación del vector de movimiento figura en A.5.4, el cálculo exacto del bloque de referencia para el modo intercuadro se presenta en A.5.3.

A.5.1.4 Notaciones

$x(i, j)$ Bloque de 8×8 pixels

$x_p(i, j)$ Bloque de referencia 8×8

$z(i, j)$ = $x(i, j)$ para el modo intratrama
 = $x(i, j) - x_p(i, j)$ para el modo intercuadro o intertrama

$X(k, l)$ = bloque 8×8 de coeficientes DCT en el modo intratrama

$Y(k, l)$ = bloque de 8×8 de coeficientes DCT en el modo intercuadro o intertrama

$Z(k, l)$ = $X(k, l)$ para el modo intratrama
 = $Y(k, l)$ para el modo intercuadro o intertrama

- (i, j) Coordenadas en el dominio de la imagen
 i : índice de línea (gama: 0 a 7 de izquierda a derecha)
 j : índice de columna (gama: 0 a 7 de arriba hacia abajo)
- (k, l) Coordenadas en el dominio de la transformada
 k : índice de línea (gama: 0 a 7)
 l : índice de columna (gama: 0 a 7)

A.5.1.5 Elección del modo

El modo elegido (intratrama, intertrama o intercuadro) se codifica y transmite para cada macrobloque tratado (véase A.8.1). No se da ninguna especificación para el modo elegido ya que concierne únicamente al lado del codificador.

Los esquemas intertrama e intercuadro presentados en la Figura A.2 permiten una elección *a priori* (decisión antes de los pasos de codificación) o *a posteriori* (decisión después de la codificación de los bloques según ambos modos).

En los modos inter, los elementos $z(i, j)$ deben encontrarse dentro de la gama $(-128, 127)$; para satisfacer esta condición, la decisión del modo viene obligada, en caso de ser necesario.

Para evitar los efectos de propagación temporal de los errores de transmisión, se recomienda utilizar un tratamiento de renovación intratrama. Este tratamiento sólo afecta al codificador y no necesita especificarse.

A.5.2 Transformada discreta de coseno

Para cada componente (Y, C_R, C_B), la transformada discreta de coseno (DCT) se aplica en bloques compuestos de ocho líneas de ocho muestras. Los datos que hay que tratar son, para cada bloque, las muestras de la trama presente o las diferencias entre las muestras de la trama presente y las obtenidas de un bloque de referencia (véase A.5.3). La transformada directa se calcula por la siguiente fórmula:

$$Z(k, l) = \frac{1}{4} C_k C_l \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 z(i, j) \cos \frac{\pi(2i + 1)k}{16} \cos \frac{\pi(2j + 1)l}{16}$$

y la transformada inversa viene dada por:

$$z(i, j) = \frac{1}{4} \sum_{k=0}^7 \sum_{l=0}^7 C_k C_l Z(k, l) \cos \frac{\pi(2i + 1)k}{16} \cos \frac{\pi(2j + 1)l}{16}$$

con las notaciones del A.5.1.4:

$$\begin{aligned} C_k &= \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{para } k &= 0 & C_l &= \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{para } l &= 0 \\ &= 1 & \text{en los demás casos} & & &= 1 & \text{en los demás casos} \end{aligned}$$

$Z(0, 0)$ se denomina coeficiente DC; los demás coeficientes son coeficientes AC.

La entrada a la DCT se expresa como números enteros en complemento a 2 de 8 bits (incluido el signo). La salida de la DCT se expresa como números en complemento a 2 de 12 bits, de los cuales la parte entera tiene 11 bits (incluido el signo).

La precisión del cálculo de la DCT inversa está de acuerdo con la que se especifica en la Recomendación H.261 [7].

A.5.3 Predicción del bloque

A.5.3.1 Modo intertrama

El bloque de referencia x_p para el bloque x actual de la trama N se calcula con pixels de la trama $N - 1$, con el esquema de interpolación indicado en la Figura A.3:

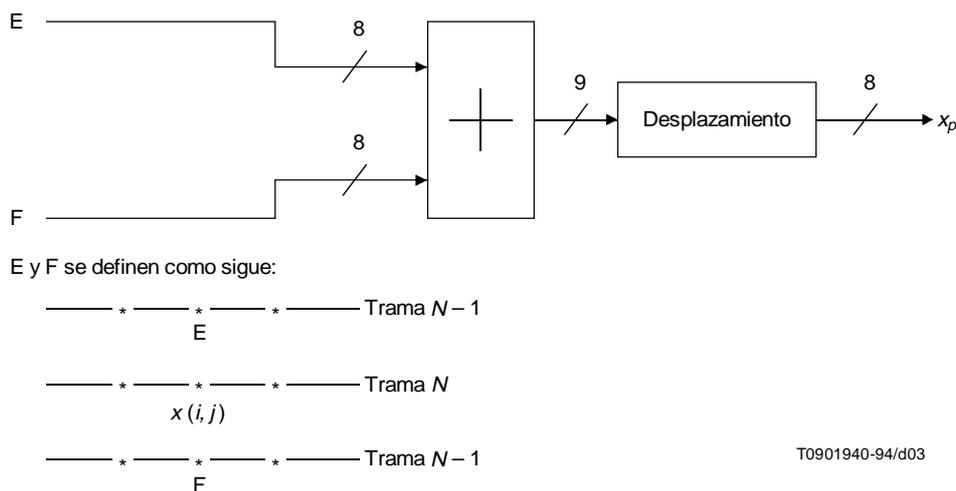


FIGURA A.3/J.81
Definición de E y F para interpolación en modo intertrama

A.5.3.2 Modo intercuadro

La posición del bloque de referencia se obtiene por la posición del bloque actualmente por medio de una transformación. Para la compensación del movimiento, el vector de transformación (x, y) se describe en A.5.4.

No hay ambigüedad en la definición del bloque de referencia cuando las coordenadas (x, y) son valores enteros. Si una de las coordenadas tiene una parte fraccionaria que no es cero, es preciso utilizar un esquema de interpolación para construir el bloque de referencia.

Seguidamente se describe este bloque con una precisión de 1/2 pixel para la luminancia y de 1/4 pixel para la diferencia de color:

$$\begin{aligned}
 &A+ \quad U. \quad P. \quad X. \quad +B \\
 &Q. \quad V. \quad R. \quad Y. \quad .S \\
 &C+ \quad W. \quad T. \quad Z. \quad +D
 \end{aligned}$$

A, B, C, D Pixels reconstituídos del cuadro anterior (en la trama de igual paridad). Coordenadas enteras.

P, Q, R, S, T Pixels interpolados del cuadro anterior (en la trama de igual paridad).

U, V, W, X, Y, Z

Los valores asignados a los pixels interpolados son los siguientes:

$$P = [(A + B)/2]$$

$$Q = [(A + C)/2]$$

$$R = [(A + B + C + D)/4]$$

$$U = [(3A + B)/4]$$

$$V = [(3A + B + 3C + D)/8]$$

como se ilustra en la Figura A.4.

A.5.3.3 Nivel vídeo fuera de la imagen activa

En la definición del bloque de referencia dada en las dos subcláusulas anteriores, los pixels que quedan fuera de la imagen activa debe fijarse a cero, expresados en complemento a 2 (8 bits), como se muestra en la Figura A.5:

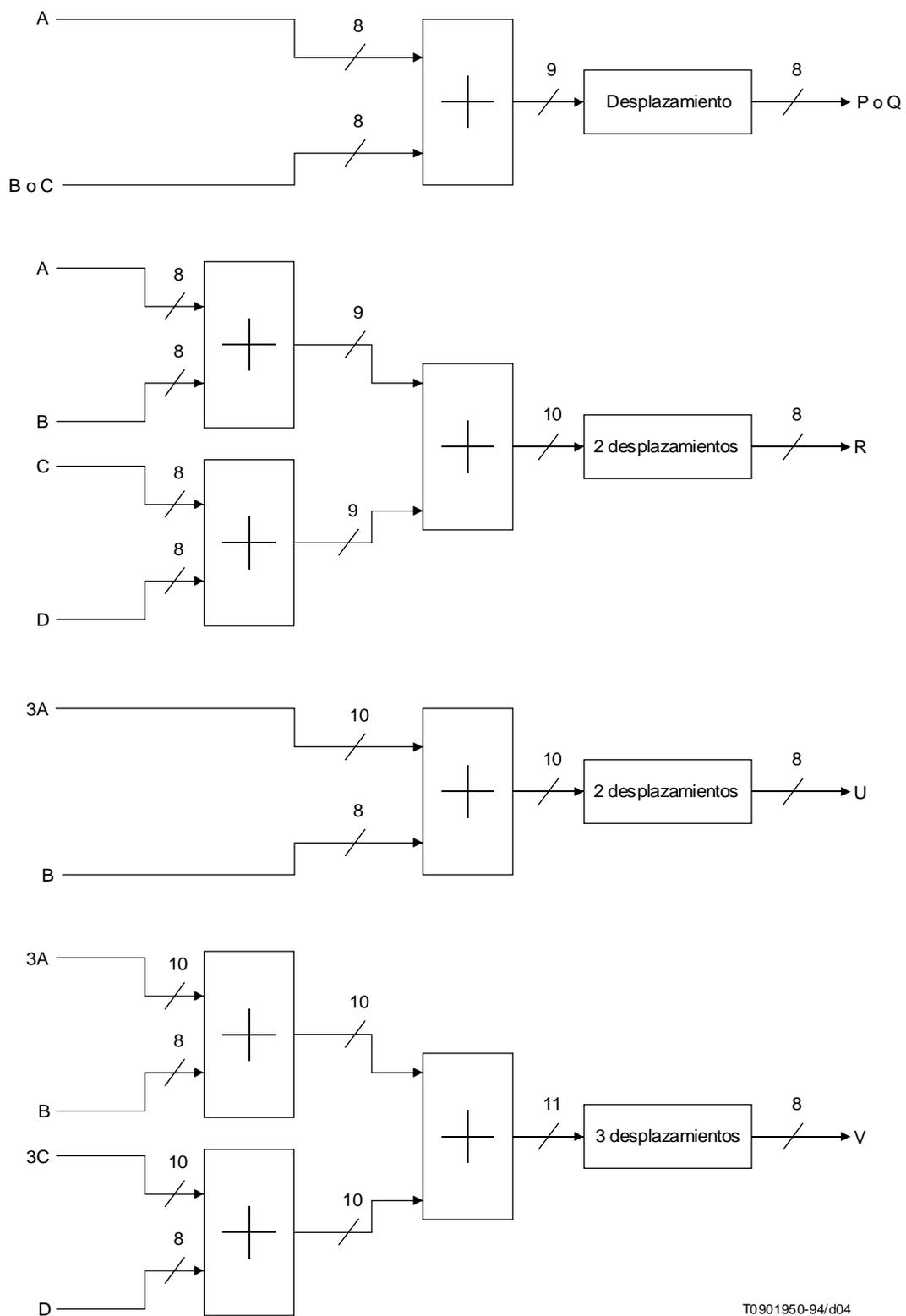


FIGURA A.4/J.81
Valores de pixels interpolados en modo intercuadro

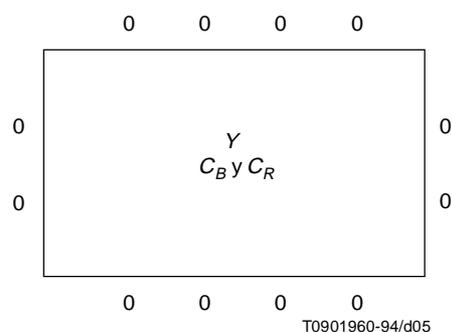


FIGURA A.5/J.81

Niveles de vídeo fuera de la zona de imagen activa

A.5.4 Compensación del movimiento

Se utiliza un solo vector de movimiento para los bloques pertenecientes al macrobloque. Los parámetros de la compensación del movimiento figuran en el Cuadro A.2:

CUADRO A.2/J.81

Parámetros de compensación de movimiento

Zonas de búsqueda	± 14 pixels y ± 7 líneas
Resolución	$\frac{1}{2}$ pixel y $\frac{1}{2}$ línea
Número de vectores posibles	1653 (están permitidos todos los vectores dentro de la zona de búsqueda)

No es necesario especificar el método de estimación pues sólo concierne al lado del codificador.

El vector de movimiento apunta al pixel del cuadro anterior que se utiliza en la predicción intercuadro.

Supongamos que las componentes del vector se definen por:

- x , que aumenta de izquierda a derecha, de -14 a $+14$;
- y , que aumenta de arriba hacia abajo, de -7 a $+7$.

La componente x del vector se expresa como un número en complemento a 2 de 6 bits, cuya parte entera consta de 5 bits (incluido el signo). La componente y se expresa como un número en complemento a 2 de 5 bits, cuya parte entera consta de 4 bits (incluido el signo). Se codifica mediante una codificación diferencial de longitud variable, tal como se describe en A.7.

El vector de movimiento que se aplica a los bloques C_R , C_B , se obtiene del vector de movimiento del macrobloque de luminancia, de la siguiente manera:

- la coordenada vertical es idéntica a la del vector de luminancia;
- la coordenada horizontal es igual a la mitad de la del vector de luminancia.

Las muestras de crominancia en los puntos de $1/4$ de pixel se obtienen mediante interpolación, conforme al A.5.3.

A.6 Cuantificación de los coeficientes DCT

En las subcláusulas A.6.1 y A.6.2 aparece información sobre el cálculo de los parámetros necesarios para el funcionamiento del cuantificador inverso especificado en A.6.3.

Los parámetros del cuantificador señalados al decodificador son el factor de transmisión y la criticidad. El factor de transmisión está relacionado con la ocupación de la memoria intermedia y se proporciona a nivel de franja; es decir, para todos los macrobloques que pertenecen a cada grupo de 8 líneas de vídeo.

La criticidad se suministra a nivel de macrobloque y permite distintas precisiones de cuantificación en bloques pertenecientes a una sola franja. Los criterios para la selección de la criticidad conciernen únicamente al lado del codificador y no se especifican.

A.6.1 Cuantificación de los coeficientes AC

Se utiliza una característica de cuantificación distinta para cada coeficiente. La cuantificación se efectúa en dos pasos:

A.6.1.1 Cálculo de los coeficientes relativos

$$C(k, l) = 2Z(k, l) / [S(k, l, m, f)]$$

donde

$S(k, l, m, f)$ es el umbral de transmisión para los coeficientes (k, l) y toma la forma:

$$S(k, l, m, f) = 2^{n(k, l, m, f)/16}$$

siendo

$n(k, l, m, f)$ es un número entero,

$m = 0, 1, 2, 3$ según la criticidad del bloque (factor de criticidad),

f es el factor de transmisión.

A.6.1.2 Cuantificación de los coeficientes relativos

A.6.1.2.1 Característica de cuantificación

El Cuadro A.3 define los niveles de cuantificación para la ley casi lineal correspondientes a la información de luminancia y crominancia. La ley de cuantificación es simétrica y se indican únicamente las características para valores de entrada positivos.

CUADRO A.3/J.81

Característica del cuantificador casi lineal

Valores de entrada o intervalos $C(k, l)$	Niveles del cuantificador	Valores cuantificados $C'(k, l)$ ^{a)}
0	0	0
1	1	1
2	2	2
:	:	:
255	255	255
256:257	256	256
258:259	257	:
:	:	:
510:511	383	510
512:515	384	513
516:519	385	:
:	:	:
1020:1023	511	1021
1024:1031	512	1027
1032:1039	513	:
:	:	:
2040:2047	639	2043

^{a)} Salidas del cuantificador inverso.

A.6.1.2.2 Determinación de la matriz de umbral de transmisión

La matriz S para cada componente depende de la matriz de visibilidad relativa definida en las Figuras. A.6 y A.7 para ambos componentes y del factor de memoria intermedia f que se envía antes de cada franja de los bloques DCT, así como del factor de criticidad m que se envía para cada macrobloque.

$p_0(k, l)$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	2	8	12	18	22	28
1	0	6	6	10	16	18	22	34
2	0	6	10	14	18	20	24	38
3	2	6	12	16	18	20	26	40
4	6	12	14	16	20	22	28	42
5	10	14	14	18	22	24	30	42
6	14	16	16	18	22	24	34	44
7	14	18	18	20	24	30	38	44

T0901970-94/d06

FIGURA A.6/J.81

Matriz de visibilidad relativa para la luminancia

El valor de f se calcula en función de la ocupación de la memoria intermedia con objeto de obtener una velocidad media no superior a la velocidad binaria disponible para la señal de vídeo en el múltiplex de transmisión. Como muestra la Figura A.9, pueden transmitirse distintos valores de f para las componentes de luminancia y crominancia de una franja.

El valor de m se codifica con dos bits por macrobloque.

Los módulos que efectúan el cálculo de f y la elección del valor de m existen únicamente en el codificador y la información correspondiente se envía al decodificador.

En relación con las Figuras. A.8, A.9 y A.10, el parámetro de control escalar $n(k, l, m, f)$ de cada componente se obtiene de la siguiente manera:

$$p(k, l, m) = \text{Min} [p_0(k, l) + Tr(m), Th(m)]$$

donde

$p_0(k, l)$ se define en las Figuras. A.6 y A.7, y

p es el número entero comprendido entre 0 y 52.

$Tr(m)$ y $Th(m)$ son parámetros que dependen de la criticidad (m) y se definen en el Cuadro A.4.

$\rho_0(k, l)$	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	3	4	6	8	8	11
1	0	1	2	3	6	8	9	13
2	2	2	3	4	7	9	10	16
3	3	4	5	5	8	10	12	16
4	5	6	6	7	9	11	13	17
5	8	7	9	9	11	14	16	21
6	10	11	11	11	14	16	19	24
7	12	12	12	12	17	18	20	26

T0901980-94/d07

FIGURA A.7/J.81
Matriz de visibilidad relativa para la crominancia

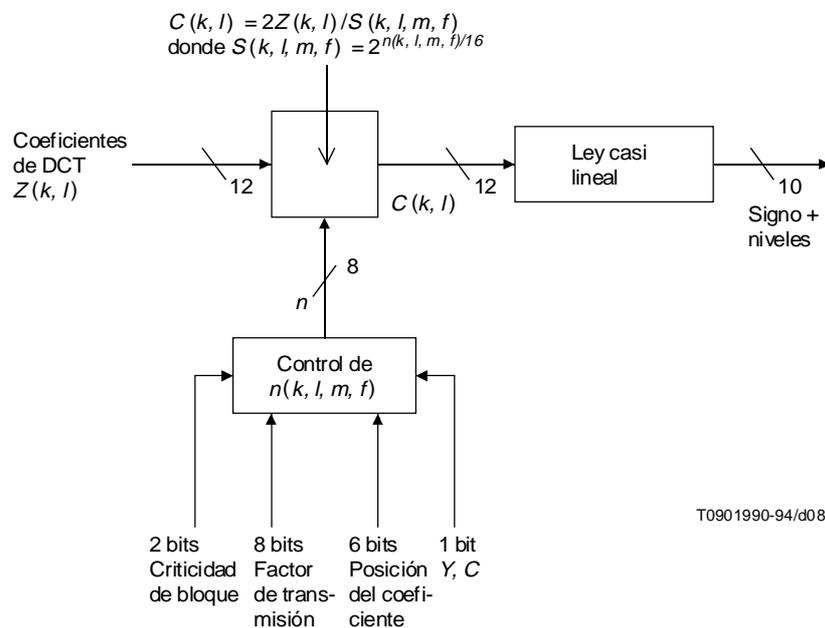


FIGURA A.8/J.81
Sinóptico del cuantificador

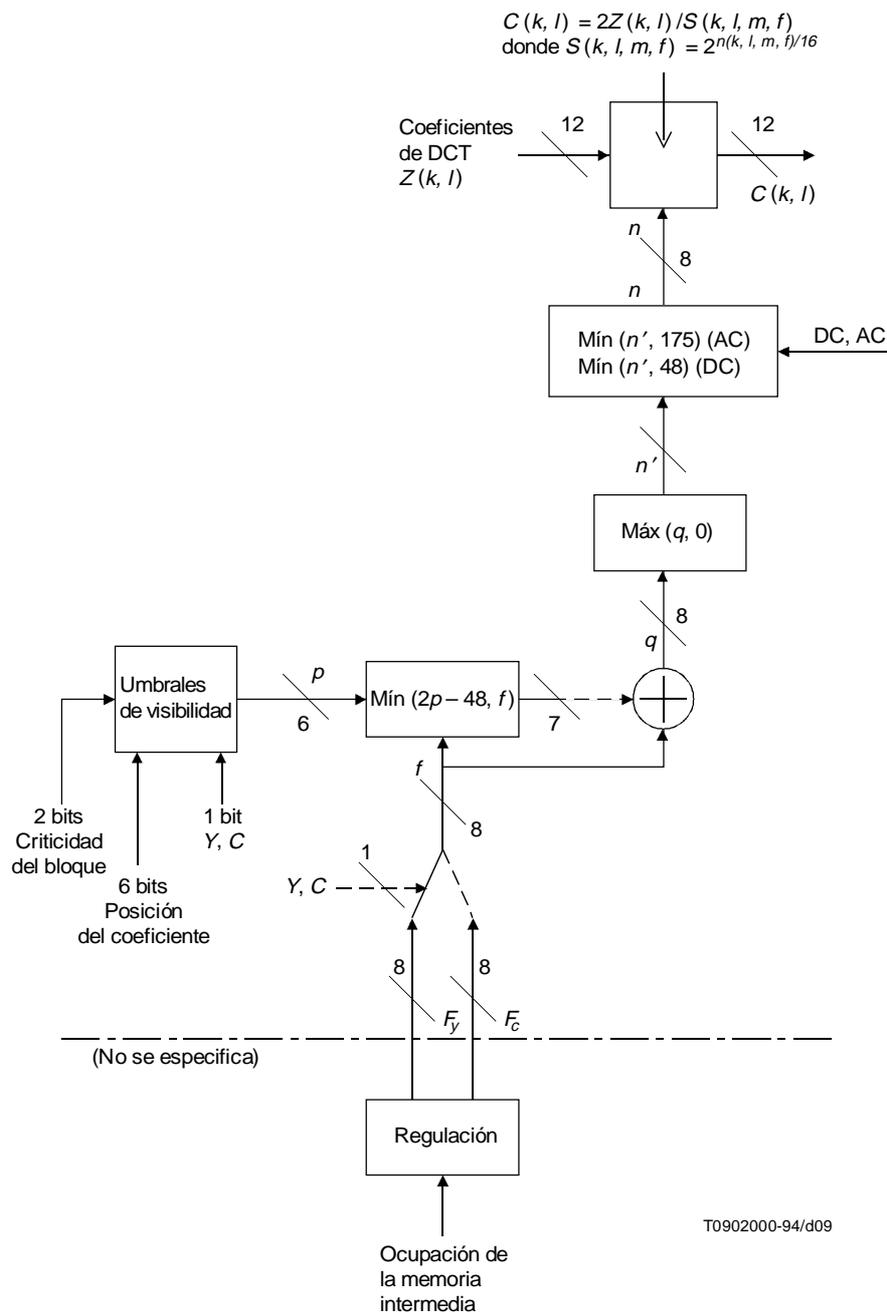
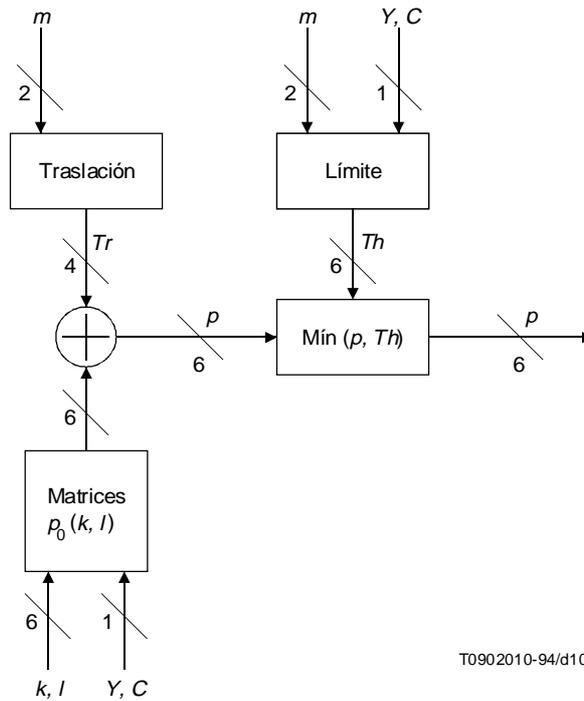


FIGURA A.9/J.81
Sinóptico del cálculo del parámetro de control escalar $n(k, l, m, f)$



T0902010-94/d10

FIGURA A.10/J.81
Cálculo de $p(k, l, m)$

CUADRO A.4/J.81

Parámetros $Tr(m)$ y $Th(m)$

Criticidad (m)	Traslación $Tr(m)$ [coeficientes de Y o $C_R C_B$]	Límite para Y $Th(m)$	Límite para $C_R C_B$ $Th(m)$
0	+8	No (es decir, 44 + 8)	No (es decir, 26 + 8)
1	+2	No (es decir, 44 + 2)	No (es decir, 26 + 2)
2	0	34	16
3	0	24	9

Así pues, el parámetro de control escalar $n(k, l, m, f)$ viene dado por:

$$n(k, l, m, f) = \text{Mín} [n'(k, l, m, f), 175]$$

siendo

$$q(k, l, m, f) = \text{Mín} [2p(k, l, m) - 48, f] + f$$

$$n'(k, l, m, f) = \text{Máx} [q(k, l, m, f), 0]$$

A.6.1.2.3 Exactitud de los datos

Véase el Cuadro A.5.

CUADRO A.5/J.81

Bits de datos de los coeficientes

Datos	Total (incluido el bit de signo) (bits)
Coeficientes AC de DCT $Z(k, l)$	12
Coeficientes relativos $C(k, l)$	12
Coeficientes cuantificados	11

A.6.1.2.4 Gamas de los parámetros de cuantificación

Véase el Cuadro A.6.

CUADRO A.6/J.81

Gamas de los parámetros de cuantificación

Información	Gama
Umbral de transmisión $n(k, l, m, f)$	de 0 a 175
Factor de transmisión f	de 0 a 175
Visibilidad relativa $p_0(k, l)$	de 0 a 44

Los factores de transmisión se transmiten para cada franja de bloques y cada uno de ellos se codifica con 8 bits.

A.6.2 Cuantificación del coeficiente DC

El coeficiente DC $Z(0, 0)$ se cuantifica por el mismo procedimiento que los coeficientes AC, pero el factor de proporcionalidad $n(0, 0, m, f)$ del coeficiente DC se limita a la gama de 0 a 48.

A.6.3 Cuantificación inversa

Los coeficientes de la DCT reconstruida vienen dados por la fórmula siguiente:

$$Z'(k, l) = C'(k, l) \cdot S(k, l, m, f) \cdot \frac{1}{2}$$

donde

$S(k, l, m, f) = 2^{n(k, l, m, f)/16}$, está definido en A 6.1

$C'(k, l)$: valor cuantificado correspondiente al nivel transmitido del cuantificador

$n(k, l, m, f)$ puede expresarse como:

$$n(k, l, m, f) = 16q + r$$

donde q (cociente) y r (resto) son números enteros, $0 \leq r < 16$

de forma que

$$Z'(k, l) = C'(k, l) \cdot 2^{q-1} \cdot 2^{r/16}$$

Los valores de 12 bits para $2^{r/16}$ vienen dados en el Cuadro A.7. Se puede utilizar el mismo conjunto de valores en el cuantificador.

$C'(k, l) \cdot 2^{q-1}$ se obtiene mediante un desplazamiento binario hacia la izquierda de $q-1$ bits efectuado en el valor de 12 bits $C'(k, l)$. Sólo son significativos los 12 bits situados más a la derecha del resultado, los cuales se utilizan en la multiplicación siguiente.

$Z'(k, l)$ es el resultado de multiplicar $C'(k, l) 2^{q-1}$ por $2^{r/16}$, truncado a 12 bits.

CUADRO A.7/J.81

Valores de $2^{r/16}$

r	$2^{r/16}$	$2048 \times 2^{r/16}$
0	1,0000000000	2048
1	1,00001011011	2139
2	1,00010111001	2233
3	1,00100011100	2332
4	1,00110000011	2435
5	1,00111101111	2543
6	1,01001100000	2656
7	1,01011010110	2774
8	1,01101010000	2896
9	1,01111010001	3025
10	1,10001010110	3158
11	1,10011100010	3298
12	1,10101110100	3444
13	1,11000001101	3597
14	1,11010101100	3756
15	1,11101010010	3922

A.7 Codificación de longitud variable para los coeficientes DCT y las diferencias del vector de movimiento

A.7.1 Trayecto de exploración para valores DCT cuantificados

Los valores DCT distintos de cero se cuantifican y se someten a una codificación de longitud variable (VLC). Las secuencias de ceros, de acuerdo con el trayecto de exploración mostrado en la Figura A.11, se codifican como secuencias globales.

0	2	6	12	20	28	36	44
1	5	11	19	27	35	43	51
3	7	13	21	29	37	45	52
4	10	18	26	34	42	50	57
8	14	22	30	38	46	53	58
9	17	25	33	41	49	56	61
15	23	31	39	47	54	59	62
16	24	32	40	48	55	60	63

a) Trayecto de exploración para la luminancia

0	2	3	9	10	20	21	35
1	4	8	11	19	22	34	36
5	7	12	18	23	33	37	48
6	13	17	24	32	38	47	49
14	16	25	31	39	46	50	57
15	26	30	40	45	51	56	58
27	29	41	44	52	55	59	62
28	42	43	53	54	60	61	63

b) Trayecto de exploración para la crominancia

FIGURA A.11/J.81

La transmisión de la última secuencia global de ceros en un bloque se impide anticipando el fin del bloque (EOB, *end of the block*). El decodificador supone que los últimos coeficientes en un bloque son todos ceros cuando se decodifican menos de 64 coeficientes.

Si hay uno o más coeficientes +1 entre dos secuencias de ceros, o entre una secuencia de ceros y el EOB, uno de ellos no se transmite, y el decodificador lo reinserta.

A.7.2 Asignación de palabras de código a los valores cuantificados y secuencias globales

Las palabras en la salida del codificador de longitud variable presentan la siguiente estructura:

$$\left| 1 X_i \right| \dots \left| 1 X_1 \right| \left| 0 X_0 \right|, \quad i = 0..8, X_i \in \{0, 1\}$$

$$\left| 1 X_8 \right| \dots \left| 1 X_1 \right| \left| 1 X_0 \right|, \quad X_i \in \{0, 1\}$$

donde $\left| \right|$ corresponde a un par de bits y \in indica una correspondencia.

El primer bit es el bit de continuación y, si es 0, el par actual es el último salvo el caso de una palabra con longitud 18; el segundo bit de cada par, y ambos bits del último par si la longitud de la palabra es 18, es el bit de información y puede tomar el valor 0 ó 1. La longitud de las palabras disponibles puede variar entre 2 y 18, como se indica en el Cuadro A.8, y las palabras con longitud inferior a 18 finalizan con un par $\left| 0 X_0 \right|$.

CUADRO A.8/J.81

Longitudes de palabras disponibles

i	Longitud de palabra (bit)	Estructura de palabra	Número de palabras
0	2	$0 X_0$	2
1	4	$1 X_1 0 X_0$	4
2	6	.	8
3	8	.	16
4	10	.	32
5	12	.	64
6	14	.	128
7	16	$1 X_7 \dots 0 X_0$	256
8	18	$1 X_8 \dots 0 X_0$	512
	18	$1 X_8 \dots 1 X_0$	512

El número total de palabras es 1534 de las cuales 66 se utilizan para codificar la secuencia global de ceros, las palabras especiales EOB_0 y EOB_1 , que señalan el final de cada bloque (véase A.8.1.4) y la palabra NULL (utilizada en caso de subdesbordamiento). Para evitar el subdesbordamiento, los valores cero pueden codificarse mediante la palabra NULL. En este caso puede codificarse una secuencia global de n ceros con n palabras NULL.

Se permite la combinación de las palabras NULL y de la serie global de ceros para obtener la longitud deseada de n .

La palabra NULL se considera como un valor normal, por lo que debe transmitirse «+1» entre dos palabras NULL.

Los códigos 11 11 11 11 11 11 11 11 11 y 10 10 10 10 10 10 10 10 10 están reservados.

Las restantes 1466 palabras están disponibles para codificar los niveles cuantificados entre -733 y $+733$.

Se emplean dos cuadros de asignación para valores de X (niveles cuantificados) inferiores a 17 y superiores a -17 y para secuencias globales de hasta 28 ceros. En el Cuadro A.9 el valor de los coeficientes de luminancia o crominancia asignados a las palabras de código difiere en 20 casos, por consiguiente se necesitan dos cuadros de asignación distintos para especificar dichos coeficientes de luminancia o crominancia. Las asignaciones de EOB_0 y EOB_1 son fijas en todos los cuadros.

CUADRO A.9/J.81

Asignación para los coeficientes de luminancia (Y) y crominancia (C)

Palabra de código					Y	C	Palabra de código					Y	C						
0	1				1		0	0				-1							
1	1	0	0		2		1	0	0	1		-2							
1	1	0	1		0*1		1	0	0	0		0*2							
1	1	1	0	0	0	0*3		1	0	1	1	0	1	0*4					
1	1	1	0	0	1	3	0*5	1	0	1	1	0	0	-3	0*6				
1	1	1	1	0	0	4	0*7	1	0	1	0	0	1	-4	0*8				
(	1	1	1	0	1	reservada, EOB ₁)	(	1	0	1	0	0	0	reservada, EOB ₀)					
1	1	1	0	1	0	0	0*5	3	1	0	1	1	1	0	1	0*6	-3		
1	1	1	0	1	0	1	0*7	4	1	0	1	1	1	0	0	0*8	-4		
1	1	1	0	1	1	0	0	0*9		1	0	1	1	1	0	0	0*10		
1	1	1	0	1	1	0	1	0*11		1	0	1	1	1	0	0	0*12		
1	1	1	1	1	0	0	0	5		1	0	1	1	1	0	1	-5		
1	1	1	1	1	0	0	1	6	0*13	1	0	1	1	1	0	0	-6	0*14	
1	1	1	1	1	1	0	0	7	0*15	1	0	1	1	1	0	1	-7	0*16	
1	1	1	1	1	1	0	1	8	0*17	1	0	1	1	1	0	0	-8	0*18	
1	1	1	1	1	1	0	0	0*13	6	1	0	1	1	1	1	0	1	0*14	-6
1	1	1	1	1	1	0	1	0*15	7	1	0	1	1	1	1	0	0	0*16	-7
1	1	1	1	1	1	0	0	0*17	8	1	0	1	1	1	1	0	1	0*18	-8
1	1	1	1	1	1	0	1	0*19		1	0	1	1	1	1	0	0	0*20	
1	1	1	1	1	1	0	0	0*21		1	0	1	1	1	1	0	1	0*22	
1	1	1	1	1	1	0	1	0*23		1	0	1	1	1	1	0	0	0*24	
1	1	1	1	1	1	0	0	0*25		1	0	1	1	1	1	0	1	0*26	
1	1	1	1	1	1	0	1	0*27		1	0	1	1	1	1	0	0	0*28	
1	1	1	1	1	1	0	0	9		1	0	1	1	1	1	0	1	-9	
1	1	1	1	1	1	0	1	10		1	0	1	1	1	1	0	0	-10	
1	1	1	1	1	1	0	0	11		1	0	1	1	1	1	0	1	-11	
1	1	1	1	1	1	0	1	12		1	0	1	1	1	1	0	0	-12	
1	1	1	1	1	1	0	0	13		1	0	1	1	1	1	0	1	-13	
1	1	1	1	1	1	0	1	14		1	0	1	1	1	1	0	0	-14	
1	1	1	1	1	1	0	0	15		1	0	1	1	1	1	0	1	-15	
1	1	1	1	1	1	0	1	16		1	0	1	1	1	1	0	0	-16	

NOTA – 0*n quiere decir una secuencia global de n ceros.

Los bits de información para los valores positivos y los correspondientes valores negativos se complementan, así como los bits de información para EOB₀ y EOB₁.

En el Cuadro A.10 figuran las asignaciones para secuencias globales de ceros entre 29 y 63 y para la palabra código NULL.

CUADRO A.10/J.81

Asignaciones para la secuencia global de ceros

Palabra de código						Secuencia de ceros	Palabra de código						Secuencia de ceros
11	10	10	10	10	00	0*29	10	11	11	11	11	00	0*30
11	10	10	10	10	01	0*31	10	11	11	11	11	01	0*32
11	10	10	10	11	00	0*33	10	11	11	11	10	00	0*34
11	10	10	10	11	01	0*35	10	11	11	11	10	01	0*36
11	10	10	11	10	00	0*37	10	11	11	10	11	00	0*38
11	10	10	11	10	01	0*39	10	11	11	10	11	01	0*40
11	10	10	11	11	00	0*41	10	11	11	10	10	00	0*42
11	10	10	11	11	01	0*43	10	11	11	10	10	01	0*44
11	10	11	10	10	00	0*45	10	11	10	11	11	00	0*46
11	10	11	10	10	01	0*47	10	11	10	11	11	01	0*48
11	10	11	10	11	00	0*49	10	11	10	11	10	00	0*50
11	10	11	10	11	01	0*51	10	11	10	11	10	01	0*52
11	10	11	11	10	00	0*53	10	11	10	10	11	00	0*54
11	10	11	11	10	01	0*55	10	11	10	10	11	01	0*56
11	10	11	11	11	00	0*57	10	11	10	10	10	00	0*58
11	10	11	11	11	01	0*59	10	11	10	10	10	01	0*60
11	11	10	10	10	00	0*61	10	10	11	11	11	00	0*62
11	11	10	10	10	01	0*63	10	10	11	11	11	01	Null

NOTA – 0*n quiere decir una secuencia global de n ceros.

A continuación se indican dos ejemplos sobre la utilización de las secuencias globales y las palabras de fin de bloque:

Ejemplo 1:

Coefficientes:	-2	0 0 0	+1	+1	0 0	+2	0 0 0 0	Fin de bloque
Palabras de código:	1001	111000	01	01	1000	1100	101101	111101
Transmitido:	1001	111000	01		1000	1100		111101

No se transmite un +1 porque hay dos +1 entre dos secuencias de ceros, y una secuencia de cuatro ceros no se transmite porque se anticipa la EOB.

Ejemplo 2:

Coefficientes:	-2	0 0 0 0 0 0 0 0	+1	Fin de bloque (EOB)
Palabras de código:	1001	11101100	01	111101
Transmitido:	1001	11101100		111101

No se transmite un +1 porque se encuentra entre una secuencia de nueve ceros y la EOB.

A.7.3 Codificación de los vectores de movimiento

La codificación predictiva de los vectores de movimiento se lleva a cabo a lo largo de una franja de bloques. A las componentes del error de predicción en las direcciones horizontal (MV_x) y vertical (MV_y) se les aplica una codificación de longitud variable de acuerdo con el Cuadro A.11. La predicción para el vector de movimiento de un macrobloque es el vector de movimiento del macrobloque anterior de la franja. La predicción para el primer macrobloque de una franja y para un macrobloque que sigue a un macrobloque codificado intratrama o intertrama es 0 para ambas coordenadas del vector de movimiento.

Las diferencias MV_x y MV_y del vector de movimiento se envían únicamente si:

- el macrobloque está codificado intercuadro; y
- la diferencia del vector de movimiento (MV_x, MV_y) es distinta de (0,0).

Los macrobloques correspondientes están identificados por MI = «10».

A.8 Alineación de trama de vídeo y corrección de errores en recepción

A.8.1 Alineación de trama de vídeo

Se produce un solo tren para datos sometidos a codificación de longitud variable (VLC) y a codificación de longitud fija (FLC, *fixed length coded*). Los datos se transmiten con el MSB en primer lugar.

A.8.1.1 Estructura general

Las tramas pares están organizadas de la forma siguiente:

FSW 00 FCP BOF

FSW 01 FCP BOF

FSW 10 FCP BOF

SSW SN₀ BO₀ TFY₀ TFC₀ (MI_j CT_j VLC_j)₀ [STUFF]CRC₀

:

SSW SN_i BO_i TFY_i TFC_i (MI_j CT_j VLC_j)_i [STUFF]CRC_i

:

SSW SN_{m-1} BO_{m-1} TFY_{m-1} TFC_{m-1} (MI_j CT_j VLC_j)_{m-1} [STUFF]CRC_{m-1}

$m = 36$ para un sistema a 50 Hz

$m = 31$ para un sistema a 60 Hz

i varía de 0 a $m-1$ para cada franja y j varía de 1 a 45 (posición del macrobloque en la franja).

VLC_j son datos con VLC para el macrobloque j -ésimo y toman la forma:

[MV_x, MV_y] VLC_{y1} EOB VLC_{cb} EOB VLC_{y2} EOB VLC_{cr} EOB

Las tramas impares están organizadas de forma similar, variando i de m a $2m-1$.

CUADRO A.11/J.81

Palabras de código para las diferencias del vector de movimiento

Palabra de código	MV _x o MV _y	Palabra de código	MV _x o MV _y
01	0	00	-0,5
11 00	+0,5	10 01	-1
11 01	+1	10 00	-1,5
11 10 00	+1,5	10 11 01	-2
11 10 01	+2	10 11 00	-2,5
11 11 00	+2,5	10 10 01	-3
(11 11 01 reservado,	EOB ₁)	(10 10 00 reservado,	EOB ₀)
11 10 10 00	+3	10 11 11 01	-3,5
11 10 10 01	+3,5	10 11 11 00	-4
11 10 11 00	+4	10 11 10 01	-4,5
11 10 11 01	+4,5	10 11 10 00	-5
11 11 10 00	+5	10 10 11 01	-5,5
11 11 10 01	+5,5	10 10 11 00	-6
11 11 11 00	+6	10 10 10 01	-6,5
11 11 11 01	+6,5	10 10 10 00	-7
11 10 10 10 00	+7	10 11 11 11 01	-7,5
11 10 10 10 01	+7,5	10 11 11 11 00	-8
11 10 10 11 00	+8	10 11 11 10 01	-8,5
11 10 10 11 01	+8,5	10 11 11 10 00	-9
11 10 11 10 00	+9	10 11 10 11 01	-9,5
11 10 11 10 01	+9,5	10 11 10 11 00	-10
11 10 11 11 00	+10	10 11 10 10 01	-10,5
11 10 11 11 01	+10,5	10 11 10 10 00	-11
11 11 10 10 00	+11	10 10 11 11 01	-11,5
11 11 10 10 01	+11,5	10 10 11 11 00	-12
11 11 10 11 00	+12	10 10 11 10 01	-12,5
11 11 10 11 01	+12,5	10 10 11 10 00	-13
11 11 11 10 00	+13	10 10 10 11 01	-13,5
11 11 11 10 01	+13,5	10 10 10 11 00	-14
11 11 11 11 00	+14	10 10 10 10 01	-14,5
11 11 11 11 01	+14,5	10 10 10 10 00	-15
11 10 10 10 10 00	+15	10 11 11 11 11 01	-15,5
11 10 10 10 10 01	+15,5	10 11 11 11 11 00	-16
11 10 10 10 11 00	+16	10 11 11 11 10 01	-16,5
11 10 10 10 11 01	+16,5	10 11 11 11 10 00	-17
11 10 10 11 10 00	+17	10 11 11 10 11 01	-17,5
11 10 10 11 10 01	+17,5	10 11 11 10 11 00	-18
11 10 10 11 11 00	+18	10 11 11 10 10 01	-18,5
11 10 10 11 11 01	+18,5	10 11 11 10 10 00	-19
11 10 11 10 10 00	+19	10 11 10 11 11 01	-19,5
11 10 11 10 10 01	+19,5	10 11 10 11 11 00	-20
11 10 11 10 11 00	+20	10 11 10 11 10 01	-20,5
11 10 11 10 11 01	+20,5	10 11 10 11 10 00	-21
11 10 11 11 10 00	+21	10 11 10 10 11 01	-21,5
11 10 11 11 10 01	+21,5	10 11 10 10 11 00	-22
11 10 11 11 11 00	+22	10 11 10 10 10 01	-22,5
11 10 11 11 11 01	+22,5	10 11 10 10 10 00	-23
11 11 10 10 10 00	+23	10 10 11 11 11 01	NULL
11 11 10 10 10 01	+23,5	10 10 11 11 11 00	-23,5
11 11 10 10 11 00	+24	10 10 11 11 10 01	-24
11 11 10 10 11 01	+24,5	10 10 11 11 10 00	-24,5
11 11 10 11 10 00	+25	10 10 11 10 11 01	-25
11 11 10 11 10 01	+25,5	10 10 11 10 11 00	-25,5
11 11 10 11 11 00	+26	10 10 11 10 10 01	-26
11 11 10 11 11 01	+26,5	10 10 11 10 10 00	-26,5
11 11 11 10 10 00	+27	10 10 10 11 11 01	-27
11 11 11 10 10 01	+27,5	10 10 10 11 11 00	-27,5
11 11 11 10 11 00	+28	10 10 10 11 10 01	-28

A.8.1.2 Contenido detallado

FSW	Palabra de sincronización de trama (47 «1»s + «0») (véase nota 1)	48 bits
00 } 01 } 10 }	Se utiliza para identificar la triple repetición de FSW, FCP y BOF	2 bits
FCP	Parámetros de codificación de trama (<i>field coding parameters</i>) (véase A.8.1.3)	30 bits
BOF	Trama de ocupación de memoria intermedia (<i>buffer occupancy at the field level</i>) (medida al principio de la trama activa inmediatamente antes de insertar la primera FSW en la memoria intermedia) (véase la Nota 2)	16 bits
SSW	Palabra de sincronización de una franja (<i>stripe synchronization word</i>) («0» + 46 «1»s + «0»)	48 bits
BO	Ocupación de la memoria intermedia (<i>buffer occupancy</i>) (indica la ocupación de la memoria intermedia en el codificador inmediatamente antes de insertar la SSW de la franja actual en la memoria intermedia) (véase la Nota 2)	16 bits
<u>SN_i</u>	Número de franja (<i>stripe number</i>) para la franja <i>i</i> -ésima; la gama se extiende de 0 a 71 {sistema de 50 Hz}: 0 a 35 {trama par} 36 a 71 {trama impar} el MSB se fija a «0» la gama se extiende de 0 a 61 {sistema a 60 Hz}: 0 a 30 {trama par} 31 a 61 {trama impar} Los dos MSB se fijan a «0»	8 bits
TFY _i	Factor de transmisión para la luminancia (<i>transmission factor for luminance</i>) en la franja <i>i</i> -ésima (de 0 a 175)	8 bits
TFC _i	Factor de transmisión para la cromaticidad (<i>transmission factor for chrominance</i>) en la franja <i>i</i> -ésima (de 0 a 175)	8 bits
CRC _i	Código de redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy code</i>) para la franja <i>i</i> -ésima (debe aplicarse a todos los bits de la franja codificada excluyendo la SSW) El polinomio generador es $1 + x^2 + x^{15} + x^{16}$	16 bits
MI _j	Identificación de modo (<i>mode identification</i>) 00 modo intratrama 01 modo intertrama 10 modo intercuadro con compensación del movimiento [diferencia del vector de movimiento ≠ (0,0)] 11 modo intercuadro con compensación del movimiento [diferencia del vector de movimiento = (0,0)]	2 bits
CT _j	Criticidad (de 0 a 3)	2 bits
MV _x	VLC palabra de código asociada con el error de predicción de movimiento en la dirección horizontal (véase el Cuadro A.11 en A.7) (véase la Nota 4)	variable
MV _y	VLC palabra de código asociada con el error de predicción de movimiento en la dirección vertical (véase el Cuadro A.11 en 7) (véase la Nota 4)	variable

VLC _{y1}	Palabras con VLC para el primer bloque Y en el macrobloque	variable
VLC _{cb}	Palabras con VLC para el bloque C _B en el macrobloque	variable
VLC _{y2}	Palabras con VLC para el segundo bloque Y en el macrobloque	variable
VLC _{cr}	Palabras con VLC para el bloque C _R en el macrobloque	variable
[STUFF]	Bits de relleno (véase la Nota 3)	2, 4, 6, 8, 10, 12 ó 14 bits
EOB	Código de fin de bloque (véase A.8.1.4)	6 bits

(EOB₀ = «10 10 00» EOB₁ = «11 11 01»)

NOTAS

1 El tren de datos de vídeo se organiza en palabras de 16 bits. Para facilitar la sincronización, FSW y SSW se alinean al principio de estas palabras.

2 La mínima ocupación de la memoria intermedia del codificador es de 128 kbit. La máxima ocupación de la memoria intermedia del codificador es de 1 572 864 kbit menos 128 kbit. La ocupación de la memoria intermedia en el codificador se mide en bits y tiene una longitud de 21 bits. La condición de vacío es igual a «cero» y sólo se transmiten los 16 bits más significativos.

3 Para asegurar que el número de bits codificados correspondiente a una franja es un número entero múltiplo de 16 bits, se insertan bits de relleno entre el último macrobloque codificado de la franja y el CRC, caso de ser necesario. Como el número de bits codificado es par, las posibles configuraciones para los bits de relleno son: (00)**n*, siendo *n* = 1,2,3,4,5,6 ó 7, y (00)**n* significa *n* repeticiones.

4 MV_x y MV_y se transmiten únicamente cuando el modo MI_j = 10.

A.8.1.3 Definición de los datos sobre el estado y la información de fase en el múltiplex de vídeo

Parámetros de codificación de trama (FCP, *field coding parameters*)

MSB	r	VF	AR	r	ST	VA	FS	SL	BA	SCP	LSB
	2	3	1	3	1	1	3	1	7	8	

r Bits reservados, se ponen a «0», ignorados por el receptor

VF Formato de vídeo (*video format*)

000 = 4:2:2, 001 = PAL, 010 = NTSC
011 = SECAM, 100 = MAC

AR Formato de imagen (*aspect ratio*)

0 = 4:3
1 = 16:9

ST Tipo de sistema (*system type*)

0 = 50 Hz, 1 = 60 Hz

VA Conmutación en eje V (PAL) (*v-axis*)

VA = 1 para fase positiva en la primera línea de cada trama

FS	Secuencia de trama (<i>field sequence</i>)	Cuadro	Trama
	000	1	1
	001	1	2
	010	2	3
	011	2	4
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	111	4	8

SL Relación subportadora/frecuencia de línea (*sub-carrier/line frequency relationship*)

0 = correcta

BA Amplitud de la ráfaga (*burst amplitude*) (únicamente para PAL y NTSC).

La amplitud de la ráfaga de subportadora se cuantifica como la señal de luminancia definida por la Recomendación UIT-R BT.601, omitiendo el MSB.

SCP Fase de la subportadora (*sub-carrier phase*) (únicamente para PAL y NTSC).

Fase de la subportadora de referencia en el dato de sincronización de trama con respecto al comienzo de la trama como define la Recomendación UIT-R BT.470 [8] del CCIR, transmitiéndose en primer lugar el MSB.

Escala: 0 = $([360^\circ/256] \times 0)$

1 = $([360^\circ/256] \times 1)$

... = ...

255 = $([360^\circ/256] \times 255)$

A.8.1.4 Generación de la secuencia de EOB

Se asignan dos palabras VLC al suceso fin de bloque: EOB₀ y EOB₁. En el codificador se genera una secuencia pseudoaleatoria, cuya repetición es igual al número de bloques (180) en una franja de bloques de vídeo. El generador pseudoaleatorio se reinicializa al principio de cada franja. Al final de cada bloque, el generador pseudoaleatorio avanza un bit y la salida del generador, 0 ó 1, determina cuál de las dos palabras EOB, EOB₀ y EOB₁, se inserta como delimitador del bloque.

El generador pseudoaleatorio se basa en el siguiente polinomio:

$$g(x) = 1 + x^5 + x^9$$

y corresponde al sistema de realimentación ilustrado en la Figura A.12.

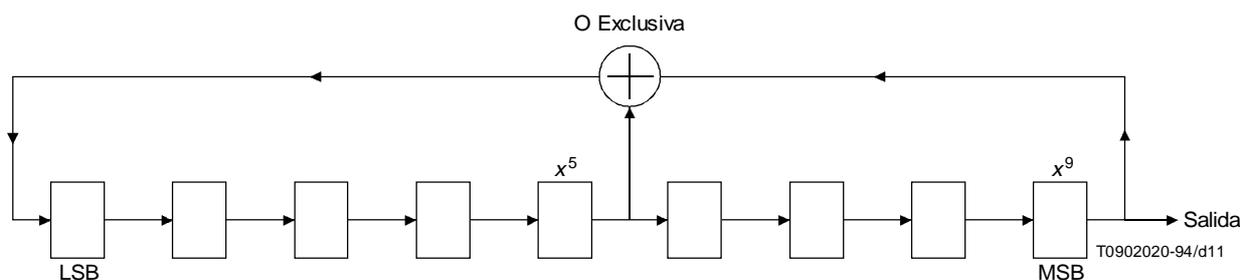


FIGURA A.12/J.81

Disposición de la realimentación del generador pseudoaleatorio

EOB₀ y EOB₁ corresponden respectivamente a un «0» y «1» a la salida del generador pseudoaleatorio.

El valor inicial del registro de desplazamiento al principio de cada franja es:

$$\text{LSB} \rightarrow 100111000$$

Con esta configuración, el valor inicial al principio de una franja puede obtenerse también invirtiendo simplemente el LSB del contenido del registro de desplazamiento al final de la franja precedente.

Los estados sucesivos del generador pseudoaleatorio son los siguientes:

Estado 1	100111000 (principio de una franja)
Estado 2	110011100
Estado 3	111001110
.	.
.	.
.	.
Estado 180	001110001 (fin de la franja)
Siguiente estado	000111000
Estado 1	100111000 (comienzo de la franja siguiente)

A.8.2 Protección contra errores y corrección de errores en recepción

La señal transmitida se protege de los errores de transmisión mediante un código RS (*Reed Solomon*) (255,239) utilizado para corregir errores de 8 octetos por entrelazado de 2 octetos.

El polinomio generador del código RS viene dado por la expresión:

$$\prod_{i=0}^{15} (x + \alpha^i)$$

siendo α una raíz del polinomio binario primitivo $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

Un octeto de datos ($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$) se identifica con el elemento $d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 + \dots + d_1\alpha + d_0$ en el GF campo de galois (GF, *galois field*) (256), teniendo la trama finita 256 elementos.

La redundancia de la codificación de errores en recepción es 6,69%. El tren de datos se entrelaza en una operación de dos etapas que se indica a continuación.

Primera etapa

El tren de datos en la salida del codificador de vídeo se dispone en una matriz de 16 filas y 239 columnas. Cada columna corresponde a una palabra de 16 bits de datos de vídeo. La primera columna se reserva y la ignora el decodificador.

El código RS (255,239) se calcula en cada una de las dos filas de octetos y se añade a la fila correspondiente el grupo de control de error de 16 octetos. La secuencia de escritura se efectúa de la columna 1 a la columna 238, en el orden de la secuencia ilustrada en la Figura A.13.

Segunda etapa

Tres bloques sucesivos, formados en la primera etapa, se entrelazan columna por columna para constituir el bloque mostrado en la Figura A.14. Los números hacen referencia a la secuencia de octetos de datos de vídeo que pasan de la capa de alineación de trama de vídeo a la primera etapa de protección contra errores. La transmisión se efectúa leyendo octetos columna por columna.

A.9 Servicios adicionales

A.9.1 Audio

Para el transporte de los servicios de audio a través del códec se proporciona un máximo de dos canales distintos que aparecen en el múltiplex como octetos A y A', siendo A el canal primario y A' el canal de datos de audio suplementario. Modificando la frecuencia de aparición de los octetos A y A' en el múltiplex, pueden utilizarse velocidades de canal de 2048 kbit/s o 1544 kbit/s de manera individual o formando un par. La capacidad de datos no utilizada para audio se utiliza para datos de vídeo. Los canales A y A' pueden funcionar de forma síncrona o asíncrona y deben utilizarse con códecs de audio adecuados que posean sus propios mecanismos de protección de datos.

A.9.2 Canal de supervisión

A.9.2.1 Consideraciones generales

El canal de supervisión cursa información relativa al funcionamiento del codificador y a la gestión de la transmisión.

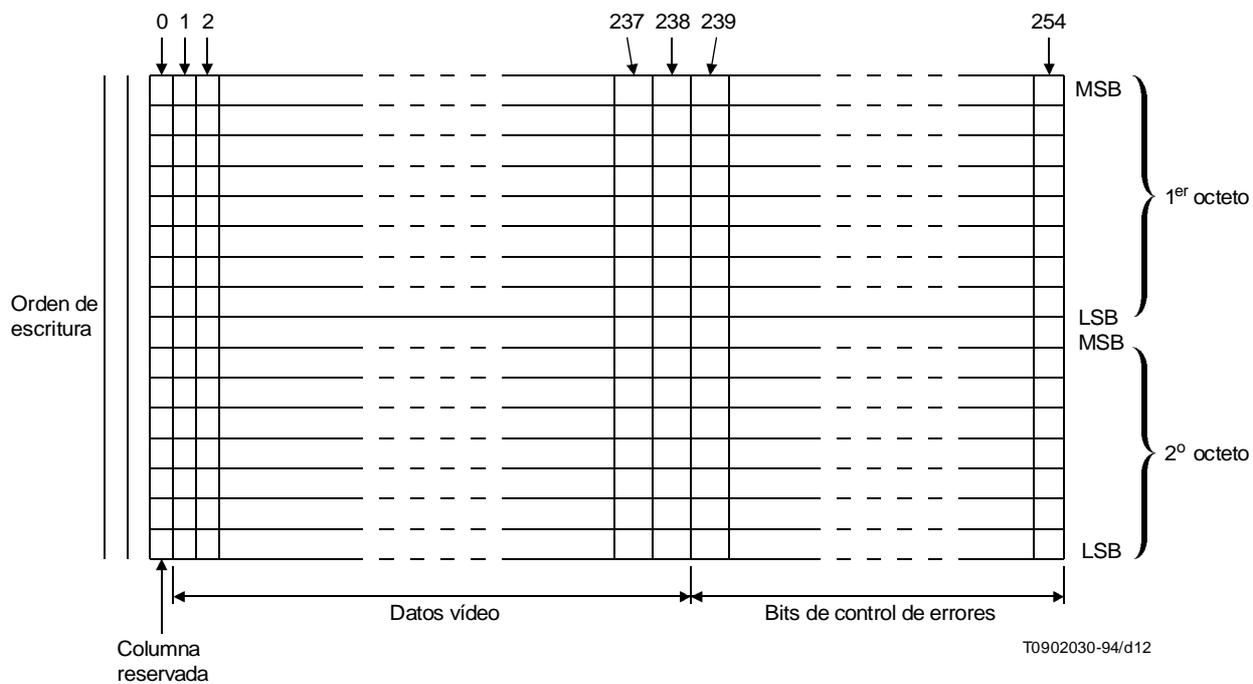


FIGURA A.13/J.81
Matriz del tren de datos

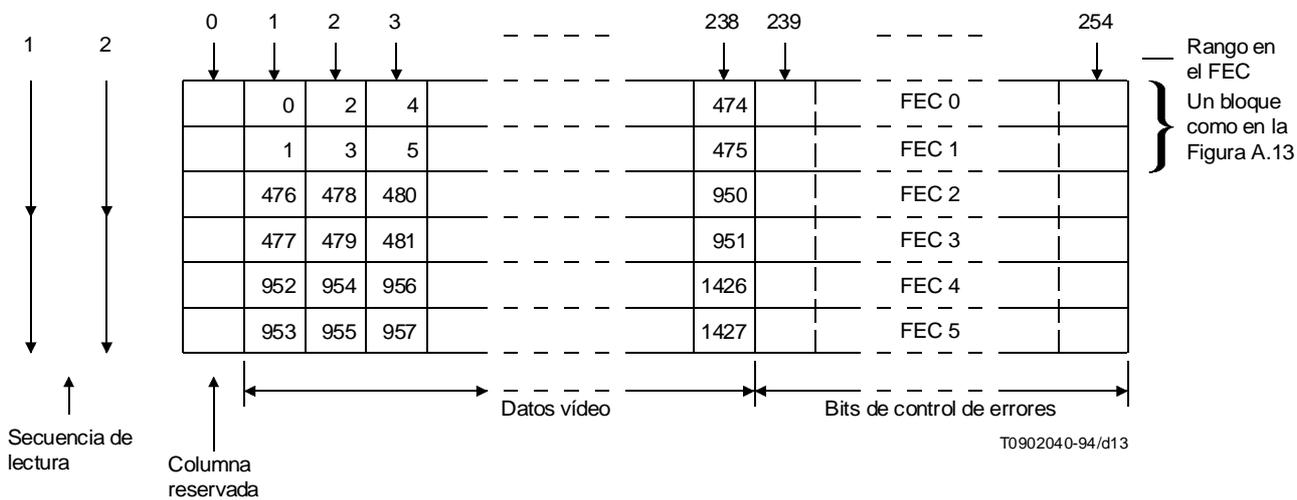


FIGURA A.14/J.81
Configuración del superbloque

Parte de esta información está relacionada directamente con el códec y se especifica en A.9.2. En etapas posteriores puede definirse otro tipo de información.

El requisito de que los diversos tipos de mensajes se inserten en serie en el canal exige la utilización de un protocolo que admita mensajes de usuario eventualmente largos, pero que garantice a la vez un tiempo de transmisión suficientemente breve para los mensajes de servicio urgentes, tales como alarmas.

A tal efecto, la organización del canal de supervisión debe adaptarse a las reglas elaboradas para el formateo de datos de usuario en la interfaz de audio digital de la Recomendación UIT-R BT.656 [9].

Para la transmisión de los mensajes códec fundamentales necesarios sólo es preciso implantar la parte de formato descrita más adelante. Los parámetros introducidos para mantener total compatibilidad con el formato completo figuran entre corchetes [].

La definición del canal de supervisión comprende las siguientes partes:

- definición del mensaje;
- estructura del paquete;
- estructura del cuadro;
- gestión del canal;
- reglas de ampliación

A.9.2.2 Definición del mensaje

A.9.2.2.1 Alarmas (obligatoria, dirección FE hex, prioridad 3)

Mensajes de indicación de alarmas. La condición de alarma es un «cero» lógico. Comprende:

Octeto 0: alarmas relativas al propio codificador

- bit 0 (LSB) avería en el sistema de alimentación
- bit 1 error de la base de tiempos en el multiplexor
- bit 2 avería en la cadena de procesamiento de vídeo
- bit 3 avería en la cadena de procesamiento de audio
- bits 4-7 reservados (se ponen a «uno» lógico)

Octeto 1: alarmas relativas a la entrada de vídeo

- bit 0 (LSB) no hay señal de entrada (interfaz analógica), avería en la conexión (interfaz digital)
- bit 1 error en la base de tiempos
- bit 2 señal de entrada fuera de especificaciones (el codificador no funciona adecuadamente)
- bit 3 señal de entrada fuera de especificaciones (el codificador aún puede funcionar, posiblemente con calidad reducida)
- bits 4-7 reservados (se ponen a «uno» lógico)

Octeto 2: alarmas relativas a las señales auxiliares en el intervalo de supresión de trama de vídeo

- bits 0-7 reservados (se ponen a «uno» lógico)

Octeto 3: alarmas relativas a la entrada o entradas de audio

- bit 0 (LSB) avería en la conexión (únicamente interfaz digital)
- bit 1 error en la base de tiempos
- bit 2 señal de entrada fuera de especificaciones (el codificador no funciona adecuadamente)
- bit 3 señal de entrada fuera de especificaciones (el codificador aún puede funcionar, pero posiblemente con calidad reducida; por ejemplo, saturación de las entradas analógicas)
- bits 4-7 reservados (se ponen a «uno» lógico)

A.9.2.2.2 Estructura múltiplex (obligatoria, dirección FD hex, prioridad 2)

Este mensaje proporciona información relativa a la estructura múltiplex que debe utilizar el equipo de supervisión de la red, caso de ser necesario.

- Octeto 0: copia de la palabra de 8 bits cursada por el bit m_2 en el octeto J4 del múltiplex. LSB corresponde al bit transportado en la trama 0, MSB corresponde al bit transportado en la trama 7.
- Octeto 1: copia de los bits cursados a través del bit m_3
- Octeto 2: copia de los bits cursados a través del bit m_4
- Octeto 3: formato de vídeo como se especifica en la trama FCP del múltiplex de vídeo
 - bit 0 (LSB) tipo de sistema
 - bit 1 formato de imagen
 - bits 2-4 formato de vídeo
 - bits 5-7 reservados (se ponen a «uno» lógico)
- Octeto 4: método de codificación de la señal de sonido
 - 00 no especificado
 - 01 de acuerdo con la Recomendación UIT-R CMTT.724 [10]
 - otros reservados (se ponen a «uno» lógico)

A.9.2.2.3 Identificación de la fuente (opcional, dirección FC hex, prioridad 2)

Cadena alfanumérica definida por el usuario de hasta 15 caracteres ASCII. MSB se pone a «0». No se permiten caracteres de control que no dejen impresión (códigos 01 hex a 1F hex y 7F hex).

A.9.2.2.4 Identificación del destino (opcional, dirección FB hex, prioridad 2)

Cadena alfanumérica definida por el usuario de hasta 15 caracteres ASCII. MSB se pone a «0». No se permiten caracteres de control que no dejen impresión (código 01 hex a 1F hex y 7F hex).

A.9.2.2.5 Identificación del codificador (opcional, dirección FA hex, prioridad 2)

Cadena alfanumérica definida por el usuario de hasta 15 caracteres ASCII. Puede utilizarse para distinguir cada uno de los codificadores en la red. MSB se pone a «0». No se permiten caracteres de control que no dejen impresión (códigos 01 hex a 1F hex y 7F hex).

A.9.2.2.6 Otros mensajes

Debe ampliarse la lista actual de mensajes, siempre que se ajusten a las necesidades del sistema ampliado. En particular, los mensajes superiores a 15 octetos deben segmentarse para limitar la longitud de los paquetes.

A.9.2.2.7 Encabezamiento

Cada mensaje va precedido por el siguiente octeto de encabezamiento:

- bits 0-3 Longitud de mensaje en octetos, excluyendo el encabezamiento (LSB es el bit 0).
- bit 4 Se pone a «0» [«1» indica codificación de longitudes superiores a 15 octetos].
- bits 5-7 Índice de mensajes de continuidad de 3 bits enviados con una dirección determinada. No se incrementa en caso de repetición del mensaje anterior.

A.9.2.3 Estructura del paquete

Los mensajes precedidos por el encabezamiento descrito anteriormente [y segmentado si es necesario, en el caso de modo ampliado] se insertan en paquetes.

Un paquete consta de:

- Un octeto de dirección* – Identifica la naturaleza del mensaje. Esta dirección se especifica en A.9.2.2 para mensajes ya definidos (en caso de un sistema ampliado, puede añadirse un octeto de ampliación de dirección).

- Un octeto de control* – Estructurado de la forma siguiente:
- bits 0 y 1 Índice de prioridad [utilizado para gestionar la compartición de recursos cuando sea necesario]. Véase A.9.2.2 para los mensajes ya definidos.
 - bits 2 a 4 Índice de continuidad referido a paquetes enviados con una dirección determinada. No se incrementa en caso de repetición del mensaje precedente. Para mensajes de un solo segmento, este índice puede ser igual al de repetición del mensaje.
 - bit 5 «0» [utilizado para ampliar la dirección del soporte lógico].
 - bits 6 y 7 b6 = «0», b7 = «1» [utilizados para enlazar mensajes segmentados].
 - el mensaje [o segmento de mensaje].

A.9.2.4 Estructura de la trama

Los paquetes definidos anteriormente (un máximo de 19 octetos) se transmiten en las tramas de control de alto nivel para enlaces de datos (HDLC, *high-level data link control*) [11] en el canal de supervisión de 8 kHz proporcionado por el bit s del contenedor.

Una trama HDLC comprende:

- una bandera de comienzo: «01111110»;
- un paquete;
- un CRC detector de errores de 16 bits Secuencia de comprobación de trama (FCS, *frame check sequence*);
- una bandera de finalización, idéntica a la de comienzo.

Para evitar que los datos puedan confundirse con banderas por los datos, HDLC define un método para suprimir largas cadenas de unos en los datos o zonas de CRC.

Se ignorarán todos los mensajes recibidos de forma incorrecta, de acuerdo con las reglas HDLC. Además, también deben ignorarse los mensajes enviados a direcciones no reconocidas por el receptor.

A.9.2.5 Gestión del canal

Las tramas HDLC se organizan en bloques que comienzan cada 800 ± 1 bits (tasa de repetición de 10 Hz).

Cada bloque comienza con la transmisión del mensaje de alarma (dirección FE hex), seguido por otras tramas HDLC en cualquier orden. Entre transmisiones de tramas HDLC sucesivas debe evitarse el modo «inactivo».

Una vez enviadas todas las tramas que deben transmitirse en un bloque, el canal se rellena de «unos» (modo «inactivo») hasta el comienzo del nuevo bloque.

Este procedimiento es compatible con el sistema ampliado y permite, en caso de ser necesario, la inserción en sentido descendente de otros datos.

Para evitar la saturación del canal, se recomienda que el codificador envíe mensajes definidos con prioridad 2 cada dos o tres bloques y con una distribución aproximadamente uniforme en bloques sucesivos.

A.9.2.6 Reglas de ampliación

La ampliación a la transmisión de otros mensajes, si es necesario, se basará en el protocolo estudiado por la AES para la transmisión de datos de usuario a través de una interfaz de audio digital profesional.

Sin embargo, debe señalarse que la reducida velocidad binaria disponible tendrá consecuencias en el comportamiento del sistema en tiempo real y en la definición de niveles de prioridad.

El campo de dirección 00 a 7F hex está atribuido a aplicaciones definidas por el usuario. Todas las direcciones sin definir en el campo 80 hex a FF hex se reservan.

A.9.3 Trama de transmisión para teletexto y otros datos digitales insertados durante los intervalos de supresión de imagen

Este punto se refiere a la utilización de un canal a 384 kbit/s para cursar teletexto y otras señales que se encuentran en el intervalo de supresión vertical (VBI, *vertical blanking interval*) de una señal de televisión. El teletexto normalmente está presente únicamente para distribución pero puede que esto no sea así en el futuro, o cuando se utilice la codificación «teletext» para posibilitar la transmisión de datos durante la contribución; por ejemplo, datos auxiliares cursados en la interfaz 4:2:2.

A.9.3.1 Introducción

La trama se optimiza para la transmisión de los diversos sistemas de teletexto descritos en la Recomendación UIT-R BT.653[12], pero también puede utilizarse en otras formas de mensajes. Pueden definirse hasta 4096 mensajes entre los cuales el teletexto constituye una clase particular.

Cada mensaje comprende un identificador de tipo, un indicador de longitud y el propio campo de datos.

Cada trama tiene una longitud fija y consta de una palabra de sincronización, un estado de cuadro, un campo de 46 octetos que transporta un mensaje (o posiblemente dos) y bits de protección.

Cuando la velocidad binaria de transmisión atribuida rebasa la velocidad binaria de datos necesaria, se transmiten campos de datos ficticios. Por consiguiente, no es preciso justificar las tramas en la transmisión múltiplex.

A.9.3.2 Estructura de la trama

La trama se compone de la siguiente información (véase la Figura A.15). En todas las tramas se envía en primer lugar el MSB:

- una palabra de sincronización de 10 bits 010011011X (véase la Nota 1 del Cuadro A.13)
- un encabezamiento de trama de 4 bits que incluye
 - un identificador de tipo de sistema 0:625/50 1:525/60
 - un bit de reserva puesto a cero
 - un estado de trama 2 bits, véase A.9.3.3
- un encabezamiento de mensaje de 24 bits que incluye
 - un identificador de tipo de mensaje de 12 bits
 - un identificador de trama (véase la Nota 2 del cuadro A.13) 0: primera trama
1: segunda trama
2: tercera trama
3: cuarta trama
 - un indicador de longitud de mensaje de 6 bits
 - una palabra de paridad entrelazada de 4 bits: BIP-4 (paridad par calculada en el encabezamiento de la trama y en el encabezamiento de mensaje)
- según el estado de la trama,
- un campo de datos de 43 octetos para un mensaje sencillo; o
 - un campo de datos de 20 octetos para un primer mensaje
 - un encabezamiento de segundo mensaje (BIP-4 se aplica igualmente al encabezamiento de trama)
 - un segundo campo de datos de 20 octetos para un segundo mensaje
- un código de protección de 18 bits, BCH (390, 372), calculado en toda la trama, salvo la palabra de sincronización (véase la Nota 3 del Cuadro A.13)

A.9.3.3 Atribución de campos de datos

Los mensajes cuya longitud es de 43 octetos o inferior se insertan en el campo de datos apropiado. Si la longitud del mensaje es menor que la capacidad del campo de datos, los últimos octetos se ponen a cero. El indicador de longitud toma valores de 1 a 43 (o de 1 a 20).

Las tramas de campos de datos sencillas se indican por un estado igual a cero.

Las tramas de campos de datos dobles se indican por un estado igual a uno.

Si se van a transmitir mensajes de longitud superior a 43 octetos, se dividen en segmentos de 43 octetos que se envían en tramas sucesivas con el mismo identificador de tipo de mensaje. El indicador de longitud del último segmento señala el número de octetos útiles de este segmento. El indicador de longitud de otros segmentos empieza a partir de 48 y se incrementa en una unidad de trama a trama (63 pasa a ser 48).

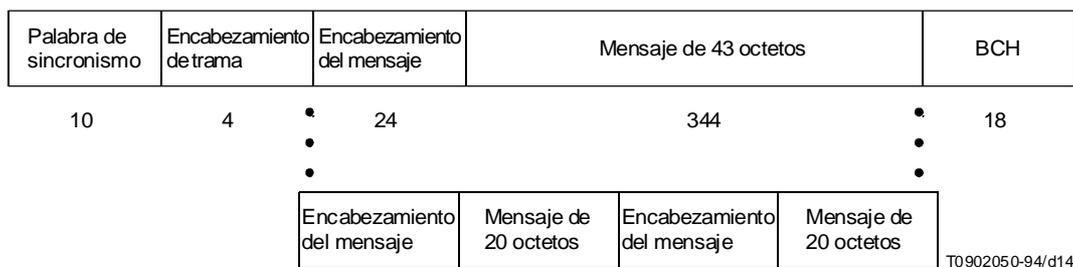


FIGURA A.15/J.81
Estructura de la trama

El estado de la trama se codifica de la forma siguiente:

- 0: trama con un solo campo de datos de 43 octetos (longitud del mensaje de hasta 43 octetos);
- 1: trama con dos campos de datos de 20 octetos;
- 2: tramas de un mensaje segmentado, excepto el último;
- 3: última trama de un mensaje segmentado.

Los campos de datos sin utilizar se señalan mediante un identificador de tipo de mensaje de valor cero. Todos los bits del campo de datos se ponen a cero.

A.9.3.4 Mensajes de teletexto

Los mensajes de teletexto están constituidos por la unidad de datos completa especificada para el sistema. Para el sistema de teletexto B en sistemas de televisión de 525/60, se añade un octeto ficticio, puesto a cero, al final de la unidad de datos. Las longitudes de los mensajes se muestran en el Cuadro A.12.

CUADRO A.12/J.81

Longitudes de los mensajes de teletexto

Sistema de teletexto	Longitud del mensaje (625/50)	Longitud del mensaje (525/60)
A	38	
B	43	36
C	34	34
D		35

El tipo de mensaje identificado es de la forma 1111000XXXXX. Los 5 LSB constituyen un identificador de línea (U) que indica el número de línea (véase la Nota 4 del Cuadro A.13), como indica el cuadro 13.

A.9.4 Formato de transmisión de las líneas de prueba en un canal de 128 kbit/s

A.9.4.1 Introducción

En intervalos de 5 tramas se digitaliza una línea de prueba de acuerdo con la estructura de muestreo definida en A.9.4.2. Los datos se presentan a una memoria intermedia de transmisión y a continuación se transmiten en un formato (descrito en A.9.4.3) por un canal a una velocidad binaria de 128 kbit/s.

Si se utilizan 3 líneas de prueba por trama, se muestran de forma secuencial. Por consiguiente, las líneas deben repetirse 15 veces cuando se reinserten en el decodificador.

CUADRO A.13/J.81

Identificadores de línea

(LI)		625/50	(LI)		525/60
0	=	línea 1/314	0	=	línea 1/264
1	=	línea 2/315	1	=	línea 2/265
2	=	línea 3/316	2	=	línea 3/266
.			.		
.			.		
20	=	línea 21/334	20	=	línea 21/284
21	=	línea 22/335	21	=	línea 260/523
22	=	línea 311/624	22	=	línea 261/524
23	=	línea 312/625	23	=	línea 262/525
24	=	línea 313	24	=	línea 263
25 a 31		no utilizadas	25 a 31		no utilizadas

NOTAS

- 1 X alterna entre «0» y «1». El principio de la palabra de sincronización coincide con el inicio de un nuevo octeto en el soporte (véase A.10).
- 2 La numeración de las tramas se realiza de acuerdo con la Recomendación UIT-R BT.470 [8]. El código corresponde al número de trama del que se extrae la unidad de datos actual.
- 3 El código es un BCH abreviado (511, 492) cuyo polinomio generador es el siguiente:

$$g_x = (x^9 + x^4 + 1)(x^9 + x^6 + x^4 + x^3 + 1)$$
- 4 La numeración de las líneas se realiza de acuerdo con la Recomendación UIT-R BT.470. El código corresponde al número de línea del que se extrae la unidad de datos actual.

Para mantener la coherencia de fase de la subportadora en las líneas compuestas, deben reinsertarse las líneas de prueba en las tramas con el mismo número de trama (1 a 8 para PAL). Esto significa que debe almacenarse 8 veces el número de líneas de prueba utilizadas por trama.

A.9.4.2 Muestreo de la línea de prueba

La línea de prueba se muestrea de acuerdo con las reglas de muestreo de luminancia indicadas en la Recomendación UIT-R BT.601, con las siguientes diferencias:

- se utiliza una escala de 10 bits, con una gama de 0 a 1023;
- el negro corresponde a 288 (32 + 256);
- el 100% del blanco corresponde a 726.

Esta estructura de muestreo permite valores por debajo del nivel de negro (señales compuestas) con doble resolución. Corresponde a las normas de la Recomendación UIT-R BT.601 con una resolución de 9 bits, ampliación de escala y un desplazamiento de la misma de 256.

A.9.4.3 Formato

La transmisión de una línea de prueba comienza tras el muestreo de la misma y tiene el siguiente formato:

00	S	R	FS	L	E	D1	D2		Dn	00
----	---	---	----	---	---	----	----	--	----	----

Inicio de trama, módulo de 5 tramas

S Palabra de sincronización [32 «1» + «00010010»]

[El comienzo de la palabra de sincronización coincide con el inicio de un nuevo octeto en el soporte (véase el A.10).]

R Bits reservados, 3 bits (normalmente = 0)

FS Estado de la trama, 3 bits

0 0 0 trama uno

0 0 1 trama dos

. . . .

. . . .

. . . .

1 1 1 trama ocho

L Identificador de línea, 5 bits. La misma asignación que para teletexto (véase el Cuadro A.13).

E Protección contra errores, 5 bits

R, FS y L se protegen mediante un código de Hamming ampliado (16,11)

[código (15,11) + paridad par] generado mediante el polinomio $x^4 + x + 1$ + bit de paridad par

Dn Palabra de datos + paridad, 12 bits

d0: MSB

d9: LSB

d10: Reservado (por ejemplo, resolución más elevada) de no ser así = 0

p: Bit de paridad, paridad par sobre d0, d1, d2, d3, d4.

Pares de palabras consecutivas se entrelazan de la forma siguiente (' quiere decir segunda muestra):

d0 d'0 d5 d'5 seguido de

d1 d'1 d6 d'6 seguido de

d2 d'2 d7 d'7 seguido de

d3 d'3 d8 d'8 seguido de

d4 d'4 d9 d'9 seguido de

p p' d10 d'10

La primera muestra, D1, se corresponde con la primera muestra de una línea digital (tras el código de referencia para la temporización del vídeo activo) definida en la Recomendación UIT-R BT.656 [9].

El número n de palabras de datos es 864 para sistemas de 625 líneas y 858 para sistemas de 525 líneas, respectivamente.

El número de octetos restantes hasta los datos de la siguiente línea de prueba depende del tipo de sistema y debe rellenarse con octetos de ceros.

A.9.5 Transmisión de un código de tiempo de 80 bits en serie en un canal de 8 kHz dedicado

El código de tiempo, definido en la publicación 461 de la CEI [13] se demodula en primer lugar y a continuación es justificado en cuadros de transmisión sucesiva de 9 bits de longitud.

Cada cuadro contiene 2 ó 3 bits de datos de código de tiempo, la indicación de justificación y la redundancia para corrección de errores. Está constituido de la forma siguiente (en primer lugar se transmite d0):

- d0: primer bit de datos del código de tiempo;
- d1: segundo bit de datos del código de tiempo;
- d2: tercer bit de datos del código de tiempo (o bit de justificación);

- ij' : indicación de justificación («1» si se utiliza d2);
- p0: O exclusiva de (d0, d1, ij);
- p1: O exclusiva de (d1, d2, ij);
- p2: O exclusiva de (d0, d1, d2) complementada;
- p3: O exclusiva de (d0, d2, ij);
- ij' : repetición de ij .

NOTAS

- 1 p0-p3 se complementan y constituyen un código ampliado de Hamming que protege d0, d1, d2 e ij . En caso de doble detección de error, puede utilizarse ij' en vez de ij .
- 2 En caso de pérdida de sincronismo en recepción, todas las palabras de código recibidas se detectan con error.
- 3 En el decodificador puede garantizarse la temporización precisa entre el código de tiempo y las componentes de vídeo, controlando el instante de emisión de la palabra de sincronismo del código de tiempo.

A.10 Servicio múltiplex

A.10.1 Introducción

El servicio múltiplex se basa en un conjunto de dos contenedores de TV compatibles, organizados de acuerdo con una estructura de 8 kHz orientada a octeto.

Permite la multiplexión de:

- un canal de vídeo;
- cero, uno o dos canales para audio (1544 kbit/s ó 2048 kbit/s) (véanse las Notas 1, 2, 3 y 7);
- cero, uno o dos canales de 384 kbit/s para aplicaciones de teletexto/auxiliares (véanse las Notas 6 y 7);
- un canal de 128 kbit/s para línea de prueba (véase la Nota 7);
- un canal de 8 kbit/s para supervisión;
- dos canales de 8 kbit/s para acceso condicional;
- dos canales de 8 kbit/s para códigos de tiempo.

La estructura se dispone en 6 filas (véase la Figura A.16) con una velocidad de 384 kbit/s por columna. La estructura múltiplex se indica mediante un canal especial y proporciona la flexibilidad necesaria para atribuir los canales anteriores. Las modificaciones en la capacidad se realizan mediante pasos de un número de columnas ($n \times 384$ kbit/s).

a)	1	2			14	15			26	27			39	40			51	52			64	65			76	77	88				
b)	1	2			18	19			34	35			50	51			66	67			83	84			99	100	114				
P	L	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••
	J1	J'1	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	
	J2	J'2	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	
	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	
	J3	J'3	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	
	J4	J'4	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	T	T'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	A	A'	V	V	••••	

T0902060-94/d15

- a) Atribución de 34 Mbit/s por columna
- b) Atribución de 45 Mbit/s por columna

FIGURA A.16/J.81
Estructura del soporte (125 μ s)

Para la comprobación de errores se ha establecido un sistema de comprobación de paridad de bits entrelazados. Un puntero adecuado permite la sincronización del bloque de FEC.

El servicio múltiple no proporciona corrección de errores en los canales; por consiguiente, para errores en los bits aleatorios, los canales de contribución deberán tener la misma proporción de errores en los bits que el tren de datos recibido.

A.10.2 Contenedor de TV

A.10.2.1 Estructura general

Los datos se transmiten fila tras fila.

El contenedor definido para 34 Mbit/s (530 octetos de longitud) es compatible con cinco contenedores TU-2 SDH concatenados (TU2-5c), un soporte VC-3 SDH y se ajusta a la trama de transmisión G.751 de 34 368 kbit/s.

El contenedor definido para 45 Mbit/s (686 octetos) es compatible con un contenedor VC-3 SDH, siete contenedores TU-2 SDH concatenados y se ajusta al cuadro de transmisión G.752 de 44 736 kbit/s.

El interfuncionamiento entre los niveles de 34 y 45 Mbit/s es posible estableciendo una correspondencia entre un contenedor y el otro, como se describe en A.10.2.4.

A.10.2.2 Atribución de las columnas

Los octetos J, que indican la utilización de otras columnas, se transmiten siempre en la columna 1.

Las columnas 14, 26, 51, 64 y 76 (18, 34, 66, 83 y 99 a 45 Mbit/s) se utilizan para cursar el canal A [2048 kbit/s ó 1544 kbit/s si no se utiliza la columna 76 (99)].

La columna 39 (50) se utiliza para el canal T.

Las columnas 2, 15, 27, 52, 65 y 77 (2, 19, 35, 67, 84 y 100) se utilizan para cursar un segundo canal A' [2048 kbit/s ó 1544 kbit/s si no se utiliza la columna 77 (100)]. La columna 2 se encuentra activa únicamente cuando lo está el canal A', de no ser así transporta datos de vídeo.

La columna 40 (51) se utiliza para un segundo canal T'.

El resto de columnas, más las columnas para A, A', T y T' si no se utilizan (pero nunca la columna 2), se atribuyen a los datos de vídeo.

A.10.2.3 Definiciones

V Octeto para los datos de vídeo. El primer octeto del soporte pertenece a la FEC 0 de un superbloque (véase A.8.2).

P Código de paridad de entrelazado de bits que utiliza paridad par (BIP-8, definida para la SDH); la P hace referencia al contenedor precedente, excluyendo su P. Se calcula después de la aleatorización, si se aplica.

L = [I₁, I₂, I₃, ... I₈]. Puntero para la sincronización del bloque FEC.

L indica el rango del primer octeto V de un contenedor dentro de la FEC 0 de un superbloque (véase la Figura A.14).

I₁ = MSB.

L = 0 cuando el primer octeto V del contenedor corresponde al primer octeto de la FEC 0, L = 254 para el último octeto de la FEC 0.

- A, A' Octetos para los canales de 2048 kbit/s ó 1544 kbit/s (modo síncrono o asíncrono, véanse las Notas 1, 2 y 3). El canal A es el canal de audio primario.
- T, T' Octetos para aplicaciones de teletexto/auxiliares. El canal T es el canal primario para datos formateados de acuerdo con A.9.3. T' es el canal primario para datos no formateados de acuerdo con dicho punto.
- J, J' Octetos que contienen los bits de justificación, de recuperación de reloj de vídeo y de utilización de cuadro, de la forma siguiente (transmitidos de izquierda a derecha):

J1	aj	vj	ca1	r	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
J2	aj	vj	ca2	vitc	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇
J3	aj*	vj	s	ltc	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃
J4	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇
J'1	a'j	r	r	r	r	r	r	r
J'2	a'j	r	r	r	r	r	r	r
J'3	a'j*	r	r	r	r	r	r	r
J'4	r	r	r	r	r	r	r	r

- ca1 Canal para el control principal del sistema de acceso condicional.
- ca2 Canal de sincronización para el sistema de acceso condicional.
- s Bit para el canal de supervisión de 8 kbit/s.
- ltc Canal para el código de tiempo longitudinal de 80 bits (véase A.9.5).
- vitc Reservado para la transmisión del código de tiempo de inserción vertical.
- b₀ a b₇ Bits para la transmisión de línea de prueba a 128 kbit/s, organizada en octetos (b₀ es el MSB).
- m₁ Secuencia de bits que define una multitrama de longitud 8.
- m₂, m₃, Canal que define la utilización de trama (véase Cuadro A.14),
- m₄ en un formato de bits serie.
- aj, aj* Bits de justificación positiva/negativa para el canal A. La justificación se efectúa en dos cuadros sucesivos de 8 kHz.
- aj* en el primer cuadro (cuadro par) y los bits aj en ambos cuadros transmiten la indicación de justificación, repetida 5 veces.
- aj* en el segundo cuadro (cuadro impar) está disponible para la justificación positiva del canal A. Para la justificación negativa, debe utilizarse el primer bit del siguiente octeto A. La justificación de posición viene indicada por $aj/aj^* = 1$.
- a'j, a'j* La misma definición que aj, aj* para el canal A'.
- vj Bit para la transmisión del reloj de vídeo (positivo/negativo) (repetido tres veces – véase la Nota 4).
- r Bits reservados para aplicaciones futuras.

CUADRO A.14/J.81

Secuencia de bits m_i

Número de cuadro	Paridad	m_1	Utilización del cuadro definido por		
			m_2	m_3	m_4
0	Par	1	«1» si se está utilizando el canal T	«1» si se está utilizando el canal T'	Bandera de actualización de la aleatorización (véase A.12.7.3)
1	Impar	1	«1» si se está utilizando el canal A	«1» si se está utilizando el canal A'	Modo de funcionamiento con aleatorización (véase A.12.7.3)
2	Par	1	«1» si el canal A es síncrono (Nota 2)	«1» si el canal A' es síncrono (Nota 2)	Modo de funcionamiento con aleatorización (véase A.12.7.3)
3	Impar	0	«1» si el canal A es de 1544 kbit/s (Nota 3)	«1» si el canal A es de 1544 kbit/s (Nota 3)	Reservado
4	Par	1	«0» si el canal T está formateado como se indica en A.9.3 «1» si se utiliza el canal T para tareas auxiliares	«0» si el canal T' está formateado como se indica en A.9.3 «1» si se utiliza el canal T' para tareas auxiliares	Reservado
5	Impar	0	000 ^{a)} = un solo canal de vídeo; 34 Mbit/s 001 = un solo canal de vídeo; 45 Mbit/s Otros reservados	Reservado	Reservado
6	Par	0		Reservado	Reservado
7	Impar	0		Reservado	Reservado

a) La trama 5 incorpora el MSB.

A.10.2.4 Interfuncionamiento a 34/45 Mbit/s

Para el interfuncionamiento entre redes de 34 y 45 Mbit/s, se recomienda el siguiente procedimiento:

La codificación se lleva a cabo a la velocidad binaria definida por el soporte de 530 octetos. Este soporte se transporta en redes basadas en 34 Mbit/s mediante las correspondientes capas de adaptación de red.

Para la transmisión sobre redes basadas en 45 Mbit/s, se hace corresponder este contenedor con el de 686 octetos, transportado por la correspondiente capa de adaptación de red.

La correspondencia del soporte de 530 octetos en el de 686 octetos se obtiene rellenando cada trama en el contenedor de 686 octetos con los datos correspondientes en el contenedor de 530 octetos seguidos por los octetos de relleno necesarios, todos puestos a «1», en las columnas 14 a 17, 30 a 33, 47 a 49, 62 a 65, 79 a 82, 95 a 98 y 112 a 114.

NOTAS DE A.10 (SERVICIO MÚLTIPLEX)

1 Si se utiliza el canal A o A' para transmitir a 1544 kbit/s, se reserva la última columna para los datos de vídeo. Los dos octetos A o A' de la columna 1 no se utilizan, salvo el primer bit del primer octeto.

2 Para los canales A y/o A' se proporciona un modo síncrono. El primer octeto A o A' en el cuadro del contenedor corresponde al intervalo de tiempo 0 de la trama de 2048 kbit/s o al bit de alineación de trama de la trama de 1544 kbit/s.

3 Si se están utilizando los canales A y A', deben tener las mismas velocidades binarias.

4 El reloj de 13,5 MHz utilizado para el muestreo de vídeo en el codificador se compara con la red de referencia de 8 kHz. Se utiliza un reloj de 13,5 MHz para excitar un contador que se reinicializa al final de cada periodo del reloj de 8 kHz; el cómputo alcanzado antes de la reinicialización puede ser 1687 ó 1688.

Cada cuadro de la transmisión múltiplex incorpora un bit de recuperación de reloj de vídeo, repetido tres veces como medida de protección contra errores y definido de la forma siguiente:

- «0» si hay 1687 impulsos de reloj;
- «1» si hay 1688 impulsos de reloj.

La referencia de 8 kHz original se reconstruye en el decodificador dividiendo el reloj local de 13,5 MHz y comparándolo con una referencia relacionada con la red local de 8 kHz. La diferencia de fase se utiliza para ajustar la frecuencia del oscilador local.

El codificador debe controlar la generación de la secuencia de bloque de tal forma que en ausencia de fluctuación de fase a la entrada del codificador se cumplan los requisitos de fluctuación de fase definidos en la Recomendación UIT-R BT.601 cuando el PLL en el decodificador tenga una anchura de banda de 3 Hz o inferior. Es necesario la utilización de tremolación o una técnica equivalente.

El sistema debe ser capaz de tolerar un error en la frecuencia de muestreo del reloj de vídeo de hasta 10^{-5} .

5 Para permitir la compensación adecuada de cualquier diferencia en los retardos de sonido o imagen resultante de las distintas realizaciones de los codificadores o decodificadores, los retardos necesarios para sincronizar las componentes de sonido e imagen deben dividirse igualmente entre ambos extremos.

Para cada extremo, el retardo de sonido e imagen debe ser cero ± 1 ms.

El retardo de sonido se define como el retardo medio entre la entrada de una señal de sonido a un codificador de sonido y el instante de la transmisión de los correspondientes bits de datos en el contenedor.

El retardo de imagen se define como el retardo entre el instante en que el codificador recibe el primer pixel de la primera línea activa y el instante de la transmisión de la FSW, cuando la BOF enviada en la FSW corresponde al 50% de la capacidad de memoria intermedia especificada.

Los retardos de sonido e imagen deben incluir cualquier retardo debido a un posible preprocesamiento de las componentes de sonido o imagen (por ejemplo, filtrados).

6 El formato para la utilización de teletexto se define en A.9.3. Puede utilizarse ese mismo formato para la transmisión de datos auxiliares.

De manera alternativa, los canales formados por los octetos T' y T pueden utilizarse como canales transparentes de 384 kbit/s. Para esta aplicación no se especifica el formato de datos.

7 Como consecuencia de la estructura de la alineación de trama, la longitud de los errores en ráfaga normalmente está limitada a 8 bits para los canales de 2048 kbit/s, 1544 kbit/s y 384 kbit/s (es decir, audio, teletexto/auxiliar) y a 4 bits para el canal de 128 kbit/s (línea de prueba). La protección contra errores adecuada, proporcionada por estos afluentes, debe tener en cuenta estas características.

A.11 Adaptación de red

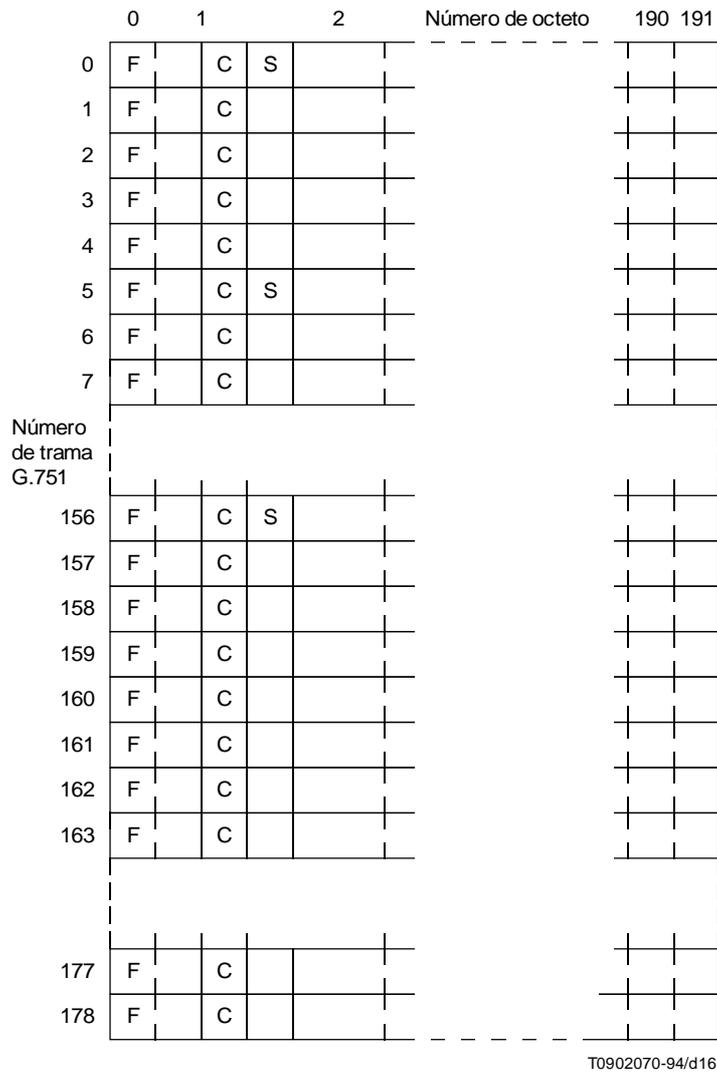
A.11.1 Adaptación de red a la trama G.751 de 34 368 kbit/s

Si se utiliza para la transmisión la estructura de alineación de trama de la Recomendación G.751 [2], el soporte de TV se hace corresponder en primer lugar en bloques de 532 octetos constituidos por los dos octetos reservados seguidos de los 530 octetos de datos. A continuación estos bloques se hacen corresponder en una trama G.751 utilizando una estructura de multitrama. Como muestra la Figura A.17, puede utilizarse también la misma estructura de multitrama para hacer corresponder células ATM o DQDB (*distributed queue dual bus* – bus doble de cola distribuida).

Capacidad de carga útil: 34 048 kbit/s

Longitud del bloque: 532 octetos

Multitrama: 179 tramas G.751 que transportan 64 bloques; el primer bit tras los dos bits de relleno en la trama 0 es el primer bit de un bloque de 532 octetos.



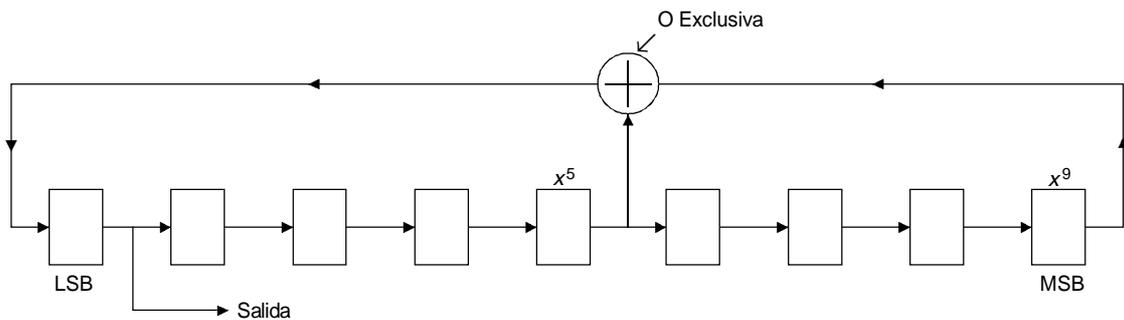
F (12 bits) Alineación de trama (10 bits) más bit de alarma y bit nacional
 C (2 bits) Código de cadena
 S (2 bits) Bits de relleno (cada 6 tramas, desde la trama 0 a la trama 156)

FIGURA A.17/J.81
Estructura de la multitrama de 8 ms (179 tramas G.751)

A cada trama se le asignan dos bits C que se obtienen a partir de un generador pseudoaleatorio basado en el siguiente polinomio:

$$g(x) = 1 + x^5 + x^9$$

y corresponde al esquema de realimentación ilustrado en la Figura A.18:



T0902080-94/d17

FIGURA A.18/J.81
Disposición de la realimentación del generador pseudoaleatorio

El valor inicial al principio de la primera trama es:

LSB – 01111101

y se actualiza dos veces cada trama.

Con esta configuración, el valor inicial al principio de la primera trama puede obtenerse también invirtiendo simplemente el LSB del contenido del registro de desplazamiento al final de la última trama.

Los estados sucesivos del generador pseudoaleatorio son los siguientes:

	LSB	MSB			Primero	Segundo
Estado 0	001111101	}	Trama 0	Bits transmitidos	0,0	\ /
Estado 1	000111110					
Estado 2	100011111	}	Trama 1	Bits transmitidos	1,0	
Estado 3	010001111					
Estado 4	101000111	}	Trama 2	Bits transmitidos	1,1	
Estado 5	110100011					
.		
.		
Estado 354	111010110	}	Trama 177	Bits transmitidos	1,1	
Estado 355	111101011					
Estado 356	111110101	}	Trama 178	Bits transmitidos	1,0	
Estado 357	011111010					
Estado siguiente	101111101					
	↓					
Estado 0	001111101	}	Trama 0	Bits transmitidos	0,0	
Estado 1	000111110					

A.11.2 Adaptación de red de los contenedores de 686 octetos a la trama G.752 de 44 736 kbit/s

Si para la transmisión se utiliza la estructura de alineación de trama indicada en la Recomendación G.752 [2], se hace corresponder el bloque de información de 125 µs adecuado en esta trama utilizando una estructura multitrama. En este caso, el bloque es equivalente al contenedor de televisión para 45 Mbit/s.

Capacidad de carga útil:	43 904 kbit/s
Longitud del bloque:	686 octetos
Multitrama:	699 tramas G.752, que transportan 595 bloques. El primer bit tras los 6 kbit/s en la primera trama de la multitrama es el primer bit de un contenedor de TV.

Esta trama se repite 699 veces para constituir una multitrama.

Estructura de la trama de 9398 kHz (G.752)

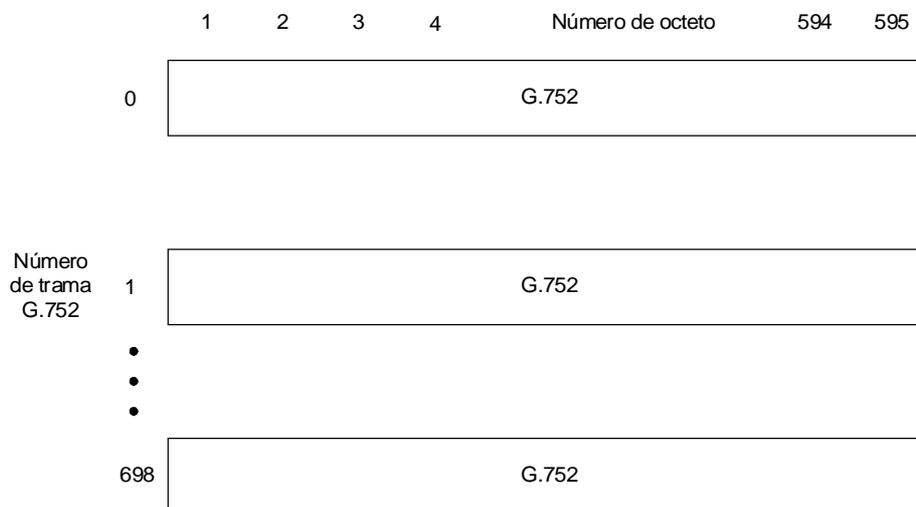
L	(10 bits) el número de trama G.752 (en primer lugar MSB) empezando por 0 y ampliándose hasta 698
K	(6 bits) indica las tramas donde S es un octeto de relleno de acuerdo con la ley $14 + J*15$, tomando J valores entre 0 y 45 K = 111111 para las tramas 14, 29, 45, etc. K = 000000 para el resto de tramas
S	(8 bits) octeto de relleno de vídeo
R	(16 bits) reservado

- X* Bit de función de servicio (repetido una vez)
- C* Canal de control
- P* Bit de paridad para la multitrama precedente (repetido una vez)
- F₀*, F₁* Bits de alineación de subtrama
- M₀*, M₁* Bits de alineación de trama
- * Definido o presente en la Recomendación G.752.

Número de bit															
0		85		170		255		340		425		510		595	
X	L	K			F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
X					F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
P	R	R			F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
P					F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
M ₀					F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
M ₁					F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁
M ₀	S				F ₁		C		F ₀		C		F ₀		F ₁

T0902090-94/d18

FIGURA A.19/J.81
Estructura de una trama G.752



T0902100-94/d19

FIGURA A.20/J.81
Estructura de la multitrama de 74,375 ms

A.11.3 Adaptación de red a SDH

La estructura de 8 kHz del contenedor de TV es muy adecuada para el establecimiento de la correspondencia con contenedores de la VC3 o la VC2-5c de SDH. Se está estudiando la correspondencia que resultaría más adecuada, estimándose que se incluirá en la Recomendación G.709.

A.12 Aleatorización para el acceso condicional de los datos transmitidos

A.12.1 Descripción general del sistema de control de acceso

En las Figuras A.21 y A.22 aparece el diagrama de bloques funcional de un codificador y un decodificador con sistema de control de acceso para un canal. La fuente de información puede ser cualquiera de las componentes del programa (vídeo, audio o teletexto) o todas las componentes juntas, consideradas como un único servicio. Únicamente pueden aleatorizarse los octetos de audio, teletexto y vídeo (V, A, A', T, T'). No se aleatorizan los canales auxiliares, tales como el canal de supervisión.

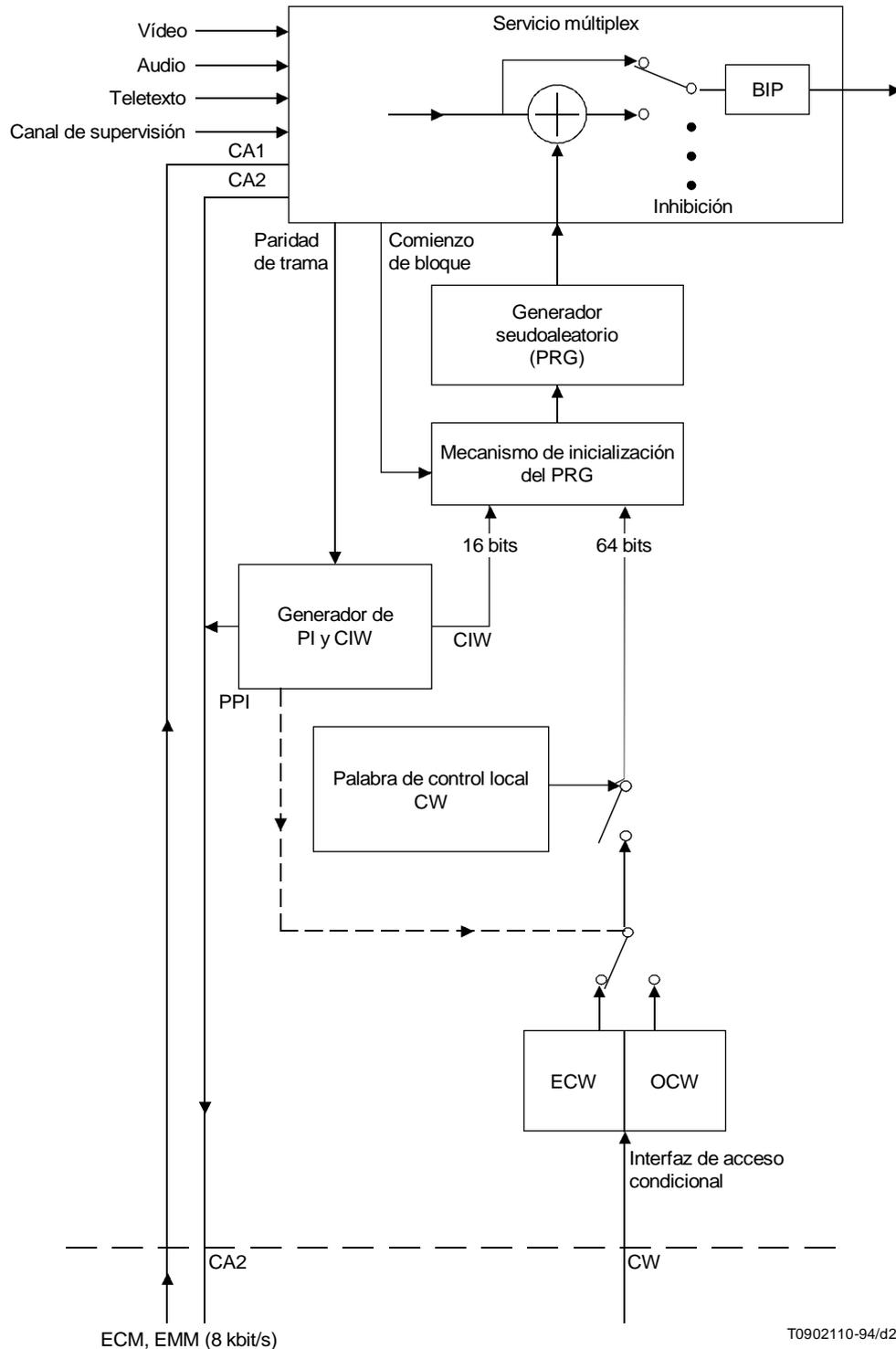


FIGURA A.21/J.81
Esquema del codificador

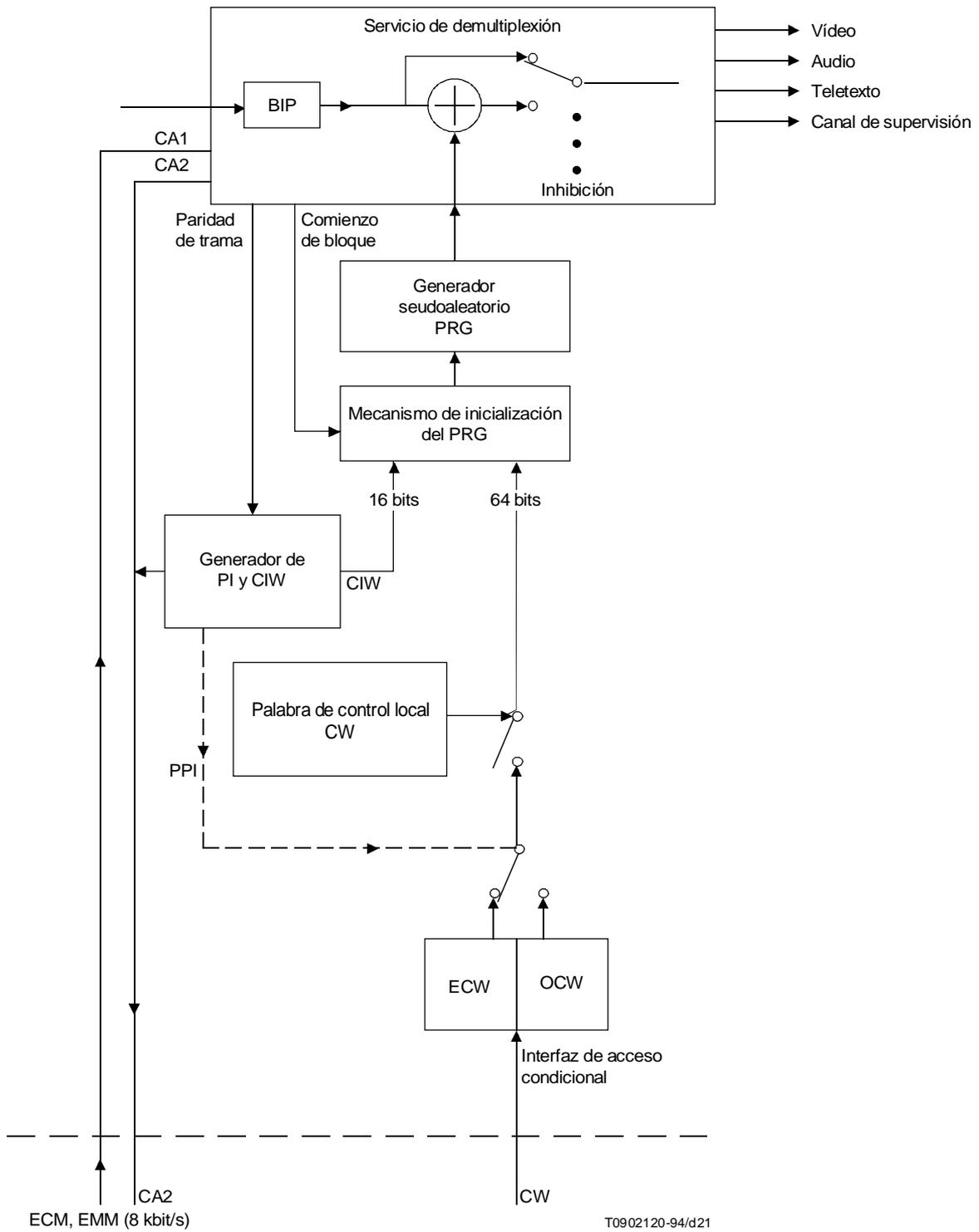


FIGURA A.22/J.81
Esquema del decodificador

Las características principales del sistema de aleatorización son las siguientes:

- La aleatorización se realiza a nivel del servicio múltiplex. Por consiguiente, se aplica al audio, al teletexto y al vídeo tras realizar la corrección de errores en recepción.
NOTA – El cálculo de la paridad entrelazada de bits se realiza tras la aleatorización, como se indica en A.10).
- La aleatorización se obtiene mediante una operación «O exclusiva» realizada entre los octetos de información (A, T, V) y los octetos secuenciales producidos por un generador pseudoaleatorio (PRG). Los octetos P, L, J1, J2, J3, J4, J'1, J'2, J'3 y J'4 nunca se aleatorizan.
- El generador de secuencia de aleatorización es un generador pseudoaleatorio con un tiempo de ciclo muy largo. Su salida se hace impredecible utilizando una palabra de control (CW) y una palabra de identificación de soporte (CIW) de 16 bits cíclica. Una combinación de estas palabras inicializa el PRG al principio de cada soporte, cada 125 μ s.
- La longitud de la secuencia física que da la CIW, es 65 534. Las CW se cambian al principio de cada nueva secuencia CIW; es decir, cada 8,2 s (125 μ s * 65 534).
- Los criptogramas se envían en los mensajes de control de títulos (ECM) que contienen dos palabras de control encriptadas (la CW actual y la CW siguiente) así como datos referentes a la administración de la palabra de control. Para lograr un enganche más rápido de los receptores conectados durante un periodo de 8,2 s, los criptogramas de las CW pueden transmitirse con más frecuencia. Los ECM se envían a través del canal de 8 kbit/s transportados en el bit CA1.
- Entre la fuente y el receptor debe sincronizarse el sistema de desaleatorización. La componente de la fuente aleatorizada, el generador CIW y la señal de sincronismo se obtienen a partir de la estructura múltiplex. Por ejemplo, el periodo de validez de una nueva palabra de control comienza cuando la CIW toma un valor específico.

Además, el explotador del servicio puede elegir entre enviar la señal aleatorizada o en claro.

En el primer caso, el operador puede utilizar una palabra de control local constante y almacenada en el receptor o una palabra de control regenerada transmitida en los ECM.

Cuando se aleatorizan de forma individual las distintas componentes del programa, se emplean diferentes PRG con distintas CW. Los PRG no utilizados para aleatorizar (y desaleatorizar) un octeto en un instante determinado se inhiben (no hay impulsos de reloj y se ignora la salida). Debido al retardo necesario para la inicialización del PRG, los últimos 11 octetos del soporte se dejan sin aleatorizar.

A.12.2 Generador pseudoaleatorio

A.12.2.1 Introducción

El generador pseudoaleatorio descrito en este documento puede considerarse definido, en cada paso, por tres variables:

- el estado interno: X_n
- el registro de entrada: I_n
- el registro de salida: O_n

Las relaciones entre estas variables son las siguientes:

$$O_n = f(X_n) \quad \text{y} \quad X_{n+1} = g(X_n, I_n)$$

Posteriormente se escriben las funciones f y g.

El PRG se basa en cuatro polinomios irreducibles: Q, R, S, T. Dos de ellos están definidos en el campo de Galois GF(31) y los otros dos en el campo de Galois GF(127) de la forma siguiente:

Polinomio Q $X^5 = 15X^2 + 30$ en GF(31) (el orden de las raíces de Q es $(31^5 - 1)/15$)

Polinomio R $X^7 = X + 1^5$ en GF(31) (el orden de las raíces de R es $(31^7 - 1)/3$)

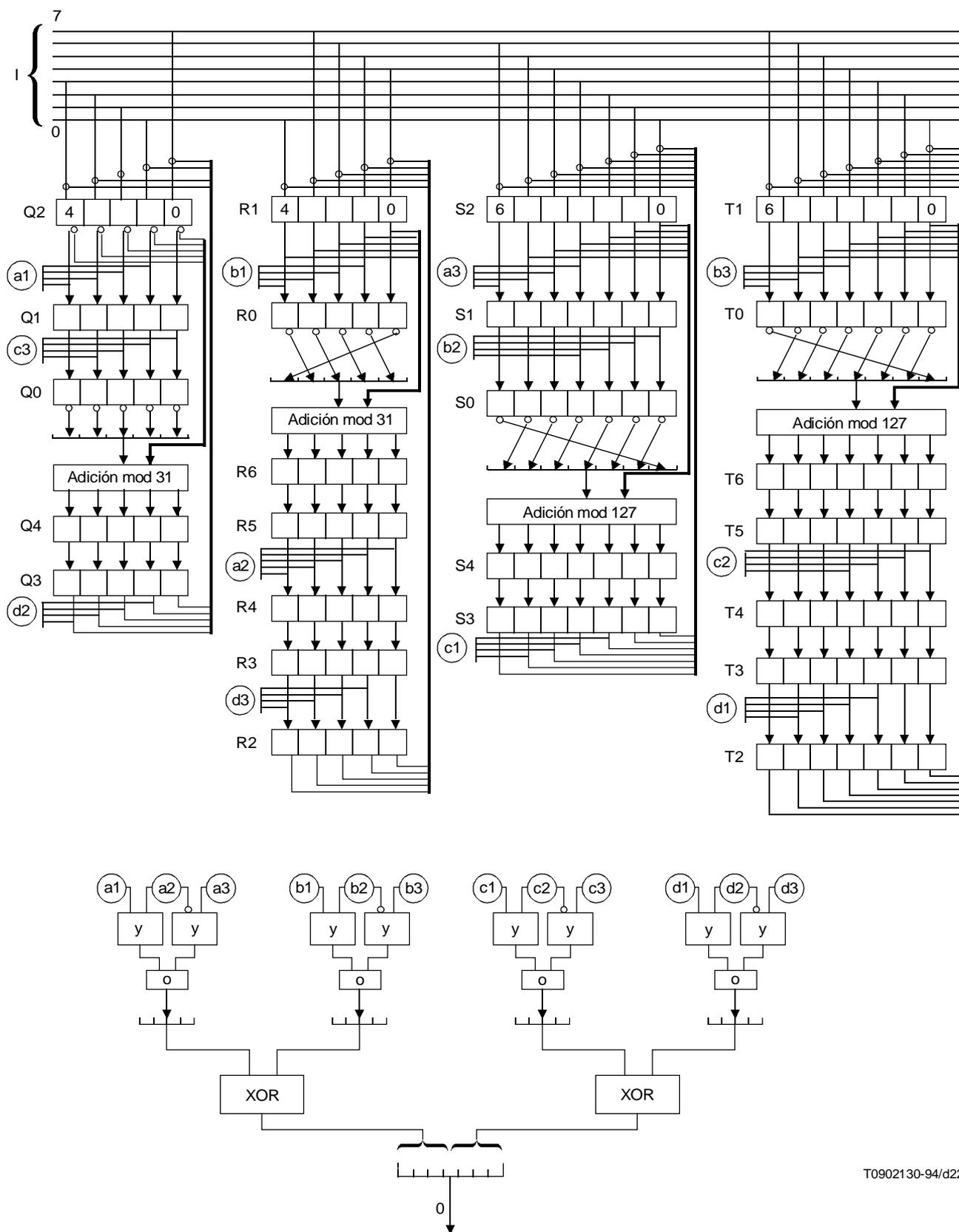
Polinomio S $X^5 = 2X^2 + 125$ en GF(127) (el orden de las raíces de S es $(127^5 - 1)/9$)

Polinomio T $X^7 = 2X + 125$ en GF(127) (el orden de las raíces de T es $(127^7 - 1)/9$)

El PRG se sincroniza en un soporte base (125 μ s) y se inicializa al comienzo de cada soporte con una palabra de control de 64 bits transmitida por el sistema de acceso condicional y una palabra de identificador de soporte de 16 bits.

A.12.2.2 Descripción

Véase la Figura A.23.



T0902130-94/d22

FIGURA A.23/J.81
Generador seudoaleatorio

El estado interno X_n del PRG está compuesto de los siguientes registros:

- 5 registros de 5 bits: Q0, Q1, Q2, Q3, Q4;
- 7 registros de 5 bits: R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6;
- 5 registros de 7 bits: S0, S1, S2, S3, S4;
- 7 registros de 7 bits: T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6.

Por consiguiente, el tamaño del estado interno es 144 bits.

Cuatro registros de comienzo QI, RI, SI, TI se cargan con una selección de los 8 bits del registro de entrada:

si

$$I_n = i7, i6, i5, i4, i3, i2, i1, i0 \quad (8\text{bits}) \quad (i7 \text{ es el MSB})$$

entonces

$$QI = i3, i2, i1, i0, i7 \quad (5 \text{ bits})$$

$$RI = i0, i7, i6, i5, i4 \quad (5 \text{ bits})$$

$$SI = i6, i5, i4, i3, i2, i1, i0 \quad (7 \text{ bits})$$

$$TI = i7, i6, i5, i4, i3, i2, i1 \quad (7 \text{ bits})$$

La evolución del PRG tras n ciclos de reloj viene descrita por la siguiente función g :

$$X_{n+1} = g(I_n, X_n)$$

$$\text{Si } X_n = \begin{cases} Q0, Q1, Q2, Q3, Q4 \\ R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 \\ S0, S1, S2, S3, S4 \\ T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 \end{cases}$$

$$\text{Entonces } X_{n+1} = \begin{cases} Q1, Q2, Q3, (\text{XOR}) QI, Q4, (16 \overline{Q2} + \overline{Q0}) \bmod 32^* \\ R1, R2, (\text{XOR}) RI, R3, R4, R5, R6, (R1 + 16 \overline{R0}) \bmod 31^* \\ S1, S2, S3, (\text{XOR}) SI, S4, (2 S2 + 2 \overline{S0}) \bmod 127^* \\ T1, T2 (\text{XOR}) TI, T3, T4, T5, T6, (2 T1 + 2 \overline{T0}) \bmod 127^* \end{cases}$$

(XOR) significa O EXCLUSIVA:

NOTA – $X \bmod N^*$ significa que N se resta de X cuando X es mayor que N (es decir, el resultado cae en el intervalo $[0, N)$).

La función de salida f : $O_n = f(X_n)$ se calcula de la siguiente forma:

si

$$O_n = o(7), o(6), o(5), o(4), o(3), o(2), o(1), o(0) \quad (8 \text{ bits, siendo } o(7) \text{ es el MSB})$$

entonces

$$o(0) = [S3(2) \cdot T5(0) + Q1(0) \cdot T5(0), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [T3(2) \cdot Q3(1) + R3(1) \cdot Q3(1), \overline{\quad}]$$

$$o(1) = [S3(3) \cdot T5(1) + Q1(1) \cdot T5(1), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [T3(3) \cdot Q3(2) + R3(2) \cdot Q3(2), \overline{\quad}]$$

$$o(2) = [S3(4) \cdot T5(2) + Q1(2) \cdot T5(2), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [T3(4) \cdot Q3(3) + R3(3) \cdot Q3(3), \overline{\quad}]$$

$$o(3) = [S3(5) \cdot T5(3) + Q1(3) \cdot T5(3), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [T3(5) \cdot Q3(4) + R3(4) \cdot Q3(4), \overline{\quad}]$$

$$o(4) = [Q2(1) \cdot R5(0) + S2(3) \cdot R5(0), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [R1(1) \cdot S1(0) + T1(3) \cdot S1(0), \overline{\quad}]$$

$$o(5) = [Q2(2) \cdot R5(1) + S2(4) \cdot R5(1), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [R1(2) \cdot S1(1) + T1(4) \cdot S1(1), \overline{\quad}]$$

$$o(6) = [Q2(3) \cdot R5(2) + S2(5) \cdot R5(2), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [R1(3) \cdot S1(2) + T1(5) \cdot S1(2), \overline{\quad}]$$

$$o(7) = [Q2(4) \cdot R5(3) + S2(6) \cdot R5(3), \overline{\quad}] (\text{XOR}) [R1(4) \cdot S1(3) + T1(6) \cdot S1(3), \overline{\quad}]$$

(XOR) significa O EXCLUSIVA.

El bit $o(7)$ procesa el primer bit transmitido de un octeto encriptado; el bit $o(0)$ procesa el último bit transmitido.

A.12.3 Parámetros de inicialización del PRG

A.12.3.1 Generador de CIW

La palabra de indentificación del soporte es una palabra de 16 bits generada en el lado del codificador y regenerada en el lado del decodificador mediante un código de cadena de 15 bits y un bit de paridad de trama como LSB. La entrada del registro de desplazamiento asociada al código de cadena se envía por el canal CA2 del contenedor; permite la sincronización de las secuencias en el codificador y en el decodificador. Esta información se envía cada dos contenedores (tramas impares definidas por el bit m_1). Se envía un identificador de paridad de fase (PPI, *phase parity identifier*) en el mismo bit del contenedor durante las tramas pares.

La secuencia pseudoaleatoria elegida se basa en el polinomio

$$g(x) = 1 + x^{14} + x^{15}$$

que se genera mediante un registro de desplazamiento con el bucle de realimentación mostrado en la Figura A.24.

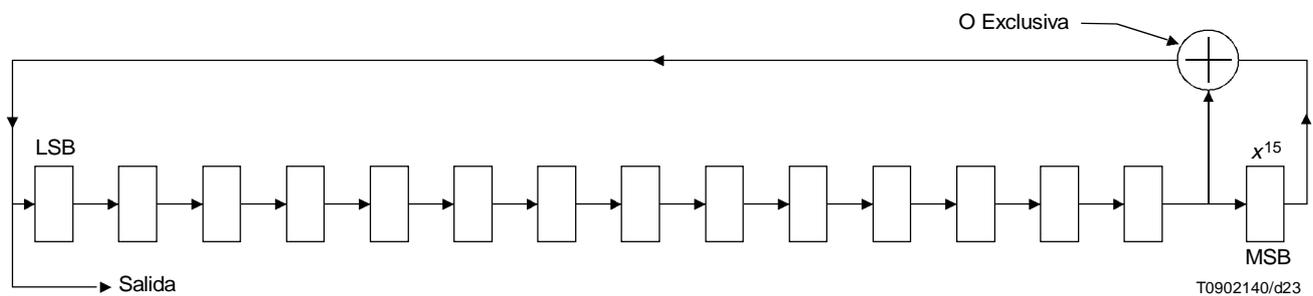


FIGURA A.24/J.81

Disposición de la realimentación del generador pseudoaleatorio

El registro de desplazamiento se incrementa un bit al final de cada contenedor impar y la salida del registro de desplazamiento se envía al decodificador para sincronización. La palabra de indentificación de contenedor se construye mediante:

- el contenido del registro de desplazamiento (15 MSB de CIW);
- la paridad de la trama actual (LSB de CIW) («0» para tramas pares, «1» para tramas impares).

El periodo es $2 \times (2^{15} - 1) = 65\,534$ soportes (8,2 s).

La CIW define bloques de 8,2 s que delimitan el periodo de validez de CW sucesivas. El primer soporte en un bloque se identifica mediante un bit de paridad y todos los bits de registro de desplazamiento son iguales a «0» salvo el LSB del código de cadena que se pone a «1» (CIW = 0000 0000 0000 0010). El PPI se invierte de bloque en bloque y se emplea para identificar las CW relativas al bloque actual y al bloque siguiente. El PRG para el primer contenedor de un bloque se inicializa al final del bloque anterior con la CW relativa a ese bloque, como se muestra en la Figura A.25.

A.12.3.2 Palabra de control

La palabra de control puede ser una palabra de control local para prueba o para servicios de baja seguridad. Corresponde al fabricante establecer el método para introducir y/o modificar la palabra de control local. Para utilización normal, se genera en la fuente por el remitente y se envía de forma cifrada al receptor. La palabra de control cambia cada 65 534 soportes pero su criptograma puede transmitirse cada segundo.

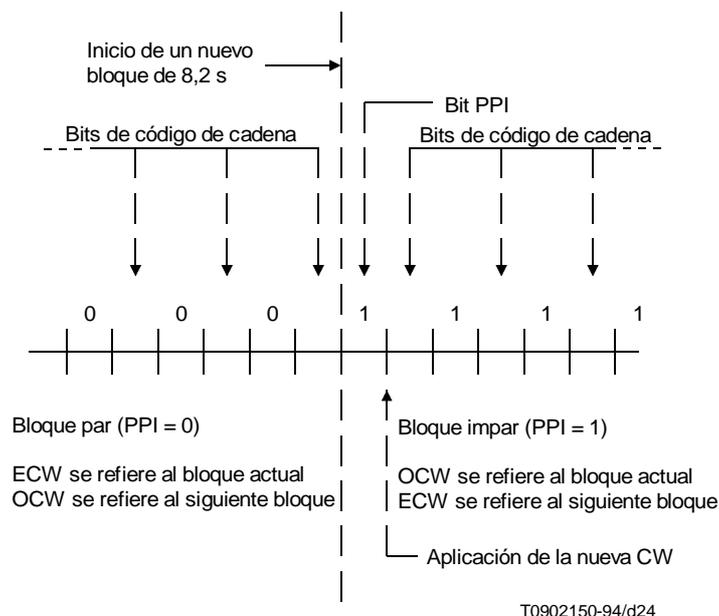


FIGURA A.25/J.81
Mecanismo de cambio de bloque

A.12.3.3 Sincronización

La sincronización se utiliza para preparar y cargar una nueva palabra de inicialización (IW) en el PRG. Esta palabra se obtiene de la concatenación de la palabra de identificación del soporte CIW seguida por la palabra de control CW y una repetición de la CIW.

La sincronización se lleva a cabo:

- cada 125 μ s (en cada contenedor), correspondiente a un cambio de CIW;
- cada 8,2 s (cada 65 534 contenedores), correspondiente a un cambio de CW.

Se utilizan dos CW, una para bloques de 8,2 s impares (OCW) y otra para bloques de 8,2 s pares (ECW). Este mecanismo es necesario para preparar la CW siguiente antes de una nueva instrucción de sincronización y también para permitir obtener a un nuevo receptor la CW actual.

La sincronización hace uso de:

- la CIW;
- la OCW y la ECW;
- el identificador de paridad de fase, PPI, para definir la paridad del bloque de 8,2 s y, por consiguiente, establecer la CW activa.

La sincronización del PRG debe llevarse a cabo durante los últimos octetos de vídeo de cada contenedor, que se dejan sin aleatorizar. Por lo tanto, la CW y CIW definidas durante un contenedor se utilizan para definir la palabra de inicialización del PRG en el siguiente contenedor.

A.12.4 Comportamiento del PRG

A.12.4.1 Periodicidad de secuencias

El PRG puede producir ($2^{16} \times 2^{64}$) secuencias de octetos distintas debido a su método de inicialización. La mayor periodicidad de estas frecuencias puede deducirse a partir del comportamiento de los polinomios Q, R, S y T.

Por consiguiente, el PRG, que es una combinación de los cuatro polinomios Q, R, S y T, puede generar secuencias de octetos con una periodicidad igual al mínimo común múltiple de T_q , T_r , T_s y T_t :

$$\text{LCM}(T_q, T_r, T_s, T_t) = 1,36 \times 10^{37}$$

A.12.4.2 Degeneraciones

Se produce una degeneración cuando uno de los grupos de registros (Q_i , R_i , S_i o T_i) permanece en el mismo estado. Esto sucede únicamente si todos los registros de ese grupo se cargan con 0 ó 31 (para Q y R) o con 0 ó 127 (para S y T). Si sólo se degenera un grupo de registros, se dice que se ha producido una degeneración sencilla. Si se degeneran todos los grupos de registros, se habla de degeneración cuádruple (o completa).

Entre los 225 posibles estados de los registros Q0 a Q4 tras el proceso de inicialización se puede hacer referencia a:

- 2⁵ estados con los registros cargados con 0 ó 31;
- 32⁵ – 2⁵ estados compartidos entre 15 secuencias.

Pueden aplicarse los mismos argumentos a los polinomios R, S y T.

Es posible enumerar todos los estados degenerados del PRG:

- Número de estados que conducen a una degeneración completa:
 $2^5 \times 2^7 \times 2^5 \times 2^7 = 2^{24}$
- Número de estados que conducen a una degeneración triple: aproximadamente 2⁶⁶
 $(2^5 \times 2^7 \times 2^5 \times (128^7 - 128) + 2^5 \times 2^7 \times (128^5 - 128) \times 2^7 + 2^5 \times (32^7 - 32) \times 2^5 \times 2^7 + (32^5 - 32) \times 2^7 \times 2^5 \times 2^7)$
- Número de estados que conducen a una degeneración doble: aproximadamente 2⁹⁵
- Número de estados que conducen a una degeneración sencilla: 2¹²⁴
- Sin degeneración: 2¹⁴⁴ – 2¹²⁴

A.12.5 Generación de secuencias de aleatorización con el PRG

En la Figura A.26 se describe la forma de inicializar el PRG antes de aleatorizar un contenedor. Esta inicialización exige 13 ciclos.

En cada sesión, el PRG funciona de la forma siguiente:

- Reinicialización del estado interno del PRG ... $X_0 = 0$.
- Inicialización del PRG cargando el registro de entrada con los octetos de arranque (durante esta fase, se inhibe la salida). En primer lugar se envían los octetos más significativos de todas las palabras.
- Generación de los octetos de aleatorización suministrados por el registro de salida (durante esta fase, se carga el registro de entrada con el octeto 0). El primer octeto de aleatorización se obtiene cuando se ha sincronizado el último octeto de inicialización en el PRG.

A.12.6 Sistema de acceso condicional

Los decodificadores con control de acceso necesitan un módulo de seguridad denominado sistema de control de acceso (ACS, *access control system*) que puede hallarse incorporado al decodificador o ser desmontable. En este último caso, se conecta mediante un códec externo-interfaz ACS, especificado en el punto siguiente. En la presente especificación no se describe el ACS que engloba (entre otras cosas) el modo de crear las palabras de control CW.

A.12.7 Interfaz entre el códec y el sistema de control de acceso

A.12.7.1 Señales de la interfaz

La interfaz comprende las siguientes señales:

A.12.7.1.1 Datos transmitidos (únicamente el codificador)

Se envían los datos ACS al codificador para su inserción en el canal CA1 del múltiplex.

A.12.7.1.2 Datos recibidos (únicamente el decodificador)

Envía al ACS los datos extraídos por el decodificador a partir del canal CA1.

A.12.7.1.3 Palabras de control y mensajes de configuración

Se transmiten las palabras de control par e impar producidas por el ACS al generador pseudoaleatorio del codificador o decodificador en las tramas HDLC (definidas en A.12.7.4). También se envían los mensajes de configuración en esta línea para indicar el modo de aleatorización (únicamente el decodificador).

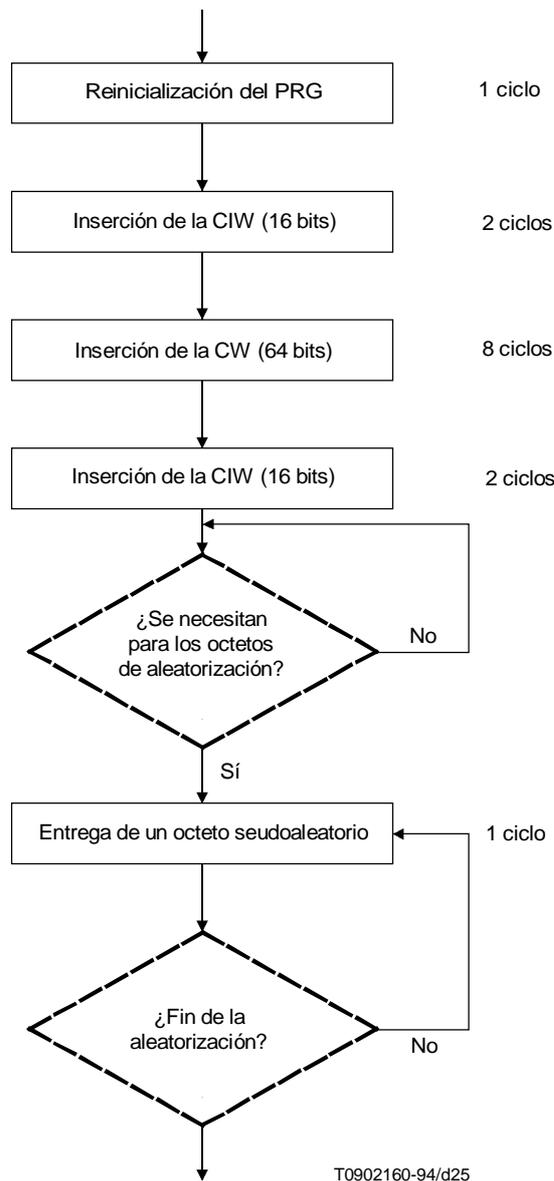


FIGURA A.26/J.81
Inicialización del generador pseudoaleatorio (secuencia)

A.12.7.1.4 Estado

En un codificador, los datos enviados en el canal CA2 se transmiten al ACS. En un decodificador, la línea se pone a nivel lógico «0». Esto puede utilizarse por el ACS para distinguir los codificadores de los decodificadores.

A.12.7.1.5 Reloj

Referencia de 8 kHz a la velocidad de repetición del soporte para controlar el intercambio de datos en las líneas serie definidas anteriormente. La relación cíclica debe ser aproximadamente el 50%. Aparecerán nuevos datos en la transición de «1» lógico a «0» lógico. Los datos se muestrearán en la transición del «0» lógico al «1» lógico.

NOTA – Deben incorporarse las puertas adecuadas en las líneas de transmisión para cumplir los requisitos de temporización antes indicados. No se indica ninguna relación de fase específica entre el reloj y el soporte puesto que el retardo de transmisión entre el codificador/decodificador y el ACS no constituye un parámetro crítico.

A.12.7.2 Interfaz eléctrica y física

Esta interfaz se basa en la Recomendación V.24 [14]. La interfaz eléctrica debe ajustarse a lo indicado en la Recomendación V.28 [15]. El conector es el especificado en la Norma 2110 de la ISO [16] de 25 patillas. En el codificador o decodificador se encuentra el conector hembra, si es un DCE, y en el ACS se encuentra el conector macho si es un DTE.

La atribución de las patillas es la siguiente:

Patilla	Circuito	Sentido
1	Tierra de protección	
2	Datos transmitidos	ACS a codificador
3	Datos recibidos	Decodificador a ACS
7	Señal de tierra	
14	Palabras de control	ACS a codificador/decodificador
15	Reloj	Codificador/decodificador a ACS
16	Estado	Codificador/decodificador a ACS

A.12.7.3 Modos de encriptación

Se permiten cuatro modos de funcionamiento:

- *Modo 0* – Sin aleatorización.
- *Modo 1* – Todas las componentes son aleatorizadas juntas mediante un solo PRG. La palabra de control es fija («palabra de control local»).
- *Modo 2* – Las componentes son aleatorizadas mediante un solo PRG. La palabra de control, modificada a cada bloque, se proporciona a través del ACS. El ACS indica también las componentes que son sometidas a aleatorización.
- *Modo 3* – Las componentes se aleatorizan mediante más de un PRG. En este modo facultativo, el ACS proporciona las palabras de control para cada bloque, con indicación de las componentes pertinentes.

Si están presentes, las palabras de control recibidas en el ACS y relativas a los bloques enviados en el modo 0 ó 1, no son utilizadas por el codificador o el decodificador.

El modo de funcionamiento viene descrito por el bit m_4 del octeto J4 de acuerdo con el cuadro siguiente:

m_4 en la trama 1	m_4 en la trama 2	Modo
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

Las modificaciones entre estos modos son eficaces únicamente en los límites entre dos bloques de 8,2 s sucesivos. Tales modificaciones están anunciadas por el bit m_4 en la trama 0 utilizado como una bandera de actualización.

Entre 0,5 s y 1 s antes del final del bloque actual, el bit m_4 de la trama 0 se pone a «1». Los bits m_4 de las tramas siguientes describen la configuración que debe introducirse en el bloque siguiente.

En un plazo de 0,5 s tras el inicio del nuevo bloque, debe volverse a poner a «0» el bit m_4 de la trama 0.

La temporización del m_4 está controlada por el codificador. Los cambios de modo deben recibirse del ACS por lo menos 2 s antes de que comience un nuevo bloque.

A.12.7.4 Formato de las CW y mensajes de configuración

Las CW y los mensajes se envían en las tramas HDLC. Incluyen:

- Una bandera de inicio.
- Un octeto de dirección, que identifica el tipo de paquete transmitido. Los posibles valores son los siguientes:
 - «00» el mensaje correspondiente es:
 - i) el número de modo si el ACS está conectado a un codificador;
 - ii) FF hex si el ACS está conectado a un decodificador;
 - «01» para paquetes que incorporan una palabra de control impar, OCW;
 - «02» para paquetes que incorporan palabras de control par, ECW;
 - «03» para paquetes que incorporan palabras de control par e impar;
 - «04» para paquetes que transmiten una palabra de control local alternativo temporal;
 - «05» para paquetes cargados con una nueva palabra de control local interna;
 - «06» para paquetes correspondientes a «no hay CW disponible» (es decir, no está autorizado el acceso a la componente correspondiente);
 - «07» para paquetes que identifican componentes no aleatorizados.
Otros tipos de paquetes se reservan para utilización futura.
- Un octeto de control con:
 - Bits 0 a 5: Indicación de las componentes múltiplex relativas al paquete actual:
 - el bit 0 se pone a «1» si interviene la componente T;
 - el bit 1 se pone a «1» si interviene la componente A;
 - el bit 2 se pone a «1» si interviene la componente T’;
 - el bit 3 se pone a «1» si interviene la componente A’;
 - el bit 4 se pone a «1» si interviene la componente V;
 - el bit 5 se reserva para futura utilización.En los modos 0 y 1, el decodificador debe pasar por alto los bits 0 a 4. Estos bits deberán estar, todos ellos, puestos a «0» en modo 0 y puestos a «1» en modo 1.
 - Bits 6 y 7: Índice de mensajes de continuidad enviado con una dirección determinada (no se incrementa si se repite el mismo mensaje).
 - El mensaje de configuración consiste en:
 - 0 octetos si el octeto de dirección = «06» ó «07»;
 - 1 octeto que contiene el número de modo si el octeto de dirección = «00» (b₀ = LSB de modo, b₁ = MSB de modo, b₂ a b₇ se reservan);
 - 8 octetos para una nueva palabra de control local;
 - 8 octetos si se transmiten por separado ECW u OCW;
 - 16 octetos si se transmiten juntas ECW y OCW (en primer lugar ECW);
 - 2 octetos CRC, como especifica el formato HDLC;
 - Una bandera de fin.

Para cada octeto transmitido, el bit 0 es el bit menos significativo y se envía en primer lugar de acuerdo con la especificación HDLC. Sin embargo, se envían en primer lugar los octetos más significativos.

Tras la bandera de fin, la línea HDLC vuelve al modo «inactivo». Las tramas sucesivas deben separarse mediante un tiempo de guarda de 50 ms y un tiempo de inactividad máximo de 1 s. Esta actividad mínima puede obtenerse mediante la transmisión de paquetes con dirección «00».

Los fabricantes decidirán respecto a los procedimientos más adecuados de almacenar palabras de control local en los códecs y de utilizar los mensajes de carga de CW distantes (direcciones «04» y «05»).

Apéndice I (al Anexo A)

Orientaciones para la realización

I.1 Introducción

Para que un códec satisfaga plenamente los niveles previstos de calidad de imagen, comportamiento frente a errores y funcionamiento adecuado, se llama la atención de los fabricantes sobre la importancia de efectuar un cuidadoso diseño de los siguientes elementos del sistema. Esos elementos no están definidos completamente en el anexo puesto que algunos de sus parámetros no influyen en el formato de transmisión de vídeo y pueden permanecer como opciones del fabricante. La elección de estos parámetros, no obstante, puede tener una repercusión muy importante en el comportamiento global del códec.

Los usuarios que deseen determinar el comportamiento subjetivo de un códec pueden utilizar los métodos descritos en las Recomendaciones de la UIT relativas a las radiocomunicaciones; actualmente se están elaborando métodos para la verificación de los diseños de códec con las opciones examinadas más adelante. Tales métodos de verificación pueden funcionar mediante comparación de la salida del códec sometido a prueba con un códec normalizado conocido para desarrollar completamente las opciones indicadas más adelante. De forma alternativa, la prueba de comparación puede efectuarse en codificadores o decodificadores separados incorporándolos a un par códec con un codificador o decodificador normalizado, respectivamente.

I.2 Elección del modo (véase A.5.1)

Sujeto al requisito de una estrategia de renovación, el codificador debe aprovechar plenamente la ventaja que supone el aumento en la eficacia de la codificación ofrecida por los modos intertrama e intercuadro con compensación del movimiento.

I.3 Estrategia de renovación (véase A.5.1)

Es necesaria una renovación intratrama para limitar la propagación de errores y el tiempo de recuperación, pero hay que señalar, no obstante, el efecto que produce en la eficacia de la codificación un aumento en la proporción de bloques intratrama.

I.4 Estimación del movimiento (véase A.5.4)

Se recomienda la utilización de estimación del movimiento en toda la gama y con la precisión permitida por la especificación.

I.5 Truncamiento o redondeo de los coeficientes (véase A.6)

Se llama la atención sobre el hecho de que puede resultar afectada la calidad de codificación por la manera de aproximar la cantidad $C(k, l)$ a un entero antes de la cuantificación.

I.6 Regulación de la memoria intermedia (véase A.6)

El método para calcular el factor de transmisión en términos de ocupación de la memoria intermedia debe ser tal que pueda explotarse la plena capacidad de dicha memoria para absorber las variaciones de velocidad binaria, en el caso de material de imagen crítico.

Dependiendo de la realización del codificador, las franjas pueden procesarse a velocidades distintas teniendo una posible influencia sobre el significado exacto de la información de BO enviada en cada franja.

La sincronización precisa del decodificador debe basarse en la información enviada en la BOF que normalmente debe conducir a una información coherente sobre temporización de trama a trama.

Sin embargo, se recomienda que los decodificadores puedan aceptar fluctuaciones de esta información siempre que sean inferiores a 5000 bits.

I.7 Criticidad (véase A.6)

El códec debe aprovechar plenamente las ventajas del parámetro de criticidad definido en la especificación.

I.8 Ocultación de errores (véanse A.8.1 y A.8.2)

El CRC y el código RS proporcionan información sobre errores sin corregir que puede utilizarse para controlar una estrategia de ocultación en el decodificador, obteniéndose un comportamiento mejorado para tasas de errores en los bits elevadas.

I.9 Transmisión de señales compuestas

La señal compuesta se decodifica a Y , C_R , C_B para la transmisión a través del códec. Se recomienda que esta decodificación sea de la mayor calidad posible, para reducir al mínimo los efectos recíprocos que degradarían el comportamiento del códec.

Apéndice II

(al Anexo A)

Resultados de las pruebas de códecs a 34 Mbit/s

En sus reuniones de noviembre de 1991, el Grupo de tareas especiales CMTT/2 y el Grupo de Trabajo 11B del CCIR nombraron Relatores Especiales para la preparación y realización, con el apoyo de los miembros de estos Grupos, de pruebas de calidad de funcionamiento en equipo códec tan pronto como se dispusiera del mismo. Las pruebas se llevaron a cabo los días 6 a 10 de abril de 1992 en Turín. En el texto que sigue se describen las pruebas efectuadas, los resultados obtenidos y las conclusiones deducidas de los mismos.

El códec prototipo de que se disponía sólo podía probarse con la interfaz del canal a 34 Mbit/s, pero los miembros del grupo de pruebas, de países a 525/60, indicaron que hay poca diferencia entre las calidades de codificación de un sistema de reducción de velocidad binaria cuando funciona a 625/50 y cuando lo hace a 525/60, y que la velocidad binaria más elevada disponible de 45 Mbit/s para datos de imagen, debe proporcionar una calidad de imagen incluso mejor. La conclusión de todo ello fue que, teniendo en cuenta el tiempo muy limitado de que se disponía para efectuar las pruebas, la evaluación subjetiva y el tratamiento de los resultados de las mismas, no se consideraron esenciales las pruebas a 525/60.

II.1 Códec probado

Se dispuso de un códec a 34/45 Mbit/s para las pruebas, que funcionaba tanto con sistemas a 625/50 como a 525/60, si bien todavía no se había realizado la interfaz del canal a 45 Mbit/s.

Por lo que se refiere a la concordancia con la presente Recomendación, la mayoría de las características estaban presentes en el códec prototipo. Se hizo funcionar al códec de modo que se atribuyeran 2×2 Mbit/s a sonido y datos, lo que representa la condición de caso más desfavorable para la velocidad de datos de vídeo.

A continuación se indica una lista de puntos que no cumplían con la presente Recomendación, proporcionada por el fabricante del códec:

- *Multiplexor*
No se había realizado el multiplexor DS3.
- *Encriptación*
Aún no realizada.
- *Compensación de movimiento*
Plena concordancia en el lado del decodificador. En el lado del codificador, la estimación del movimiento no tiene la totalidad de la gama total ni la precisión requeridas por la especificación.
- *Servicios adicionales*
No realizados plenamente.
- El entrelazado de códigos Reed-Solomon se limitó a dos (en vez de seis) como indicaba el proyecto de revisión de la presente Recomendación en aquel momento.

El códec estaba equipado con interfaces 4:2:2 en serie y en paralelo. Durante las pruebas sólo se utilizó la entrada/salida en paralelo.

Se utilizó además un códec PAL a fin de producir una señal PAL que se incluía como «anclaje inferior» en las pruebas subjetivas. No se pudieron probar los siguientes elementos:

- Retardo entre sonido e imagen.
- Interfuncionamiento de los códecs de distintos fabricantes.

II.2 Pruebas efectuadas y métodos de prueba utilizados

II.2.1 Secuencias de prueba

Dado el escaso tiempo de que se disponía para la producción de cintas con las que efectuar pruebas subjetivas no se pudo facilitar para las mismas nuevas secuencias de prueba. Se decidió por ello utilizar las secuencias de pruebas grabadas en cintas de prueba de códec producidas por el Grupo ad hoc TPS en 1989 y utilizadas en pruebas de códec ese mismo año por el Grupo ad hoc BCT.

Las secuencias utilizadas para las pruebas fueron:

Calidad básica	Incrustación cromática post-producción	Movimiento lento post-producción	Caso de error
Diva con ruido	Bolas de lana	Disco rotante	Pizarra
Tempestad	Ciao	Puerto de Kiel	Móvil y Calendario
Jardín de flores	Viejo maestro	Crucero	Chapoteo
Puerto de Kiel			
Disco que gira			
Móvil y Calendario			

En una reunión del grupo de pruebas se discutió, entre otros aspectos relativos a los procedimientos de prueba, la cuestión de si se debía incluir la secuencia «diva con ruido» en las pruebas y utilizar los resultados de las mismas, junto con los de otras secuencias de prueba, en las pruebas de calidad básica. Se decidió utilizar esa secuencia en las pruebas y tratar los resultados estadísticamente, junto con los demás resultados, para establecer una nota media global.

II.2.2 Procedimiento de prueba

Las pruebas subjetivas fueron las de calidad básica (BQ, *basic quality*), incrustación post-producción (DCK, *downstream chroma key*), movimiento lento post-producción (DSM, *downstream slow motion*) y característica de error (EP, *error performance*).

En las pruebas BQ, DCK y DSM se utilizaron dos códecs en tándem, de acuerdo con los requisitos de usuario que figuran en la Recomendación UIT-R BT.800, lo cual se consiguió haciendo pasar dos veces la señal entre dos registradores D1, con el códec en medio. En las pruebas DCK y DSM, el tratamiento post-producción se llevó a cabo después del primer paso a través del códec, según la propuesta de los requisitos del usuario.

La prueba EP también requirió dos pases con el generador de errores insertado entre el codificador y el decodificador durante ambos pases.

A continuación se describe la configuración de cada una de estas pruebas:

Pruebas de calidad básica (BQ)

Para estas pruebas se grabaron secuencias de prueba de la cinta de prueba del códec, después de pasar el códec dos veces (con una grabación intermedia en una máquina D1). En las pruebas de calidad básica se utilizaron las seis secuencias de prueba que se indican en II.2.1.

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.1.

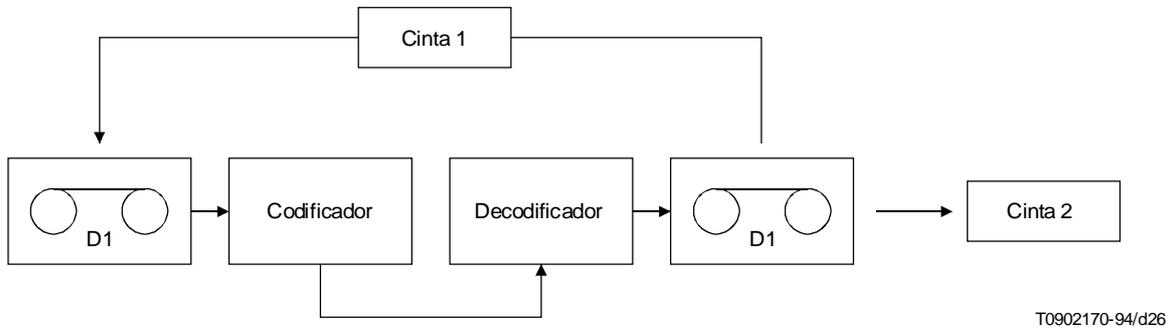


FIGURA II-1/J.81

«Calidad de anclaje inferior» para evaluación subjetiva

Durante la fase de preparación de las pruebas se efectuaron diversas propuestas relativas a la elección de una señal de calidad de anclaje inferior, incluyendo señales PAL normales, señales PAL enviadas a través del códec utilizando los interfaces PAL del mismo y señales MPEGII, a fin de obtener los efectos de la codificación de igual manera que con las otras señales de prueba.

Tras algún debate, el grupo de pruebas se mostró partidario de una señal codificada PAL con la que generar las secuencias de prueba de anclaje inferior necesarias para la evaluación durante las pruebas subjetivas. Dichas secuencias de prueba no fueron objeto de tratamiento posterior.

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.2.

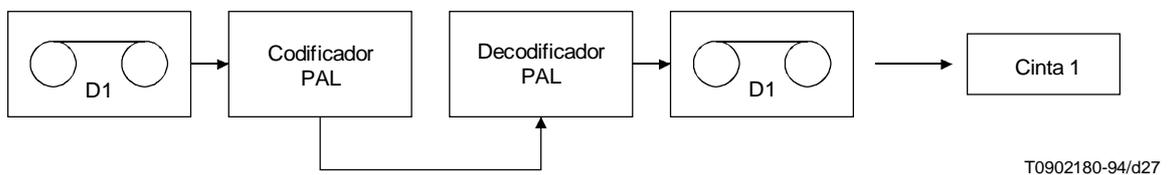


FIGURA II.2/J.81

Calidad del tratamiento post-producción (DCK) (DSM)

Para efectuar estas pruebas se grabaron secuencias de prueba de la cinta de prueba del códec, después del primer paso a través del códec en un aparato D1 para DCK y DSM. En la prueba DCK, las secuencias grabadas se utilizaron como señal de primer plano para la incrustación, procediendo de la señal de fondo 4:2:2 no tratada de un segundo D1. Las secuencias con tratamiento posterior (manipuladas) se grabaron en un equipo D1. Después de un segundo paso de las secuencias tratadas a través del códec sin más tratamiento posterior, se grabaron de nuevo en un aparato D1.

Para la prueba DSM, las secuencias se grabaron después del primer paso a través del códec y se expandieron con un factor de 10 a través de un registrador D1. Las secuencias ampliadas se pasaron de nuevo a través del códec y se grabaron en un equipo D1.

En II.2.1 se indican las secuencias utilizadas para estas pruebas:

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.3.

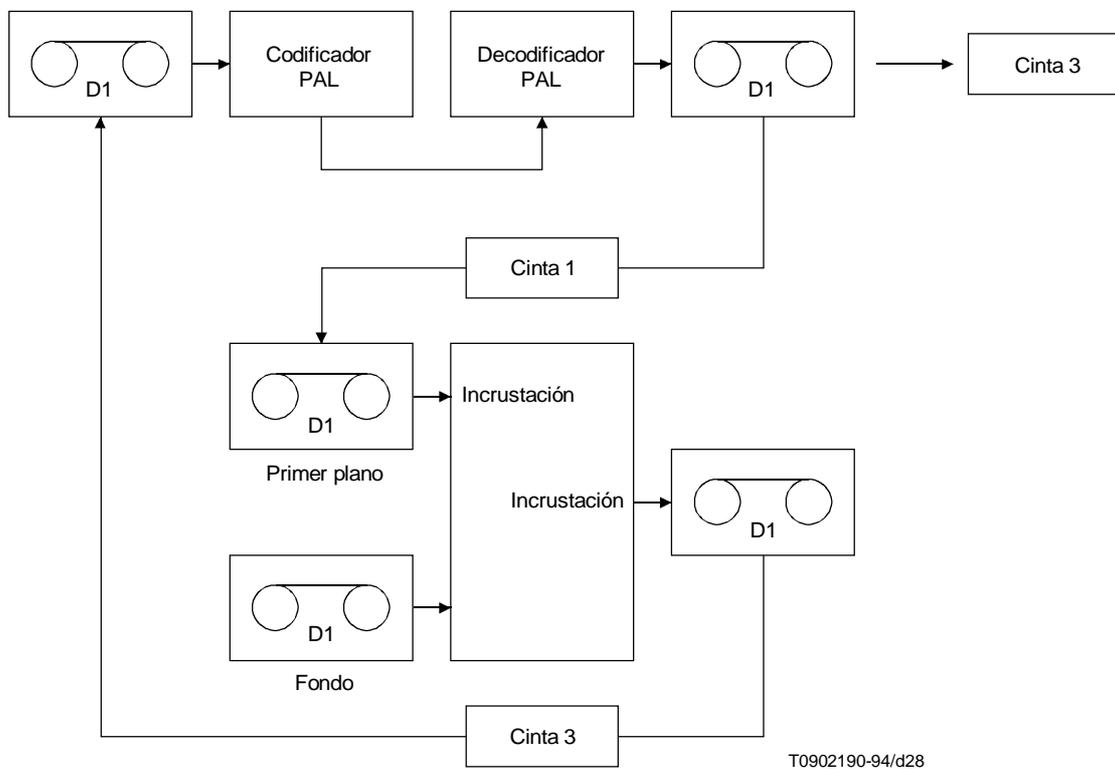


FIGURA II.3/J.81

«Calidad de anclaje inferior» para la evaluación subjetiva de la calidad del tratamiento post-producción

Para obtener la señal de calidad de anclaje inferior necesaria a efectos de evaluación subjetiva se propuso la utilización de una señal PAL como señal de primer plano y de una señal 4:2:2 no tratada como señal de fondo. En el caso de movimiento lento se expandió una señal PAL no tratada.

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.4.

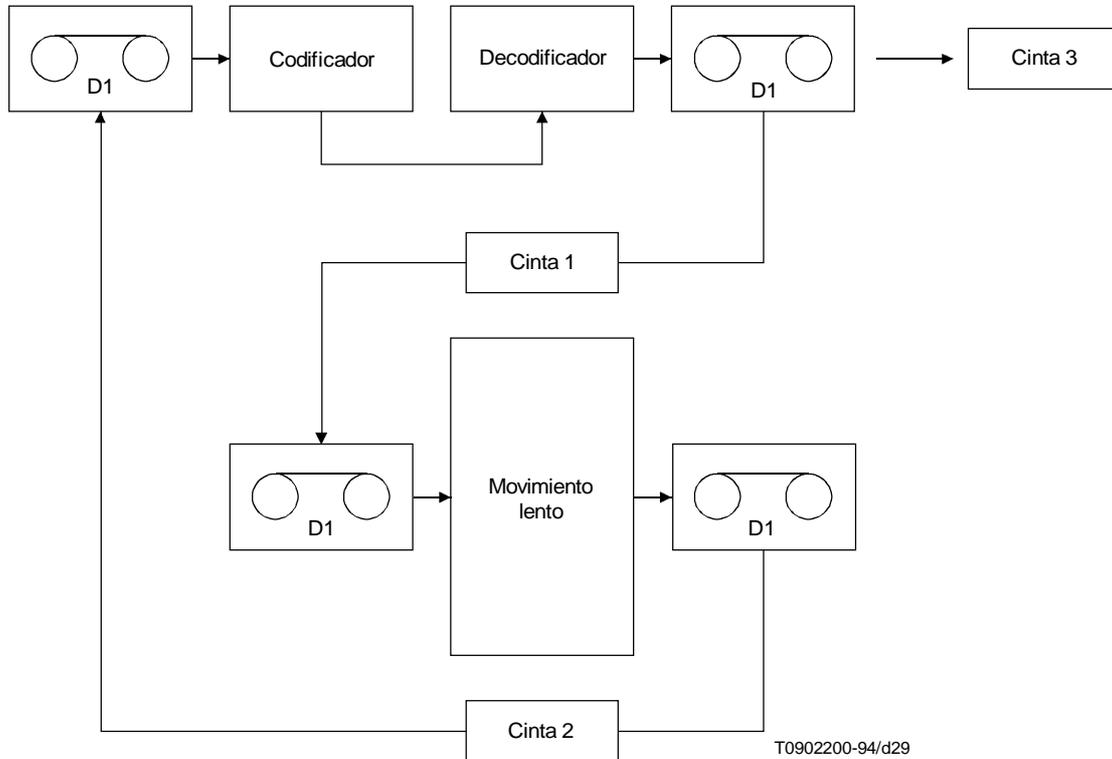


FIGURA II.4/J.81

Pruebas de característica de error

Para estas pruebas se grabaron secuencias, después de haber sido codificadas, sometidas a errores y decodificadas (dos veces, con una grabación intermedia en un equipo D1). Las secuencias, indicadas en II.2.1 para el caso de error, se grabaron dos veces por cada condición de error (7 tasas de errores y una condición de ráfaga).

Las condiciones de errores elegidas para su inclusión en las pruebas subjetivas (5 tasas de errores y una condición de ráfaga) fueron:

Condición 1	BER	$6,1 \times 10^{-5}$
Condición 2	BER	$1,2 \times 10^{-4}$
Condición 3	BER	$2,4 \times 10^{-4}$
Condición 4	BER	$4,9 \times 10^{-4}$
Condición 5	BER	$9,8 \times 10^{-4}$
Condición de ráfaga	Media de bits con errores en la ráfaga	$5,0 \times 10^{-1}$
	Media de bits entre ráfagas	$1,3 \times 10^5$
	Valor medio de la duración de la ráfaga (bits)	$3,2 \times 10^1$
	Tasa media de eventos de error	$7,6 \times 10^{-6}$

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.5.

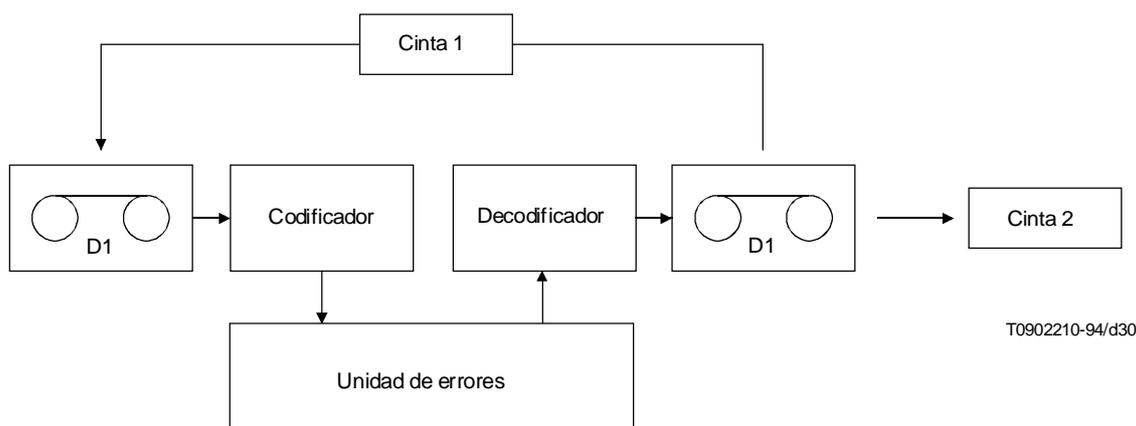


FIGURA II.5/J.81

Restablecimiento tras perturbaciones graves

Estas pruebas no se grabaron en el registrador de salida D1. Se introdujo varias veces una interrupción de 50 ms en el tren de datos, durante el paso por el códec de una secuencia de prueba, sin errores. La señal de salida decodificada se visualizó en un monitor con sincronismo de estudio externo y se grabó mediante una cámara. El tiempo requerido para el enganche tras una interrupción se determinó evaluando el código de tiempo visible en la imagen de salida, durante la reproducción de la cinta de la cámara.

La configuración de la prueba se muestra en la Figura II.6.

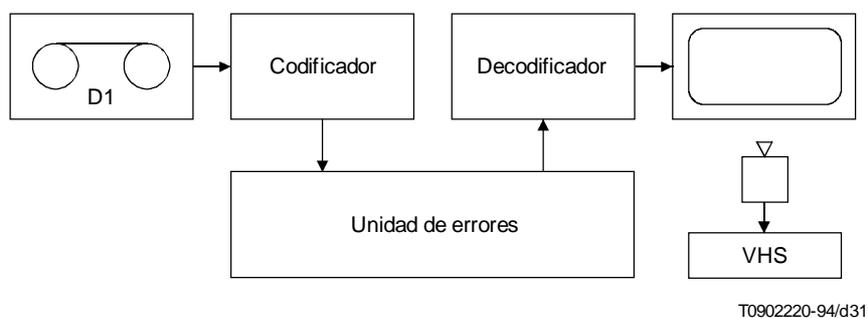


FIGURA II.6/J.81

II.3 Pruebas subjetivas

Los métodos de evaluación fueron conformes, en gran medida, a la Recomendación UIT-R BT.500. Siguió a grandes rasgos los aplicados en las pruebas de códec efectuadas con anterioridad, en 1989.

En las pruebas BQ, DCK y DSM se utilizó el método de escala de calidad continua con doble estímulo y en la prueba EP se utilizó el método de doble estímulo y escala de degradación.

II.4 Resultados de las pruebas subjetivas

Para la evaluación de las pruebas subjetivas se dispuso de los resultados de los ensayos de seis laboratorios.

II.4.1 Prueba (BQ) – Calidad básica

Diferencias medias entre el códec y la referencia en una escala de ± 100 , marca de paso +12 o menos a 6H. La desviación típica de la media se indica entre paréntesis (la desviación típica de la columna «media de las secuencias» se calculó como el valor medio de la desviación típica de la media de todas las secuencias).

Distancia de observación de 4H

Laboratorios: 6

Observadores: 74

	Secuencias						Media de las secuencias
	Diva	Tempestad	Flores	Kiel	Disco	Móvil	
Códec	45 (1)	1 (1)	0 (1)	0 (1)	3 (1)	3 (1)	9 (1)
PAL	22 (1)	12 (1)	29 (1)	29 (2)	19 (1)	43 (1)	26 (1)

Distancia de observación de 6H

Laboratorios: 6

Observadores: 95

	Secuencias						Media de las secuencias
	Diva	Tempestad	Flores	Kiel	Disco	Móvil	
Códec	41 (1)	0 (1)	0 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	7 (1)
PAL	13 (1)	9 (1)	21 (1)	22 (1)	13 (1)	40 (1)	20 (1)

II.4.2 Prueba (DCK) – Incrustación post-producción

Diferencia media entre el códec y la referencia como primer plano en una escala de ± 100 , marca de paso +18 o menos a 6H. La desviación típica de la media se indica entre paréntesis (la desviación típica de la columna «media de las secuencias» se calculó como el valor medio de la desviación típica de la media de todas las secuencias).

Distancia de observación de 4H

Laboratorios: 6

Observadores: 73

	Secuencias			Media de las secuencias
	Chapoteo	Ciao	Viejo	
Códec	0 (1)	1 (1)	2 (1)	1 (1)
PAL	49 (2)	38 (2)	42 (1)	43 (2)

Distancia de observación de 6H

Laboratorios: 6

Observadores: 97

	Secuencias			Media de las secuencias
	Chapoteo	Ciao	Viejo	
Códec	0 (0)	0 (1)	0 (1)	0 (1)
PAL	47 (1)	27 (1)	34 (1)	36 (1)

II.4.3 Prueba (DSM) – Movimiento lento post-producción

Diferencia media entre el códec y la referencia en una escala de ± 100 , marca de paso +18 o menos a 6H. La desviación típica de la media se indica entre paréntesis (la desviación típica de la columna «media de las secuencias» se calculó como el valor medio de la desviación típica de la media de todas las secuencias).

Distancia de observación de 4H

Laboratorios: 6

Observadores: 74

	Secuencias			Media de las secuencias
	Disco	Kiel	Crucero	
Códec	-1 (1)	5 (1)	1 (0)	2 (1)
PAL	20 (2)	42 (1)	14 (1)	25 (2)

Distancia de observación de 6H

Laboratorios: 6

Observadores: 97

	Secuencias			Media de las secuencias
	Disco	Kiel	Crucero	
Códec	0 (0)	2 (1)	0 (0)	1 (1)
PAL	16 (1)	39 (1)	5 (1)	20 (1)

II.4.4 Prueba (EP) – Característica de error

Notas medias en una escala de degradaciones de cinco notas. Marca de paso de 4,0 a 10⁻⁴ a 6H. La desviación típica de la media se indica entre paréntesis (la desviación típica de la columna «media de las secuencias» se calculó como el valor medio de la desviación típica de la media de todas las secuencias).

Distancia de observación de 4H

Laboratorios: 6

Observadores: 77

	Secuencias			Media de las secuencias
	Pizarra	Móvil	Chapoteo	
Condición 1	4,8 (,0)	4,1 (,1)	4,7 (,0)	4,5 (,1)
Condición 2	4,8 (,0)	4,2 (,1)	4,7 (,0)	4,6 (,1)
Condición 3	4,8 (,0)	4,3 (,1)	4,5 (,1)	4,5 (,1)
Condición 4	4,8 (,0)	4,3 (,1)	3,6 (,1)	4,3 (,1)
Condición 5	1,3 (,1)	2,1 (,1)	1,8 (,1)	1,7 (,1)
Ráfaga	4,2 (,1)	2,5 (,1)	1,7 (,1)	2,8 (,1)

Distancia de observación de 6H

Laboratorios: 6

Observadores: 95

	Secuencias			Media de las secuencias
	Pizarra	Móvil	Chapoteo	
Condición 1	4,9 (,0)	4,5 (,0)	4,8 (,0)	4,7 (,0)
Condición 2	4,9 (,0)	4,7 (,0)	4,8 (,0)	4,8 (,0)
Condición 3	4,9 (,0)	4,6 (,0)	4,6 (,1)	4,7 (,0)
Condición 4	4,9 (,0)	4,7 (,0)	3,9 (,1)	4,5 (,1)
Condición 5	1,5 (,1)	2,4 (,1)	2,2 (,1)	2,0 (,1)
Ráfaga	4,4 (,1)	3,0 (,1)	2,0 (,1)	3,1 (,1)

En la Figura II.7 se presentan los resultados de errores aleatorios a 6H:

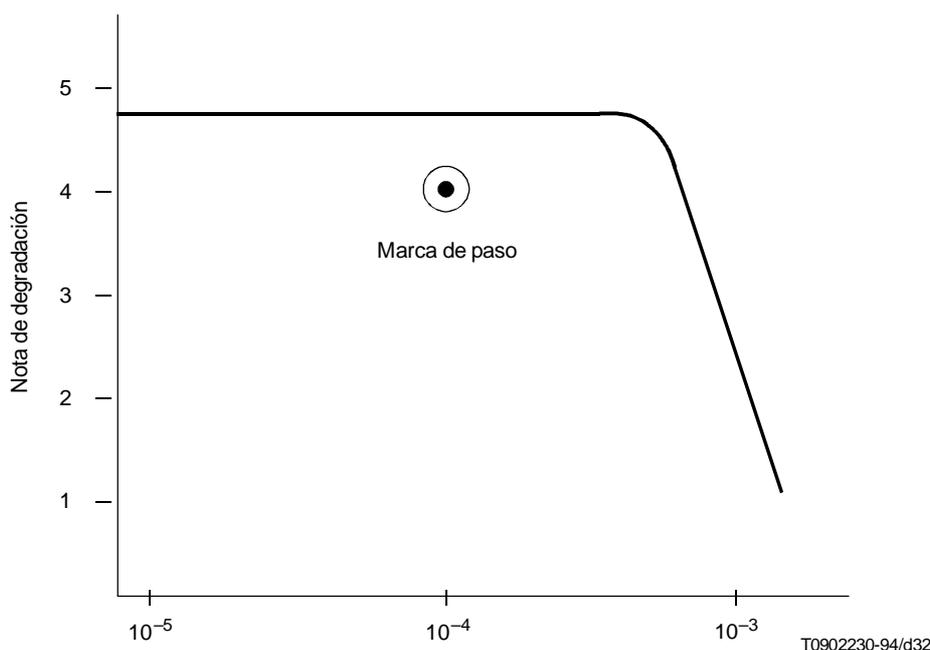


FIGURA II.7/J.81
Resultados de errores aleatorios a 6H

II.5 Resultados de las pruebas de tiempo de restablecimiento del códec

El códec no pasó la prueba de tiempo de restablecimiento. De la evaluación del tiempo de restablecimiento del códec después de una interrupción de 50 ms en la transmisión se dedujo que el número medio de tramas que requería el códec para restablecer una señal de salida satisfactoria era de unas 16, lo que significa un tiempo medio de restablecimiento de unos 640 ms. Durante este tiempo, partes de la imagen quedan paradas y/o se perturban. El carácter de las perturbaciones era variable y pueden calificarse de perceptibles a muy molestas.

La información disponible y las discusiones sobre el tema de los requisitos de tiempo de restablecimiento inducen a dudar en cierta medida respecto a la importancia de los 160 ms como requisito de usuario. Parecen necesarias nuevas propuestas de síntesis para la definición del tiempo de restablecimiento de un códec digital.

II.6 Observaciones adicionales

La calidad de la señal PAL generada con la configuración indicada en el II.2.2 produjo una calidad de imagen de las secuencias codificadas PAL bastante pobre. No hubo posibilidad de cambiar la configuración en el plazo de tiempo de que se disponía.

El equipo de incrustación disponible funcionó en el campo analógico. Su montaje se vio dificultado por la ausencia de un operador experto. Los resultados no parecen representar la mejor calidad de incrustación posible.

II.7 Conclusiones

Las pruebas del códec se llevaron a cabo con la ayuda de la Unión Europea de Radiodifusión (UER) y de 9 laboratorios de varios países europeos, de Australia y de Japón. Para las pruebas subjetivas se contó con más de 90 observadores.

Los resultados de las pruebas muestran claramente que el códec sometido a prueba satisface muy bien los requisitos de usuario, por lo que se refiere a la calidad básica definida en la Recomendación UIT-R BT.800, para tres de las cuatro secuencias. No es éste el caso de «diva con ruido».

Los resultados medios obtenidos en las pruebas de incrustación y movimiento lento cumplen muy bien, asimismo, el criterio expuesto en la Recomendación UIT-R BT.800. Incluso utilizando las secuencias de incrustación producidas para las pruebas de 1989, la desviación es muy baja.

Las pruebas de característica de error muestran que un códec que haga uso de una potente corrección de errores junto con la ocultación de los mismos cumplirá el requisito relativo a errores aleatorios, con una BER superior a 5×10^{-4} .

El códec no satisfizo el requisito relativo a la característica de error en las condiciones de ráfaga de errores propuestas por el grupo de pruebas y que habían sido seleccionadas para la prueba. Entre dichas condiciones figuraba una longitud de ráfaga de 32 bits, debido a las limitaciones impuestas a la variación de la longitud de ráfaga permitida por la unidad de errores utilizada, que excedía de la longitud de ráfaga (menor o igual a 30 bits) mencionada en la Recomendación UIT-R BT.800²⁾.

El códec tampoco satisfizo los requisitos relativos a tiempo de restablecimiento indicados en la Recomendación UIT-R BT.800, necesitando, por término medio, unas 16 tramas o 640 ms para el restablecimiento de una señal de salida satisfactoria. Hay que señalar, no obstante, que la definición del tiempo de recuperación de los códecs digitales está siendo objeto de debate y que se necesitan nuevas propuestas de síntesis, para la definición de tiempo de recuperación.

Aún no se ha podido probar el retardo entre sonido e imagen y la interoperabilidad de los códecs de diferentes fabricantes.

Referencias

- [1] Recomendación UIT-R BT.601 *Parámetros de codificación de televisión digital para estudios.*
- [2] Recomendación G.751 del CCITT (1988) *Equipos múltiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y utilizan justificación positiva.*
- [3] Recomendación G.752 del CCITT (1988) *Características de los equipos múltiplex digitales basados en la velocidad binaria de segundo orden de 63 12 kbit/s, con justificación positiva.*
- [4] Recomendación G.707 del CCITT (1988) *Velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona.*
- [5] Recomendación G.708 del CCITT (1988) *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona.*
- [6] Recomendación G.709 del CCITT (1988) *Estructura de multiplexación síncrona.*
- [7] Recomendación H.261 del CCITT (1988) *Códec para los servicios audiovisuales a $n \times 384$ kbit/s.*
- [8] Recomendación UIT-R BT.470 *Sistemas de televisión.*
- [9] Recomendación UIT-R BT.656 *Interfaces para las señales componentes de vídeo digitales en sistemas de televisión de 525 líneas y 625 líneas.*
- [10] Recomendación UIT-R CMTT.724 *Transmisión de señales de sonido digitales con calidad de estudio para los canales HI.*
- [11] Norma 3309-2 de la ISO (1984) *Information processing systems – Data communication – High-level data link control procedures – Frame structure.*
- [12] Recomendación UIT-R BT.653 *Sistemas de teletexto.*
- [13] Publicación 461 de la CEI (1986) *Timecode and control code for video tape recorders.*
- [14] Recomendación V.24 del CCITT (1988) *Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos.*
- [15] Recomendación V.28 del CCITT (1988) *Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente.*
- [16] Norma 2110 de la ISO (1980) *Data communication – 25-pin DTE/DCE interface connector and pin assignments.*

²⁾ Para solucionar este problema, en la presente Recomendación se ha aumentado la profundidad de entrelazado a 6.