

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

T.810

(05/2006)

SERIE T: TERMINALES PARA SERVICIOS DE
TELEMÁTICA

**Tecnología de la información – Sistema de
codificación de imágenes JPEG 2000:
Inalámbrico**

Recomendación UIT-T T.810

UIT-T



Tecnología de la información – Sistema de codificación de imágenes JPEG 2000: Inalámbrico

Resumen

La finalidad de la presente Recomendación | Norma Internacional es facilitar una sintaxis para proteger los datos de imágenes codificadas JPEG 2000 durante la transmisión por redes y canales inalámbricos. Los servicios de protección incluyen la detección y corrección de errores en el encabezamiento y el tren de bits, la descripción de la sensibilidad a errores de diferentes partes de los datos comprimidos y la descripción de posibles errores residuales en los datos comprimidos. Gracias a la sintaxis, estos servicios de protección se aplican, en parte o en su totalidad, a los datos de la imagen codificada. Estos servicios están concebidos para mantener las características inherentes de JPEG 2000, tales como su capacidad evolutiva y acceso a diversas áreas espaciales, los niveles de resolución, los componentes de color y las capas de calidad, ofreciendo al mismo tiempo servicios de protección para esos elementos.

Orígenes

La Recomendación UIT-T T.810 fue aprobada el 29 de mayo de 2006 por la Comisión de Estudio 16 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8. Se publica también un texto idéntico como Norma Internacional ISO/CEI 15444-11.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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

ÍNDICE

		<i>Página</i>
1	Alcance	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones	1
4	Símbolos y abreviaturas	3
4.1	Abreviaturas	3
4.2	Símbolos	3
5	Descripción general de la JPWL	4
5.1	Introducción	4
5.2	Descripción del sistema JPWL	5
6	Partes normativas de la JPWL	7
7	Partes informativas de la JPWL	8
Anexo A	– Sintaxis de tren codificado	9
A.1	Definiciones de marcadores y segmentos marcadores	9
A.2	Gamas de código marcador definidas en esta Recomendación Norma Internacional	9
A.3	Reglas aplicables a los marcadores, los segmentos marcadores y el tren codificado	9
A.4	Información en los segmentos marcadores	9
A.5	Construcción del tren codificado	10
A.6	Segmentos marcadores JPWL	10
Anexo B	– Protección contra errores en el encabezamiento	18
B.1	Introducción	18
B.2	Códigos predefinidos de corrección de errores	19
B.3	Utilización de EPB para la protección de encabezamiento	19
Anexo C	– Capacidad de protección contra errores	23
C.1	Utilización del segmento marcador EPC	23
C.2	P_{CRC}	23
C.3	Longitud de los datos (DL)	23
C.4	P_{EPC}	24
C.5	Identificación de herramientas (ID)	24
C.6	Parámetros de las herramientas (P_{ID})	24
Anexo D	– Descriptor de la sensibilidad a errores	25
D.1	Introducción y aplicaciones	25
D.2	Definición del mercado y posición en el tren codificado	25
D.3	Subdivisión del tren codificado en unidades de datos	26
D.4	Información relativa a la sensibilidad	26
D.5	Ejemplos y directrices	28
Anexo E	– Descriptor de errores residuales	30
E.1	Introducción	30
E.2	Señalización de errores residuales	30
E.3	Ejemplos	30
Anexo F	– Directrices para la codificación de trenes codificados JPEG 2000 en el contexto de entornos propensos a errores	32
F.1	Introducción	32
F.2	Herramientas de recuperación de errores de JPEG 2000 Parte 1	32
F.3	Directrices para la implementación del codificador JPEG 2000	33
Anexo G	– Comportamiento recomendado para la gestión de errores en el decodificador	35
G.1	Introducción	35
G.2	Comportamiento recomendado del decodificador JPEG 2000 Parte 1	35
G.3	Directrices para la implementación del decodificador JPWL	36

	<i>Página</i>
Anexo H – Codificación de entropía con recuperación de errores	38
H.1 Introducción.....	38
H.2 Sintaxis.....	38
H.3 Codificación binaria mediante el símbolo prohibido.....	39
H.4 Símbolos de segmentación de recuperación de errores.....	40
H.5 Detección de errores	41
H.6 Corrección de errores	42
Anexo I – Protección desigual contra errores	47
I.1 Introducción.....	47
I.2 Utilización del descriptor de la sensibilidad a errores como información para el sistema de protección desigual contra errores	47
I.3 Utilización del bloque de protección contra errores (EPB) para la protección desigual contra errores	47
Anexo J – Compatibilidad con la ISO/CEI 15444	48
J.1 Compatibilidad con ISO/CEI 15444-1	48
J.2 Compatibilidad con la ISO/CEI 15444-3.....	48
J.3 Compatibilidad con ISO/CEI 15444-8 (JPSEC).....	48
Anexo K – Autoridad de registro.....	50
K.1 Introducción general	50
K.2 Criterios de aceptación de solicitantes de registro	50
K.3 Solicitudes de registro	50
K.4 Examen de las solicitudes y respuesta	50
K.5 Mantenimiento	51
K.6 Publicación del registro	52
Anexo L – Declaración de patentes.....	53
BIBLIOGRAFÍA	54

**NORMA INTERNACIONAL
RECOMENDACIÓN UIT-T**

**Tecnología de la información – Sistema de codificación
de imágenes JPEG 2000: Inalámbrico**

1 Alcance

En la presente Recomendación | Norma Internacional se definen sintaxis y métodos ampliables para la protección contra errores que pueden producirse durante la transmisión de trenes codificados JPEG 2000 conforme con la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1.

Esta Recomendación | Norma Internacional se conoce con el nombre de JPEG 2000 inalámbrica (Wireless JPWL 2000, "JPWL") y las aplicaciones que utilizan JPWL se denominan "sistema JPWL".

En la JPWL se especifica un conjunto de herramientas que constan de estructuras de datos adicionales a los trenes codificados JPEG 2000 y técnicas de protección contra errores, necesarias para la corrección de errores y la señalización. La presente Recomendación | Norma Internacional incluye definiciones de la semántica y pautas sobre su utilización.

2 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones y Normas Internacionales contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación | Norma Internacional. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y Normas son objeto de revisiones, por lo que se preconiza que los participantes en acuerdos basados en la presente Recomendación | Norma Internacional investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y las Normas citadas a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes. La Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT mantiene una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

Rec. UIT-T T.800 (2002) | ISO/CEI 15444-1:2004, *Tecnología de la información – Sistema de codificación de imágenes JPEG 2000: Sistema de codificación básico.*

3 Términos y definiciones

A los efectos de esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan los siguientes términos y definiciones. En esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan también las definiciones que figuran en la cláusula 3 de la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1.

3.1 compatibilidad con sistemas anteriores: Incluye todas las técnicas que generan un tren de bits que puede decodificar/visualizar un decodificador de Parte 1 conforme a lo especificado en la Parte 4 de JPEG 2000 (Rec. UIT-T T.803 | ISO/CEI 15444-4) para el caso de un entorno libre de errores.

3.2 compatibilidad con sistemas anteriores y ampliaciones: Incluye todas las técnicas que generan un tren de bits el cual no hace colapsar el decodificador de Parte 1 en el caso de un entorno sin errores. Es obligatorio que el decodificador JPWL decodifique/visualice correctamente las imágenes.

3.3 big endian: Los bits de un valor representado se ordenan del más significativo al menos significativo.

3.4 tren de bits: Secuencia real de bits que resulta de la codificación de una secuencia de símbolos. No incluye marcadores o segmentos marcadores en los encabezamientos principales o encabezamientos de partes de losa, ni marcadores EOC. Si están incluidos los encabezamientos de paquete y los marcadores de trenes y segmentos marcadores que no se encuentran en los encabezamientos principales o en los encabezamientos de parte de losa.

3.5 tasa de errores en los bits (BER, bit error rate): Valor esperado obtenido por estadística de la relación entre el número de bits erróneos en los datos recibidos y el volumen de datos recibidos (BER).

- 3.6 bloque de código:** Agrupación rectangular de los coeficientes de una misma subbanda de un componente losa.
- 3.7 tren codificado:** Conjunto de uno o más trenes de bits y al encabezamiento principal, los encabezamientos de parte de losa y el EOC necesarios para decodificarlos y presentar los datos de la imagen no comprimidos. Se trata pues de los datos de la imagen comprimidos con toda la señalización necesaria para su decodificación.
- 3.8 partición de datos:** Modificación de la organización del tren de códigos mediante la cual se separan los datos comprimidos en diferentes partes.
- 3.9 decodificador:** La concretización de un proceso de decodificación, y opcionalmente un proceso de transformación de color.
- 3.10 proceso de decodificación:** Proceso que se aplica a la totalidad o una parte del tren codificado y genera la totalidad o una parte de la imagen reconstruida.
- 3.11 codificador:** Una concretización de un proceso de codificación.
- 3.12 proceso de codificación:** Proceso que se aplica a la totalidad o una parte de los datos de la imagen original y genera un tren codificado.
- 3.13 corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*):** Técnica que consiste en detectar y/o corregir errores gracias a la adición de redundancias en el tren codificado.
- 3.14 entrelazado:** Modificación del orden de los datos de un tren codificado.
- 3.15 autoridad de registro JPWL :** Organización encargada de asignar un ID único a cada herramienta JPWL y almacenar la lista de parámetros de su descripción.
- 3.16 capa:** Conjunto de datos de imágenes comprimidas obtenidos al realizar pasadas de codificación de uno o más bloques de código de un componente losa. Se ha de preservar el orden de codificación y de decodificación que tienen las capas.
- 3.17 little endian:** Los bits de un valor representado se ordenan del menos significativo al más significativo.
- 3.18 marcador:** Código de dos bytes en el que el primer byte es hexadecimal FF (0xFF) y el segundo byte es un valor comprendido entre 1 (0x01) y el hexadecimal FE (0xFE).
- 3.19 segmento marcador:** Marcador y su conjunto (no vacío) de parámetros relacionados.
- 3.20 sin compatibilidad con sistemas anteriores :** Incluye todas las técnicas que genera un tren de códigos que puedan colapsar a un decodificador JPEG 2000 Parte 1, aun cuando se trate de un entorno sin errores. Este tipo de técnicas queda fuera del alcance de la presente Recomendación | Norma Internacional.
- 3.21 paquete:** Parte del tren de bits formado por el encabezamiento de paquete y los datos de la imagen comprimida correspondiente a una capa de un recinto, para un nivel de resolución de un componente losa.
- 3.22 encabezamiento del paquete:** Porción del paquete que contiene la señalización necesaria para decodificar el paquete.
- 3.23 tasa de pérdida de paquetes (PLR, *packet loss rate*):** Se define como el valor esperado obtenido por estadística de la relación entre el número de paquetes descartados durante la transmisión y el número total de paquetes transmitidos. En esta definición un paquete debe interpretarse a nivel de transmisión y no como una entidad básica de un tren codificado JPEG 2000.
- 3.24 marcadores puntero y segmentos marcadores puntero:** Marcadores y segmentos marcadores que contienen información sobre la posición de estructuras en el tren codificado.
- 3.25 recinto:** Región rectangular de un componente losa transformado, en cada nivel de resolución, que se utiliza para limitar el tamaño de los paquetes.
- 3.26 precisión:** Número de bits atribuidos a una determinada muestra, un determinado coeficiente u otra representación numérica binaria.
- 3.27 códigos sistemáticos:** Código que genera un determinado número de símbolos de redundancia además de los símbolos de datos de entrada originales.
- 3.28 losa:** Matriz rectangular de puntos sobre la rejilla de referencia, determinada por una traslación desde el origen de la rejilla de referencia, y definida por los valores de anchura y altura. Las losas que se superponen se utilizan para definir componentes losa.
- 3.29 componente losa:** Todas las muestras de un determinado componente que están reunidos en una losa.

- 3.30 índice de losa:** El índice de la losa en cuestión, que va desde cero hasta el número total de losas menos uno.
- 3.31 parte de losa:** Una porción del tren codificado con los datos de la imagen comprimida de todo o una parte de una losa. La parte de losa comprende como mínimo uno de los paquetes que constituyen la losa codificada, y puede incluirlos todos.
- 3.32 encabezamiento de la parte de losa:** Grupo de marcadores y segmentos marcadores al principio de cada parte de losa en el tren codificado, utilizados para describir los parámetros de codificación de la parte de losa.
- 3.33 transcodificador:** Una concretización de un proceso de transcodificación.
- 3.34 proceso de transcodificación:** Proceso que acepta todo el tren de códigos, o una parte del mismo, y genera como resultado todo o una parte del mismo, con la posible adición de otros datos.
- 3.35 protección desigual contra errores (UEP, *unequal error protection*):** Se refiere a la asignación de diferentes grados de protección contra errores a diferentes partes de tren de códigos.

4 Símbolos y abreviaturas

4.1 Abreviaturas

En la presente Recomendación | Norma Internacional se utilizan las siguientes abreviaturas.

BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem
COC	Marcador tipo de codificación de componente (<i>coding style component marker</i>)
COD	Marcador tipo de codificación por defecto (<i>coding style default marker</i>)
COM	Marcador de comentario (<i>comment marker</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CRG	Marcador registro del componente (<i>component registration marker</i>)
EOC	Marcador fin de tren codificado (<i>end of codestream marker</i>)
EPB	Marcador del bloque de protección contra errores (<i>error protection block marker</i>)
EPC	Marcador de la capacidad de protección contra errores (<i>error protection capability marker</i>)
EPH	Marcador fin de encabezamiento de paquete (<i>end of packet header marker</i>)
ESD	Marcador del descriptor de la sensibilidad a errores (<i>error sensitivity descriptor marker</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
JPEG	Grupo mixto de expertos en fotografía (<i>joint photographic experts group</i>) – Es una Comisión Mixta ISO/CEI/UIT encargada de elaborar las normas para la codificación de imágenes fijas de tonos continuos. También se refiere a las normas elaboradas por esta Comisión: ISO/CEI 10918 y sus correspondientes Recomendaciones UIT-T
JPEG 2000	Grupo mixto de expertos en fotografía (<i>joint photographic experts group</i>) – Es una Comisión Mixta ISO/CEI/UIT encargada de elaborar las normas para la codificación de imágenes fijas de tonos continuos. También se refiere a las normas elaboradas por esta Comisión: ISO/CEI 15444 y sus correspondientes Recomendaciones UIT-T
JPEG 2000 Parte 1:	Hace referencia a la Parte 1 de JPEG 2000, Rec. UIT-T.800 ISO/CEI 15444-1
JPEG 2000 Parte 11:	Hace referencia a la presente Recomendación Norma Internacional
JPWL	Hace referencia a la presente Recomendación Norma Internacional
PLM	Marcador longitud de paquete, encabezamiento principal (<i>packet length, main header marker</i>)
PLT	Marcador longitud de paquete, encabezamiento de parte de losa (<i>packet length, tile-part header marker</i>)
POC	Marcador cambio del orden de progresión (<i>progression order change marker</i>)
PPM	Marcador encabezamientos de paquete empaquetados, encabezamiento principal (<i>packed packet headers, main header marker</i>)

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

PPT	Marcador encabezamientos de paquete empaquetados, encabezamiento de parte de losa (<i>packed packet headers, tile-part header marker</i>)
QCC	Marcador cuantificación propio de componente (<i>quantization component marker</i>)
QCD	Marcador cuantificación por defecto (<i>quantization default marker</i>)
RA	Autoridad de registro (<i>registration authority</i>)
RED	Marcador del descriptor de error residual (<i>residual error descriptor marker</i>)
RGN	Marcador región de interés (<i>region of interest marker</i>)
RS	Reed Solomon
SIZ	Marcador tamaño de imagen y de losa (<i>image and tile size marker</i>)
SOC	Marcador comienzo de tren codificado (<i>start of codestream marker</i>)
SOD	Marcador comienzo de datos (<i>start of data marker</i>)
SOP	Marcador comienzo de paquete (<i>start of packet marker</i>)
SOT	Marcador comienzo de parte de losa (<i>start of tile-part marker</i>)
TLM	Marcador longitudes de parte de losa (<i>tile-part lengths marker</i>)
UEP	Protección desigual contra errores (<i>unequal error protection</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (anteriormente CCITT)

4.2 Símbolos

En la presente Recomendación | Norma Internacional se utilizan los siguientes símbolos.

0x----	Indica un número hexadecimal
\nnn	Un número de tres cifras precedido por una barra hacia atrás indica el valor de un solo byte en una cadena de caracteres, siendo las tres cifras el valor octal de ese byte
ϵ_b	Exponente del valor de la sensibilidad de error definido en ESD
μ_b	Mantisa del valor de la sensibilidad a errores definido en ESD

5 Descripción general de la JPWL

5.1 Introducción

En esta Recomendación | Norma Internacional se define un conjunto de herramientas y métodos para la transmisión eficaz de imágenes JPEG 2000 Parte 1 por un entorno de transmisión/almacenamiento propenso a errores. Esta Recomendación | Norma Internacional está concebida principalmente para aplicaciones inalámbricas, aunque estas mismas herramientas pueden utilizarse para otros tipos de aplicaciones que también son propensas a errores.

Una de las características de las redes inalámbricas es que se producen con frecuencia errores de transmisión, lo que impone fuertes limitaciones en la transmisión de imágenes digitales. Dada su gran eficacia de conversión, la JPEG 2000 es una buena opción para aplicaciones inalámbricas de multimedia. Por otra parte, gracias a su gran capacidad evolutiva, JPEG 2000 ofrece a los operadores de red una gran variedad de estrategias de calidad de servicio. Sin embargo, para que resulte adecuado en aplicaciones inalámbricas de multimedia, JPEG 2000 tiene que ser robusto en cuanto a errores de transmisión.

En la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1 se definen técnicas de recuperación de errores para mejorar la calidad de funcionamiento en canales ruidosos. Ahora bien, estos errores sólo permiten detectar la aparición de errores en el tren de bits, ocultar los datos erróneos y resincronizar el decodificador. Es decir, no corrige los errores de transmisión. Además, estas herramientas no se aplican a los encabezamientos principal y de parte losa que son las partes más importantes del tren codificado. Por estas razones, estos mecanismos no son suficientes en el contexto de transmisiones inalámbricas.

A fin de lograr una transmisión eficiente por entornos de transmisión/almacenamiento propensos a errores, en esta Recomendación | Norma Internacional se definen mecanismos adicionales para la protección y corrección de errores. Estos mecanismos amplían los elementos del sistema de codificación básico descrito en la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1. Estas ampliaciones son compatibles con los sistemas anteriores y con las extensiones al mismo, como se especifica en la cláusula 3.

Esta Recomendación | Norma Internacional es independiente de la red o protocolo de transporte específico, por lo que ofrece una solución general para la transmisión robusta de imágenes JPEG 2000 por canales y redes propensos a errores. La JPWL actuará normalmente al nivel de aplicación. Ahora bien, si se considera adecuado, podrían utilizarse los instrumentos JPWL para la transmisión directa de imágenes por la capa física del canal.

5.2 Descripción del sistema JPWL

Las principales funciones del sistema JPWL son proteger el tren codificado contra errores de transmisión, describir el grado de sensibilidad a errores de transmisión de las diferentes partes del tren codificado e indicar la posición de los errores residuales en el tren codificado.

El sistema JPWL puede aplicarse a una imagen original o a un tren codificado de Parte 1, como se ilustra, respectivamente, en las figuras 1 y 2. En el lado de transmisión de la figura 1, el codificador JPWL consta de tres módulos que funcionan simultáneamente: un codificador JPEG 2000 Parte 1 que comprime la imagen original, un generador de la descripción de sensibilidad a errores, y un procesador que aplica el mecanismo de protección contra errores. El resultado es un tren codificado JPEG 2000 Parte 11, robusto en cuanto a errores de transmisión. En el lado de recepción, el decodificador JPWL consta también de tres módulos: un procesador para corregir errores, un generador de la descripción de errores residual y un decodificador JPEG 2000 Parte 1. En la figura 2 se muestra otra configuración en la que el lado transmisor consta de un transcodificador JPWL que procesa el tren codificado JPEG 2000 Parte 1, genera la descripción de sensibilidad a errores y aplica los mecanismos de protección contra errores. En el lado receptor, el transcodificador JPWL corrige los errores de transmisión y genera la descripción de errores residual, produciendo un tren codificado de Parte 1 que puede enviarse a un decodificador de Parte 1 junto con la información sobre los errores residuales.

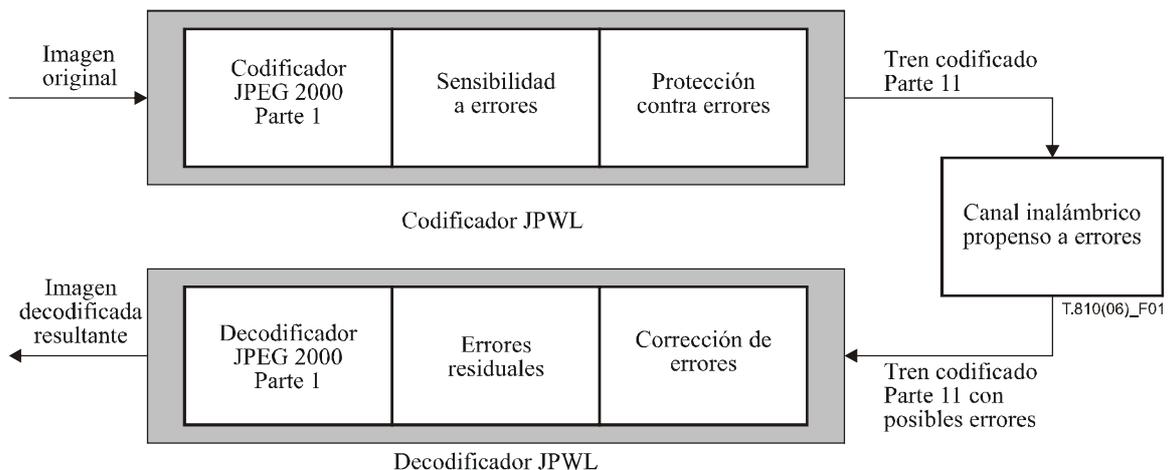


Figura 1 – Descripción del sistema JPWL: Codificador y decodificador JPWL

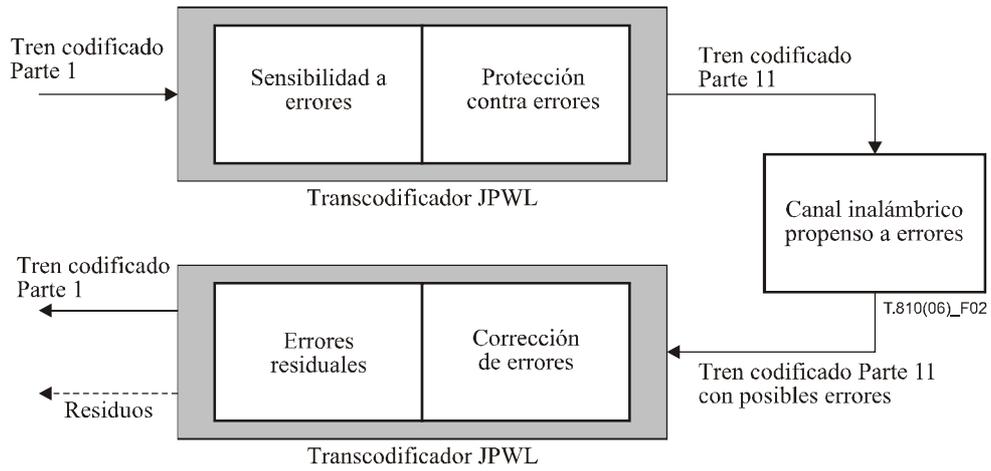


Figura 2 – Descripción del sistema JPWL: Transcodificador JPWL

Como se muestra en las figuras 3 y 4, también son posibles otras configuraciones similares. Mientras que en las figuras 1 y 2 la generación de la descripción de sensibilidad a errores y la aplicación del mecanismo de protección contra errores se llevan a cabo simultáneamente, en las figuras 3 y 4 las dos operaciones se realizan sucesivamente. O para ser más exactos, primeramente el codificador/transcodificador JPWL genera un tren codificado JPEG 2000 Parte 11 que contiene información de sensibilidad a errores, y luego el transcodificador JPWL utiliza esta información para optimizar el mecanismo de protección contra errores y generar un tren codificado a errores de transmisión.

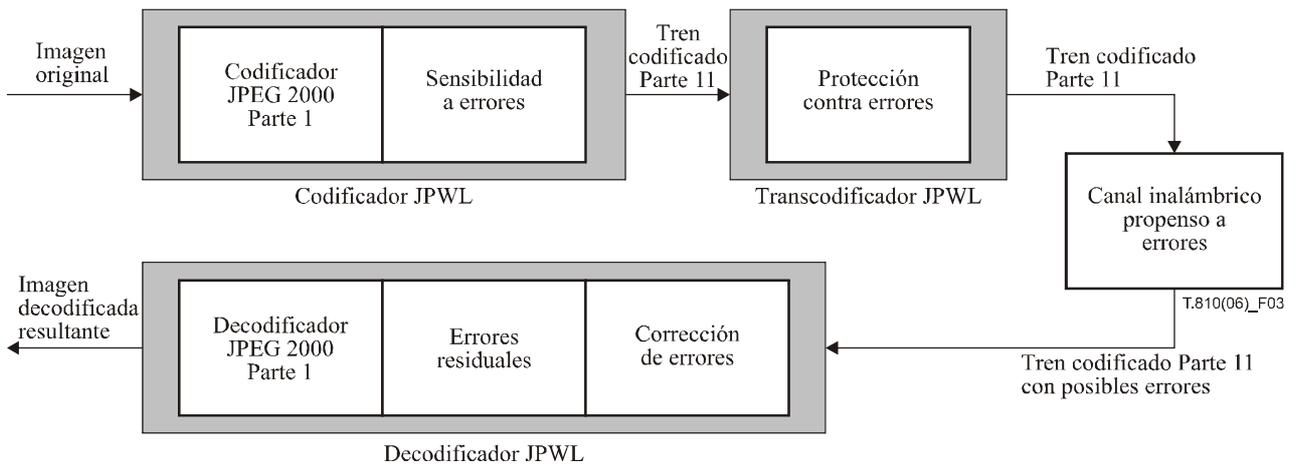


Figura 3 – Descripción del sistema JPWL: Otra configuración

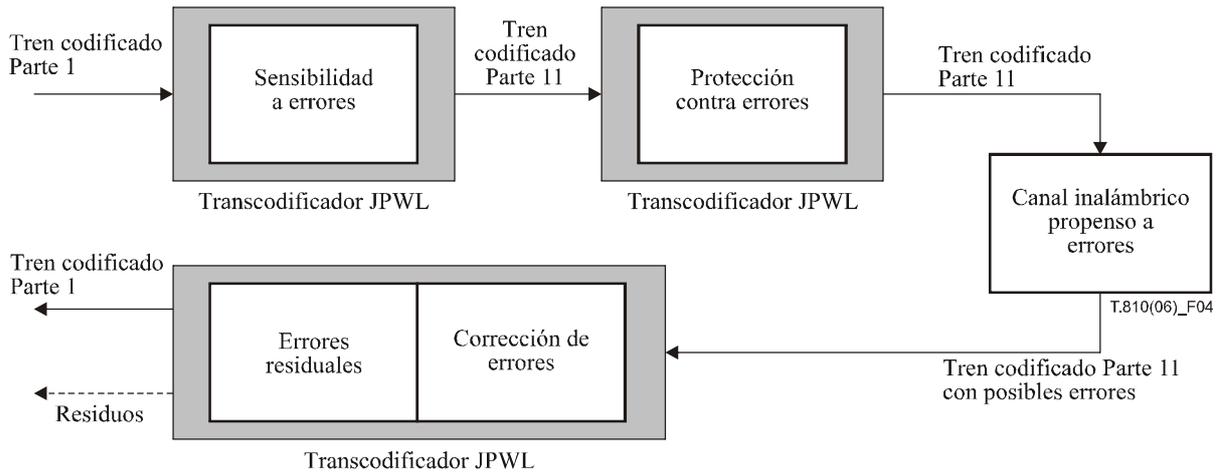


Figura 4 – Descripción del sistema JPWL: Otra configuración

En el proceso de protección contra errores se modifica el tren codificado para dotarlo de mayor capacidad de recuperación contra errores, por ejemplo se añade redundancia o se particionan y entrelazan los datos. En el proceso de corrección de errores se detectan los mismos y, si es posible, se corrigen. Las técnicas para proteger el tren codificado son los códigos de corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*), la partición y entrelazado de datos, la codificación entrópica robusta y la protección desigual contra errores.

El descriptor de la sensibilidad a errores describe el grado de sensibilidad de las diferentes partes del tren codificado en cuanto a los errores de transmisión. Normalmente esta información se genera al codificar la imagen utilizando un codificador JPEG 2000 Parte 1 (por ejemplo figuras 1 y 3) aunque también puede obtenerse directamente a partir del tren codificado Parte 1 (por ejemplo figuras 2 y 4). Esta información puede utilizarse ulteriormente al proteger la imagen. Concretamente, las partes más sensibles del tren codificado pueden dotarse de mayor protección que las partes menos sensibles (protección desigual contra errores).

El descriptor de errores residuales indica la posición de los errores residuales en el tren codificado. Los errores residuales son los errores que no pudieron corregirse mediante el mecanismo de protección contra errores. Esta información se genera normalmente durante el proceso de corrección de errores, y puede utilizarse ulteriormente en el codificador JPEG 2000 Parte 1 para evitar la decodificación de las partes corruptas del tren.

Las figuras anteriores que describen el sistema JPWL son sólo ejemplos, por lo que pueden utilizarse otras configuraciones.

Además de las descritas en la presente Recomendación | Norma Internacional, el sistema JPWL prevé un margen de flexibilidad para futuras técnicas. Como se describe en el anexo K, la autoridad de registro es la encargada de gestionar la adición de nuevas técnicas.

6 Partes normativas de la JPWL

La codificación consiste en convertir los datos de la imagen original en datos de imagen comprimida. Todos los procesos de codificación se especifican a título informativo.

Un codificador es una concretización de la codificación. Para ser conforme a esta Recomendación | Norma Internacional, el codificador deberá convertir los datos de la imagen fuente en datos de una imagen comprimida, empleando la sintaxis de trenes codificados especificada en el anexo A.

La decodificación consiste en convertir los datos de la imagen comprimida en datos de imagen reconstruida. Algunas partes de la decodificación son normativas, a saber, las relacionadas con la extracción de información contenida en segmentos marcadores específicos de JPEG 2000 Parte 11, así como las partes que se refieren a la decodificación de características de JPEG 2000 Parte 1. Otros aspectos de la decodificación no se especifican en esta Recomendación | Norma Internacional, por ejemplo el procedimiento que ha de seguir el decodificador para sobrellevar la posible presencia de errores y las medidas que debe adoptar para minimizar el efecto de los mismos; no obstante, en el anexo G se especifican ciertas directrices.

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

Un decodificador es una concretización de una decodificación. Para ser conforme a esta Recomendación | Norma Internacional, el decodificador deberá convertir todos los datos de imagen comprimida que son conformes a la sintaxis de tren codificado especificada en el anexo A, o sólo determinadas partes de estos datos, y producir una imagen reconstruida.

No hay una implementación normativa u obligatoria para el codificador o el decodificador. En algunas descripciones se utilizan determinadas técnicas de implementación, únicamente con propósitos ilustrativos.

En el anexo A se describe la sintaxis del tren codificado que define la representación codificada de los datos de una imagen comprimida para el intercambio entre aplicaciones. Todos los datos de imagen comprimida deben ajustarse a la sintaxis y las asignaciones de código propias de los procesos de codificación definidos en esta Recomendación | Norma Internacional.

En el resto de esta cláusula se resumen las partes normativas de esta Recomendación | Norma Internacional y se remite al lector a los respectivos anexos donde figura una descripción más detallada:

- Sintaxis del tren codificado (anexo A): Definición de la sintaxis del tren codificado con la que ha de ser conforme todo tren codificado JPWL.
- Bloque de protección contra errores (anexo B): Mecanismo para proteger el encabezamiento de la imagen (encabezamiento principal, encabezamiento de losa/parte de losa) y para corregir la posible presencia de errores en la transmisión mediante códigos FEC.
- Descriptor de la capacidad de protección contra errores (anexo C): Descripción de los mecanismos que pueden utilizarse para proteger el tren codificado y corregir los posibles errores de transmisión. Este descriptor se basa en las técnicas de protección contra errores informativas de la autoridad de registro.
- Descriptor de la sensibilidad a errores (anexo D): Descripción del grado de sensibilidad de las diferentes partes del tren codificado en cuanto a los errores de transmisión. Esta información se genera normalmente al decodificar la imagen, y puede utilizarse ulteriormente para aplicar las técnicas de protección desigual de errores (UEP, *unequal error protection*) en las que se tiene en cuenta la sensibilidad a errores.
- Descriptor de errores residuales (anexo E): Indica la posición de los errores residuales en el tren codificado. Los errores residuales son los que no pudieron corregirse mediante los mecanismos utilizados para proteger la imagen. Esta información se genera normalmente al decodificar el tren codificado.
- Autoridad de registro (anexo K): especificación de la autoridad de registro (RA, *registration authority*).

7 Partes informativas de la JPWL

En esta cláusula se describen las partes informativas de la presente Recomendación | Norma Internacional y se remite al lector a los correspondientes anexos para una descripción más detallada al respecto:

- Directrices relativas a la codificación (anexo F): Directrices para la codificación con capacidad de recuperación de errores en el codificador en el contexto de entornos propensos a errores.
- Directrices de decodificación (anexo G): Directrices para la gestión de errores en el decodificador.
- Codificación entrópica con capacidad de recuperación de errores (anexo H): Mecanismo para proteger el tren codificado y detectar y corregir los posibles errores, el cual se basa en la codificación entrópica con capacidad de recuperación de errores.
- Protección desigual de errores (anexo I): Mecanismo para proteger a diferentes partes del tren codificado en función de su sensibilidad a errores.
- Interfuncionamiento con la ISO/CEI 15444 (anexo J): Directrices para interfuncionamiento con otras especificaciones de la familia JPEG 2000.
- Patentes (anexo L): Declaraciones recibidas de derechos de propiedad intelectual que se aplican a la presente Recomendación | Norma Internacional.

Anexo A

Sintaxis de tren codificado

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

A.1 Definiciones de marcadores y segmentos marcadores

En esta Recomendación | Norma Internacional se utilizan segmentos marcadores para delimitar y señalar las características del tren codificado a fin de protegerlo contra errores. En aras de la compatibilidad con sistemas anteriores, los marcadores y segmentos marcadores JPWL deben incluirse en los encabezamientos del tren codificado JPEG 2000 Parte 1, los cuales pueden ser únicamente de dos tipos:

- 1) encabezamiento principal, que se encuentra al principio del tren codificado;
- 2) encabezamiento de parte losa, que se encuentra a principio de cada parte losa.

Los encabezamientos principales y de parte losa consisten en grupos de marcadores y segmentos marcadores.

Al igual que los demás marcadores normativos definidos en JPEG 2000 Parte 1, la longitud de cada marcador definido en este documento es de 2 bytes, y el valor del primer byte es 0xFF. El segundo byte especifica el marcador y su valor está comprendido entre 0x01 y 0xFE además de los ya utilizados en la Rec. UIT-T T.81 | ISO/CEI 10918-1 y Rec. UIT-T T.84 | ISO/CEI 10918-3 (como se indica en el cuadro A.1).

Un segmento marcador consta de un marcador y sus parámetros, denominados parámetros del segmento marcador. Por definición, los dos primeros bytes de todo segmento marcador que figura inmediatamente después del marcador deben ser un valor entero big endian sin signo que indique la longitud, en bytes, de los parámetros del segmento marcador (contando los dos bytes de este parámetro de longitud, pero sin contar los dos bytes del marcador propiamente dicho). Cuando encuentre un segmento marcador que no está especificado en esta Recomendación | Norma Internacional, el decodificador utilizará el parámetro de longitud para descartar dicho segmento marcador.

A.2 Gammas de código marcador definidas en esta Recomendación | Norma Internacional

Conforme a la sintaxis empleada para cada marcador y segmento marcador definido en la Rec. UIT-T T.81 | ISO/CEI 10918-1, en esta Recomendación | Norma Internacional se reservan algunos marcadores para señalización, que se especifican en el cuadro A.1. En este cuadro se recuerdan los valores de marcadores existentes u observados.

Cuadro A.1 – Definiciones de marcadores

Gama de valores del marcador	Definiciones normativas
0xFF00, 0xFF01, 0xFFFE, 0xFFC0 – 0xFFDF	Definido en la Rec. UIT-T T.81 ISO/CEI 10918-1
0xFFF0 – 0xFFF6	Definido en la Rec. UIT-T T.84 ISO/CEI 10918-3
0xFFF7 – 0xFFF8	Definido en la Rec. UIT-T T.87 ISO/CEI 14495-1
0xFF4F – 0xFF65, 0xFF6A – 0xFF6F, 0xFF90 – 0xFF93	Rec. UIT-T T.800 ISO/CEI 15444-1
0xFF66 – 0xFF69	Definido en esta Recomendación Norma Internacional
0xFF30 – 0xFF3F	Reservado para la definición de marcadores únicamente (no para segmentos de marcadores)
	Todos los demás valores reservados

A.3 Reglas aplicables a los marcadores, los segmentos marcadores y el tren codificado

Los segmentos marcadores descritos en esta Recomendación | Norma Internacional deben respetar las normas estipuladas en la cláusula A.1.3 de la JPEG 2000 Parte 1.

A.4 Información en los segmentos marcadores

Según lo estipulado en la norma JPEG 2000 Parte 1, los segmentos marcadores, y por consiguiente los encabezamientos principal y de partes de losa, son múltiplos de 8 bits (un byte).

Todos los marcadores y segmentos marcadores en un encabezamiento de parte losa o un encabezamiento de comienzo de paquete se aplican únicamente a la losa o al paquete al que pertenecen.

En caso de que se haya truncado, alterado o modificado el tren codificado, los segmentos marcadores afectados (por ejemplo TLM/PLT o los segmentos marcadores JPWL) deberán actualizarse en consecuencia. Obsérvese que varios segmentos marcadores JPWL contienen información de indexación del tren codificado (por ejemplo gamas de bytes); esta información debe actualizarse tras insertar o suprimir un segmento marcador.

En el cuadro A.2 se enumeran los marcadores especificados en esta Recomendación | Norma Internacional y en el cuadro A.3 se enumera la información facilitada por la sintaxis y se indica segmento marcador que contiene dicha información.

Cuadro A.2 – Lista de segmentos marcadores

	Nombre	Código	Encabezamiento principal (nota)	Encabezamiento de parte de losa (nota)
Bloque de protección contra errores	EPB	0xFF66	Opcional	Opcional
Descriptor de la sensibilidad a errores	ESD	0xFF67	Opcional	Opcional
Capacidad de protección contra errores	EPC	0xFF68	Obligatorio	Opcional
Descriptor de errores residuales	RED	0xFF69	Opcional	Opcional
NOTA – Por obligatorio se entiende que el segmento marcador debe figurar en este encabezamiento, y opcional significa que puede utilizarse.				

Si los segmentos marcadores EPC, ESD o RED aparecen tanto en el encabezamiento principal como en el encabezamiento de parte de losa, el marcador que figura en el encabezamiento de parte de losa prevalece sobre el que figura en el encabezamiento principal para la parte de losa del caso. Los segmentos marcadores EPC y RED sólo pueden aparecer una vez en cada encabezamiento (principal o de parte losa). Se permiten varios ESD en un mismo encabezamiento.

A.5 Construcción del tren codificado

La construcción del tren codificado de esta Recomendación | Norma Internacional debe ser conforme con la construcción definida en la cláusula A.3 de la JPEG 2000 Parte 1. Es obligatorio que los segmentos marcadores EPB se encuentren en una posición concreta, especificada en el anexo B.

Cuadro A.3 – Información en los segmentos marcadores

Información	Segmento marcador
Indica la presencia de datos protegidos JPWL en el encabezamiento. En particular: <ul style="list-style-type: none"> – Conjunto de parámetros de protección contra errores utilizados en el tren codificado – Datos de protección contra errores generados a partir de un código sistemático 	EPB
Indica los métodos utilizados en el tren codificado del caso para protegerlo contra errores de transmisión. Su presencia indica que el tren codificado es conforme con la presente Recomendación Norma Internacional	EPC
Describe la sensibilidad a errores del tren codificado del caso	ESD
Describe el índice de los errores residuales del tren codificado de que se trate	RED

A.6 Segmentos marcadores JPWL

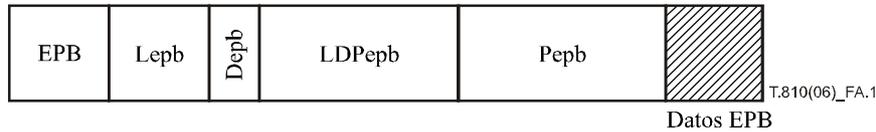
A.6.1 Bloque de protección contra errores (EPB)

El segmento marcador EPB contiene información sobre los parámetros de protección contra errores y los datos utilizados para proteger contra errores el tren codificado. La principal función del EPB es proteger el encabezamiento principal y de parte losa (véase el anexo B). Ahora bien, también puede emplearse para proteger el tren de bits (véase el anexo I). Puede haber uno o varios segmentos marcadores EPB en el encabezamiento principal y/o en los encabezamientos de parte losa. El primer segmento marcador EPB en el encabezamiento principal tiene que estar situado inmediatamente después del segmento marcador SIZ. El primer segmento marcador EPB en un encabezamiento de parte losa ha de estar situado inmediatamente después del marcador SOT.

Función: El segmento marcador EPB contiene los datos necesarios para la corrección de errores del encabezamiento en que se encuentra. Para mayor información sobre cómo utilizar los segmentos marcadores EPB véanse los anexos B e I.

Utilización: En el encabezamiento principal y en los encabezamientos de parte losa. El primer segmento marcador EPB del tren codificado debe estar situado después del segmento marcador SIZ. El primer segmento marcador EPB de un encabezamiento de parte losa debe estar situado después del segmento marcador SOT.

Longitud: Variable, en función de los parámetros utilizados para proteger los encabezamientos y la longitud de los mismos que se deba proteger. En la figura A.1 se define la sintaxis del segmento marcador ETB.



- EPB:** Código marcador. En el cuadro A.4 se indica el tamaño y los valores de los parámetros del símbolo marcador propiamente dicho y de cada parámetro del segmento marcador.
- Lepb:** Longitud del segmento marcador en bytes (sin contar el marcador).
- Depb:** Tipo de EPB (por ejemplo, para indicar si el EPB considerado es el último en el encabezamiento de que se trate).
- LDPEpb:** Longitud de los datos que debe protegerse mediante la información redundante (datos EPB) contenidos en el EPB del caso.
- Pepb:** Parámetros EPB que definen la herramienta de corrección de errores que habrá de utilizarse después para proteger el resto de los datos.
- Datos EPB:** Contiene los datos que permiten realizar la corrección (normalmente bits de redundancia).

Figura A.1 – Sintaxis del bloque de protección contra errores

Cuadro A.4 – Valores de los parámetros del bloque de protección contra errores

Parámetro	Tamaño (bits)	Valores
EPB	16	0xFF66
Lepb	16	$11 \cdot (2^{16} - 1)$
Depb	8	Véase el cuadro A.5
LDPEpb	32	$0 \cdot (2^{31} - 1)$
Pepb	32	Véase el cuadro A.6
datos EPB	variable	Define el método de gestión de errores que habrá de utilizarse después.

Cuando el EPB figura en el encabezamiento principal, el marcador SOC, el segmento marcador SIZ, el marcador ETB, y los datos Lepb, Depb, LDPEpb, Pepb se protegen mediante un código RS(N1,K1) predefinido. Los datos redundantes necesarios para la corrección de errores se sitúan al principio de los datos EPB.

Cuando el EPB figura en un encabezamiento de parte losa, el marcador SOT, el marcador EPB y los datos Lepb, Depb, LDPEpb y Pepb se protegen mediante un código RS(N2,K2) predefinido. Los datos redundantes necesarios para corregir los errores se sitúan al principio de los datos EPB.

Puede haber varios segmentos marcadores EPB en los encabezamientos principal y de parte losa. Cuando un EPB no figura en primer lugar en el encabezamiento, se utiliza un código RS(N3,K3) predefinido.

Los códigos predefinidos son:

- Reed Solomon RS(160,64) que se utiliza para el primer segmento marcador EPB del encabezamiento principal.
- Reed Solomon RS(80,25) que se utiliza para el primer segmento marcador EPB de un encabezamiento de parte losa.
- Reed Solomon RS(40,13) que se utiliza para los demás segmentos marcadores EPB del encabezamiento principal y del encabezamiento de parte losa.

A.6.1.1 Parámetro tipo de EPB

Cuadro A.5 – Valores del parámetro Depb

Valores (bits) MSB LSB	Configuración e índice de EPB
x0xx xxxx	El segmento marcador EPB no es el último del encabezamiento considerado
x1xx xxxx	El segmento marcador EPB es el último del encabezamiento
0xxx xxxx	Los segmentos marcadores EPB no están empaquetados
1xxx xxxx	Los segmentos marcadores EPB están empaquetados
xx00 0000 – xx11 1111	Valores del índice EPB (0-63). El valor del índice del primer segmento marcador EPB en un encabezamiento es cero. El valor del índice se incrementa en una unidad para cada EPB sucesivo en el mismo encabezamiento. Cuando se alcanza el valor máximo, se vuelve a comenzar de cero

A.6.1.2 Parámetros EPB

Los parámetros Pepb sirven para seleccionar el método de corrección/detección de errores, para lo cual se describe el método y los parámetros relacionados. Ello permite modificar la capacidad de corrección/detección de errores en el tren codificado y adaptarla a las condiciones de error y/o la sensibilidad a errores de la parte del tren codificado de que se trate. En principio puede utilizarse cualquier método siempre y cuando se respete la compatibilidad con sistemas anteriores, con o sin criterio de ampliación, definida previamente en esta Recomendación | Norma Internacional (véase la cláusula 5).

En el cuadro A.6 se define la gama de valores del parámetro Pepb. Otras definiciones de código distintas de las indicadas en el cuadro A.6 pueden utilizar otros índices de método de gestión de errores en la gama de valores, siendo la autoridad de registro la que gestiona la utilización y registro de los mismos (véase el anexo K).

Tendrá que utilizarse el método de gestión de errores especificado en el Pepb considerado para los datos del tren codificado correspondiente al segmento marcador EPB del caso, salvo cuando el marcador EPB y los parámetros del mismo ya se vean concernidos por uno de los códigos predefinidos.

Cuadro A.6 – Parámetro Pepb

Índice de método de gestión de errores	Configuración e índice EPB
0x00000000	Códigos predefinidos: Reed Solomon RS(160,64) que se utilizará para el primer segmento marcador EPB del encabezamiento principal Reed Solomon RS(80,25) que se utilizará para el primer segmento marcador EPB de un encabezamiento de parte losa Reed Solomon RS(40,13) que se utilizará para los demás segmentos marcadores EPB del encabezamiento principal y del encabezamiento de parte losa
0x10000000-0x1FFFFFFF	CRC, véase el cuadro A.7
0x20000000-0x2FFFFFFF	Código Reed Solomon, véase el cuadro A.8
0x30000000-0xFFFFFFFFE	La autoridad de registro JPWL gestiona su utilización y registro
0xFFFFFFFF	No se utilizará método alguno para los siguientes datos

Cuadro A.7 – Tipos de CRC

Valor Pepb	Tipo de CRC
0001 0000 0000 0000	CRC-CCITT (X.25) 16 bits CRC
0001 0000 0000 0001	Ethernet CRC de 32 bits
0001 0000 0000 0010 – 0001 1111 1111 1111	La autoridad de registro JPWL gestiona su utilización y registro

Cuadro A.8 – Códigos por defecto Reed-Solomon

Valor Pepb	Código Reed Solomon
0x20002520	RS(37,32)
0x20002620	RS(38,32)
0x20002820	RS(40,32)
0x20002B20	RS(43,32)
0x20002D20	RS(45,32)
0x20003020	RS(48,32)
0x20003320	RS(51,32)
0x20003520	RS(53,32)
0x20003820	RS(56,32)
0x20004020	RS(64,32)
0x20004B20	RS(75,32)
0x20005020	RS(80,32)
0x20005520	RS(85,32)
0x20006020	RS(96,32)
0x20007020	RS(112,32)
0x20008020	RS(128,32)
Otros valores del índice RS	La autoridad de registro JPWL gestiona su utilización y registro

A.6.2 Capacidad de protección contra errores (EPC)

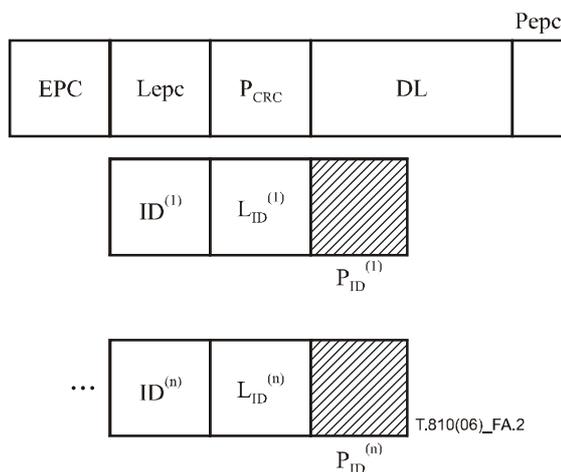
El segmento marcador EPC indica las herramientas normativas e informativas JPWL que se utilizan en el tren codificado. Es decir, indica la presencia del segmento marcador ESD, el segmento marcador RED y el segmento marcador EPB en el tren codificado. Por otra parte, el EPC señala la utilización de herramientas informativas que han sido registradas previamente en la autoridad de registro JPWL (JPWL RA, véase el anexo K). Estas herramientas informativas permiten la recuperación y/o corrección de los errores e incluyen técnicas tales como la codificación entrópica de recuperación de errores, UEP, la partición de datos y el entrelazado. El EPC también puede incluir parámetros relativos a estas herramientas informativas.

Función: El segmento marcador EPC indica la utilización de las herramientas JPWL (ESD, RED, EPB) o herramientas informativas en el tren codificado. Para mayor información sobre la utilización del segmento marcador EPC véase el anexo C.

Utilización: Obligatoria en el encabezamiento principal, opcional en los encabezamientos de parte losa. Sólo podrá ver un EPC en cada encabezamiento principal o de parte losa.

Longitud: Variable.

La sintaxis del segmento marcador EPC se define en la figura A.2. El significado de los campos de datos se explica a continuación, y en el cuadro A.9 figura la gama de valores posibles de cada parámetro. El anexo C contiene una descripción mas detallada del EPC.



- EPC:** Código marcador. En el cuadro A.9 se indica el tamaño y los valores de los parámetros del símbolo marcador propiamente dicho y de cada parámetro del segmento marcador.
- L_{EPC}:** Longitud del segmento marcador en bytes (sin contar el marcador).
- P_{CRC}:** Bits de verificación de paridad que sirven para verificar si el segmento marcador EPC está corrupto.
- DL:** Campo que describe la longitud total de los datos a los que se refiere el segmento marcador EPC (longitud del tren codificado o longitud de la parte losa, contando desde el segmento marcador SOC o SOT).
- P_{epc}:** Campo que señala la utilización de ESD, RED, EPB o técnicas informativas en el tren codificado.
- ID⁽ⁱ⁾:** ID registrado de la técnica de protección, con carácter opcional, y que sólo figura cuando se utiliza una técnica informativa.
- L_{ID}⁽ⁱ⁾:** Longitud de P_{ID}⁽ⁱ⁾, opcional, que figura solamente cuando se utiliza una técnica informativa.
- P_{ID}⁽ⁱ⁾:** Parámetros de la técnica de protección *i*, opcional, que sólo figura cuando se utiliza una técnica informativa.

Figura A.2 – Sintaxis de la capacidad de protección contra errores

Cuadro A.9 – Valores del parámetro capacidad de protección contra errores

Parámetro	Tamaño (en bits)	Valores
EPC	16	0xFF68
L _{epc}	16	[9,2 ¹⁶ -1]
P _{crc}	16	Verificación de la redundancia cíclica del segmento marcador EPC, excluido el campo de datos Perc. Utiliza la CRC-CCITT (véase el anexo B).
DL	32	[0,2 ³² -1] Longitud de los datos en bytes expresados en formato de número entero sin signo 0 significa que no se dispone de esta información.
P _{epc}	8	Véase el cuadro A.10
ID ⁽ⁱ⁾	16	[0,2 ¹⁶ -1] 0 indica la técnica EPB Para mayor información sobre la utilización del EPB véase el anexo B 1-15 reservados Otros valores se registran en el RA
L _{ID} ⁽ⁱ⁾	16	[0,2 ¹⁶ -1]
P _{ID} ⁽ⁱ⁾	Variable	Si ID ⁽ⁱ⁾ =0, significa que la técnica EPB P _{ID} ⁽ⁱ⁾ es la concatenación de todos los Pepb presentes en los segmentos marcados EPB, salvo los correspondientes a los códigos predefinidos y por defecto descritos en el cuadro A.8, así como los códigos CRC definidos en el cuadro A.7 De lo contrario se especifica mediante la JPWL RA

Cuando se utiliza la EPB para proteger el tren codificado, los parámetros del segmento marcador EPC no deben figurar para describir esta técnica, siempre que el método utilizado sea uno de los incluidos en el cuadro A.6 (códigos predefinidos), cuadro A.7 (código CRC) o cuadro A.8 (Reed Solomon).

Si el segmento marcador EPC figura en el encabezamiento principal, la longitud de los datos (DL) es la longitud del tren codificado en bytes expresado en el formato de número entero sin signo, contando desde el primer byte del marcador SOC hasta el último byte del marcador EOC.

Si el segmento marcador EPC figura en un encabezamiento de parte losa, la longitud de los datos DL es la longitud de esa parte losa, en bytes expresada en formato de número entero sin signo, contando desde el primer byte del segmento marcador SOT hasta el último byte de la parte losa.

Cuadro A.10 – Parámetro Pepec

Pepec	Valor del parámetro
xxx0 xxxx	No hay ESD
xxx1 xxxx	Hay uno o más ESD
xx0x xxxx	No hay RED
xx1x xxxx	Hay uno o varios RED
x0xx xxxx	No hay EPB
x1xx xxxx	Hay uno o varios EPB
0xxx xxxx	No se utilizan técnicas informativas
1xxx xxxx	Se utilizan una o varias técnicas informativas
0000 0000 – 0000 1111	Reservado para uso futuro

A.6.3 Descriptor de la sensibilidad a errores (ESD)

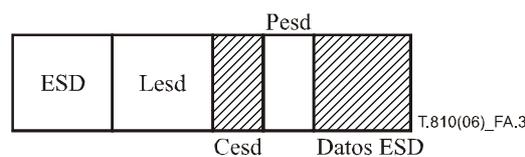
El segmento marcador ESD puede figurar en cualquier posición válida en el encabezamiento principal y/o de parte losa del tren codificado. Puede haber más de un segmento marcador ESD en un encabezamiento principal o de parte losa.

Función: El segmento marcador ESD contiene la información relativa a la sensibilidad para una determinada losa o tren decodificado. Para mayor información sobre la utilización de los segmentos marcadores ESD véase el anexo D.

Utilización: Encabezamiento principal y/o encabezamientos de parte losa.

Longitud: Variable, en función de la utilización y de la granularidad del descriptor de la sensibilidad a errores.

La figura A.3 muestra la sintaxis del segmento marcador ESD. El significado de los campos de datos se explica a continuación; la gama de valores posibles de cada parámetro se describe en el anexo D. En este anexo figura una descripción detallada de nomenclatura y funcionalidades del ESD.



- ESD:** Código del marcador. En el cuadro A.11 se indica el tamaño y los valores de los parámetros del símbolo marcador propiamente dicho y de cada parámetro del segmento marcador.
- Lesd:** Longitud del segmento marcador en bytes (sin contar el marcador).
- Cesd:** Especifica el componente de los datos ESD a los que se refiere.
- Pesd:** Campo que describe la utilización de la estructura de datos.
- Datos ESD:** Contiene los valores de la sensibilidad a errores.

Figura A.3 – Sintaxis del segmento marcador ESD

Cuadro A.11 – Parámetros del segmento marcador ESD

Parámetro	Tamaño (bits)	Valores
ESD	16	0xFF67
Lesd	16	$4-(2^{16}-1)$
Cesd	8	0-255 si Csiz < 257
	6	0-16383 si Csiz ≥ 257
	16	Especifica a qué componente se refieren los datos de la sensibilidad de errores.
Pesd	8	0-255 (Véase el anexo D)
Datos ESD	Variable	Este campo contiene información sobre la sensibilidad de los datos del tren codificado, en el formato especificado en el anexo D.

Cuadro A.12 – Valor del parámetro Pesd. Formato: 0xb₇b₆b₅b₄b₃b₂b₁b₀

b ₇ b ₆	Estos bits especifican el modo de direccionamiento del tren codificado: 00: modo paquetes (nota) 01: modo gama de bytes 10: modo gama de paquetes (nota) 11: reservado para uso futuro
b ₅ b ₄ b ₃	Estos bits especifican el tipo de descripción de la sensibilidad a errores utilizado: 000: sensibilidad de errores relativa 001: MSE 010: reducción de MSE 011: PSNR 100: aumento de PSNR 101: MAXERR (error de pico absoluto) 110: TSE (error cuadrático total) 111: reservado para uso futuro
b ₂	Si su valor es 0, se utiliza un byte para representar cada valor de la sensibilidad. Si su valor es 1, se utilizan dos bytes para representar cada valor de la sensibilidad.
b ₁	0: se utilizan dos bytes para indicar los bytes de inicio y fin en el <i>modo gama de bytes</i> , y los paquetes de inicio y fin en el <i>modo gama de paquetes</i> . 1: se utilizan cuatro bytes Cuando se emplee el <i>modo paquetes</i> , este bit deberá estar puesto a 0.
b ₀	Si su valor es 1, los valores de la sensibilidad a errores se promedian para todos los componentes. En este caso, Cesd debe ser igual a 0.
NOTA – Cuando se utiliza un modo de direccionamiento de paquetes o de gama paquetes, se recomienda utilizar segmentos marcadores PLM o PLT de JPEG 2000 Parte 1.	

A.6.4 Descriptor de error residual (RED)

El segmento marcador RED puede figurar en cualquier posición válida del encabezamiento principal o de parte losa. El segmento marcador RED indica la presencia de errores residuales y puede ayudar a gestionarlos.

Después de decodificar el canal pueden quedar errores residuales en el tren codificado. Como se ha descrito en las cláusulas anteriores, estos errores pueden ser muy perjudiciales si se encuentran en uno de los encabezamientos del JPEG 2000 Parte 1. Para que el decodificador JPEG 2000 sea capaz de detectar la presencia y conocer la posición de estos errores, así como su categoría, (por ejemplo, bits erróneos o perdidos) la JPWL utiliza el RED para incluir esta información en el tren codificado. El segmento marcador RED puede utilizarse en tres modos diferentes, a saber, modo gama de bytes, modo paquetes y modo gama de paquetes.

- En el *modo gama de bytes*, cada unidad de datos se describe especificando explícitamente el byte de comienzo y de fin en el tren codificado; el valor de error residual se refiere a esa gama de bytes especificada. Los bytes de comienzo y final se especifican mediante dos o cuatro enteros sin signo, lo que permite tratar trenes codificados "normales" y "largos". La numeración de los bytes en el tren codificado comienza desde cero. Si el RED figura en el encabezamiento principal, la numeración de bytes comienza desde el principio del tren codificado (incluido el segmento marcador SOC). Si el RED

figura en un encabezamiento de parte losa, la numeración de bytes comienza desde el principio de esa parte losa (incluido el segmento marcador SOT).

- En el *modo paquetes*, las unidades de datos son paquetes según lo definido en JPEG 2000 Parte 1. El valor del error residual se especifica para cada uno de los paquetes en el tren codificado o la parte losa, en función de si el RED figura en el encabezamiento principal o en el de parte losa.
- En el *modo gama de paquetes*, se indica una gama de paquetes JPEG 2000, definida por un paquete de inicio y un paquete de fin que identifica la unidad de datos para la que se facilita el valor del error residual. Los paquetes de inicio y fin se especifican mediante dos o cuatro bytes en formato entero sin signo.

Cuando el RED figura en el encabezamiento principal, y si utiliza el modo paquetes o el modo gama de paquetes, la numeración de los paquetes corresponde al orden de los paquetes en el tren codificado. Cuando el RED figura en el encabezamiento de parte losa y se utiliza el modo paquetes o el modo gama de paquetes, la numeración de los paquetes corresponde a la numeración utilizada en A.8.1/JPEG 2000 Parte 1, comenzando desde cero en cada nueva losa.

En la figura A.4 se describe la sintaxis de la estructura de datos RED, que consta de los siguientes campos:

- RED: Código del marcador. En el cuadro A.13 se indica el tamaño y los valores de los parámetros del símbolo marcador propiamente dicho y de cada uno de los parámetros del segmento marcador.
- L_{red} : Longitud del segmento marcador en bytes (sin contar el marcador).
- P_{red} : Campo que describe la utilización de la estructura de datos.
- Datos RED: Contiene los parámetros relacionados con el descriptor de errores residual.

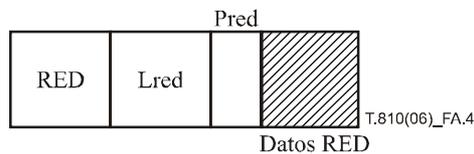


Figura A.4 – Sintaxis del segmento marcador descriptor del error residual

Cuadro A.13 – Valores del parámetro descriptor del error residual

Parámetro	Tamaño (bits)	Valores
RED	16	0xFF69
L_{red}	16	$3 \cdot (2^{16} - 1)$
P_{red}	8	$0 \cdot 2^8 - 1$ Formato P_{red} : 0xb7b6b5b4b3b2b1b0 b7b6 Modo de direccionamiento b7b6 = 00 Modo de direccionamiento por paquetes (nota) b7b6 = 01 Modo de direccionamiento por gama de bytes b7b6 = 10 Modo de direccionamiento por gama de paquetes (nota) b7b6 = 11 Reservado para uso futuro b5b4b3 Nivel de corrupción residual 000 – 111 b2 Reservado para uso futuro b1 Longitud de dirección b1 = 0: Modo de direccionamiento de dos bytes b1 = 1: Modo de direccionamiento de cuatro bytes b0 Indicador del tren codificado sin errores b0 = 0 Tren codificado sin errores b0 = 1 El tren codificado contiene errores/datos perdidos
	Variable	Este campo contiene información relativa al error residual en los datos del tren codificado, según el formato especificado en el anexo E.
NOTA – Cuando se utiliza el modo de direccionamiento de paquetes o gama de paquetes, se recomienda la utilización de segmentos marcadores PLM o PLT del JPEG 2000 Parte 1.		

Anexo B

Protección contra errores en el encabezamiento

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

B.1 Introducción

Al elaborar la norma JPEG 2000, se seleccionaron un conjunto de herramientas de recuperación de errores aplicables a JPEG 2000 Parte 1, para la transmisión de imágenes comprimidas JPEG 2000 en un entorno propenso a errores. Existen dos tipos de herramientas, uno a nivel de paquetes que permite la sincronización y otro a nivel de codificación entrópica que permite la detección de errores. Para mayor información sobre la utilización de las herramientas de recuperación de errores de JPEG 2000 Parte 1, véanse los anexos G y H.

Ahora bien, estas herramientas se basan en una hipótesis fundamental, esto es, que los encabezamientos (el encabezamiento principal y los encabezamientos de parte losa) de la sintaxis del tren codificado no contienen errores. Sin embargo, en el caso de que existan errores en los encabezamientos, el tren codificado no puede decodificarse adecuadamente, lo que puede dar lugar a que falle el decodificador. Lamentablemente, por regla general no es posible garantizar que no haya errores en los encabezamientos en muchas aplicaciones. Los mecanismos de protección de los encabezamientos que se describen a continuación en este anexo consisten en incorporar protección al tren codificado JPEG 2000. Este mecanismo es compatible con sistemas anteriores de la sintaxis del tren codificado JPEG 2000 Parte 1.

B.1.1 Compatibilidad con sistemas anteriores de la sintaxis del tren codificado JPEG 2000 Parte 1

Las imágenes comprimidas mediante JPEG 2000 Parte 1 utilizan marcadores y segmentos marcadores para delimitar y señalar la información comprimida, que se organiza en encabezamientos (principal y de partes losa) y paquetes. Esta organización modular permite organizar flexiblemente el tren codificado para la representación de datos progresiva, por ejemplo progresión de datos con calidad progresiva y resolución progresiva. El tren codificado JPEG 2000 Parte 1 siempre comienza con el encabezamiento principal seguido de uno o varios encabezamientos de parte losa, cada uno de los cuales seguido de paquetes de datos comprimidos, y termina con el marcador fin del tren codificado (EOC, *end of codestream*), como se indica en la figura B.1.

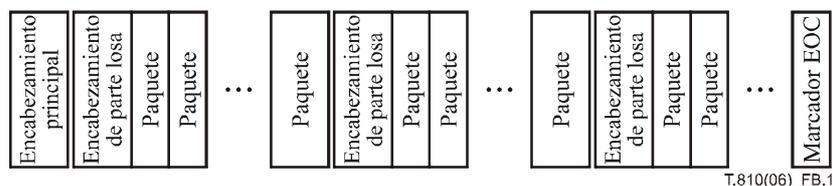


Figura B.1 – Estructura del tren codificado JPEG 2000

El objetivo que se persigue es obtener un tren codificado conforme con la Rec. UIT-T T.800 | ISO/CEI 15444-1 después de insertar información redundante, por lo que es necesario incluir esta información de manera que los decodificadores JPEG 2000 Parte 1 no traten de interpretarla. Una solución es insertar la información redundante en un segmento marcador especial. De este modo, los decodificadores JPEG 2000 Parte 1 no tendrán en cuenta segmento marcador desconocido y harán caso omiso de los datos añadidos, mientras que los decodificadores JPWL podrán interpretar y utilizar la redundancia a fin de proteger el encabezamiento.

Las condiciones necesarias para que funcione este mecanismo son las siguientes:

- que el decodificador sea capaz de localizar el bloque de datos con la información redundante en el tren codificado sin tener que generar mecanismos complejos de indexación de datos (que también habrían de protegerse contra errores) ni modificar los primeros en aras de la compatibilidad;
- que el segmento marcador propiamente dicho y su longitud formen parte de la gama de datos que ha de protegerse;
- que el código de errores de bloque definido se utilice para proteger al menos los datos de los parámetros del segmento marcador bloque de protección contra errores.

El segmento marcador bloque de protección contra errores (EPB) figura inmediatamente después de los marcadores JPEG 2000 Parte 1 en las siguientes posiciones obligatorias:

- después de los segmentos marcadores SOC y SIZ en el caso de un encabezamiento principal;
- después del marcador SOT en el caso de un encabezamiento de parte losa.

La utilización de un mecanismo sistemático de corrección de errores en recepción garantiza la verificación de las dos primeras condiciones.

B.1.2 Mecanismo de corrección de errores en recepción

Los códigos de detección y corrección de errores se utilizan normalmente para proporcionar capacidades de corrección de errores en recepción en entornos propensos a errores [8]. Los códigos sistemáticos son aquellos que producen un determinado volumen de información redundante, sin modificar los datos originales.

Habida cuenta de que los trenes codificados JPEG 2000 Parte 1 están alineados por byte, resulta particularmente interesante utilizar el campo Galois $GF(2^8)$ para ofrecer la capacidad de corrección de errores. Una familia de códigos sistemáticos muy adecuados y sobradamente conocidos en este contexto son los códigos Reed-Solomon (RS). A continuación se muestra un ejemplo de utilización de los códigos RS como códigos FEC para la protección de encabezamiento, y se utilizará como nomenclatura RS (N,K), siendo N la longitud del símbolo de la palabra código y K el número de símbolos de información.

El RS(N,K) aplicado a K bytes generará N-K bytes de redundancia, que pueden colocarse después de los K bytes (sistemáticos) originales, proceso que se aplicará tantas veces como sea necesario, como ilustra la figura B.2.

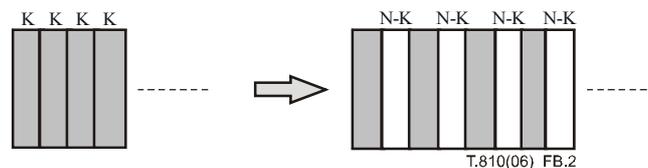


Figura B.2 – Ejemplo de generación de redundancia con un código RS(N,K)

B.2 Códigos predefinidos de corrección de errores

Habida cuenta que durante la transmisión en un entorno propenso a errores, los errores pueden producirse en cualquier lugar del tren codificado JPEG 2000, el mecanismo de protección del encabezamiento no puede basarse en la información de los parámetros para indicar el código de corrección de errores que ha de emplearse. Por consiguiente, se ha definido un conjunto de códigos predefinidos, aunque la sintaxis del segmento marcador EPB permite seleccionar otros para ciertas partes de los encabezamientos. En el cuadro A.6 se enumeran los posibles códigos de corrección de errores sistemáticos.

A fin de lograr una protección eficiente en condiciones de transmisión adversas, estos códigos predefinidos ofrecen una gran capacidad de corrección con un relleno de byte limitado. Se han especificado tres códigos predefinidos de corrección de errores para proteger el encabezamiento principal y los encabezamientos de parte losa:

- RS(160,64), que se utiliza para el primer segmento marcador EPB del encabezamiento principal
- RS(80,25) que se utiliza para el primer segmento marcador EPB del encabezamiento de parte losa
- RS(40,13) que se utiliza para los demás segmentos marcadores EPB del encabezamiento principal y del encabezamiento de parte losa.

Estos tres códigos Reed-Solomon se utilizan siempre para proteger el comienzo de los encabezamientos principal y de parte losa, así como los parámetros de cualquier segmento marcador EPB. Pueden utilizarse otros códigos para proteger las demás partes de los encabezamientos, utilizando el valor adecuado de $Pepb$.

La protección contra errores puede aplicarse únicamente al encabezamiento en curso mediante la utilización de la longitud de datos $LDPe pb$ adecuada e indicando el final de la gama de datos protegidos contra errores mediante el valor $Pepb$.

B.3 Utilización de EPB para la protección de encabezamiento

B.3.1 Protección contra errores en el encabezamiento principal

Al encontrarse con un segmento marcador EPB, el decodificador JPWL aplica la corrección del tren codificado indicada en el mismo. En el caso del encabezamiento principal, el decodificador JPWL aplica esta corrección en primer lugar a los segmentos marcadores SOC y SIZ, así como a los parámetros del segmento marcador EPB. Esta gama de datos corresponde a L1 en la figura B.3. La información redundante necesaria para esta corrección figura al principio de los datos redundantes EPB, que corresponde a L2 en la figura B.3.

Una vez corregidos, los parámetros EPB pueden tenerse en cuenta, especialmente los parámetros Depb, LDPeqb y Peqb. Estos parámetros son necesarios para aplicar la corrección de errores al resto de partes del encabezamiento principal. Permiten adaptar la redundancia del código de corrección de errores a las condiciones de error existentes. Esta estructura permite proteger de manera diferente los segmentos marcadores fundamentales JPEG 2000 Parte 1, tales como QCD, y como opción proteger con menor redundancia o incluso no proteger en absoluto segmentos marcadores tales como PLM.



Figura B.3 – Posición del marcador EPB en el encabezamiento principal y regiones de protección

La figura B.3 ilustra el caso en el que se utiliza un solo segmento marcador EPB para proteger el encabezamiento principal. En este caso, los datos L1 se protegen mediante la parte L2 de los datos EPB, utilizando para el ello el código de corrección de errores del encabezamiento principal por defecto. Los datos L4 se protegen mediante L3, y el código de corrección de errores especificado en el parámetro Peqb.

El parámetro LDPeqb permite detener la protección contra errores en cualquier posición alineada por byte dentro del encabezamiento principal. LDPeqb indica el número de bytes que se protegen mediante el código de corrección de errores por defecto y el código especificado en el parámetro Peqb. En el ejemplo de la figura B.3, LDPeqb es igual a L1 + L4 bytes. El LDPeqb no debe aplicarse a datos que no formen parte del encabezamiento principal.

El encabezamiento principal puede contener varios segmentos marcadores EPB, los cuales pueden estar empaquetados o no, lo que significa que figuran uno tras otro, antes del resto de información del encabezamiento principal. Por EPB no empaquetados se entiende que figuran justo antes de la parte de datos a las que se refieren (o "a las que se remite", pendiente de verificar). Más adelante en este anexo se indica un ejemplo de EPB empaquetados y no empaquetados. Para cada nuevo EPB, tiene que utilizarse el código predefinido RS(40,13) para la corrección de sus propios parámetros EPB.

B.3.2 Protección contra errores del encabezamiento de parte losa

Cuando figura un EPB en los encabezamientos de parte losa, el codificador JPWL aplica la corrección al segmento marcador SOT y a los parámetros del segmento marcador EPB. Esta gama de datos corresponde a L1 en la figura B.4. La información redundante necesaria para llevar a cabo esta corrección figura al principio de los datos redundantes EPB, que corresponde a L2 en la figura B.4.

Una vez corregidos, los parámetros EPB pueden tomarse en cuenta, especialmente los parámetros Depb, LDPeqb y Peqb. Estos parámetros son necesarios para aplicar la corrección de errores al resto de las partes del encabezamiento de parte losa. Permiten adaptar la redundancia del código de corrección de errores a las condiciones de error existentes. Gracias a esta estructura es posible proteger de manera diferente segmentos marcadores fundamentales JPEG 2000 Parte 1 tales como QCD y, como opción, proteger con menor redundancia o no proteger segmentos marcadores tales como PLT.

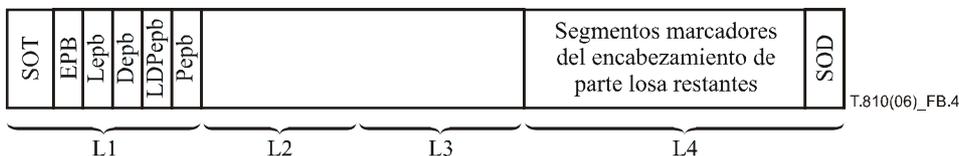


Figura B.4 – Posición del marcador EPB en el encabezamiento de parte losa y regiones de protección (caso de un solo EPB)

La figura B.4 ilustra el caso en el que se utiliza un solo marcador EPB para proteger encabezamientos de parte losa. En este caso los datos L1 se protegen mediante la parte L2 de los datos EPB, utilizando para ello el código de corrección de errores del encabezamiento de parte losa por defecto. Los datos L4 se protegen utilizando L3, mediante el código de corrección de errores especificado en el parámetro Peqb.

El parámetro LDPePB permite detener protección contra errores en cualquier posición alineada por byte dentro del encabezamiento principal. LDPePB indica el número de bytes que se protegen mediante el código de corrección de errores por defecto y el código especificado en el parámetro PePB. En el ejemplo de la figura B.4, LDPePB es igual a L1 + L4 bytes. El LDPePB no debe aplicarse a datos que no formen parte del encabezamiento principal. El LDPePB para los EPB que figuran en encabezamientos de parte losa puede aplicarse a datos que no forman parte del encabezamiento de parte losa. Esta característica es necesaria para poder utilizar el EPB a efectos de protección desigual de errores, que se explica en el anexo I.

B.3.3 Bloques de protección contra errores empaquetados y no empaquetados

Cuando el encabezamiento principal o el encabezamiento de parte losa sea muy grande, por ejemplo, porque contiene varios segmentos marcadores PPM o PPT, es posible utilizar más de un segmento marcador EPB. El parámetro EPB, especificado en el cuadro A.5, hace posible esta funcionalidad. Este parámetro permite asimismo indicar dónde figura la información EPB en el encabezamiento. Existen dos posibilidades para enlazar esta información, y mantener a su vez la función de protección contra errores:

- Una forma consiste en entrelazar entre los diversos EPB algunos segmentos marcadores del encabezamiento que desea protegerse. Esta estructura se denomina "segmentos marcadores EPB no empaquetados".
- La otra forma, que proporciona la longitud óptima de la información redundante, denominada "segmentos marcadores EPB empaquetados" consiste en agrupar todos los segmentos marcadores EPB antes del resto de segmentos marcadores del encabezamiento.

En ambos casos, la información "último marcador EPB" permite determinar qué segmento marcador EPB es el último del encabezamiento, lo que es particularmente interesante cuando se utiliza la opción EPB empaquetado, puesto que permite localizar el resto de datos del encabezamiento, que se encuentran justo después del segmento marcador EPB considerado.

En ambos casos, para cada nuevo EPB salvo para el primero en el encabezamiento tiene que utilizarse el código predefinido RS(40,13), a fin de corregir los parámetros EPB, por cuanto el resto de datos considerados mediante el parámetro LDPePB se protegen gracias a los mecanismos descritos en PePB.

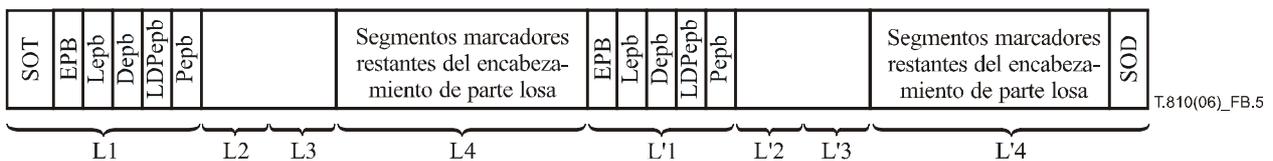


Figura B.5 – Posición de los marcadores EPB no empaquetados en el encabezamiento de parte losa y regiones de protección (para el caso de varios EPB)

La figura B.5 ilustra el caso en el que se utilizan dos segmentos marcadores EPB no empaquetados para proteger el encabezamiento de parte losa. En este caso, los datos L1 se protegen mediante la parte L2 de los primeros datos EPB, y los datos L'1 se protegen mediante la parte L'2 de los segundos datos EPB, utilizando para ello el código de corrección de errores del encabezamiento de parte losa por defecto. Los datos L4 se protegen utilizando L3, con el código de corrección de errores especificado en el parámetro PePB del primer segmento marcador EPB. Los datos L'4 se protegen utilizando L'3, con el código de corrección de errores especificado en el parámetro PePB del segundo segmento marcador EPB.

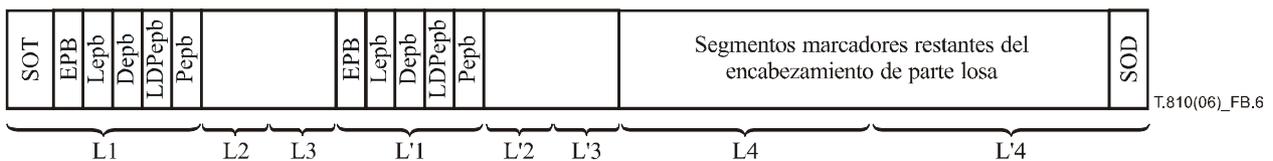


Figura B.6 – Posición de los marcadores EPB empaquetados en el encabezamiento de parte losa y regiones de protección (en el caso de varios EPB)

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

La figura B.6 ilustra el caso en el que se utilizan dos segmentos marcadores EPB no empaquetados para proteger el encabezamiento de parte losa. En este caso, los datos L1 se protegen mediante la parte L2 de los primeros datos EPB, y los datos L'1 se protegen mediante la parte L'2 de los segundos datos EPB, utilizando para ello el código de corrección de errores del encabezamiento de parte losa por defecto. Los datos L4 se protegen utilizando L3, con el código de corrección de errores especificado en el parámetro Pepb del primer segmento marcador EPB. Los datos L'4 se protegen utilizando L'3, con el código de corrección de errores especificado en el parámetro Pepb del segundo segmento marcador EPB.

B.3.4 Verificación por redundancia cíclica

El parámetro Pepb puede describir dos tipos de técnicas diferentes, a saber, la verificación por redundancia cíclica y la corrección de errores, y a su vez describir los parámetros que han de utilizarse en estas técnicas. Para garantizar que los datos se han transmitido sin errores, la mayoría de los protocolos de comunicaciones realizan una verificación de la paridad denominada verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) [11]. Los códigos CRC son subconjuntos de los códigos de bloque lineales.

La CRC puede utilizarse en el EPB, en lugar de utilizar los datos de redundancia para la corrección de errores, salvo en el caso de los parámetros de los segmentos marcadores EPB, los cuales se protegen siempre mediante el correspondiente código de protección de errores por defecto. La utilización del CRC se indica mediante el parámetro Pepb del segmento marcador EPB (véanse los cuadros A.6 y A.7).

La CRC de M bits tiene la propiedad matemática de detectar todos los errores que se producen en M o menos bits consecutivos, y la probabilidad de 1 contra 2^M de no detectar un error. En las aplicaciones normales, la CRC es de 16 bits.

La CRC de M bits se basa en un polinomio de grado M. La JPWL utiliza los dos polinomios siguientes:

Para CRC de 16 bits (CCITT-CRC/X25): $x^{16}+x^{12}+x^5+1$

Para CRC de 32 bits (AUTODIN/ETHERNET): $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$

Anexo C

Capacidad de protección contra errores

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

C.1 Utilización del segmento marcador EPC

El segmento marcador EPC indica si los otros tres segmentos marcadores normativos definidos en la JPWL, a saber, el descriptor de la sensibilidad a errores (ESD), el descriptor de errores residuales (RED) y el bloque de protección contra errores (EPB) figuran en el tren codificado. Por otra parte, indica la utilización de herramientas con carácter informativo para proteger el tren codificado contra errores de emisión. Estas herramientas son técnicas tales como la codificación entrópica para la recuperación de errores, códigos FEC, UEP y partición/entrelazado de datos. Estas herramientas informativas no se definen en la presente Recomendación | Norma Internacional, sino que se registran en la JPWL RA. Una vez registrada, a cada herramienta se le asigna un ID, que la identifica de manera única. En el anexo K figura más información sobre la utilización del RA. El segmento marcador EPC también permite la gestión de parámetros relacionados con estas herramientas informativas. Dado un tren codificado JPWL, el decodificador puede determinar la herramienta o herramientas que se utilizaron para proteger este tren codificado mediante un análisis sintáctico del segmento marcador EPC y una consulta a la RA. El decodificador puede adoptar las medidas necesarias para decodificar el tren codificado, por ejemplo, adquirir o descargar la herramienta adecuada.

El segmento marcador EPC es obligatorio en el encabezamiento principal y opcional en el encabezamiento de parte losa. Sólo podrá haber un EPC en cada encabezamiento principal o de parte losa.

El segmento marcador EPC puede contener más de un ID (con sus correspondientes parámetros), lo que significa que se ha aplicado al tren codificado más de una técnica de protección contra errores. El orden en que figuran los ID en el EPC es el orden en el que tendrán que aplicarse las técnicas en el *decodificador*. Se permite que el segmento marcador EPC no contenga ningún ID.

Si se aplica una técnica a todo el tren codificado, tendrá que indicarse el correspondiente ID en el EPC del encabezamiento principal. El EPC de un encabezamiento de parte losa puede contener los ID de las técnicas que se aplicaron a dicha parte losa.

El codificador debe garantizar que la aplicación de dos o más técnicas generen resultados coherentes y significativos, y que el decodificador dispone de recursos suficientes para realizar la decodificación. Para evitar una sobrecarga de procesamiento, en el caso de que se utilicen múltiples técnicas, no es obligatorio que el decodificador decodifique todas las técnicas, lo que permite además al decodificador procesar únicamente las partes del tren codificado protegidas por las técnicas conocidas. Es más, cabe destacar que la aplicación de dos o más técnicas puede registrarse en el RA como una sola nueva técnica.

C.2 P_{CRC}

El P_{CRC} es un parámetro de 16 bits que contiene los bits de verificación de paridad que se utilizan para comprobar si el marcador EPC contiene errores. Concretamente, el CRC se calcula en una palabra de código que consiste en la concatenación de EPC, L_{EPC}, CL, P_{EPC} y la secuencia completa de ID⁽ⁱ⁾, L_{ID}⁽ⁱ⁾ y P_{ID}⁽ⁱ⁾ (es decir, todo el segmento marcador salvo el propio P_{CRC}). Para generar los bits de paridad tiene que utilizarse el CCITT-CRC/X25 definido en B.3.4.

C.3 Longitud de los datos (DL)

Toda secuencia de vídeo comprimido puede transmitirse como una secuencia de tren codificado en bruto. En este caso, el decodificador tiene que preocuparse de sincronizar correctamente el principio de cada nueva trama. Si bien esto no representa problema alguno en el caso de un entorno sin errores, dado que se pueden analizar sintácticamente los marcadores SOC y EOC para determinar el principio y el fin de cada tren codificado, en un entorno propenso a errores la cosa puede ser muy distinta, dado que estos marcadores pueden estar corruptos y por consiguiente resultar inútiles. Por esa razón, es útil insertar información "redundante" que puede emplear el decodificador para mejorar su capacidad de resincronización tras un fallo en la decodificación. Para ello, el segmento marcador EPC contiene el parámetro DL que, cuando el EPC figura en el encabezamiento principal, especifica la longitud total L en bytes del tren codificado considerado. En consecuencia, si el marcador EOC no figura en la posición prevista, el decodificador puede saltar L bytes contados desde el SOC y verificar si el marcador SOC de la siguiente trama está corrupto. En tal caso, y si el marcador SOC de la trama actual también lo está, el decodificador puede buscar el marcador EOC de la última trama, saltar $L+2$ bytes, y verificar la presencia del marcador SOC de la siguiente trama.

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

El parámetro DL es un número entero sin signo de cuatro bytes, y representa la longitud en bytes del tren codificado considerado, cuando el segmento marcador EPC figura en el encabezamiento principal, o cero si esta información no está disponible.

El parámetro DL es un número entero sin signo de cuatro bytes que representa la longitud en bytes del encabezamiento de parte losa considerado, cuando el segmento marcador EPC figura en dicho encabezamiento de parte losa, o cero si esta información no está disponible.

C.4 P_{EPC}

P_{EPC} es un parámetro de 8 bits que indica la presencia de los segmentos marcadores ESD, RED y EPB en el tren codificado, así como la utilización de los mecanismos informativos. Esta formación resulta útil para que el decodificador sepa rápidamente si el tren codificado puede decodificarse y qué información está disponible en el tren codificado.

C.5 Identificación de herramientas (ID)

Las herramientas informativas para proteger el tren codificado contra errores de transmisión tienen que registrarse en el RA (véase el anexo K). Una vez registrada, a cada herramienta se le asigna un ID, que la identifica de manera única.

Cuando se utiliza una herramienta informativa registrada en el lado del codificador, el ID correspondiente se inserta en el EPC para indicar su utilización. En el lado decodificador, el decodificador analiza sintácticamente el segmento marcador EPC y puede identificar las herramientas informativas registradas que se han utilizado. El decodificador puede consultar luego al RA sobre estas herramientas y adoptar las medidas adecuadas para decodificar el tren codificado (por ejemplo adquirir o descargar la herramienta adecuada).

Los valores 0 a 15 del ID están reservados.

C.6 Parámetros de las herramientas (P_{ID})

Este parámetro puede emplearse para indicar los parámetros de las herramientas que se han aplicado al tren codificado.

El formato de P_{ID} no se especifica en esta norma, pero se registra en la RA al registrar la herramienta.

Anexo D

Descriptor de la sensibilidad a errores

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

D.1 Introducción y aplicaciones

La información relativa a la sensibilidad a errores da una idea del grado de sensibilidad a errores de las diferentes partes del tren codificado, es decir, el efecto sobre la calidad de la imagen decodificada resultante de perder cada parte. La señalización de la sensibilidad a errores tiene varias aplicaciones, entre las que pueden citarse las siguientes.

- Protección desigual contra errores. En UEP, los códigos más eficaces se asignan a la parte más sensible del tren codificado. De este modo se consigue normalmente una PSNR media mayor que en el caso de protección idéntica. La atribución de códigos a cada parte del tren codificado depende de la sensibilidad de cada una de ellas. Cabe observar que en la protección desigual la información relativa a la sensibilidad a errores se emplea en el codificador, pero no es imprescindible en el decodificador, puesto que éste sólo necesita conocer qué parámetros de protección se han empleado (véase el ejemplo de UEP que figura en el anexo I).
- Transcodificación de velocidad. En algunas aplicaciones puede haber subsistemas encargados de transmitir imágenes y vídeos desde una fuente hacia uno o varios usuarios. El subsistema puede conocer la sintaxis del tren codificado y realizar un análisis sintáctico básico. Cuando sea necesario llevar a cabo una transcodificación de velocidad para adaptar la velocidad recepción de los datos a las condiciones de transmisión del caso, el subsistema puede adoptar políticas inteligentes en cuanto a la calidad del servicio, para lo cual puede truncar el tren de código teniendo presente el cuadro de sensibilidad a errores a fin de asegurarse de que al aplicar la velocidad de truncación aceptada se sigue obteniendo un grado razonable de calidad de la imagen.
- Retransmisiones selectivas. Las capacidades del subsistema también pueden aprovecharse para optimizar la gestión de retransmisiones, atribuyendo un mayor número de intentos de retransmisión a aquellas partes en el tren codificado que son más esenciales en cuanto a la calidad se refiere, basándose para ello en la información relativa a la sensibilidad a errores.
- Prebúsqueda inteligente. En algunas aplicaciones de transmisión de vídeo en secuencias, el subsistema puede decidir buscar los paquetes más importantes de la trama actual y las siguientes para enviarlas con anticipación. Esto permite llevar a cabo un mayor número de retransmisiones si algunos de estos paquetes se perdiesen. Las partes más importantes del tren codificado se seleccionan sencillamente consultando el contenido ESD.

Cabe observar que la información relativa a la sensibilidad a errores es menos importante que otras partes del tren codificado JPEG 2000 Parte 11, y que no es estrictamente necesaria para la decodificación.

D.2 Definición del marcado y posición en el tren codificado

El ESD es un segmento marcador que contiene información relativa a la sensibilidad a errores de las diferentes partes de un tren codificado o losa.

El segmento marcador ESD deberá figurar en el encabezamiento principal y/o en los encabezamientos de par de losa. Cuando figura en el encabezamiento principal, la descripción de la sensibilidad es aplicable a todo el tren codificado, mientras que si aparece en el encabezamiento de parte losa dicha descripción se aplica únicamente a la parte losa. Se sobreentiende que si un segmento marcador ESD figura tanto en el encabezamiento principal como en el encabezamiento de parte losa, en caso de ambigüedad en la información prevalecerá el ESD en el encabezamiento de parte losa sobre el ESD del encabezamiento principal. Puede haber más de un ESD en cada encabezamiento principal y de parte losa, lo que puede servir para proporcionar sensibilidades a errores utilizando métricas *diferentes*, por ejemplo, MSE y MAXERR. No obstante, cabe la posibilidad que dos segmentos marcadores ESD que se encuentren un determinado encabezamiento utilicen la misma métrica de errores y abarquen porciones solapadas del tren codificado. A fin de evitar ambigüedades en la descripción de la sensibilidad a errores en lo que respecta a las partes solapadas con la misma métrica, deben utilizarse los valores de sensibilidad a errores correspondientes al último ESD.

D.3 Subdivisión del tren codificado en unidades de datos

La información relativa a la sensibilidad se facilita para una o varias unidades de datos específicas en el tren codificado. En este anexo se especifican tres modos direccionamiento diferentes para definir unidades de datos, a saber, *modo paquetes*, *modo gama de byte* y *modo gama de paquetes*.

- En el *modo gama de byte*, cada unidad de datos se describe especificando explícitamente el byte de comienzo y de fin en el tren codificado; el valor de la sensibilidad corresponde a esa gama de bytes específica. Los bytes de comienzo y fin se especifican mediante dos o cuatro bytes enteros sin signo, lo que permite su utilización con trenes de código "normales" y "largos". La numeración de bytes en el tren codificado comienza desde cero. Si el ESD figura en el encabezamiento principal, la numeración de byte tiene su origen en el principio del tren codificado (incluido el segmento marcador SOC). Si el ESD figura en el encabezamiento de parte losa, la numeración de byte comienza al principio de esa parte losa (incluido el segmento marcador SOT).
- En el *modo paquetes*, las unidades de datos son paquetes según la definición de la JPEG 2000 Parte 1. Se especifica un valor de la sensibilidad para cada uno de los paquetes del tren codificado o de parte losa, según el ESD figure en el encabezamiento principal o en el encabezamiento de parte losa.
- En el *modo gama de paquetes*, el valor de la sensibilidad especificado corresponde a una unidad de datos que consiste en una gama de paquetes JPEG 2000, definidos por el paquete de comienzo y de fin. Los paquetes de comienzo y de fin se especifican mediante dos o cuatro bytes enteros sin signo.

Cuando el ESD se encuentra en el encabezamiento principal, y se utiliza el modo paquetes o el modo de gama de paquetes, la numeración de los paquetes corresponde al orden de los paquetes en el tren codificado. Cuando el ESD se encuentra en el encabezamiento de parte de losa y se utiliza el modo paquetes o el modo gama de paquetes, la numeración de los paquetes corresponde a la numeración utilizada en A.8.1 JPEG 2000 Parte 1, comenzando por cero en cada nueva parte losa.

D.4 Información relativa a la sensibilidad

D.4.1 Significado de los valores de la sensibilidad

En imágenes multicomponente, los valores de la sensibilidad a errores contenidos en el segmento marcador ESD pueden referirse a un solo componente o ser valores promediados para todos los componentes, según lo especificado por Pesd.

Los valores pueden expresarse de dos maneras diferentes, a saber, valores de la sensibilidad *relativa* o *absoluta*. (Obsérvese que la definición de *sensibilidad relativa* en JPWL es equivalente a la de *importancia relativa* en JPSEC.) La sensibilidad relativa se expresa como un número entero sin signo que describe la sensibilidad a errores de una determinada parte del tren codificado con respecto a otras partes. Por sensibilidad absoluta se entiende la información sobre sensibilidad relativa a una métrica de error específica, por ejemplo MSE, PSNR o MAXERR (error absoluto máximo). El parámetro Pesd especifica si se utiliza el modo de sensibilidad relativa o absoluta.

La información sobre la sensibilidad relativa para cada unidad de datos del tren codificado se expresa como un número entero sin signo cuyo valor está comprendido entre 0 y 2^P-1 . El parámetro P puede ser 8 ó 16, lo que permite seleccionar una descripción aproximada pero compacta o una más precisa. Los valores más altos de la sensibilidad deberán asignarse a las partes "más importantes" del tren codificado. El valor 2^P-1 se reservará exclusivamente para los encabezamientos principal y de parte losa. En particular, las unidades de datos que contengan parcial o totalmente el encabezamiento principal o de parte losa de un determinado tren codificado podrán tener una sensibilidad igual a 2^P-1 ; en cambio, las unidades de datos que *no* contengan porciones del encabezamiento principal o de parte losa no podrán tener una sensibilidad igual a 2^P-1 . El valor 0 se utilizará para las partes del tren codificado cuya información sobre sensibilidad no se ha especificado. Todos los demás valores representarán la importancia relativa de la porción considerada del tren codificado, en el intervalo $[1, 2^P-2]$, de modo que los números más altos corresponden a los niveles de mayor importancia.

Los valores de la sensibilidad absoluta también pueden expresarse utilizando uno o dos bytes, según lo indicado en el parámetro Pesd. El valor 0xFF para el caso de un byte (0xFFFF para el caso de dos bytes) se reservará exclusivamente para los encabezamientos principal y de parte losa. En particular, las unidades de datos que contengan total o parcialmente el encabezamiento principal o de parte losa de un determinado tren codificado pueden tener una sensibilidad igual a cero; en cambio, las unidades de datos que *no* contengan porciones del encabezamiento principal de parte losa no podrán tener una sensibilidad igual a cero. El valor 0 deberá utilizarse para las partes del tren codificado cuya información de sensibilidad no se haya especificado. Todos los demás valores representarán el valor según la métrica relacionado con la parte considerada del tren codificado.

Los valores de la sensibilidad absoluta dependen de la métrica de error/calidad específica, tales como MSE, TSE, PSNR o MAXERR. Puede utilizarse métricas de error normales e incrementales, tales como "MSE" y "MSE reducida", o "PSNR" y "PSNR aumentada". "MSE" significa el error cuadrático medio producido al decodificar hasta la unidad de datos (inclusive) para la cual se ha especificado el MSE, "MSE reducida" especifica la mejora en el MSE lograda al decodificar esa unidad de datos; para el PSNR la interpretación es análoga. TSE se refiere al error cuadrático total, en contraposición con el error cuadrático medio.

La métrica de error/calidad se aplica a toda la imagen o a una losa, dependiendo de si el ESD figura en el encabezamiento principal o en el de parte losa.

Dado que puede resultar difícil calcular esta información, no se exige un grado específico de precisión. Esas métricas deberán expresarse en unidades lineales; en particular, sean x_i (con $i=1, \dots, N$) los valores de N píxeles de la imagen original, y r_i los de la imagen decodificada, las métricas de error se definen del modo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - r_i)^2 \\ \text{TSE} &= \text{MSE} * N \\ \text{PSNR} &= \frac{M^2}{\text{MSE}} \\ \text{MAXERR} &= \max_i |x_i - r_i| \end{aligned}$$

Siendo M el valor máximo que la imagen original puede tomar en la representación del caso (por ejemplo, para imágenes de 8 bits $M=255$); suponiendo que la imagen esté almacenada utilizando Q bits significativos, M será igual a 2^Q-1 si los datos son enteros/sin signo, y $2^{Q-1}-1$ si son enteros con signo.

En el formato de dos bytes, los valores de la sensibilidad absoluta se expresarán como un número de dos bytes en formato seudo coma flotante. Cada número de 16 bits contiene el exponente (5 bits) y la mantisa (11 bits) del valor métrico. Obsérvese que resulta innecesario un bit de signo dado que los valores métricos no son negativos. En particular, el valor de coma flotante V de la métrica viene dado por la fórmula siguiente (la misma que figura en E.1.1.1/T.800 para la determinación del tamaño del paso de cuantización):

$$\begin{aligned} V &= 2^{\varepsilon-15} \left(1 + \frac{\mu}{2^{11}} \right) & \text{si } \varepsilon \neq 0 \\ V &= 0 & \text{si } \varepsilon = 0 \end{aligned}$$

siendo ε el entero sin signo que se obtiene a partir de los primeros cinco bits más significativos del parámetro y μ el entero sin signo que se obtiene de los restantes 11 bits. El caso especial de $V = \infty$ corresponde $\mu = 0$ y $\varepsilon = 31$. Obsérvese que la representación de los valores que producen subdesbordamiento es igual a cero.

El algoritmo para calcular s , ε y μ no se define en la parte normativa de esta Recomendación | Norma Internacional. A continuación se describe una técnica posible (como ejemplo, se muestra la conversión del número 12,25). Si $V = 0$, se pone $\varepsilon = \mu = 0$. De lo contrario:

- se convierte V a un número binario ($12,25_{10} = 1100,01_2$);
- se normaliza el número; es decir, debe haber 1 cifra a la izquierda de la coma binaria y se multiplica por la correspondiente potencia dos para representar el valor original. La forma normalizada de $1100,01$ es $1,10001 \times 2^3$;
- el exponente es la potencia de 2, presentado en notación exceso. La traslación del exponente es 15, por lo que en este ejemplo el exponente se representa como 18_{10} (10010_2);
- la mantisa representa los bits significativos, *excepto para el bit a la izquierda de la coma binaria*, que es siempre uno y que por lo tanto no necesitan almacenarse; pueden añadirse ceros para obtener un número de 11 bits. En este ejemplo, la mantisa es 10001000000 .

A continuación se define el formato de un byte, que es idéntico al formato de un byte del campo de distorsión total en JPSEC. El valor métrico se expresa utilizando un campo de distorsión de un byte, en representación de seudo coma flotante. Los 8 bits correspondientes al campo de distorsión se asignan a la mantisa (m) y el exponente de base 16 (exp) del valor métrico para lograr un equilibrio adecuado entre la precisión y la gama dinámica. Obsérvese que al igual que en el formato de dos bytes, no es necesario utilizar un bit de signo dado que los valores métricos no son negativos. Para

lograr una gama dinámica suficiente, se utiliza una base de 16 bits y 4 bits para el exponente (exp). La mantisa (m) se expresa utilizando 4 bits. Por lo tanto, el valor métrico V viene dado por:

$$V = m \times 16^{\text{exp}}$$

donde el valor de m está comprendido entre $0 \leq m \leq 15$ y exp entre $0 \leq \text{exp} \leq 15$. El valor de cero se representa mediante $m = 0$ y $\text{exp} = 0$, es decir, que corresponde al valor cero del campo métrico. Dado que se han asignado 4 bits a la mantisa m, la precisión es $\frac{1}{2} \times (1/2^4) = 1/32$ o un 3% aproximadamente. En el caso de un exponente de 4 bits y una base de 16, la gama dinámica varía entre 0 y máx, donde máx viene dado por $m = 15$ y $\text{exp} = 15$ que corresponde al valor métrico de $15 \times 16^{15} = 1,7 \times 10^{19}$.

Obsérvese que con este formato del valor métrico, para comparar dos métricas a fin de determinar cuál es mayor, basta con comparar los dos valores en formato char sin signo. Concretamente, para realizar esta comparación no es necesario realizar la conversión del formato pseudo coma flotante al valor actual a fin de terminar cuál de los dos valores es mayor o menor. Esta propiedad puede simplificar el procesamiento en diversas aplicaciones.

D.4.2 Campo de datos ESD

Para definir el campo de datos ESD hay que tomar en consideración tres casos, en función del método de direccionamiento utilizado en el tren codificado.

En el *modo paquetes*, se facilita el valor de la sensibilidad para cada uno de los paquetes del tren codificado o de parte losa, dependiendo de si el ESD figura en el encabezamiento principal o en el encabezamiento de parte losa; el campo de datos ESD contiene los valores concatenados de la sensibilidad (absoluta o relativa) de cada paquete. Si el segmento marcado ESD figura en el encabezamiento principal, es de suponer que esos valores aparecen en el orden especificado por la numeración de paquetes del marcador SOP (véase el anexo A.8.1 a la JPEG 2000 Parte 1); si por el contrario se encuentra concatenamiento de parte losa, el campo de datos ESD contiene los valores concatenados de la sensibilidad para todos los paquetes que figuran en esa parte losa. Obsérvese que el parámetro Lesd puede utilizarse para calcular con anticipación el número de valores de sensibilidad que contiene el campo de datos ESD.

En el *modo gama de byte*, el campo de datos ESD es igualmente una concatenación de registros. La longitud de cada registro de datos depende de si se utilizan dos o cuatro bytes para especificar el byte de comienzo y de fin, y de si se utilizan uno o dos bytes para la descripción de la sensibilidad. Estos parámetros pueden deducirse de Pesd. Cada registro contiene, en este orden, el byte de comienzo de la unidad de datos, el byte último de la unidad de datos y el valor de la sensibilidad (absoluta o relativa) de la unidad de datos. Los bytes de comienzo y fin se refieren al comienzo del tren codificado o al de una parte losa, en función de si el segmento marcador ESD figura en el encabezamiento principal o en el de parte losa. Obsérvese que el parámetro Lesd puede utilizarse para calcular con antelación el número de registros que contiene el segmento marcador ESD.

En el *modo gama de paquetes*, el campo de datos ESD es igualmente una concatenación de registros. Cada registro tiene exactamente la misma estructura que en el *modo gama de byte*, excepto que para definir cada unidad se emplean paquetes de comienzo y de fin en lugar de byte de comienzo y de fin. Los paquetes de comienzo y de fin se cuentan desde el comienzo del tren codificado o de la parte losa, dependiendo de si el segmento ESD figura en el encabezamiento principal o en el de parte losa.

D.5 Ejemplos y directrices

A continuación se facilitan dos ejemplos de posible utilización del segmento marcador ESD. El primero es un ejemplo de la sensibilidad relativa y el segundo de la sensibilidad absoluta.

D.5.1 Ejemplo 1 – Sensibilidad relativa en modo paquetes

Considérese la transmisión de una imagen en escala de grises de 0,5 bits por píxel (bpp) en modo irreversible. Se utiliza un codificador conforme a la JPEG 2000 Parte 1 para generar un tren codificado adecuado para la transmisión por un canal inalámbrico; asimismo se utiliza JPWL para añadir a dicho tren codificado información sobre la sensibilidad a errores, concretamente un segmento marcado ESD, a fin de optimizar la calidad de funcionamiento del decodificador. El codificador JPEG 2000 Parte 1 puede utilizar mecanismos de recuperación de errores, en particular la terminación del codificador aritmética junto con los marcadores SOP y EPH. El segmento marcador PPM se utiliza para empaquetar todos los encabezamientos de paquete en el encabezamiento principal, de modo que toda la información en el encabezamiento esté agrupada al principio del tren codificado, y resulte más sencilla su protección. También sería conveniente utilizar un segmento marcador PDM en el encabezamiento principal para resumir la longitud de todos los paquetes en el tren codificado; ahora bien, en aras de la simplicidad este segmento marcador no se utiliza en este ejemplo. Se emplea el modo progresivo por capas para lograr capacidad evolutiva, con capas a 0,25 y 0,5 bpp (es decir la velocidad de bit deseada). El tren codificado resultante consta de 12 paquetes. Durante la asignación de la velocidad, el codificador extrae información relativa a la distorsión de velocidad. Obsérvese que las métricas de calidad en el

segmento marcador ESD se expresan en unidades lineales y no en dB (el valor en dB es igual a 10 multiplicado por el logaritmo en base 10 del valor lineal, definido en el presente anexo). Supóngase por ejemplo que al decodificar a 0,25 bpp se obtiene PSNR = 2355 (33,72 dB) mientras que al decodificar a 0,5 bpp se obtiene PSNR = 5152 (37,12 dB). En el cuadro D.1 figuran los datos proporcionados por el sistema de atribución de velocidad para cada paquete JPEG 2000 Parte 1. En este cuadro, la columna "PSNR" consigna la PSNR alcanzada al decodificar la imagen hasta un determinado paquete; en la columna " Δ -PSNR" se consigna una estimación de la contribución relativa de cada paquete, que se calcula mediante la relación entre la PSNR obtenida al decodificar hasta el paquete actual y la obtenida hasta el paquete anterior (esta relación es equivalente a la diferencia entre los valores expresados en dB). Una manera sencilla de definir la sensibilidad relativa a errores es asignar $S=0xFE$ al paquete que más contribuye a la PSNR y luego disminuir los valores de S paquetes una cantidad igual a Δ -PSNR, hasta la primera capa a 0,25 bpp. El valor de la sensibilidad es el mismo para todos los paquetes en la segunda capa, a saber, $S=0xF8$.

Cuadro D.1 – Cálculo de la sensibilidad a errores

Número de paquete	Velocidad (bpp)	PSNR (lineal)	PSNR (dB)	Δ -PSNR	S
1	0,024	28,1	14,48	28,1	0xFE
2	0,04	154,2	21,88	5,50	0xFD
3	0,077	304,8	24,84	1,98	0xFA
4	0,142	851,1	29,30	2,79	0xFC
5	0,227	2037,0	33,09	2,39	0xFB
6	0,253	2355,0	33,72	1,16	0xF9
7	0,254	2471,7	33,93	1,05	0xF8
8	0,257	2483,1	33,95	1,00	0xF8
9	0,269	2546,8	34,06	1,03	0xF8
10	0,312	2844,5	34,54	1,12	0xF8
11	0,397	3572,7	35,53	1,26	0xF8
12	0,5	5152,3	37,12	1,44	0xF8

Para terminar, se escribe un segmento marcador ESD utilizando la sensibilidad a errores relativa (un byte por valor) calculada anteriormente para este tren codificado de ejemplo y se utiliza un modo paquetes para indexar el tren codificado; la métrica se especifica para cada componente de la imagen. La representación hexadecimal resultante para el segmento marcador ESD es la siguiente (los parámetros se separan mediante "|", y los registros mediante espacios en blanco):

FF68 | 0010 | 01 | 00 | FE FD FA FC FB F9 F8 F8 F8 F8 F8 F8

D.5.2 Ejemplo 2 – Sensibilidad absoluta en modo gama de bytes

En este segundo ejemplo utilizamos el modo de gama de bytes (dos bytes para los bytes de comienzo y fin) y la sensibilidad absoluta en el formato de dos bytes. En particular, la métrica de error seleccionada es "PSNR aumentada". Recordamos que en el ejemplo anterior la PSNR a velocidad de 0,25 y 0,5 bpp es igual a, respectivamente, 2355 y 5152 (obsérvese que la velocidad de 0,25 y 0,5 se refieren al tren codificado *sin contar* el segmento marcador ESD). Además, al analizar sintácticamente el tren codificado se desprende que los primeros 554 bytes contienen los encabezamientos principales y de parte losa. Así pues, se decide describir tres unidades de datos, a saber, los encabezamientos, los primeros y la segunda mitad del tren codificado. En particular, las unidades de datos son del byte 1 al byte 554 con $S=0$, del byte 555 al byte 8224 con $S=2355$, y del byte 8225 al byte 16288 con $S=2797$ ($=5152-2355$). Los valores de la sensibilidad se especifican con valores promediados para todos los componentes; dado que sólo hay un componente, es equivalente a decir que estos valores se refieren al componente 1. El segmento marcador resultante, expresando S en notación pseudo coma flotante, es el siguiente:

FF68 | 0016 | 00 | 65 | 0001 022A 0000 022B 2020 D133 2021 3FA0 D2ED

Anexo E

Descriptor de errores residuales

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

E.1 Introducción

El segmento marcador RED señala la presencia de errores residuales que aún pueden contener el tren codificado después del procesamiento por el decodificador JPWL. Los decodificadores JPEG 2000 "con capacidad JPWL" pueden utilizar esta información sobre la presencia y el tipo de errores (pérdida o inversión de bits) para mejorar las posibilidades de codificación o aplicar algunas técnicas tales como:

- Retransmisión selectiva.
- Ocultación de errores.
- Eliminación de la información corrupta que no es esencial para visualizar la imagen.

E.2 Señalización de errores residuales

El segmento marcador RED puede operar en tres modos diferentes, a saber, modo gama de bytes, modo paquetes y modo gama de paquetes.

Modo gama de bytes:

- En el *modo gama de bytes*, cada unidad de datos se describe mediante la especificación explícita del byte de comienzo y de fin en el tren codificado; el valor de error residual corresponde a esa gama de bytes específica. Los bytes de comienzo y de fin se especifican mediante dos o cuatro enteros sin signo, lo que permite gestionar trenes de código "normales" y "largos". La numeración de bytes en el tren codificado comienza desde cero. Si el RED figura en el encabezamiento principal, la numeración de byte se refiere al comienzo del tren codificado (incluido el segmento marcador SOC). Si el RED figura en el encabezamiento de parte losa, la numeración de bytes se refiere al comienzo de esa parte losa (incluido el segmento marcador SOT). Cuando se emplea un decodificador Reed Solomon la longitud característica de cada bloque de datos es la correspondiente a la palabra de código Reed Solomon seleccionada.
- Los siguientes dos bytes contienen el número de errores (en su caso) en el bloque de datos (0x0000 – 0xFFFFE) o una indicación genérica de presencia de errores (0xFFFF) cuando no se dispone del número exacto de errores.

Modo paquete:

- En el *modo paquetes*, las unidades de datos son paquetes como se definen en JPEG 2000 Parte 1. El valor de errores residual se especifica para cada uno de los paquetes del tren codificado o parte losa, en función de si el RED figura en el encabezamiento principal o en un encabezamiento de parte losa. Los dos bytes siguientes contienen:
 - el número (en su caso) de errores en el bloque de datos (0x0000 – 0xFFFFD);
 - la indicación de que se ha perdido un paquete (0xFFFFE);
 - una indicación genérica de la presencia de errores (0xFFFF) cuando no se dispone del número exacto de errores.

Modo gama paquetes:

- En el *modo gama paquetes*, la unidad de datos corresponde a una gama de paquetes JPEG 2000, definidos por el paquete de comienzo y el fin, para el cual se indica el valor del error residual. Los paquetes de comienzo y de fin se especifican mediante dos o cuatro bytes enteros sin signo.
- Los dos bytes siguientes contienen el número (en su caso) de errores en el bloque de datos (0x0000 – 0xFFFFE) o una indicación genérica de presencia de errores (0xFFFF) cuando no se dispone de número exacto de errores.

E.3 Ejemplos

A continuación se indican dos ejemplos de posible utilización del segmento marcador RED. El primer ejemplo corresponde al modo paquetes con pocos errores; el segundo corresponde a una configuración en modo paquetes en la que se han perdido algunos.

E.3.1 Ejemplo 1 – Descriptor de error residual en modo paquetes y pocos errores

Considérese la transmisión de una imagen en escala de grises a 0,5 bits por píxel (bpp) en modo irreversible. Se utiliza un codificador conforme a la JPEG 2000 Parte 1 para generar un tren de códigos adecuado para la transmisión por el canal inalámbrico; se utiliza JPWL para incorporar la información sobre la sensibilidad a errores en el tren codificado, concretamente un segmento marcador ESD, a fin de optimizar la calidad de funcionamiento del decodificador. El codificador JPEG 2000 Parte 1 puede utilizar la terminación del codificador aritmético junto con los marcadores SOP y EPH para la recuperación de errores. Se emplea el segmento marcador PPM para empaquetar todos los encabezamientos de paquetes en el encabezamiento principal de modo que toda la información sobre los encabezamientos esté agrupada al principio del tren codificado y pueda protegerse más fácilmente.

Considérese además que se utiliza EPB para proteger los encabezamientos y los datos, mediante códigos Reed Solomon, y que por último, se adopta un plan UEP que tenga en cuenta la información ESD. El modo paquetes puede ser conveniente configurar la longitud EPB de modo que sea igual a la longitud de paquete, lo que simplifica la resincronización en caso de que se pierda un paquete entero.

En el lado receptor después del decodificador JPWL puede suceder que uno o varios paquetes con menor protección sigan conteniendo errores debido a que se rebasó la capacidad de protección de errores del código Reed Solomon seleccionado en un EPB.

Si el codificador no lo ha creado, el decodificador JPWL puede como opción crear el marcador RED para indicar los errores residuales. Suponiendo por ejemplo que los paquetes 7 y 8 todavía contengan errores, la representación del segmento marcador RED resultante es la siguiente (los parámetros se separan mediante "|" y los registros mediante espacios en blanco):

```
FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FFh FFh 00h 00h 00h 00h
```

```
RED | Lred | Pred | datos RED
```

E.3.2 Ejemplo 2 – Descriptor de errores residuales en modo paquetes y pérdida de paquetes

Considérese el mismo caso que en el ejemplo 1, es decir la misma imagen con el mismo mecanismo de protección. En este caso se utiliza un modelo de pérdida de paquetes para la generación de errores como por ejemplo en el caso de conexiones UDP. Supóngase que en este caso se pierde totalmente un paquete UDP que contiene los paquetes 7 y 8 JPEG 2000.

Si el segmento marcador RED todavía no existe, el decodificador JPWL puede como opción crearlo para indicar esta situación; la representación del segmento marcador RED resultante es la siguiente (los parámetros se separan mediante "|", y los registros mediante espacios en blanco):

```
FF69h | 001Ch | 00010X01b | 00h 00h 00h 00h 00h 00h FEh FEh 00h 00h 00h 00h
```

```
RED | Lred | Pred | datos RED
```

Cabe observar que cuando se produce pérdida de paquetes, el decodificador tiene que actualizar los parámetros longitud que figuran en los segmentos marcadores o rellenar los vacíos con datos insignificantes de relleno.

Anexo F

Directrices para la codificación de trenes codificados JPEG 2000 en el contexto de entornos propensos a errores

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

F.1 Introducción

En el presente anexo se proporcionan a título informativo únicamente algunas directrices sobre la utilización de herramientas JPEG 2000 Parte 1 y JPWL en entornos propensos a errores. La JPEG 2000 Parte 1 define un conjunto de herramientas de recuperación de errores que puedan utilizarse para codificar una imagen en un entorno propenso a errores. En el cuadro F.1 figura una clasificación de estas herramientas. La JPWL define un conjunto de herramientas adicionales de protección de errores que permiten mejorar la resistencia a errores de transmisión del tren codificado y ayudar al decodificador a gestionar los errores residuales.

F.2 Herramientas de recuperación de errores de JPEG 2000 Parte 1

Cuadro F.1 – Herramientas de recuperación de errores de JPEG 2000 Parte 1

Tipo de herramienta	Nombre
Nivel de codificación entrópica	bloques de código terminación del codificador aritmético para cada pasada terminación predecible símbolos de segmentación
Nivel de paquetes	formato de paquete corto (encabezamientos de paquetes empaquetados) paquete con marcador de resincronización (SOP) recintos

Dado que los errores del canal (o pérdida de paquetes) puede presentar diversas formas, en general no es posible conocer con antelación con qué combinación de herramientas de recuperación de errores se obtienen los mejores resultados. Ahora bien, se ha llevado a cabo un amplio estudio en el contexto de canales propensos a errores, en el que se han examinado unas cuantas aplicaciones realistas tales como las redes 3GPP, Digital Radio Mondiale (DRM), y LAN inalámbricas IEEE 802.11. De los resultados de estos estudios se han podido deducir unas cuantas directrices generales.

En cuanto a las herramientas de recuperación de errores definidos en una JPEG 2000 Parte 1, las siguientes observaciones están ordenadas.

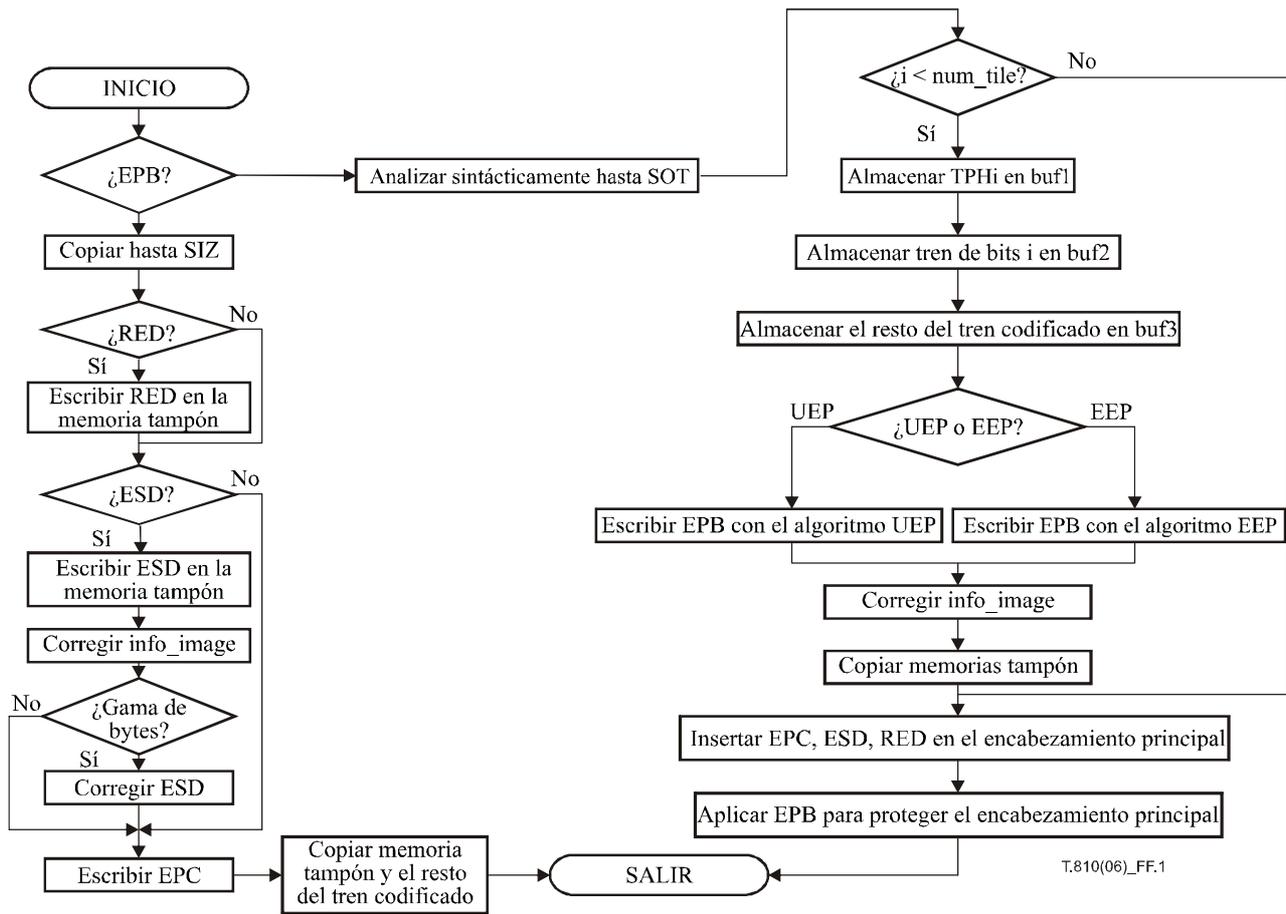
Por regla general, se desea asignar la mayor protección al encabezamiento principal y al encabezamiento de parte losa, dado que son imprescindibles para realizar correctamente la codificación. En el caso de un entorno propenso a errores, los encabezamientos de paquete también son muy útiles, porque permiten al decodificar evitar las pasadas de codificación corruptas, realizar la resincronización y continuar la codificación. Si se utiliza la opción de encabezamientos de paquetes empaquetados resulta muy fácil proteger los encabezamientos de paquetes junto con los encabezamientos principales y/o de parte losa.

La terminación del codificador aritmético permite detectar errores de transmisión. Si los contextos se reinician después de cada pasada de codificación, el decodificador puede detectar un error, descartar la pasada de codificación afectada por los errores y continuar la decodificación. De este modo se limita fuertemente el alcance de errores de transmisión y no se aumenta excesivamente la eficiencia de la codificación. Dado que la pasada de codificación es la unidad de datos básica que puede descartarse, en los entornos propensos a errores conviene que la pasada de codificación sea "lo más pequeña posible" sin que ello afecte la eficiencia de la codificación. De lo anterior se desprende que la utilización de bloques de código más pequeños con respecto al caso sin errores aumentará generalmente la calidad de funcionamiento.

F.3 Directrices para la implementación del codificador JPEG 2000

Esta cláusula contiene algunas directrices para la implementación de un codificador conforme a JPWL. En la figura F.1 se describe gráficamente este proceso. En particular, las acciones básicas son las siguientes:

- Adquisición de los parámetros JPWL.
- Codificación JPEG 2000 Parte 1.
- Introducción de los marcadores JPWL deseados. En particular:
 - Marcador EPC:
 - Escribir el marcador (0xFF68), almacenar la posición y saltar 8 bytes.
 - Leer los parámetros JPWL y escribir Pepc.
 - Si se utiliza EPB, escribir Pepbs.
 - Saltar hacia atrás después del marcador.
 - Calcular la longitud del segmento marcador y la longitud del tren codificado.
 - Calcular y escribir el CRC 16-CCITT.
 - Sección EPB:
 - Escribir el marcador (0xFF66).
 - Determinar el tipo EPB y los parámetros de protección para esta primera parte de los datos EPB.
 - Escribir LDPEpb, Depb, Pepb.
 - Calcular la longitud del segmento marcador.
 - Almacenar la primera parte de los datos que se desea proteger y calcular RS(n1,k1).
 - Si se requiere CRC, calcularlo a partir de los datos almacenados en una memoria tampón.
 - Si se requiere RS(n2,k2) calcularlo a partir de datos almacenados en una memoria tampón.
 - Sección ESD:
 - Escribir el marcador (0xFF67) y los parámetros Cesd y Pesd.
 - Calcular Δ -MSE, PSNR y Δ -PSNR a partir del valor de distorsión de cada paquete.
 - Determinar la métrica que ha de utilizarse.
 - Determinar el modo de representación de los datos (paquetes, gama de bytes o gama de paquetes).
 - Calcular los valores de la sensibilidad a errores en la métrica seleccionada y el modo de representación de los datos.
 - calcular la longitud del segmento marcador.
- Actualizar las estructuras de punteros (campo Psot, datos ESD en el modo de gama de bytes, etc.).



T.810(06)_FF.1

Figura F.1 – Directrices para la codificación JPWL

Anexo G

Comportamiento recomendado para la gestión de errores en el decodificador

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

G.1 Introducción

Si el tren codificado contiene mecanismos de recuperación de errores JPEG 2000 Parte 1, el decodificador tiene que utilizarlos adecuadamente. En este anexo se define a título informativo el comportamiento recomendado para los codificadores JPEG 2000 Parte 1 así como para los codificadores JPWL en presencia de errores.

G.2 Comportamiento recomendado del decodificador JPEG 2000 Parte 1

G.2.1 Truncación del tren codificado ISO/CEI 15444-1

En los casos en los que no se dispone del final del tren codificado porque se han producido errores en la transmisión o pérdidas, el decodificador tiene que decodificar toda la información que pueda, conforme a A.4.4/JPEG 2000 Parte 1.

Análogamente, si se pierde un paquete en la mitad del tren codificado, quizá no pueda utilizarse la información que contienen los paquetes siguientes. Sin embargo, el decodificador debe decodificar el tren codificado al menos hasta el paquete perdido. En realidad, todos los bloques de código que se hayan incluido en un paquete anterior pueden estar desincronizados, por lo que no debe añadirse información a estos bloques de código. Los datos procedentes de los bloques de código que todavía no se han incluido en un paquete anterior pueden recuperarse adecuadamente si se detectan correctamente los correspondientes árboles de etiquetas.

G.2.2 Segmentación del tren codificado ISO/CEI 15444-1

El tren codificado se divide en el encabezamiento principal, encabezamiento de parte losa, encabezamientos de paquetes y datos codificados por entropía.

En la JPEG 2000 Parte 1 no existe una herramienta específica para detectar o corregir errores en el encabezamiento principal. Un decodificador normativo JPEG 2000 Parte 1 acabará colapsando en presencia de errores en el encabezamiento principal. No se ha definido ningún comportamiento específico. El lector interesado en proteger el encabezamiento principal tiene que remitirse a la JPEG 2000 Parte 11.

No existe un mecanismo específico en la JPEG 2000 Parte 1 para proteger los encabezamientos de parte losa. Ahora bien, si se detecta que un determinado encabezamiento de parte losa es erróneo (por ejemplo, no pudo detectarse correctamente el SOD debido a una incoherencia en el encabezamiento), el decodificador puede saltar al siguiente encabezamiento de parte losa, para lo cual buscará el marcador SOT en el tren codificado.

No existe una herramienta específica en la JPEG 2000 Parte 1 para proteger el contenido de los encabezamientos de paquetes. Ahora bien, existen mecanismos especializados para evitar la desincronización del tren codificado. Si existen marcadores SOP y EPH y/o PLM/PLT, el decodificador podrá verificar la coherencia en el proceso de codificación. Durante la decodificación del encabezamiento del paquete, si el marcador EPH no se encuentra en la posición esperada o la longitud del paquete encontrado al decodificar el encabezamiento del paquete no es coherente con la longitud indicada en los marcadores PLM/PLT, el paquete puede considerarse erróneo y descartarse. El marcador SOP y/o los marcadores PLM/PLT se utilizan luego para resincronizar el siguiente paquete. En cualquier caso, el decodificador debe decodificar el máximo de información posible.

G.2.3 Utilización de las opciones de codificación entrópica ISO/CEI 15444-1

Una vez segmentado adecuadamente el tren codificado, existen ciertas opciones que permiten mejorar la recuperación de errores de los datos codificados por entropía.

Concretamente, para detectar y localizar los errores puede utilizarse la terminación predecible correspondiente a la terminación en cada pasada de codificación y los símbolos de segmentación.

Cuando se utilice el mecanismo de terminación predecible para detectar errores, el decodificador debería hacer lo siguiente:

- Si no se utiliza la terminación en cada pasada de codificación ni los símbolos de segmentación, descartará el bloque entero.
- Si se utiliza la terminación en cada pasada de codificación, decodificará hasta la última terminación decodificada correctamente, es decir hasta la pasada justo antes de aquella en la que se detectó el error.

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

- Si se utilizan los símbolos de segmentación, decodificará hasta el último símbolo de segmentación decodificado correctamente, es decir saltará el último plano de bits del bloque.
- Si se utiliza tanto la terminación en cada pasada de codificación como los símbolos de segmentación, decodificará hasta la última terminación decodificada correctamente.

Cuando se utilice el mecanismo de símbolos de segmentación para detectar errores, el decodificador debería hacer lo siguiente:

- Si no se utiliza la terminación predecible ni la terminación en cada pasada de codificación, o si sólo se utiliza la terminación predecible o la terminación en cada pasada de codificación, decodificará hasta el último símbolo de segmentación decodificado correctamente, es decir hasta el plano de bits antes de aquel en el que se detectó el error.
- Si se utilizan tanto la terminación predecible como la terminación en cada pasada de codificación, decodificará hasta la última terminación decodificada correctamente, es decir, hasta la pasada justo antes de aquella en la que se detectó el error.

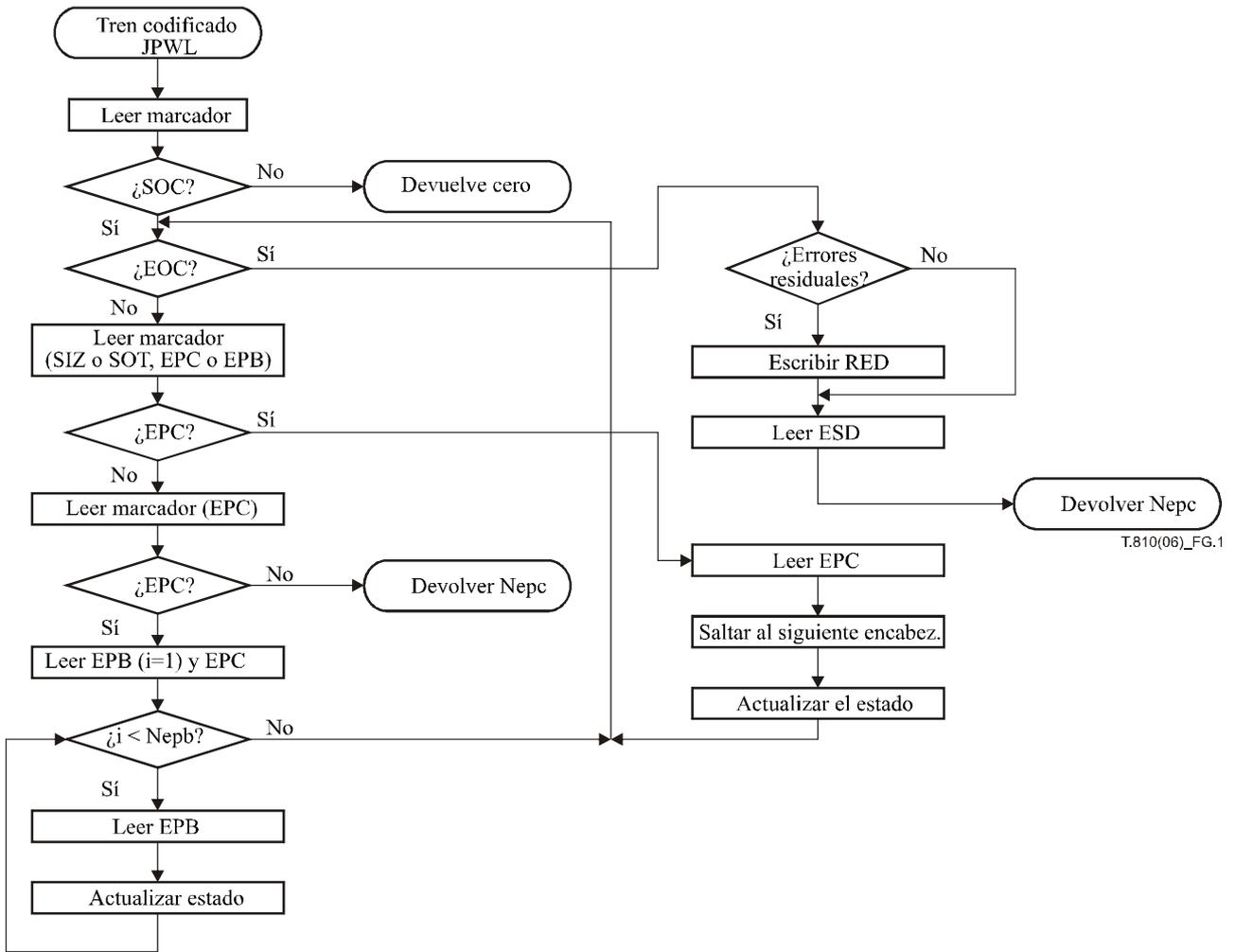
En el lado codificador, se recomienda obviamente utilizar las dos opciones, es decir, la terminación predecible y la terminación en cada pasada de codificación. Según se especifica en la JPEG 2000 Parte 1, las opciones de símbolos de segmentación y la terminación predecible/terminación en cada pasada de codificación pueden utilizarse por separado o conjuntamente.

Existen otras opciones de recuperación de errores (reinicialización de contexto y derivación) destinadas a limitar la desincronización del decodificador entróptico en caso de errores. En el presente anexo no se define un comportamiento específico.

G.3 Directrices para la implementación del decodificador JPWL

En esta cláusula se dan algunas pautas para la implementación de un decodificador conforme a la JPWL. En la figura G.1 se describe gráficamente este proceso. En particular, las acciones básicas son las siguientes:

- Sincronizar con el segmento marcador EPC.
- Leer EPC:
 - Leer Lepc, Pcrc, CL.
 - Leer Pepc e indicar la utilización de herramientas JPWL.
 - Almacenar estructuras ID y crear una matriz con los campos Pepb, que resulta útil para decodificación del EPB.
 - Verificar el CRC e indicar la presencia de errores a la función llamante.
- Leer EPB:
 - Corrección de los parámetros EPB (decodificación RS).
 - Leer Lepb, Depb, LDPEpb, Pepb y compararlos con el Pepb almacenado en el EPC.
 - Determinar el modo empaquetado/no empaquetado.
 - Corregir datos siguientes mediante la decodificación RS.
 - Indicar los datos erróneos mediante la decodificación CRS.
 - Almacenar la posición de los errores residuales.
- Escribir RED:
 - Saltar al final del encabezamiento principal y almacenar el tren codificado hasta el EOC.
 - Escribir los parámetros RED y los datos RED.
 - Copiar la estructura generada durante la decodificación del EPB.
 - Corregir las posiciones con la traslación resultante de añadir el RED en el tren codificado.
 - Escribir el resto del tren codificado.
- Leer ESD:
 - Saltar a SOC e iniciar el análisis sintáctico del tren codificado.
 - Para cada marcador ESD encontrado:
 - Si el modo es gama de bytes, corregir las posiciones de nivel de sensibilidad mediante Lred.
 - Leer los parámetros ESD y los datos ESD.
 - Como opción, crear un fichero "esdmap".



T.810(06)_FG.1

Figura G.1 – Directrices para la decodificación JPWL

Anexo H

Codificación de entropía con recuperación de errores

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

En el presente anexo se describe un mecanismo de recuperación de errores JPEG 2000 Parte 11 a nivel de codificación de entropía. Obsérvese que todas las técnicas que se describen utilizan la terminología y las hipótesis indicadas en el anexo C/JPEG 2000 Parte 1 relativo a la codificación aritmética de entropía.

H.1 Introducción

La codificación de entropía, y concretamente los códigos aritméticos son particularmente sensibles a los errores en los bits. De hecho, debido a la memoria inherente a la técnica, la inversión de un solo bit puede causar la desincronización del decodificador y, por ende, el resto de símbolos puede ser erróneo. Por otra parte, en el caso de la codificación de entropía JPEG 2000 Parte 1, los números erróneos pueden causar un comportamiento impredecible en las pasadas de codificación, por ejemplo generación de contextos erróneos y modelización de coeficientes, pudiendo dañar gravemente la calidad de la imagen decodificada. Por consiguiente, incluso los datos codificados en bruto utilizando la opción de exención de la codificación de entropía JPEG 2000 Parte 1 se ven afectados por la propagación de errores.

En JPEG 2000 Parte 1 se han diseñado algunos mecanismos de recuperación de errores para abarcar la sensibilidad a errores intrínseca del codificador de entropía. Estas técnicas se basan en marcadores de terminación, segmentación y desincronización del codificador, que permiten al decodificador JPEG 2000 implementar estrategias de detección de errores; en consecuencia, el decodificador normativo puede saltarse las secciones erróneas del tren de bits a fin de evitar la propagación de errores en los bits a nivel de imagen. Este método puede considerarse como una técnica de ocultamiento, que por regla general permite gestionar canales de transmisión con tasas moderadas de errores en los bits. En condiciones de transmisión muy arduas, tales como un entorno inalámbrico, el empleo de técnicas potentes de corrección de errores es esencial.

En el presente anexo se define un codificador aritmético de entropía modificado, con características ampliadas, a saber, marcadores de resincronización paulatina y símbolo prohibido [9] [10], que permite aplicar estrategias de corrección de errores a nivel de bloque de código y, por lo tanto, mejorar sobremanera la calidad de imagen recibida con respecto al método normativo de ocultamiento.

H.2 Sintaxis

El EPC (marcador capacidad de protección contra errores) se utiliza para especificar los parámetros de codificación indicados en el cuadro A.1. Se ha atribuido ID=2 a la técnica de codificación aritmética con recuperación de errores.

El P_{ID} asociado en el campo marcador EPC consta de un número variable de palabras de 16 bits que representa los parámetros de codificación de entropía correspondientes a cada bloque de código (véase el cuadro A.2). El orden del bloque de códigos se especifica en el anexo B/JPEG 2000 Parte 1. El primer byte en el P_{ID} es el parámetro símbolo prohibido (FSP, *forbidden symbol parameter*) mientras que el segundo corresponde al parámetro sincronización paulatina (SSP, *soft synchronization parameter*). No es obligatorio especificar el parámetro P_{ID} para todos los bloques de código. El último par (FSP, SSP) se aplica a todo el resto de bloques de código. Por ejemplo, un solo par especifica los parámetros de todo el tren codificado.

Cuadro H.1– Campos del segmento marcador EPC para la codificación de entropía de recuperación de errores

Campo marcador EPC	Tamaño en bits	Contenido
ID	16	0000 0000 0000 0010
L_{ID}	16	Longitud del siguiente parámetro PID
P_{ID}	Variable	Concatenación de pares de parámetros (FSP, SSP)

Cuadro H.2 – Parámetros PID para la codificación de entropía con recuperación de errores

Parámetros de la codificación aritmética con recuperación de errores	Tamaño en bits	Contenido
FSP	8	0000 0000 – 1111 1010
SSP	8	xxxx xabc

H.3 Codificación binaria mediante el símbolo prohibido

La codificación binaria mediante el símbolo prohibido se basa en la codificación aritmética de entropía con símbolos prohibidos (MQF) que proviene del codificador de entropía JPEG 2000 Parte 1 normativo.

H.3.1 Subdivisión de intervalo de probabilidad MQF

El intervalo de probabilidad se subdivide en tres zonas como se muestra en cuadro H.3. El primer intervalo corresponde al símbolo prohibido (FS), que nunca se codifica y sirve como mecanismo para la detección de errores. La probabilidad FS es igual a Q_f y se representa mediante una palabra de 16 bits, con el mismo convenio que el utilizado para la probabilidad LPS Q_e , definida en el anexo C/JPEG 2000 Parte 1. El valor de la probabilidad FS figura en el parámetro FSP del segmento marcador EPC. Para convertir el parámetro FSP (8 bits) a Q_f (16 bits), se multiplica el FSP por 0x56. Para calcular el correspondiente valor de la probabilidad decimal, Q_f debe dividirse por $(4/3)*0 \times 8000$, como se indica en el anexo C/JPEG 2000 Parte 1. Los valores de FSP admisibles varían entre 0x00 y 0xFA, siendo FSP=0x00 el valor por defecto que garantiza la compatibilidad MQ anteriores. En el cuadro H.3 figuran algunos ejemplos de conversión.

Cuadro H.3 – Ejemplos de conversión FSP

FSP	Q_f	Probabilidad decimal FS
0x00	0x0000	0,000000
0x01	0x0056	0,001968
0x22	0x0B6C	0,066925
0xFA	0x53FC	0,492096

Se definen los siguientes intervalos de codificación:

- subintervalo prohibido $Q_f \approx A \cdot Q_f$;
- subintervalo LPS $Q_e \approx A \cdot Q_e$;
- subintervalo MPS $A - Q_e - Q_f \approx A - A \cdot (Q_e + Q_f)$.

Para utilizar el FS, deben actualizarse los valores de la probabilidad LPS normalizada Q_e (definidos en el cuadro C.2/JPEG 2000 Parte 1) conforme a la siguiente regla, que corresponde a multiplicar los valores de la probabilidad decimal por $(1 - \text{probabilidad FS})$

$$Q_e = Q_e - \frac{Q_e * Q_f}{(4/3) * 0x8000} = Q_e - (Q_e * Q_f * 3) \gg 17$$

Obsérvese que el cálculo de las expresiones anteriores requiere multiplicar las variables de 16 bits Q_e , Q_f con una precisión suficiente. El valor de Q_f puede definirse/sobreescribirse a nivel de componente lona y capa y, por consiguiente, el cuadro de probabilidades LPS debe mantenerse sincronizado.

La redundancia de codificación introducida mediante el FS es igual a $R_f = -\log_2 \left(1 - \frac{Q_f}{(4/3) * 0x8000} \right)$ bits por símbolo de entrada. Por último, cabe destacar que la MQF es totalmente compatible con MQ en el caso de $Q_f=0x0000$.

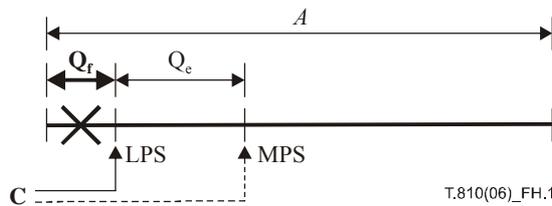


Figura H.1 – Intervalos de probabilidad MQF

H.3.2 Codificación de símbolos

La presencia del FS implica una leve modificación de los pasos de codificación aritmética de la JPEG 2000 Parte 1. En particular, los procedimientos CODELPS y CODEMPS deben modificarse como se muestra en la figura H.2. Los recuadros grises representan la parte nueva de los procedimientos de codificación aritmética JPEG 2000 Parte 1, y los recuadros con línea discontinua representan el punto en el que debe utilizarse el procedimiento JPEG 2000 Parte 1. En cada codificación de símbolos debe restarse Q_f del registro A, a fin de obtener la amplitud del intervalo MPS, y sumarse al registro C, para saltar el intervalo FS. Los dos recuadros grises de la figura sustituyen al denominado $[A=A-Q_c(I(CX))]$ en la figura C.6/T.800. El recuadro con línea discontinua indica que el procedimiento continúa desde el recuadro sólido siguiente a $[A=A-Q_c(I(CX))]$ de la figura C.6/T.800.

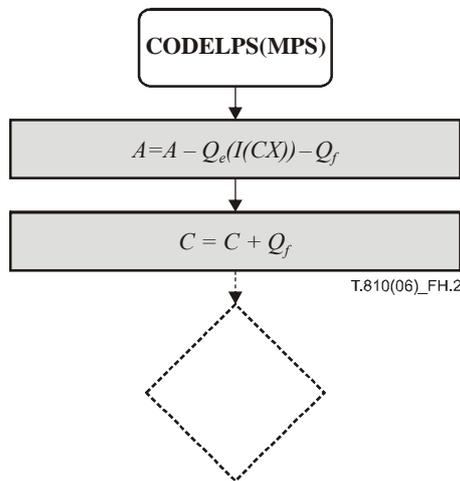


Figura H.2 – Codificador MQF: procedimientos CODELPS (MPS)

H.4 Símbolos de segmentación de recuperación de errores

Los marcadores de detección de errores y sincronización se definen del modo siguiente:

- SEGMARK: plan de adición de marcadores originales: 1010 al final de cada plano de bits, es decir, al final de cada pasada de limpieza, codificada aritméticamente con probabilidad uniforme.
- SEGMARKPASS: adición de 1010 al final de la propagación considerable y de las pasadas de refinamiento de magnitud con codificación aritmética y probabilidad uniforme.
- SEGMARKSTRIPE *n*: adición del marcador al final de cada banda con codificación aritmética y probabilidad uniforme. Si *n* es igual a 1 el marcador es 10, de lo contrario si *n* es igual a 2, el marcador es 1010. No son necesarios otros valores de *n*.

La presencia de símbolos de sincronización SEGMARKPASS y SEGMARKSTRIPE se indica mediante el marcador SSP del cuadro H.4. El bit *c* se pone a 1 para indicar que se utiliza la acción SEGMARKPASS. Su valor por defecto es 0. La SEGMARKSTRIPE opción 2 se indica poniendo los bits *a* y *b* a 1. Si sólo está a 1 uno de los dos bits, se utiliza la opción SEGMARKSTRIPE 1. El valor por defecto de estos dos bits es 00. Los otros bits del marcador SSP están reservados. En el cuadro H.4 se dan ejemplos de valores SSP.

Cuadro H.4 – Ejemplos de valores SSP

Valor SSP	Opción
0000 0001	SEGMARKPASS
0000 0010	SEGMARKSTRIPE 1
0000 0110	SEGMARKSTRIPE 2
0000 0111	SEGMARKPASS + SEGMARKSTRIPE 2

H.5 Detección de errores

H.5.1 Decodificación en presencia de errores

Las herramientas de recuperación de errores descritas en el presente anexo pueden emplearse junto con las adoptadas en la JPEG 2000 Parte 1 para dotar de codificador de capacidades de detección de errores. La detección de errores permite truncar adecuadamente la decodificación de pasadas de codificación erróneas de un determinado bloque de código, y prevenir así la propagación de errores a nivel de coeficientes de transformada (véase J.7/JPEG 2000 Parte 1). A continuación se describen estrategias detección de errores basadas en MQF y símbolos de segmentación con recuperación de errores.

H.5.2 Detección de errores MQF

Para la decodificación MQF es necesario modificar el procedimiento DECODE de la norma JPEG 2000 Parte 1 como se muestra en la figura H.3. Debe utilizarse la evaluación del intervalo MQF modificado $A = A - Q_e - Q_f$ ecodificación FS permite la detección de errores. De hecho, si el valor de la cadena de código recibida se encuentra en el intervalo prohibido $Chigh < Q_f$, se detectan los errores de transmisión y pueden adoptarse estrategias de ocultamiento o corrección. De lo contrario, si no se lleva a cabo la detección FS, el registro C se desplaza hacia la base del intervalo LPS $Chigh = Chigh - Q_f$, y puede utilizarse la decodificación MQF normativa.

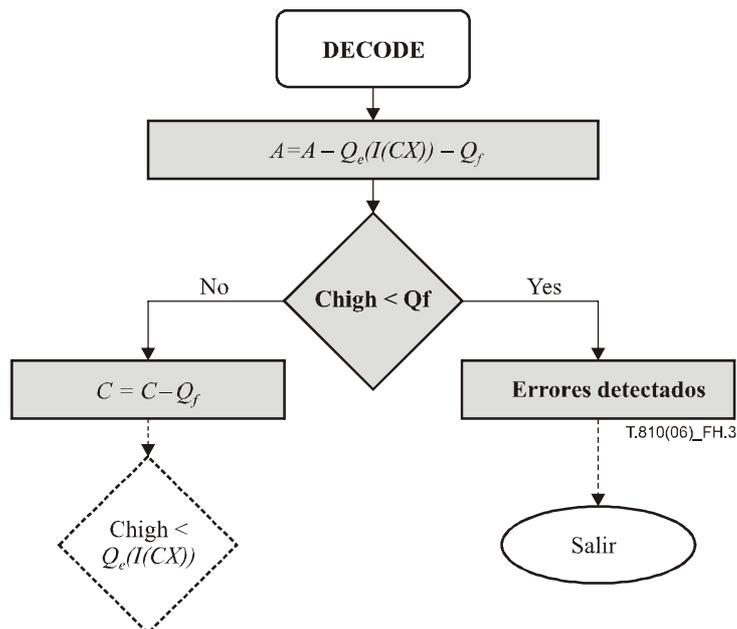


Figura H.3 – Procedimiento de decodificador MQF

H.5.3 Detección de errores de símbolos de segmentación

La decodificación correcta de los símbolos de segmentación confirma que la decodificación se ha llevado a cabo correctamente hasta este punto del tren codificado. Si el símbolo de segmentación no se decodifica correctamente significa que se han producido errores en los bits y que pueden adoptarse las contramedidas adecuadas.

H.6 Corrección de errores

Los símbolos de segmentación MQF y de recuperación de errores permiten realizar un decodificador JPWL capaz de corregir errores en los bits a nivel de tren de bits.

H.6.1 Decodificación de reloj de bits

El decodificador MQ se describe en la figura H.4. Los datos comprimidos **CD** y el contexto **CX** son los parámetros de entrada del decodificador que permiten obtener como resultado una decisión binaria **D**. Dicho de un modo más exacto, para obtener el resultado de la *i*ésima decisión binaria de **d[i]** en el bloque de código, es necesario disponer del correspondiente contexto **CX[i]** y de cierto número de bits **CD[n_{i-1}+1;n_i]** de los datos comprimidos, siendo *i* un índice genérico que representa el orden de barrido de símbolos en el bloque de código y **n_i** el número total de bits que se habían leído al decodificar la decisión **d[i]**. El índice *i* se conoce como *reloj de símbolos* y se dice que el decodificador funciona según el *reloj de símbolos*.

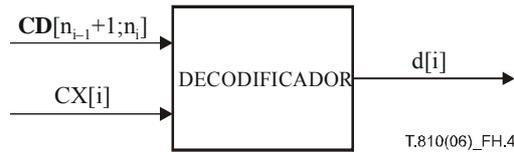


Figura H.4 – Reloj de símbolos basado en el decodificador aritmético JPEG 2000 Parte 1

A efectos de la corrección de errores, resulta conveniente conmutar a un decodificador que funciona mediante un *reloj de bits*. Este cambio afecta únicamente a la interfaz y no a las propiedades del codificador. El módulo de decodificador aritmético basado en reloj de bits acepta a entrada un solo bit **CD[n]**, siendo **n** la posición en el tren de bits y un número variable de contextos **CX** que corresponden al número de variables de decisiones binarias resultante **D**. Esta nueva representación se muestra en la figura H.5, siendo **i_n** el número total de decisiones que se habían decodificado una vez leídos **n** bits de los datos comprimidos.



Figura H.5 – Reloj de bits basado en el decodificador aritmético JPEG 2000 Parte 1

Para implementar este decodificador, se han modificado las funciones DECODE, RENORMD y INITDEC, que se muestran respectivamente en las figuras C.15, C.18 y C.20 de la JPEG 2000 Parte 1, como puede verse en la figuras H.6, H.7 y H.8.

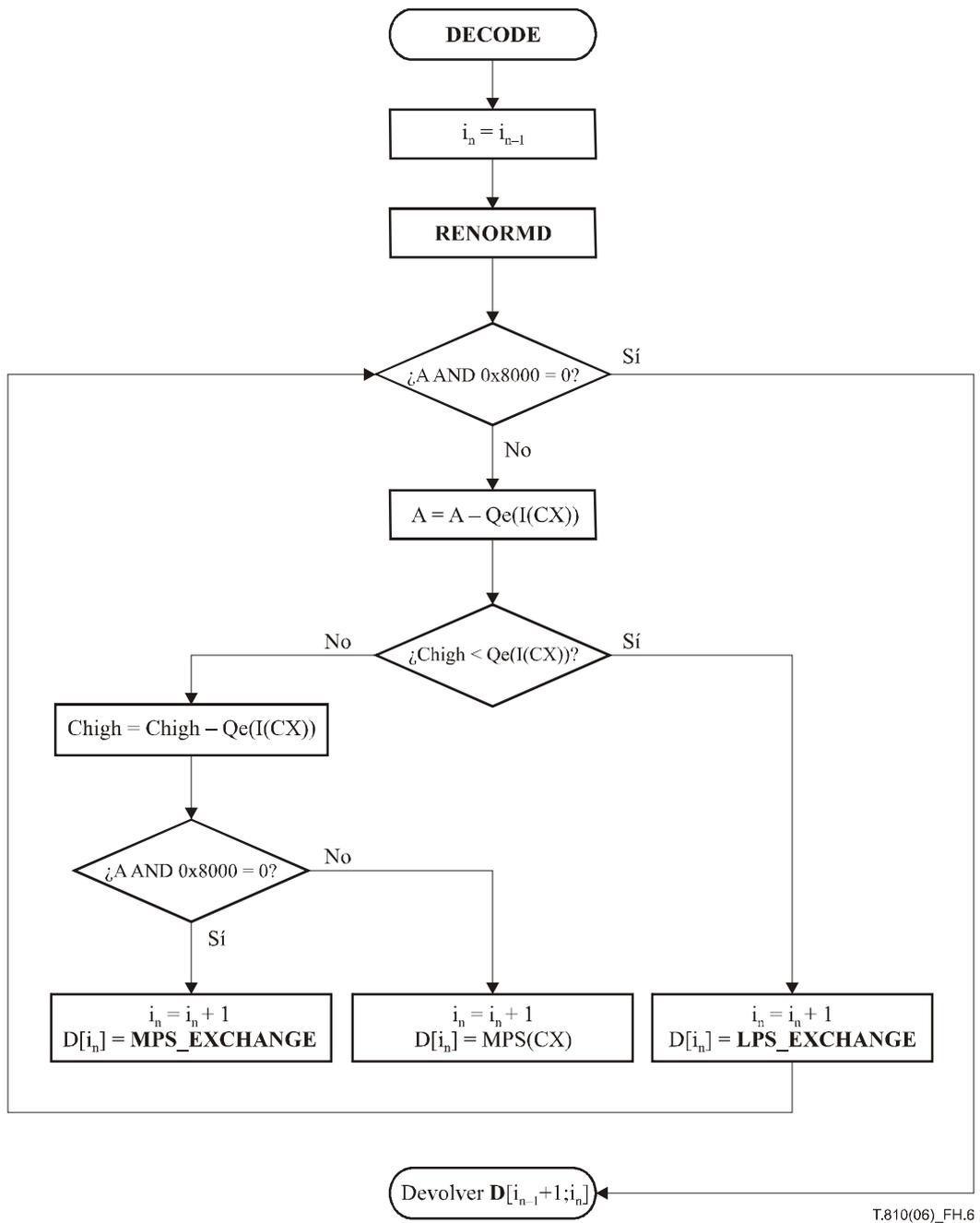


Figura H.6 – Reloj de bits basado en el procedimiento DECODE

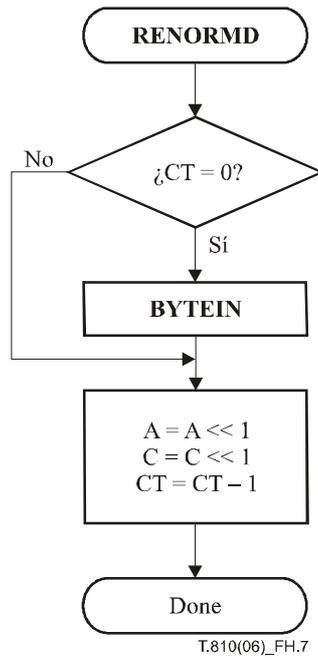


Figura H.7 – Reloj de bits basado en procedimientos RENORMD

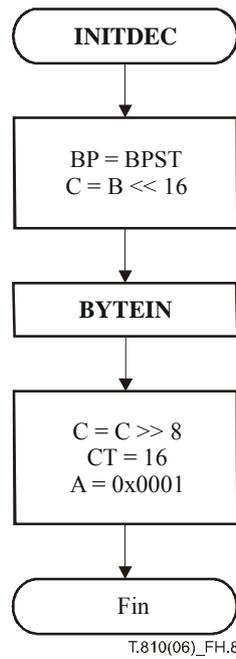


Figura H.8 – Reloj de bits basado en el procedimiento INITDEC

En realidad, dado un bit de entrada $CD[n]$, se decodifican todos los símbolos posibles que puedan identificarse. Este método permite realizar la decodificación secuencial basada en el reloj de bits. Como modelo puede emplearse el autómata de transición de estados descrito en la figura H.9. El estado $\sigma[n]$ puede contener toda la información de estado interna necesaria, por ejemplo los estados del decodificador aritmético. La transición del estado $\sigma[n-1]$ al $\sigma[n]$ queda terminada por el bit $CD[n]$. Esta transición tiene asociado un número variable de decisiones binarias de salida D .

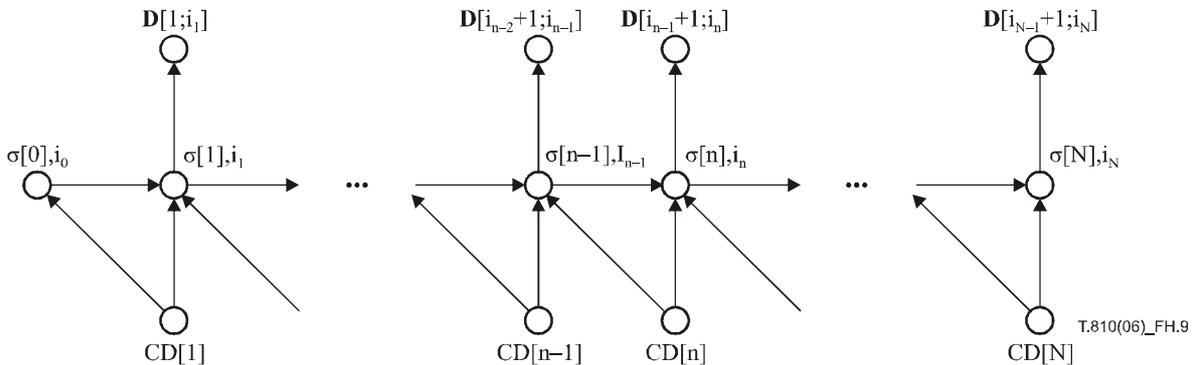


Figura H.9 – Representación del autómata de transición de estados del proceso de codificación

H.6.2 Corrección de errores en el tren de bits

Cuando el tren de bits codificado CD , resultado del codificador aritmético, se transmite por un canal ruidoso, el decodificador JPWL recibe en realidad una versión corrupta del tren de bits \underline{CD} . Los mecanismos de detección de errores descritos previamente se utilizan para determinar la presencia de errores en los bits. En dicho caso, el decodificador JPWL trata de corregir los errores mediante la decodificación basada en reloj de bits y técnicas de búsqueda secuencial. Para cada profundidad de bit n del autómata de decodificación, que se muestra en la figura H.9, se considera el conjunto de posibles de trenes de códigos CD_k . Se utiliza un espacio de memoria determinado por k para almacenar el conjunto de trenes de bits posibles. Cada tren de bits posible de CD_k , con sus correspondientes decisiones decodificadas D_k , se clasifican conforme a la métrica adecuada $M_k(n)$, que permite seleccionar el tren de bits más probable CD , de acuerdo con la decisión correcta D .

H.6.3 Métrica

H.6.3.1 Métrica MAP

La probabilidad máxima a posteriori (MAP) para el tren de bits CD_k con una profundidad de bit n viene dada por la expresión siguiente:

$$P(D_k [1; i_n] | \underline{CD} [1; n]) \propto P(D_k [1; i_n]) \cdot P(\underline{CD} [1; n] | CD_k [1; n])$$

El decodificador JPWL utiliza la siguiente métrica MAP:

$$M_k(n) = \log [P(D_k[1; i_n]) \cdot P(\underline{CD} [1; n] | CD_k [1; n])]$$

En presencia de un canal sin memoria y suponiendo que el modelo para los bits de decisión es un modelo Markov de orden 1, la métrica $M_k(n)$ puede calcularse conforme al siguiente autómata de transición de estados:

$$\begin{cases} M_{k(0)}=0 \\ M_k(n) = M_k(n-1) + \sum_{j=i_{n-1}}^{i_n} \log [P(D_k [j] | D_k [1; j-1])] + \log [P(\underline{CD}[n] | CD_k [n])] \end{cases}$$

El término $P(D_k [i] | D_k [1; i-1])$ representa la probabilidad a priori de los bits de decisión y se calcula mediante el modelo contextual binario de la modelización de bits de coeficientes, que puede aproximarse mediante la probabilidad de LPS con valores Q_e , definidos por el codificador aritmético. Puede precalcularse el logaritmo de las probabilidades del modelo original y almacenarse una tabla para aumentar la velocidad de la evaluación métrica. El término $P(\underline{CD}[n] | CD_k[n])$ representa la probabilidad de transición del canal. Evidentemente, la métrica definida requiere la

definición de un modelo de canal, cuyo estado debe conocer el receptor; sin embargo, cuando no se dispone de esa información, puede utilizarse la métrica simplificada descrita en H.6.3.2 y H.6.3.3.

H.6.3.2 Distancia Hamming

La métrica Hamming se define como la distancia Hamming entre los trenes de bits \underline{CD} recibidos y CD_k posibles. La métrica aditiva Hamming se define como $M_k(n) = M_k(n - 1) - \underline{CD}[n] \oplus CD_k[n]$, siendo \oplus la suma de módulo 2.

Puede utilizarse esta sencilla métrica de distancia cuando el tren de bits se transmite por un canal de entrada/salida binario y el decodificador no dispone de información de retroalimentación (modelo de canal, velocidades de errores en los bits, etc.).

H.6.3.3 Distancia euclídea

La métrica euclídea puede utilizarse cuando el tren de bits por una canal de entrada binaria y salida real. En este caso, la métrica aditiva es $M_k(n) = M_k(n - 1) - |\underline{CD}^S[n] - \text{soft}(CD_k[n])|$, siendo $\underline{CD}^S[n]$ el valor recibido correspondiente al bit $CD[n]$, y $\text{soft}(CD_k[n])$ el valor transmitido correspondiente al bit $CD_k[n]$.

H.6.4 Ejemplo de búsqueda secuencial

En esta cláusula se describe un ejemplo de método de búsqueda secuencial. La búsqueda secuencial se basa en el árbol de decodificación que se muestra en la figura H.10. Cada nodo del árbol representa un tren de bits posible CD_k , decodificado hasta una profundidad de bit n . En cada profundidad se almacena un número máximo de candidatos en MEM para recursiones futuras. En cada iteración, todos los candidatos almacenados se desplazan un bit hacia adelante. En caso de detección de errores, el candidato se descarta (véase CD_3 a una profundidad de bit $n=2$ en la figura H.10). De lo contrario, siempre que el tren de bits posible parezca correcto, la métrica de codificación $M_k(n)$ se actualiza y sólo los mejores candidatos MEM se almacenan en la siguiente iteración. Cuando se haya alcanzado la profundidad de bit máxima del tren de bits del caso, el mejor candidato en lo que respecta a la métrica de decodificación se considerará el tren de bits más probable CD .

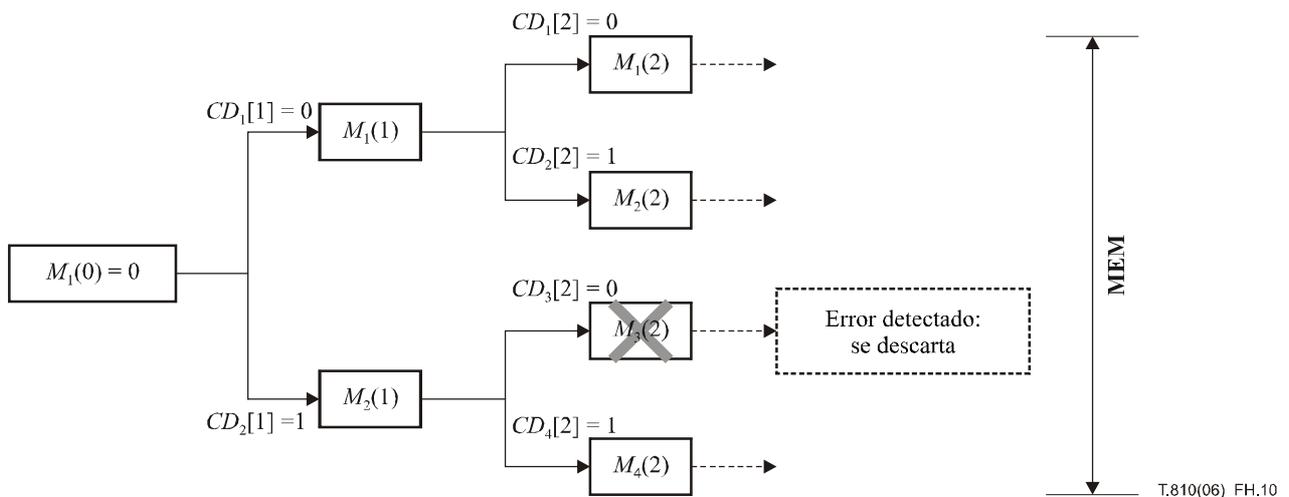


Figura H.10 – Ejemplo de búsqueda secuencial

Anexo I

Protección desigual contra errores

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

I.1 Introducción

El objetivo de este anexo informativo es explicar cómo pueden utilizarse los mecanismos normativos de JPWL para aplicar la protección desigual contra errores (UEP) a un tren codificado JPEG 2000. Esta UEP puede utilizar la información del descriptor de la sensibilidad a errores para seleccionar la técnica más adecuada de protección de las diferentes partes de un tren codificado JPEG 2000. La UEP puede aplicarse de diferentes maneras, dentro del tren codificado gracias a la estructura flexible del bloque de protección contra errores, o puede aplicarse por separado a diferentes partes del tren codificado JPEG 2000, cada una de las cuales se protege de manera distinta y se envía por diferentes entornos propensos a errores.

I.2 Utilización del descriptor de la sensibilidad a errores como información para el sistema de protección desigual contra errores

El descriptor de la sensibilidad a errores permite seleccionar la técnica más adecuada para proteger cada parte del tren codificado JPEG 2000, dado que indica la sensibilidad a errores de cada parte. La parte más importante del tren codificado se protege con mayor redundancia que la menos importante. Esta protección contra errores puede aplicarse mediante un procedimiento que queda fuera del alcance de la presente Recomendación | Norma Internacional o bien utilizando el bloque de protección contra errores que se define en la cláusula I.3.

I.3 Utilización del bloque de protección contra errores (EPB) para la protección desigual contra errores

El parámetro LDPePB del segmento marcador EPB que puede figurar en un encabezamiento de parte losa, puede referirse a datos que no pertenecen al encabezamiento de parte losa. Ello permite incluir el tren de JPEG 2000 en la gama de datos de protección contra errores, incluidos o no los encabezamientos de paquetes, dependiendo de cómo se utilice la función de paquetes empaquetados de JPEG 2000 Parte 1.

Puede utilizarse el parámetro PePB de cada segmento marcador EPB para describir la técnica de corrección de errores utilizada para proteger a diferentes partes del tren de bits. Cada segmento marcador EPB sucesivo puede utilizar una configuración de PePB distinta, puesto que es posible seleccionar un código de la misma familia de códigos de corrección de errores o bien describir la utilización de varias técnicas. De hecho, los datos redundantes de cada segmento marcador EPB permiten proteger contra errores de manera distinta las diferentes partes del tren de bits a la que remite. En el ejemplo de la figura I.1, EPB0 protege los segmentos marcadores del encabezamiento de parte losa y EPB1 a EPBn protege las partes L1 a Ln del tren de bits.

A tal efecto pueden utilizarse los códigos predefinidos y los códigos por defecto. En caso de que se utilice otro código de corrección de errores, éste debe indicarse en el segmento marcador EPC.

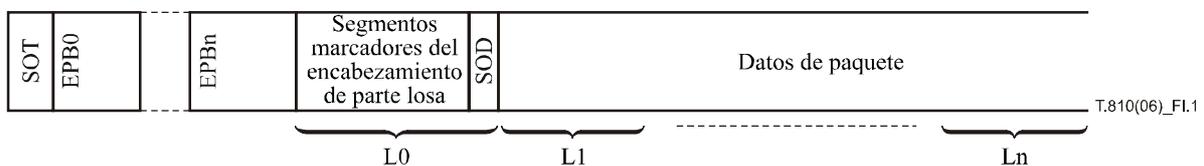


Figura I.1 – Utilización de EPB para la protección desigual contra errores

Anexo J

Compatibilidad con la ISO/CEI 15444

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

J.1 Compatibilidad con ISO/CEI 15444-1

Los mecanismos JPWL son totalmente compatibles con la JPEG 2000 Parte 1 en el sentido de la compatibilidad con sistemas anteriores y compatibilidad con las ampliaciones definidas en la cláusula 3. El presente anexo tiene carácter únicamente informativo.

J.2 Compatibilidad con la ISO/CEI 15444-3

Todos los mecanismos JPWL que se aplican a nivel de tren de código pueden utilizarse para mejorar la robustez de JPEG 2000 en movimiento en presencia de errores. JPWL puede utilizarse para proteger cada uno de los trenes codificados.

J.3 Compatibilidad con ISO/CEI 15444-8 (JPSEC)

JPEG 2000 seguro o JPSEC (ISO/CEI 15444-8) amplía la especificación básica JPEG 2000 para ofrecer un marco normalizado para imágenes seguras. Este marco permite la integración y utilización eficaz de herramientas necesarias para proteger imágenes digitales, tales como la protección del contenido, la verificación de la integridad de los datos, la autenticación y el control de acceso condicional. El marco es abierto y flexible, lo que permite futuras ampliaciones.

JPSEC permite utilizar mecanismos de seguridad que soportan diversos servicios de seguridad, en particular:

- confidencialidad;
- verificación de la integridad;
- autenticación del origen;
- acceso condicional;
- transmisión en secuencias ampliable y segura y transcodificación segura;
- identificación del contenido registrado.

JPSEC define dos segmentos marcadores: SEC e INSEC.

El segmento marcador SEC figura en el encabezamiento principal y es obligatorio. Contiene la información general sobre los mecanismos de seguridad que se han aplicado para proteger la imagen. Concretamente, SEC indica el mecanismo JPSEC utilizado para proteger la imagen, así como algunos parámetros relacionados con la técnica utilizada. Estos parámetros pueden indicar, entre otras cosas, qué partes del tren codificado dispone de protección.

El segmento marcador INSEC proporciona un mecanismo adicional para transmitir parámetros de uno de los mecanismos de seguridad declarados en SEC, a fin de complementar la información que figura en el encabezamiento principal. Puede situarse en los datos del tren codificado y es opcional. Se basa en el hecho de que el decodificador aritmético en JPEG 2000 deja de leer bytes cuando se encuentra con un marcador de terminación (es decir, dos bytes con un valor mayor que 0xFF8F).

J.3.1 Relación general entre JPWL y JPSEC

La combinación de JPWL y JPSEC es necesaria siempre que sea necesario proteger imágenes JPEG 2000 y transmitir las por un canal inalámbrico propenso a errores.

En el lado del transmisor, la sensibilidad a errores JPWL se genera normalmente durante la codificación JPEG 2000. Posteriormente se aplican los mecanismos JPSEC al tren codificado para protegerlo. Por último se utilizan los mecanismos de codificación JPWL para lograr que el tren codificado sea más robusto a los errores de transmisión.

En el lado receptor, se aplican en primer lugar los mecanismos de codificación JPWL para corregir los posibles errores de transmisión. En esta fase, JPWL también puede generar información relativa a los errores residuales. Por último, se aplican los mecanismos JPSEC a fin de ofrecer los servicios de seguridad seleccionados.

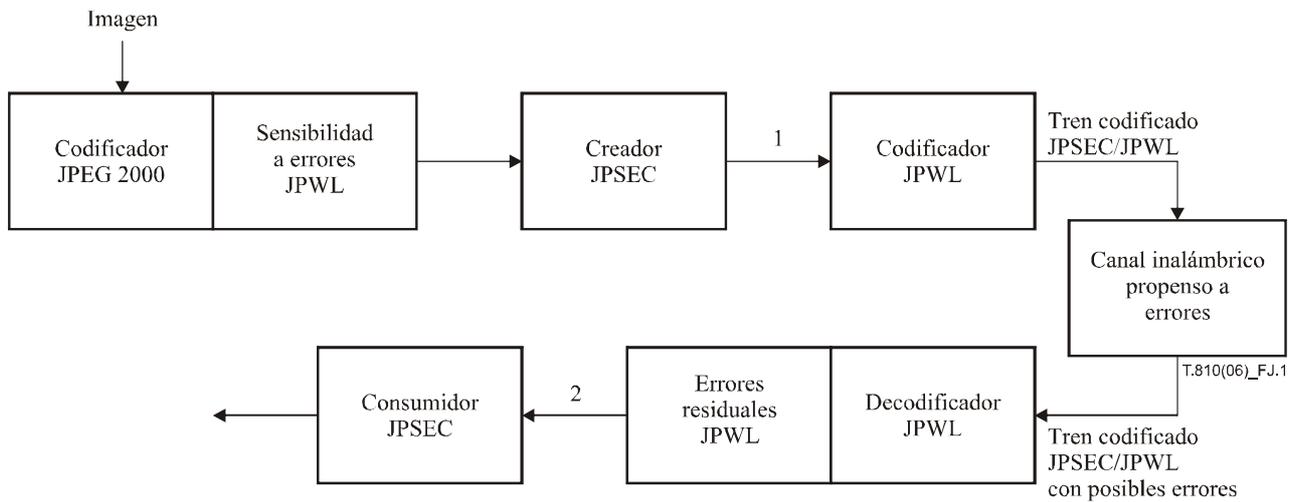


Figura J.1 – Combinación típica de JPWL y JPSEC

J.3.2 Asunto específicos sobre la compatibilidad entre JPWL y JPSEC

Hay que tener en cuenta una serie de cuestiones relativas a la incompatibilidad entre JPWL y JPSEC, que se describen a continuación:

- 1) Capacidad de protección contra errores (EPC) JPWL: la presencia de este segmento marcador afecta a gamas de bytes. Obsérvese que este segmento marcador es obligatorio en los trenes codificados JPWL.
- 2) Bloque de protección contra errores (EPB) JPWL: este segmento marcador se añade normalmente en la última etapa del transmisor y se extrae en la primera etapa del receptor. En principio, no debería afectar a JPSEC.
- 3) Descriptor de sensibilidad a errores (ESD) JPWL: este segmento marcador se añade normalmente durante la codificación JPEG 2000 Parte 1, en cuyo caso será transparente a las subsiguientes operaciones JPSEC. Ahora bien, JPSEC podría afectar negativamente la utilización de ESD en JPWL. En particular, JPSEC no debería modificar las gamas de bytes siempre que el ESD las utilice. Además, las operaciones JPSEC no deberían afectar valores de distorsión; de lo contrario la información contenida en el ESD sería irrelevante. En este último caso, el creador JPSEC tiene la opción de suprimir los segmentos marcadores ESD.
- 4) Descriptor de errores residuales (RED) JPWL: este segmento marcador puede insertarse después de la decodificación JPWL. Por consiguiente, puede afectar a las gamas de bytes JPSEC. Esto, a su vez, puede afectar a las técnicas de autenticación de integridad JPSEC. En caso de que el tren codificado esté corrupto, la información RED puede resultar útil para que el consumidor JPSEC la gestione adecuadamente.
- 5) JPSEC SEC: la presencia de este segmento marcador afecta a la gama de bytes. Obsérvese que este segmento marcador es obligatorio en los trenes codificados JPSEC.
- 6) JPSEC INSEC: la presencia de este segmento marcador afecta a gamas de bytes. Obsérvese que este segmento marcador figura en los datos del tren codificado.

Cuando no haya errores residuales, el codificador y el decodificador JPWL son teóricamente transparentes. Es decir, en este caso los trenes codificados en los puntos 1 y 2 de la figura J.1 deben ser estrictamente idénticos.

En general se recomienda que cuando se utilice junto con JPWL, es preferible que en JPSEC se utilicen gamas de bytes que comiencen después del marcador SOD a fin de minimizar los problemas con las gamas de bytes. Además, es preferible restringir la presencia de segmentos marcadores JPWL al encabezamiento principal y evitar su presencia en los encabezamientos de parte losa.

Anexo K

Autoridad de registro

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

K.1 Introducción general

El mecanismo de registro JPWL permite la identificación inequívoca de mecanismos de seguridad no normativos que son conformes con la norma JPWL y que pueden proponerse y desarrollarse como herramientas JPWL no normativas. El registro lo lleva a cabo la autoridad de registro JPWL, y deberá ser conforme con el Capítulo 18 de la Directiva JTC 1. El registro de esta nueva herramienta JPWL debe seguir el procedimiento definido en el presente anexo.

Los solicitantes deben presentar las tecnologías que desean incluir en la lista de referencia JPWL. Obsérvese que la utilización de una herramienta JPWL se especifica mediante el segmento marcador EPC JPWL que figura en el tren codificado (véanse los anexos A y C). Cuando una aplicación se encuentra con un ID JPWL desconocido, puede conectarse con una JPWL RA y obtener la información registrada acerca de la herramienta.

K.2 Criterios de aceptación de solicitantes de registro

Los solicitantes aceptables serán organizaciones reconocidas por sus organismos nacionales.

K.3 Solicitudes de registro

Las solicitudes para registrar nuevas herramientas JPWL serán publicadas por una autoridad de registro JPWL. Esta publicación contendrá los formularios de la solicitud de registro, la solicitud de actualización, la notificación de asignación o autorización, y el rechazo de la solicitud.

Todos los formularios deberán incluir:

- el nombre de la organización solicitante;
- la dirección de la organización solicitante;
- nombre, título, dirección postal/de correo electrónico y número de teléfono/fax de una persona de contacto que pertenezca a la organización.

Los formularios de solicitud de registro y de solicitud de actualización deberán incluir también:

- Nombre de la herramienta JPWL (obligatorio).
- Tipo de herramienta JPWL.
- Resumen técnico descriptivo (obligatorio).
- Descripción general de la herramienta (obligatorio).
- Descripción de un ejemplo de funcionamiento (opcional).
- Especificación de la sintaxis de los parámetros, incluidos los valores posibles (opcional).
- Directrices para la utilización óptima (opcional).
- Situación de derechos de propiedad intelectual (IPR), por ejemplo, titular, usuario autorizado (opcional).
- Condiciones de utilización de los IPR (obligatorio).
- Restricciones de uso, por ejemplo condiciones aplicables a la exportación (opcional).
- Información relativa a la descarga de versiones (opcional).
- Comentarios adicionales, motivos, referencias (opcional).
- Requisitos de confidencialidad de ciertos elementos de aplicación (opcional).
- Duración solicitada del registro de la herramienta (opcional).

La autoridad de registro JPWL proporcionará además información didáctica para ayudar a los solicitantes a preparar las solicitudes.

K.4 Examen de las solicitudes y respuesta

En esta cláusula se define el proceso que lleva a cabo la autoridad de registro JPWL para examinar y responder a las solicitudes a fin de garantizar la imparcialidad.

Se ha creado una comisión técnica para examinar las aplicaciones. Esta comisión está formada miembros del JTC 1/CE 29/WG 1 de la ISO/CEI y miembros de la autoridad de registro JPWL. La comisión técnica estudia las solicitudes en una reunión del WG 1 antes de los nueve meses siguientes a la presentación de la solicitud.

Esta comisión acepta o rechaza la solicitud, en función de los criterios estipulados en K.4.1.

En caso de aceptar la nueva herramienta JPWL, se le atribuye un identificador (ID) conforme a lo especificado del anexo C y se considera como referenciada. La comisión aprueba la información de la descripción de la herramienta JPWL. Este ID se utilizará luego para la señalización en el tren codificado JPEG 2000 utilizando el segmento marcador EPC (véanse los anexos A y C).

Una vez examinada y aceptada la solicitud, la JPWL RA notifica al solicitante la respuesta positiva o negativa de la solicitud de registro. En la respuesta se incluye una breve explicación de los resultados del examen técnico, y se remitirá a los solicitantes antes de los nueve meses siguientes a la fecha de solicitud.

Existe la posibilidad de apelar contra una respuesta negativa si el solicitante considera que hubo un error al rechazar la solicitud, o cuando se requiera más información para aclarar ciertos aspectos o problemas. Si el solicitante exige un examen adicional además del proceso que lleva a cabo la autoridad, puede presentar su caso para examen a la comisión WG 1 en la siguiente reunión de este grupo. En este caso, puede exigírsele que presente información adicional necesaria para los expertos, que bajo la autoridad del WG 1 se pronunciarán definitivamente sobre la aceptación o rechazo de la solicitud. Para que una solicitud rechazada pueda ser examinada por el WG 1, los solicitantes deberán volver a presentar la propuesta por conducto de su organismo nacional, especificando las razones por las que dicha solicitud requiere la consideración del WG 1.

K.4.1 Rechazo de aplicaciones

Los criterios para rechazar una aplicación son los siguientes:

- el solicitante no reúne los requisitos;
- no se han pagado los cánones adecuados (en su caso);
- ya existe una herramienta aprobada y registrada cuyo contenido es el mismo al de la solicitud;
- la información presentada en la solicitud está incompleta o es incomprensible;
- la justificación para la inclusión en el registro no es adecuada. Debe demostrarse que la herramienta JPWL considerada ofrece un servicio de seguridad útil, con ejemplos de utilización cuando sea pertinente;
- la autoridad considera que la herramienta no es lo suficientemente original y que podría implementarse fácilmente con una de las existentes y aprobadas;
- la solicitud contiene errores o no es conforme con las partes normativas de JPWL;
- la descripción técnica no es lo suficientemente detallada;
- las condiciones de confidencialidad no son las adecuadas.

K.4.2 Asignación de identificadores y registro de definiciones de objeto

El proceso de examen y la sintaxis anterior garantizan que el ID asignado es único en el registro y que este mismo ID no se asigne a otro objeto.

Una vez realizada la asignación, el ID y la información correspondiente se incluirán en el registro y la autoridad de registro JPWL informará al solicitante de la asignación dentro de los nueve meses.

La definición de la herramienta JPWL se inscribirá en el registro en el momento de asignar el ID.

La autoridad de registro puede reutilizar los identificadores. Por ejemplo, los que estén disponibles después de la expiración o renuncia voluntaria o hayan sido reivindicados. Los propietarios del ID pueden renunciar voluntariamente a sus ID mediante una solicitud de actualización.

La autoridad de registro JPWL puede reivindicar un identificador por razones técnicas o por una mala autorización de la herramienta. En ese caso, los propietarios del identificador recibirán una notificación de actualización.

K.5 Mantenimiento

A los efectos de mantenimiento del registro, la autoridad de registro JPWL aplicará mecanismos para mantener la integridad de registro, incluidas las copias de seguridad adecuadas para no perder registros.

ISO/CEI 15444-11:2006 (S)

El propietario de un ID puede actualizar la información relativa a la herramienta JPWL mediante una solicitud de actualización. La autoridad de registro JPWL proporcionará los mecanismos para mantener la confidencialidad de los elementos concedidos en la solicitud.

K.6 Publicación del registro

Por regla general, la mejor manera de preservar los intereses de la comunidad de usuarios de tecnología de la información es publicar la información registrada. Ahora bien, en ciertos casos puede ser necesario mantener la confidencialidad de algunos o todos los datos relativos a un determinado registro, ya sea de manera permanente o durante una parte del proceso de inscripción.

La autoridad de registro JPWL publicará la información registrada de manera coherente con los requisitos de confidencialidad del mecanismo JPWL.

Cuando sea obligatoria, la publicación se realizará en formato electrónico y en papel. Cuando la autoridad de registro JPWL vaya a realizar una publicación, deberá mantener registros precisos de la distribución sobre sus publicaciones.

K.6.1 Requisitos de información de registro

La autoridad de registro JPWL publicará en formato electrónico la lista de herramientas JPWL no normativas que figuran en su registro, así como la información correspondiente, de manera que sea coherente con los requisitos de confidencialidad de la herramienta JPWL.

El registro de cada herramienta JPWL deberá contener la siguiente información:

- el ID asignado;
- nombre del solicitante inicial;
- dirección del solicitante inicial;
- fecha de asignación original;
- fecha de la última transferencia de la asignación, si estuviese autorizada (actualizable);
- nombre del propietario actual (actualizable);
- dirección del propietario actual (actualizable);
- nombre, título, dirección postal/de correo electrónico y número de teléfono/fax de una persona de contacto que pertenezca a la organización (actualizable);
- fecha de la última publicación (actualizable).

Asimismo, deberá contener la información facilitada por el solicitante sobre la herramienta JPWL especificada en la cláusula K.3 anterior.

Anexo L**Declaración de patentes**

(Este anexo es parte integrante de esta Recomendación | Norma Internacional)

Cabe la posibilidad de que a los efectos del cumplimiento o conformidad en algunos de los procesos especificados en la presente Recomendación | Norma Internacional, sea necesario utilizar una invención protegida mediante derechos de patentes. Al publicar esta Recomendación | Norma Internacional, no se ha tomado ninguna posición en lo que respecta a la validez de esta reclamación o de cualquier derecho de patente relacionada con la misma. La información relativa de esas patentes puede obtenerse de las organizaciones. En el cuadro L.1 se resumen las declaraciones oficiales de patentes y de derechos de propiedad intelectual que se han recibido.

Cuadro L.1 – Declaraciones de derechos de propiedad intelectual recibidas

Número	Empresa
1	Thales
2	INRIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] POUILLIAT (C.), VILA (P.), PIREZ (D.) and FIJALKOW (I.): Progressive JPEG 2000 Image Transmission over noisy channel, *Eusipco 2002*, Toulouse, Francia, 3-6 de septiembre de 2002.
- [2] MOCCAGATTA (I.), SOUDAGAR (S.), LIANG (J.) and CHEN (H.): Error-Resilient Coding in JPEG-2000 and MPEG-4, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 18, No. 6, pp. 899-914, junio de 2000.
- [3] HAGENAUER (J.): Rate-Compatible Punctured Convolutional Codes (RCPC Codes) and their applications, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 36, No. 4, pp. 389-400, abril de 1988.
- [4] MORELOS-ZARAGOZA (R.H.), FOSSORIER (M.P.C.), LIN (S.) and IMAI (H.): Multilevel Coded Modulation for Unequal Error Protection and Multistage Decoding – Part I: Symmetric Constellations, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 48, No. 2, febrero de 2000.
- [5] NATU (A.), TAUBMAN (D.): Unequal Protection of JPEG 2000 Code-Streams in Wireless Channels, *Proceedings of IEEE GLOBECOM'02*, Vol. 1, pp. 534-538, Taipei, China, 17-21 de noviembre de 2002.
- [6] SANCHEZ (V.), MANDAL (M.K.): Robust transmission of JPEG 2000 images over noisy channels, *Proceedings of IEEE ICCE'02*, pp. 80-81, 2002.
- [7] NICHOLSON (D.), LAMY-BERGOT (C.), NATUREL (X.) and POUILLIAT (C.): JPEG 2000 backward compatible error protection with Reed-Solomon codes, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 855-860, noviembre de 2003.
- [8] MACWILLIAMS (F.J.), SLOANE (N.J.A.): The Theory of Error-Correcting Codes, North-Holland: New York, NY, 1977.
- [9] GRANGETTO (M.), MAGLI (E.) and OLMO (G.): Robust video transmission over error-prone channels via error correcting arithmetic codes, *IEEE Communications Letters*, Vol. 7, No. 12, pp. 596-598, diciembre de 2003.
- [10] GUIONNET (T.), GUILLEMOT (C.): Soft decoding and synchronization of arithmetic codes: application to image transmission over noisy channels, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 12, No. 12, pp. 1599-1609, diciembre de 2003.
- [11] PRESS (William H.), FLANNERY (Brian P.), TEUKOLSKY (Saul A.) and VETTERLING (William T.): Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press, Chapter 20, pp. 896-903.
- [12] FRESCURA (F.), FECI (C.), GIORNI (M.) and CACOPARDI (S.): JPEG 2000 and MJPEG 2000 Transmission in 802.11 Wireless Local Area Networks, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp. 861-871, noviembre de 2003.
- [13] NATU (A.), FRESIA (M.) and LAVAGETTO (F.): Transmission of JPEG 2000 Code-Streams over Mobile Radio Channels, *IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 1, pp. 785-788, Genova, Italia, septiembre de 2005.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación