



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

H.223

Anexo C
(02/98)

SERIE H: SISTEMAS AUDIOVISUALES Y
MULTIMEDIOS

Infraestructura de los servicios audiovisuales –
Multiplexación y sincronización en transmisión

Protocolo de multiplexación para comunicación
multimedia a baja velocidad binaria

**Anexo C: Protocolo de multiplexación para
comunicación móvil multimedios a baja
velocidad binaria por canales muy propensos a
errores**

Recomendación UIT-T H.223 – Anexo C

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES DE LA SERIE H DEL UIT-T

SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS

Características de los canales de transmisión para usos distintos de los telefónicos	H.10–H.19
Utilización de circuitos de tipo telefónico para telegrafía armónica	H.20–H.29
Utilización de circuitos o cables telefónicos para transmisiones telegráficas de diversos tipos o transmisiones simultáneas	H.30–H.39
Utilización de circuitos de tipo telefónico para telegrafía facsímil	H.40–H.49
Características de las señales de datos	H.50–H.99
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS VIDEOTELEFÓNICOS	H.100–H.199
INFRAESTRUCTURA DE LOS SERVICIOS AUDIOVISUALES	
Generalidades	H.200–H.219
Multiplexación y sincronización en transmisión	H.220–H.229
Aspectos de los sistemas	H.230–H.239
Procedimientos de comunicación	H.240–H.259
Codificación de imágenes vídeo en movimiento	H.260–H.279
Aspectos relacionados con los sistemas	H.280–H.299
Sistemas y equipos terminales para los servicios audiovisuales	H.300–H.399

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

RECOMENDACIÓN UIT-T H.223

PROTOCOLO DE MULTIPLEXACIÓN PARA COMUNICACIÓN MULTIMEDIA A BAJA VELOCIDAD BINARIA

ANEXO C

Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales muy propensos a errores

Resumen

Este anexo contiene una ampliación de la Recomendación H.223. Define capas de adaptación concretas que permiten utilizar los terminales H.324 en entornos de transmisión muy propensos a errores. Estas capas de adaptación incluyen opciones concretas para los terminales H.324, por ejemplo:

- detección y corrección de errores;
- numeración de secuencias;
- petición automática de repetición;
- capacidades de retransmisión (ARQ híbrido tipo I y tipo II);
- procedimiento de segmentación para transmitir tramas que se transmitirán no entramadas;
- soporte del modo de transmisión entramado y no entramado.

Orígenes

El anexo C a la Recomendación UIT-T H.223 ha sido preparado por la Comisión de Estudio 16 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobado por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 6 de febrero 1998.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT.

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.

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.

© UIT 1998

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

Anexo C – Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales muy propensos a errores	1
C.1 Alcance	1
C.2 Acrónimos y definiciones.....	1
C.3 Especificación de la capa múltiplex (MUX)	1
C.3.1 Modo de relleno	2
C.4 Capa de adaptación.....	2
C.4.1 AL1M.....	2
C.4.2 AL2M.....	22
C.4.3 AL3M.....	25
Apéndice I – Matrices generadoras del BCH ampliado sistemático.....	25
I.1 Códigos BCH	26
I.2 Códigos BCH ampliados sistemáticos	26
I.3 Visión general del decodificador.....	26
I.4 Matrices generadoras de códigos BCH ampliados sistemáticos	27

Recomendación H.223

PROTOCOLO DE MULTIPLEXACIÓN PARA COMUNICACIÓN MULTIMEDIA A BAJA VELOCIDAD BINARIA

ANEXO C

Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales muy propensos a errores

(Ginebra, 1998)

C.1 Alcance

Este anexo especifica el protocolo de nivel 3 de las ampliaciones de la presente Recomendación para comunicación móvil descritas en el anexo C/H.324. El nivel 3 define el esquema contra errores más resistente de las ampliaciones para comunicación móvil de la Recomendación H.324. Este anexo modifica la capa múltiplex como la capa de adaptación de la presente Recomendación.

C.2 Acrónimos y definiciones

En este anexo se utilizan las siguientes siglas:

ARQ	Petición automática de repetición (<i>automatic repeat request</i>)
CEC	Código de error de control (<i>control error code</i>)
CF	Campo de encabezamiento de control (<i>control header field</i>)
EGolay	Código Golay ampliado (<i>extended Golay code</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward-error correction</i>)
N(R)	Número de secuencia en recepción (<i>receive sequence number</i>)
N(S)	Número de secuencia en emisión (<i>send sequence number</i>)
RCPC	(Código) convolucional perforado compatible con la velocidad [<i>rate compatible punctured convolutional (code)</i>]
RN	Número de retransmisión (<i>retransmission number</i>)
SEBCH	(Código) Bose-Chaudhuri-Hocquenghem ampliado sistemático [<i>systematic extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (SEBCH)-code</i>]
SN	Número de secuencia (<i>sequence number</i>)
SRC	(Código) convolucional recurrente sistemático [<i>systematic recursive convolutional (code)</i>]
TB	Bit de cola (<i>tail bit</i>)

C.3 Especificación de la capa múltiplex (MUX)

Este anexo utiliza casi las mismas especificaciones de capa definidas en el anexo B/H.223, salvo para el modo de relleno de B.3.2.3/H.223.

C.3.1 Modo de relleno

Inicialmente, antes de un cambio de nivel dinámico, el modo de relleno de nivel 3 tendrá una estructura idéntica al modo de relleno utilizado en el nivel 2 con el campo MPL puesto a "0000 0000". Sin embargo, el campo MC se pondrá a "1111". El encabezamiento puede incluir también el campo de encabezamiento opcional del anexo B/H.223 (B.3.2.1). El modo de relleno puede insertarse consecutivamente un número arbitrario de veces. Después de un cambio de nivel, el terminal puede también utilizar el modo de relleno exacto de B.3.2.3/H.223.

C.4 Capa de adaptación

C.4.1 AL1M

C.4.1.1 Marco de la AL1M

La AL1M es una capa de adaptación sumamente flexible diseñada básicamente para la transferencia de datos e información de control en entornos muy propensos a errores, como los que podrían darse en un entorno inalámbrico. AL1M sustenta el uso de detección de errores, corrección de errores en recepción (FEC) y retransmisión (ARQ). AL1M también sustenta el modo de transferencia entramado y no entramado.

La AL1M proporciona dos modos de transferencia:

- a) modo de transferencia entramado; y
- b) modo de transferencia no entramado.

En el modo de transferencia entramado, AL1M se puede utilizar para transferir tramas generadas por un protocolo de capa superior, como es el protocolo de capa de enlace de datos LAPM/V.42 o LAPF/Q.922. En este caso, las tramas se hacen corresponder primero con AL-SDU, que la AL1M pasa luego en MUX-SDU a la capa MUX.

La AL1M puede utilizarse también para transportar una secuencia de octetos no entramada. En este modo, cualquier alineación de trama interna presente en la secuencia de octetos no es visible a la AL1M, que pasa los octetos recibidos de la capa superior a la capa MUX sin tener en cuenta la alineación de trama.

El modo de transferencia de AL1M es seleccionado por el transmisor en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

La AL1M incluye un código EGolay o un encabezamiento con codificación SEBCH. AL1M también sustenta la numeración opcional de secuencias, que puede utilizarse para detectar AL-PDU faltantes o mal entregadas. AL1M transfiere AL-SDU de longitud variable. Además de la AL1M de la Recomendación H.223 sustenta también la capacidad de que una AL-SDU entramada larga puede dividirse en varios paquetes y ser entregada como una AL-SDU al usuario de la AL1.

C.4.1.2 Primitivas intercambiadas entre la AL1M y el usuario AL1

Las primitivas intercambiadas son idénticas a las especificadas en 7.2.2/H.223, sustituyendo AL1 por AL1M.

C.4.1.2.1 Descripción de las primitivas

La descripción de las primitivas son idénticas a las especificadas en 7.2.2.1/H.223, sustituyendo AL1 por AL1M.

C.4.1.2 Descripción de los parámetros

- AL-SDU: Este parámetro especifica la unidad de información intercambiada entre la AL1M y el usuario AL1. Cada AL-SDU contendrá un número entero de octetos. La longitud de las AL-SDU puede ser variable. Los octetos de una AL-SDU se numeran de 1 a n, y en cada octeto los bits se numeran de 1 a 8. El bit 1 del octeto 1 se transmite primero. Una entidad AL1M receptora puede entregar una AL-SDU vacía al usuario AL1 para indicar que falta una AL-SDU.
- Indicación de error (EI): Este parámetro puede ser utilizado en el receptor AL1M para pasar indicaciones de error al usuario AL1. También puede utilizarse si la entidad AL1M receptora entrega una AL-SDU vacía al usuario AL1. Los procedimientos precisos para utilizar este parámetro, y su codificación numérica, están fuera del alcance de la Recomendación H.223.

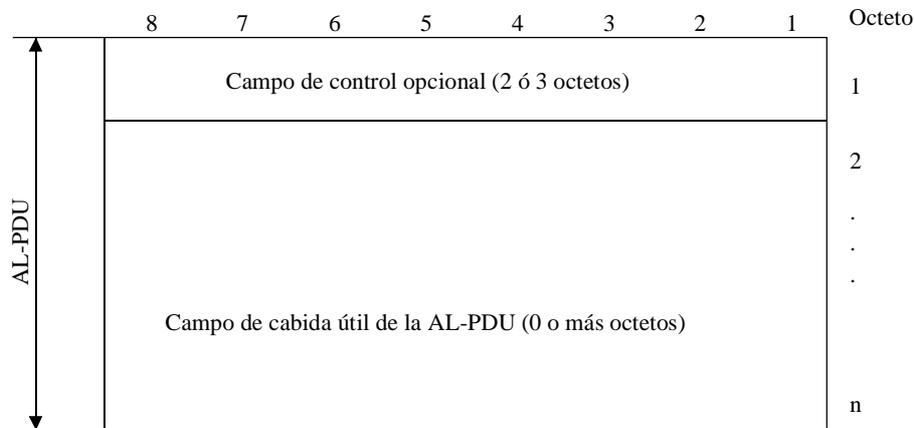
C.4.1.3 Funciones de la AL1M

La AL1M proporciona las siguientes funciones:

- detección e indicación opcionales de errores;
- numeración opcional de secuencias;
- corrección opcional de errores en recepción;
- soporte opcional de retransmisión, vía ARQI o ARQII;
- división opcional de AL-SDU para tramas alineadas.

C.4.1.4 Formato y estructura de la AL1M

El formato de la AL1M puede verse en la figura C.1.



T1603350-97

Figura C.1/H.223 – Formato de la AL-PDU de la AL1M

La cabida útil de la AL-PDU constará de una I-PDU o una S-PDU. Si se transmite una S-PDU, la longitud de la cabida útil de AL-PDU es 0, y en otro caso es una I-PDU. En las descripciones siguientes, la cabida útil de la AL-PDU se designa como una I-PDU, si no se da otra explicación explícita. La longitud máxima de las AL-PDU que un receptor de AL1M puede aceptar será señalizada mediante el intercambio de capacidades H.245.

En contraste con la AL1 de la Recomendación H.223, la AL-SDU no se lleva siempre a la cabida útil de la AL-PDU (véase la figura C.2). La capa de aplicación (usuario de la AL1) transfiere sus datos a través de las AL-SDU a la capa de adaptación. La capa de adaptación forma sus propias AL-SDU* a partir de las AL-SDU. La longitud de la AL-PDU puede obtenerse del procedimiento indicado en C.4.1.7.1. La AL-PDU está formada por la cabida útil de la AL-PDU y el campo de control (CF, *control field*) opcional. Puede aplicarse entrelazado de bits opcional a toda la AL-PDU.

El protocolo de error permite a la AL1M aplicar los dos modos siguientes:

- FEC_ONLY: En este modo, una AL-SDU* con un CRC está codificado en RCPC con una velocidad de código $r \leq 1,0$. La AL-PDU resultante consta sólo de un campo de cabida útil de AL-PDU. No se soporta el modo división.
- ARQ: Si el modo se pone a ARQ (ARQI o ARQII), es posible solicitar retransmisiones. El código de detección de errores (CRC) obligatorio y los bits de cola obligatorios (TB, *tail bits*)¹ se añaden a la AL-SDU*. El nuevo campo se codifica con el código convolucional de la velocidad matriz $r = 1/4$. Con los datos codificados puede rellenarse una memoria intermedia lineal² de acuerdo con la regla de perforación. Para rellenar la cabida útil de la AL-PDU, los octetos de la memoria intermedia pueden leerse en orden lineal de esta memoria. El primer octeto de esta memoria intermedia será el primer octeto de la cabida útil de AL-PDU.

Cuando sólo se utiliza ARQI, cada (re)transmisión contendrá los mismos datos codificados. Por tanto, la AL-PDU de cada retransmisión del mismo SN contendrá un número de octetos idéntico.

Utilizando ARQII, cada (re)transmisión puede contener diferentes datos codificados de memoria intermedia, que pueden conducir a diferentes longitudes de las cabidas útiles de AL-PDU (re)transmitidas. La primera cabida útil de AL-PDU transmitida contendrá los octetos de la memoria intermedia por lectura lineal desde el comienzo de la memoria intermedia. Cada retransmisión transmitirá datos leyendo la memoria intermedia después del último octeto leído. Si el procedimiento de lectura llega al final de la memoria intermedia, el procedimiento prosigue la lectura desde el comienzo de la memoria intermedia.

¹ Los bits de cola se necesitan debido al uso del esquema de corrección de errores con códigos convolucionales. En este caso, el campo de TB tiene una longitud de 4 bits.

² El esquema de la memoria intermedia se utiliza sólo para conseguir una fácil descripción del sistema de codificación/decodificación. Por tanto, no existe ninguna descripción sobre cómo implementar el sistema.

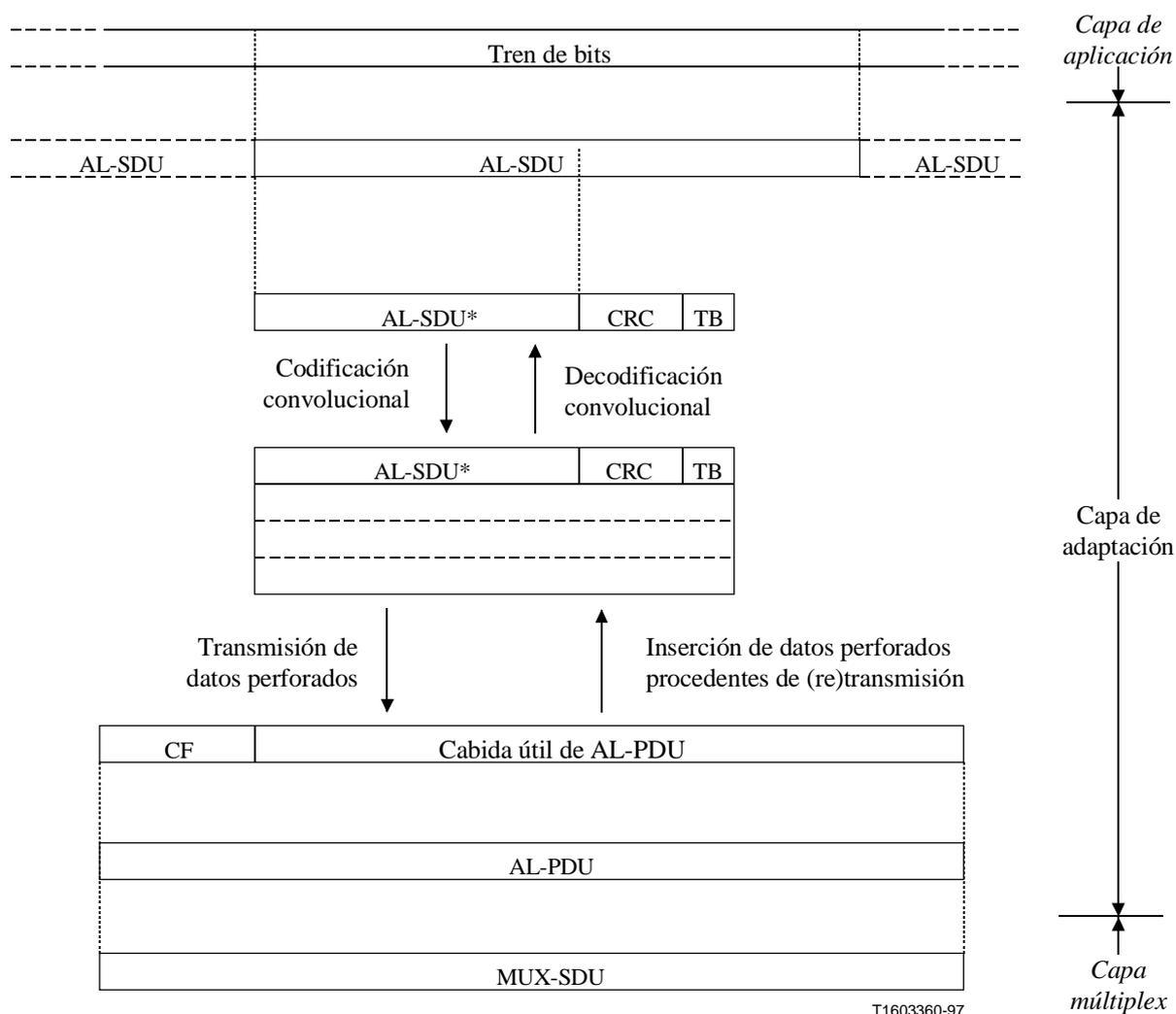


Figura C.2/H.223 – Estructura de la AL1M

C.4.1.5 Campo de control (CF)

El campo de control opcional consta del campo número de secuencia (SN), el campo número de retransmisión (RN), el campo de 1 bit (X), y el campo código de error de control (CEC). El CEC utiliza código SEBCH o EGolay, como se ilustra en la figura C.3. Estos códigos proporcionan capacidad de detección y corrección de errores a los campos SN, RN y X.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octeto
P1	X	RN	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	2

Figura C.3/H.223 – Formato del campo de control de la AL-PDU para la AL1M con SN = 5 y código SEBCH

8	7	6	5	4	3	2	1	Octeto
SN8	SN7	SN6	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P4	P3	P2	P1	X	RN	SN10	SN9	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3

Figura C.4/H.223 – Formato del campo de la AL-PDU para la AL1M con SN = 12 y código EGolay

NOTA – El orden de bits de los campos de las figuras C.3 y C.4 no cumple el convenio general de la Recomendación H.223.

Según el código utilizado en el campo CEC, la longitud del campo SN puede variar, como se indica en el cuadro C.1. Cuando el campo de control está ausente no se utiliza el procedimiento de retransmisión.

Cuadro C.1/H.223 – Longitud del campo SN según los diferentes CEC

CEC	Longitud del campo SN	Referencia a
SEBCH(16,7,6)	5	Cuadro C.6
EGolay(24,12,8)	10	B.3.2.1.3/H.223

C.4.1.5.1 Campo número de secuencia (SN)

El campo número de secuencia será de 5 ó 10 bits, según el código CEC elegido. El campo SN contendrá un número de secuencia en emisión, N(S), salvo en el caso de mensajes SREJ. En este caso, contendrá un número de secuencia en recepción, N(R).

Cuando el campo SN está en uso, el receptor AL1M puede detectar que una AL-PDU falta o ha sido mal entregada por la capa MUX. El receptor AL1M debe descartar todas las AL-PDU mal entregadas que detecte.

C.4.1.5.2 Campo RN

Para una S-PDU en el canal inverso (mensaje SREJ), el campo RN contendrá el equivalente en módulo 2 del número de retransmisión de recepción (RN). En otro caso, este campo se pone a "0".

Para una trama I-PDU, este campo se utilizará para señalar el último paquete transmitido resultante de la división de una AL-SDU en varias AL-SDU*. Esto se efectuará sólo en el modo transferencia entramado. El modo de división de describe en C.4.1.6.

C.4.1.5.3 Campo X

Para una S-PDU, el campo X indicará un mensaje SREJ o un mensaje DRTX (véase el cuadro C.2).

Cuadro C.2/H.223 – Definición de los mensajes de supervisión

Mensaje	Valor de bits en el campo X
Rechazo selectivo (SREJ)	1
Retransmisión rechazada (DRTX)	0

Para una I-PDU, el campo X se utilizará como indicación de la longitud del campo de la AL-SDU*. El campo X será el equivalente en módulo 2 del número de octetos dentro de una AL-SDU*. Si la AL-SDU* contiene un número impar de octetos, X = "1"; y en otro caso X = "0".

C.4.1.5.4 Campo código de error de control (CEC)

El campo CEC definido por los bits de paridad (P) en las figuras C.3 y C.4 proporciona la capacidad de detección de errores y/o corrección de errores.

NOTA – El orden de bits de los campos de las figuras C.3 y C.4 no cumple el convenio general de la Recomendación H.223.

Según el código utilizado en el campo CEC, la longitud del campo SN puede variar, como se indica en el cuadro C.1. Cuando el campo de control está ausente no se utiliza el procedimiento de retransmisión.

La definición del código EGolay será la misma que figura en B.3.2.1.3/H.223, con lo que el CECS obtendrá mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \\ P12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 101011100011 \\ 111110010010 \\ 110100101011 \\ 110001110110 \\ 110011011001 \\ 011001101101 \\ 001100110111 \\ 101101111000 \\ 010110111100 \\ 001011011110 \\ 101110001101 \\ 010111000111 \end{bmatrix} T \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \\ SN6 \\ SN7 \\ SN8 \\ SN9 \\ SN10 \\ RN \\ X \end{bmatrix} \cdot$$

NOTA – El símbolo T indica transposición de matrices.

Los bits CEC del código SEBCH se obtendrán mediante la siguiente ecuación:

$$T \begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100010111 \\ 110011100 \\ 011001110 \\ 101110001 \\ 010111001 \\ 001011101 \\ 000101111 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \\ RN \\ X \end{bmatrix} \cdot$$

Los receptores AL1M que se ajustan a la Recomendación H.223 serán capaces de recibir e interpretar correctamente las AL-PDU con estos dos CEC diferentes. El CEC efectivo en el campo de control viene determinado por el transmisor y será señalizado al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

C.4.1.6 Procedimientos para dividir una trama AL-SDU (modo de división)

Sólo en el modo trama la capa de adaptación puede dividir la AL-SDU en una o varias AL-SDU* si el uso de este procedimiento de división es señalizado por el mensaje OpenLogicalChannel. Este procedimiento es obligatorio para el receptor.

Cada AL-SDU* se transmite como se describe en C.4.1.7. Para identificar el fin de una AL-SDU, la última AL-SDU* de la AL-SDU se marcará fijando el campo RN a "1" lógico; en otro caso, el campo RN se pondrá a "0".

C.4.1.7 Procedimientos para codificar y decodificar la cabida útil de AL-PDU

El campo de cabida útil contiene una I-PDU completa o una S-PDU. La I-PDU es un campo con alineación de octetos, que constará de uno o más octetos de los datos codificados. La S-PDU sólo se utiliza si se intercambia la capacidad de retransmisión. La S-PDU es un campo de cabida útil de AL-PDU de 0 octetos. Según el sentido de la S-PDU, ya sea canal directo o inverso (véase C.4.1.13.2), este campo de cabida útil de 0 octetos representa mensajes diferentes.

El transmisor construirá una AL-PDU tal que su tamaño no exceda el tamaño máximo de AL-PDU que el receptor AL1M puede aceptar. Este tamaño de AL-PDU es señalizado en el intercambio de capacidades H.245.

C.4.1.7.1 Evaluación de la longitud de la AL-PDU (I-PDU)

Se dan los siguientes parámetros:

- l_v Longitud de la AL-PDU en bits;
- t Longitud de la AL-SDU* en bits;
- r_{target} Velocidad de código del código convolucional perforado compatible con la velocidad (RCPC);
- l_h Longitud del campo de encabezamiento de control (CF) en bits;
- l_{CRC} Longitud del campo de verificación por redundancia cíclica (CRC) en bits;
- l_{TB} Número de bits de cola del código RCPC.

La longitud l_v de la AL-PDU puede evaluarse por la siguiente ecuación:

$$l_v = \min_{\lambda \in \mathfrak{S}, \lambda \bmod 8 = 0} \left\{ \lambda \geq l_h + \left\lceil \frac{t + (l_{CRC} + l_{TB})}{r_{target}} \right\rceil \right\}, \quad \text{con todos los } \mathfrak{S} \text{ enteros} \quad (\text{C-1})$$

Los parámetros l_v , t y $(l_{CRC} + l_{TB})$ tendrán un número entero de octetos. Sin embargo, la ecuación (C-1) sólo garantiza que la velocidad de codificación resultante r_{result} es igual o menor que la velocidad original r_{target} . La ecuación (C-1) sólo la utilizará el transmisor de AL1M. En el receptor de AL1M, la longitud de la AL-SDU* t se evaluará por la siguiente ecuación:

$$t = \max_{\tau \in \mathfrak{S}, \tau \bmod 8 = 0} \left\{ \tau \leq \left\lfloor (l_v - l_h) \right\rfloor \cdot r_{target} \right\} - l_{CRC} - l_{TB}, \quad \text{con todos los } \mathfrak{S} \text{ enteros} \quad (\text{C-2})$$

Ambas ecuaciones se calcularán en octetos, como ilustra el ejemplo siguiente:

Ejemplo:

La AL1M desea transmitir una AL-SDU* de $t = 376$ bits (47 octetos), $r_{target} = 8/10$, $l_h = 24$ bits (3 octetos), $l_{CRC} = 20$ bits, $l_{TB} = 4$ bits. Utilizando la ecuación (C-1), la longitud de la AL-PDU es $l_v = 66$ octetos. El parámetro r_{result} puede evaluarse por la ecuación:

$$r_{result} = \frac{t + (l_{CRC} + l_{TB})}{l_v - l_h} \leq r_{target}. \quad (C-3)$$

En este ejemplo:

$$r_{result} = \frac{50}{63} \approx 0,794 \leq r_{target} = 0,800.$$

C.4.1.7.2 Verificación por redundancia cíclica (CRC)

La CRC proporciona capacidad de detección de errores en toda la AL-SDU*. La CRC se agrega a la AL-PDU antes de aplicarse el procedimiento de codificación con corrección de errores. La CRC es utilizada por el receptor de AL1M para verificar si el procedimiento de decodificación del algoritmo de corrección de errores es un procedimiento sin errores. Se sustentan longitudes de CRC de 4, 12, 20 y 28 bits. La longitud del campo de CRC se especificará durante el procedimiento OpenLogicalChannel H.245. La evaluación de la CRC se efectuará por el mismo procedimiento descrito en 7.3.3.2.3/H.223.

Descripción de los polinomios CRC:

- a) CRC de 4 bits: $x^4 + x^3 + x^2 + 1$;
- b) CRC de 12 bits: $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$;
- c) CRC de 20 bits: $x^{20} + x^{19} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$;
- d) CRC de 28 bits: $x^{28} + x^{27} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$.

C.4.1.7.3 Codificador convolucional sistemático

El codificador de canal se basa en un codificador convolucional recurrente sistemático (SRC, *systematic recursive convolutional*) de velocidad $R=1/4$. Con el procedimiento de perforación descrito en el cuadro 4 obtenemos un código convolucional perforado compatible con la velocidad (RCPC). En la unidad AL1M emisora, la cabida útil de AL-PDU es generada por codificación convolucional del campo concatenado de la AL-SDU* y el campo CRC. La codificación convolucional del campo CRC empieza por el término más alto del polinomio que representa el campo CRC. En la entidad AL1M receptora, la concatenación del campo de la AL-SDU* y del campo CRC puede reconstruirse por decodificación convolucional, por ejemplo decodificación de Viterbi. Como este código es sistemático, el receptor puede también extraer directamente la AL-SDU* protegida por CRC del tren de bits recibido sin decodificación convolucional.

El código SRC es generado a partir de una matriz generadora racional utilizando un bucle de realimentación. En la figura C.5 se muestra una realización del registro de desplazamiento del codificador.

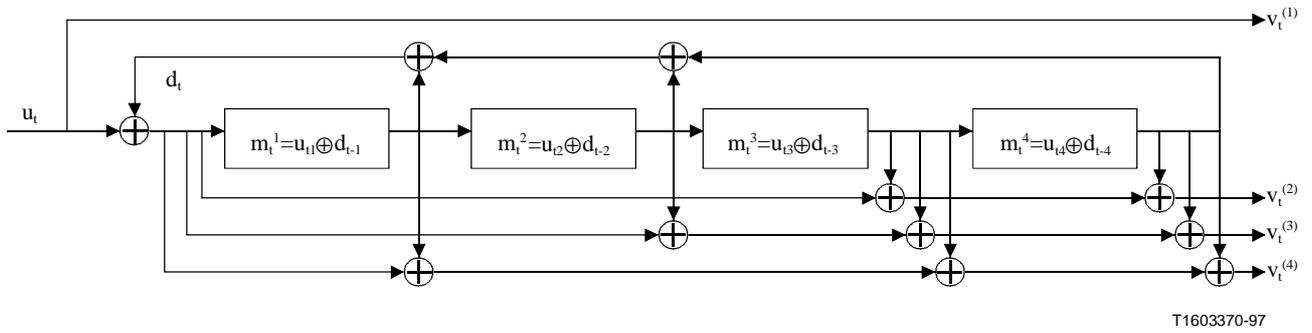


Figura C.5/H.223 – Realización del registrador de desplazamiento de un codificador convolucional recurrente sistemático

Para obtener los vectores de salida v_t en el mismo instante t , ha de conocerse el contenido de los registros de desplazamiento $m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4$ (corresponde al estado) y el bit de entrada u_t en el instante t .

Obtenemos las salidas $v_t^{(2)}, v_t^{(3)}$ and $v_t^{(4)}$:

$$\begin{aligned} v_t^{(2)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus (u_t \oplus d_t) \\ v_t^{(3)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus (u_t \oplus d_t) \\ v_t^{(4)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus (u_t \oplus d_t) \end{aligned}$$

con:

$$d_t = m_t^4 \oplus m_t^2 \oplus m_t^1, m_t^4 = u_{t-4} \oplus d_{t-4}, m_t^3 = u_{t-3} \oplus d_{t-3}, m_t^2 = u_{t-2} \oplus d_{t-2}, m_t^1 = u_{t-1} \oplus d_{t-1}$$

Finalmente obtenemos el vector de salida $\underline{v}_t = (v_t^{(1)}, v_t^{(2)}, v_t^{(3)}, v_t^{(4)})$ en el instante t dependiendo del bit de entrada u_t y del estado en curso $\underline{m}_t = (m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4)$:

$$\begin{aligned} v_t^{(1)} &= u_t \\ v_t^{(2)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus m_t^1 \oplus u_t \\ v_t^{(3)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus u_t \\ v_t^{(4)} &= m_t^4 \oplus m_t^3 \oplus m_t^1 \oplus (u_t \oplus d_t) = m_t^3 \oplus m_t^2 \oplus u_t \end{aligned}$$

con $\underline{m}_t = (m_t^1, m_t^2, m_t^3, m_t^4) = (0, 0, 0, 0) = \underline{0}$

El estado inicial será siempre $\underline{0}$, es decir, cada célula de memoria contiene un 0 antes de la entrada del primer bit de información u_t . Los bits de cola que siguen a la secuencia de información u para volver al estado $\underline{m}_n = \underline{0}$ (terminación) dependen del último estado \underline{m}_{n-3} (estado después de la entrada del último bit de información u_{n-4}). La secuencia de terminación para cada estado descrito por \underline{m}_{n-3} se da en el cuadro C.3. El receptor puede utilizar estos bits de cola (TB) para detección adicional de errores.

El apéndice $(u_{n-3}, u_{n-2}, u_{n-1}, u_n)$ a la secuencia de información puede calcularse con la siguiente condición:

para todos los t con $n-3 \leq t \leq n$: $u_t \oplus d_t = 0$.

Por tanto, obtenemos para el vector de bits de cola $\underline{u}'=(u_{n-3}, u_{n-2}, u_{n-1}, u_n)$ según el estado $\underline{m}_{n-3}=(m_{n-3}^1, m_{n-3}^2, m_{n-3}^3, m_{n-3}^4)$.

$$\begin{aligned}
 u_{n-3} &= d_{n-3} = m_{n-3}^4 \oplus m_{n-3}^2 \oplus m_{n-3}^1 \\
 u_{n-2} &= d_{n-2} = m_{n-2}^4 \oplus m_{n-2}^2 \oplus m_{n-2}^1 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1 \oplus 0 = m_{n-3}^3 \oplus m_{n-3}^1 \\
 u_{n-1} &= d_{n-1} = m_{n-1}^4 \oplus m_{n-1}^3 \oplus m_{n-1}^2 = m_{n-3}^2 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^2 \\
 u_n &= d_n = m_{n-3}^1 \oplus 0 \oplus 0 = m_{n-3}^1
 \end{aligned}$$

Cuadro C.3/H.223 – Bits de cola para el código convolucional recurrente sistemático

Estado \underline{m}_{n-3}	m_{n-3}^4	m_{n-3}^3	m_{n-3}^2	m_{n-3}^1	u_{n-3}	u_{n-2}	u_{n-1}	u_n
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	1
2	0	0	1	0	1	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	1	0	0	1
6	0	1	1	0	1	1	1	0
7	0	1	1	1	0	0	1	1
8	1	0	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	0	1	0	1
10	1	0	1	0	0	0	1	0
11	1	0	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	1	0	0
13	1	1	0	1	0	0	0	1
14	1	1	1	0	0	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0	1	1

C.4.1.7.4 Tablas de perforación

La perforación de la salida del codificador SRC permite diferentes velocidades de la transmisión. Las tablas de perforación se enumeraran en el cuadro C.4. Como todas las velocidades incluyen todos los bits de todas las velocidades inferiores, este código es compatible con la velocidad.

Cuadro C.4/H.223 – Tablas de perforación (todos los valores en representación hexadecimal)

Velocidad r	8/8	8/9	8/10	8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16	8/17	8/18	8/19	8/20
$P_r(0)$	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(1)$	00	80	88	A8	AA	EA	EE	FE	FF	FF	FF	FF	FF
$P_r(2)$	00	00	00	00	00	00	00	00	00	80	88	A8	AA
$P_r(3)$	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Velocidad r	8/21	8/22	8/23	8/24	8/25	8/26	8/27	8/28	8/29	8/30	8/31	8/32
$P_r(0)$	FF											
$P_r(1)$	FF											
$P_r(2)$	EA	EE	FE	FF								
$P_r(3)$	00	00	00	00	80	88	A8	AA	EA	EE	FE	FF

C.4.1.8 Entrelazado

Para algunos canales, puede utilizarse entrelazado de bloques.

Si se utiliza entrelazado, se aplicará a toda la AL-PDU, incluido el campo de control. Como la longitud de la AL-PDU varía, la dimensión de la matriz entrelazadora de bloques tiene que ser recalculada para cada longitud. Dada una AL-PDU de longitud l_v , pueden calcularse como sigue:

$$a = \max_{\alpha \in \mathfrak{S}, l_v \bmod \alpha = 0} \{ \alpha \leq \sqrt{l_v} \}, \text{ con todos los } \mathfrak{S} \text{ enteros}$$

$$b = l_v / a$$

b indica la distancia entre dos bits consecutivos entrelazados después del entrelazado. Como la AL-PDU tiene alineación en octetos, el mínimo b es 8.

El receptor puede calcular las dimensiones del entrelazador con la ecuación superior y la longitud de la AL-PDU recibida l_v . El desentrelazado se aplicará también a toda la AL-PDU.

C.4.1.9 Procedimiento de codificación: AL-SDU* (I-PDU) a AL-PDU

Son necesarios los siguientes pasos para obtener una AL-PDU a partir de una AL-SDU*.

- 1) Calcular la longitud de la cabida útil de AL-PDU l_p según C.4.1.7.1 y la primera velocidad requerida en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.
- 2) Se añadirá la CRC de la longitud requerida en el campo de mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.
- 3) Debido al uso de códigos convolucionales de la velocidad matriz $r = 1/4$ con memoria 4, se agregarán cuatro bits de cola (TB) del cuadro C.3.
- 4) Generar los datos codificados pasándolos a través del codificador convolucional.
- 5) De acuerdo con las reglas de perforación del cuadro C.4, insertar los bits de la salida del codificador convolucional en una memoria intermedia lineal. Poner la AL-SDU* con la CRC y los TB agregados al comienzo de esta memoria intermedia.
- 6) Para la primera transmisión, leer l_p (longitud de la cabida útil de AL-PDU) en la memoria, empezando por el comienzo de la memoria, insertar estos bits en el campo de cabida útil de AL-PDU. El primer octeto de la memoria intermedia es el primer octeto del campo de cabida útil de AL-PDU.
- 7) Si se necesita en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245, el campo de control (CF) se añadirá al comienzo de la AL-PDU.
- 8) El entrelazado según C.4.1.8 se aplicará para toda la AL-PDU, si se ha solicitado en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

Estos pasos son válidos para los modos FEC_ONLY, ARQI y ARQII. Si se utiliza FEC_ONLY, no es posible ninguna retransmisión.

Utilizando el modo ARQ, el contenido de la AL-PDU varía para las retransmisiones:

- ARQI: En este modo, el contenido de cada AL-PDU (re)transmitida es el mismo y tiene la misma longitud.
- ARQII: La entidad transmisora transmitirá en primer lugar la primera velocidad de código de acuerdo con el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245 y puede elegir cualquier longitud de cabida útil AL-PDU para las retransmisiones incrementales siguientes. Sin embargo, si se alcanza la velocidad de código matriz, el transmisor comienza transmitiendo al comienzo de la memoria intermedia lineal y sigue siendo libre de elegir la velocidad de código, si no se alcanza el número máximo de retransmisiones.

La figura C.6 ilustra los procedimientos de codificación de la ALM en el lado transmisión.

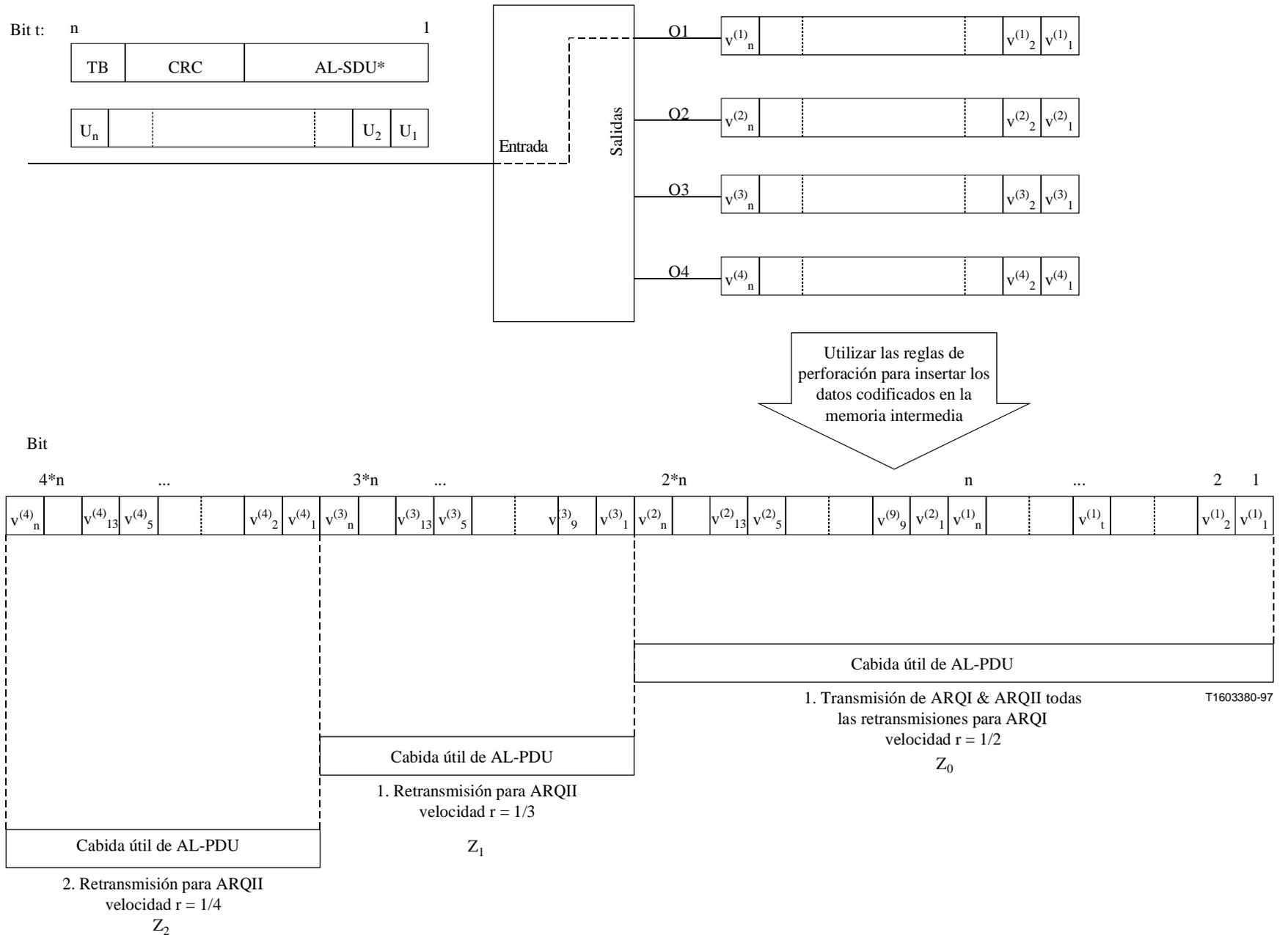


Figura C.6/H.223 – Procedimientos de codificación de la ALM en el lado transmisión

Ejemplo:

El siguiente ejemplo demuestra cómo se interpretan los cuadros de perforación y cómo se insertan los datos codificados en la memoria intermedia lineal.

Se dan los siguientes parámetros:

- $l_{CRC} = 4$ bits;
- $l_{TB} = 4$ bits;
- $t = 8$ bits;
- $l_{buffer} = 4 * 16$ bits = 64 bits.

El codificador convolucional da cuatro trenes de salida. Cada uno de estos trenes de salida consta de 16 bits. La numeración es equivalente a la de la figura C.6. La salida de la línea 1, es decir, los bits sistemáticos son directamente transferidos a la memoria intermedia lineal. Todos los bits de las salidas 2, 3 y 4 se insertan en una matriz temporal, que se utiliza para dar un ejemplo de descripción simple. Los bits se leen línea a línea de la salida del codificador convolucional y se escriben tomándolos de las columnas 1 a 8 y luego se insertan fila a fila en la matriz temporal, como muestra la figura C.7. Esta matriz se lleva luego utilizando la regla de perforación y se agrega a la memoria intermedia lineal. La regla de perforación describe el orden en que se leen las columnas. Para conseguir una velocidad de código de $r = 1/3$, los 48 primeros bits se transmiten a la cabida útil de AL-PDU leyendo los bits de la posición de comienzo de la memoria intermedia (fondo a la derecha en la figura C.6). Otra velocidad de código $r = 8/13$ requiere que se lean 26 bits de la matriz. Sin embargo, se transmitirán 32 bits para obtener una cabida útil de AL-PDU con alineación de octetos.

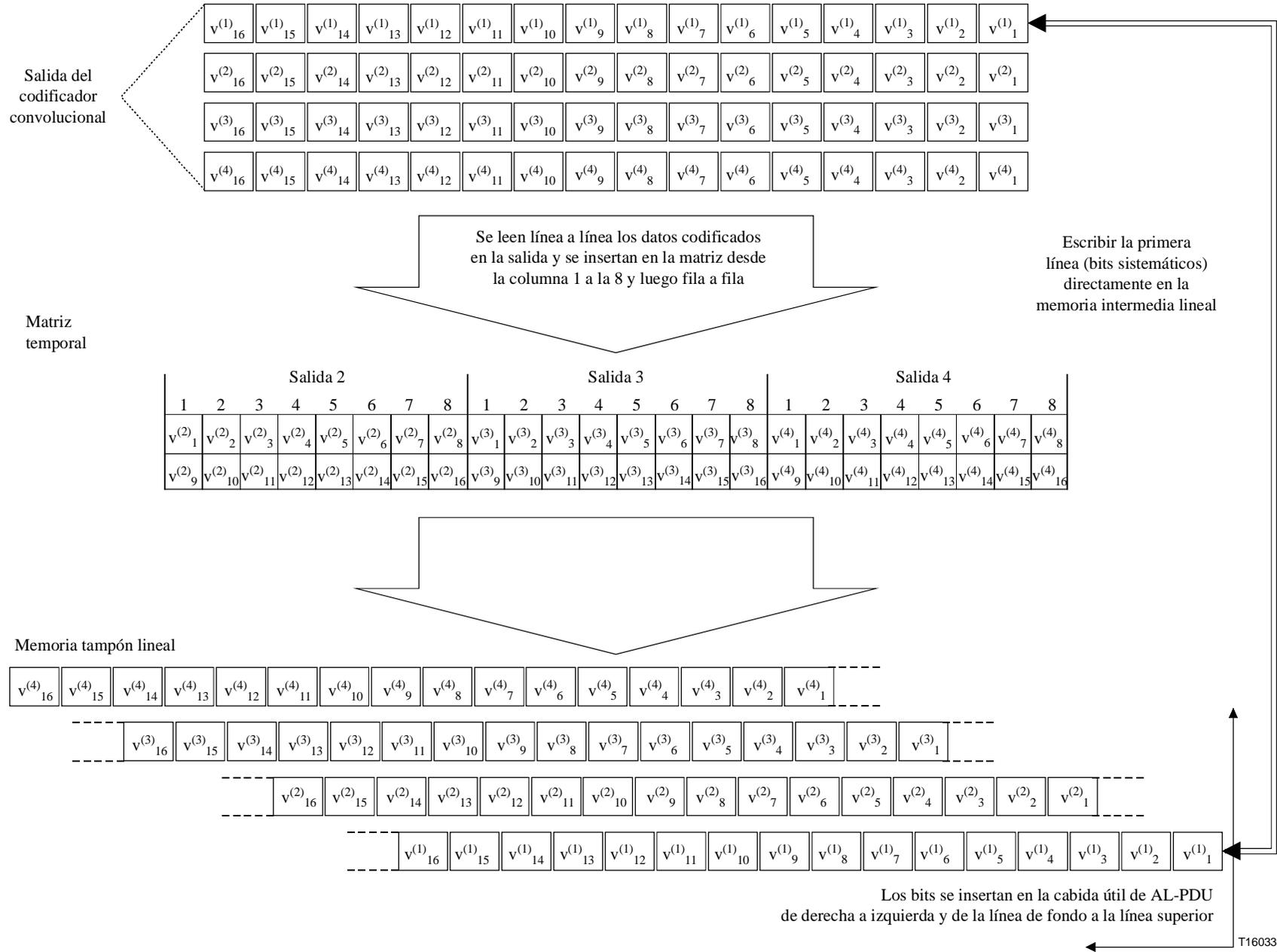


Figura C.7/H.223 – Ordenación de los trenes de bits de los datos codificados

C.4.1.10 Decodificación de la cabida útil de AL-PDU (I-PDU)

El receptor puede comprobar los bits sistemáticos recibidos antes de decodificar el código convolucional. Puede también utilizar los bits de cola para la detección de errores. Si falla la CRC o la comprobación de TB, puede utilizarse cualquier tipo de decodificación convolucional.

Después de la decodificación convolucional, la CRC debe utilizarse para comprobar de nuevo si es correcto el intento de decodificación. Si falla la CRC puede solicitarse otra retransmisión, o darse los datos erróneos al usuario de la AL1 con un mensaje de indicación de error (EI) apropiado. Si sólo hay disponibles datos erróneos, el receptor puede utilizar los bits de información decodificados o los bits sistemáticos antes de la decodificación como AL-SDU* recibida.

Si se utiliza el procedimiento de retransmisión ARQI, cada retransmisión da los mismos datos que la anterior. Si se aplica el procedimiento ARQII, cada retransmisión está entregando nuevos datos que pueden combinarse con los datos recibidos anteriores para conseguir un código de corrección de errores más poderoso. Después de cada intento de decodificación, la CRC debe comprobar el resultado de la decodificación.

C.4.1.11 Procedimientos de aborto

Esta primitiva se descarta y no se emprende ninguna acción.

C.4.1.12 Procedimientos de control de errores

C.4.1.12.1 AL-PDU no válidas

Una AL-PDU no válida se produce en cualquiera de los siguientes casos:

- a) La AL-PDU asociada tiene un número de octetos menor que el especificado en C.4.1.4.
- b) La AL-PDU no contiene un número entero de octetos.
- c) La AL-PDU tiene mayor longitud que el tamaño máximo de AL-PDU.
- d) La AL-SDU* no contiene un número entero de octetos.

Una AL-PDU que no es no válida se denomina una AL-PDU válida.

C.4.1.12.2 AL-PDU con errores

Se produce una AL-PDU con errores en el receptor AL1M en el caso siguiente:

- La AL-PDU es válida y la correspondiente cabida útil de AL-PDU con errores contiene un error de CRC.

Una AL-PDU que es válida y no tiene errores se denomina una AL-PDU sin errores.

C.4.1.12.3 Control de errores: CF absent

En caso de un fallo de CRC en el receptor AL1M cuando el campo de control (CF) está ausente y se utiliza detección de errores CRC para la cabida útil de AL-PDU, se entregará la correspondiente cabida útil de AL-PDU al usuario de la AL1, junto con el parámetro EI apropiado, mediante la primitiva indicación AL-DATOS.

C.4.1.12.4 Control de errores: campo de control hacia adelante presente

Cuando está presente el CF, el receptor AL1M tiene la opción de invocar los procedimientos de retransmisión ARQI o ARQII. Cuál de estos se utiliza lo indicará la entidad de emisión de AL1M en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245. La entidad que emite AL1M responderá a una petición de retransmisión de acuerdo con los procedimientos definidos en C.4.1.13. Los procedimientos de control de errores para retransmisión se describen en C.4.1.13.8.

Cuando el CF está en uso y el receptor AL1M no invoca el procedimiento de retransmisión, debe seguirse el procedimiento descrito en 7.4.5.3.1/H.223 utilizando AL1M en lugar de AL3.

C.4.1.13 Procedimientos de retransmisión (ARQI, ARQII)

En esta subcláusula se tratan los dos procedimientos de retransmisión ARQI y ARQII. Se utilizarán los procedimientos del transmisor aquí definidos cuando esté presente el campo de control. Se utilizarán los procedimientos del receptor aquí definidos cuando se utilice retransmisión.

C.4.1.13.1 Definiciones

a) *Módulo*

Cada cabida útil de AL-PDU está numerada secuencialmente módulo 2^5 ó 2^{10} , y puede tener valores de 0 a 2^5 ó 2^{10} . La longitud del campo de número de secuencia (SN) se fija con el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

NOTA – Todas las operaciones aritméticas sobre variables de estado y números de secuencia contenidos en esta subcláusula son módulo 2^5 ó 2^{10} .

b) *Variable de secuencia en emisión V(S)*

V(S) es una variable interna de la entidad AL1M transmisora. Indica el número de secuencia de la siguiente cabida útil de AL-PDU que se ha de transmitir al extremo distante. V(S) puede tener los valores de 0 a 2^5 ó 2^{10} . El valor de V(S) se incrementará en 1 después del paso de cada AL-PDU en secuencia a la capa MUX en una MUX-SDU.

c) *Variables de retransmisión en emisión $V^j(S)$*

$V^j(S)$ son variables internas de la entidad AL1M transmisora. Existe un contador separado $V^j(S)$ para cada valor posible j de V(S). $V^j(S)$ puede tomar los valores de 0 a $R_{m\acute{a}x}$. El valor de $V^j(S)$ se incrementará en 1 después de cada (re)transmisión de una AL-PDU para una AL-SDU con el número de secuencia j. El valor de $V^j(S)$ se pondrá a 0 en los casos siguientes:

- en la inicialización;
- cuando la memoria intermedia de emisión B_S no contiene más información para la correspondiente cabida útil de AL-PDU.

d) *Número de secuencia en emisión N(S)*

Las AL-PDU contienen N(S), el número de secuencia de emisión de las correspondientes cabidas útiles de AL-PDU. Cuando se designa una AL-PDU en secuencia para transmisión, el valor de N(S) se pone igual a V(S).

e) *Número máximo de retransmisiones $R_{m\acute{a}x}$*

$R_{m\acute{a}x}$ es un parámetro que indica el número máximo de retransmisiones permitidas. Su valor será indicado por la unidad transmisora de AL1M en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

f) *Memoria intermedia en emisión B_S*

Cada entidad AL1M mantendrá una memoria intermedia en emisión, B_S , utilizada para almacenar la información de cabida útil de AL-PDU transmitida más recientemente. El tamaño mínimo de B_S que admitirá todos los transmisores AL1M se especifica en la Recomendación sobre sistemas (por ejemplo, la Recomendación H.324) que utiliza este anexo. El tamaño real de B_S se indicará al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

g) *Variable de secuencia en recepción $V(R)$*

$V(R)$ es una variable interna de la entidad AL1M receptora. Indica el número de secuencia de la siguiente AL-PDU en secuencia que se espera recibir. $V(R)$ puede tomar los valores de 0 a 2^5 ó 2^{10} . El valor de $V(R)$ se incrementará en 1 al recibirse una AL-PDU en secuencia válida cuyo $N(S)$ es igual a $V(R)$.

h) *Variables de retransmisión en recepción $V^j(R)$*

$V^j(R)$ son variables internas de la entidad AL1M receptora. $V^j(R)$ puede adoptar valores de 0 a $R_{\text{máx}}$. El valor de una variable $V^j(R)$ se utilizará para supervisar el número de retransmisiones solicitadas. Cuando se utiliza el esquema de protección contra errores ARQII, se utilizará también el valor de una variable $V^j(R)$ para determinar el número i de la siguiente cabida útil de AL-PDU Z_i que ha de recibirse de la entidad AL1M transmisora.

El valor de una variable $V^j(R)$ se incrementará en 1 al recibirse una AL-PDU con errores con $N(S) = j$.

El valor de una variable $V^j(R)$ se pondrá a 0 cuando la AL-PDU recibida con $N(S) = j$ produzca una decodificación sin errores de la cabida útil de AL-PDU correspondiente.

i) *Número de retransmisión en recepción RN*

Sólo el campo de encabezamiento del canal inverso contiene RN , el número de retransmisión de recepción. Cuando se solicita una retransmisión, este número de 1 bit se pondrá a la paridad de la variable de retransmisión en recepción de la cabida útil de AL-PDU solicitada.

j) *Número de secuencia en recepción $N(R)$*

Sólo un campo de encabezamiento del canal inverso contiene $N(R)$, el número de secuencia en recepción de una AL-PDU a que se refiere el campo de encabezamiento inverso.

C.4.1.13.2 Mensajes de supervisión

Según el sentido, sea canal de ida o canal inverso, una S-PDU se envía con diferentes mensajes transmitidos:

- una S-PDU del transmisor al receptor (canal de ida) señala un mensaje *DRTX*;
- una S-PDU del receptor al transmisor (canal inverso) transporta un mensaje *SREJ*.

Mensaje de rechazo selectivo (*SREJ, selective reject*)

SREJ es utilizado por un receptor AL1M para solicitar una retransmisión de la única cabida útil de AL-PDU numerada $N(R)$. Un mensaje *SREJ* no se transmitirá más veces que el número máximo de retransmisiones negociado $R_{\text{máx}}$ para la misma cabida útil de AL-PDU.

Mensaje de retransmisión rechazada (*DRTX, declined retransmission*)

Dado que los procedimientos de recuperación tras error definidos aquí sólo admiten el acuse de recibo negativo, en ciertas condiciones, la información de cabida útil de AL-PDU transmitida previamente puede haber sido descartada antes de recibirse la petición de retransmisión. El mensaje *DRTX* es utilizado por un transmisor AL1M para rechazar la retransmisión solicitada de una cabida útil de AL-PDU, cuando no se dispone de la información de esa cabida útil de AL-PDU en la memoria intermedia en emisión en el momento en que se recibe el mensaje *SREJ*.

C.4.1.13.3 Procedimientos de inicialización

Los procedimientos de retransmisión requieren un canal lógico inverso para enviar mensajes de supervisión.

Una vez establecido el canal lógico inverso de acuerdo con el procedimiento definido en la Recomendación H.245, la entidad AL1M:

- pondrá $V(S)$, $V(R)$, $V^j(S)$, $V^j(R)$ a 0;
- suprimirá todas las condiciones de excepción existentes.

C.4.1.13.4 Transmisión de I-PDU en secuencia

La información recibida del usuario AL1 en una AL-SDU a través de una primitiva petición AL-DATOS se enviará a la capa MUX en una I-PDU utilizando la estructura de trama definida en C.4.1.4. Al campo SN de la I-PDU se asignará el valor $V(S)$. $V(S)$ se incrementará en 1 después de que se haya enviado la I-PDU a la capa MUX.

C.4.1.13.5 Recepción de I-PDU en secuencia

Cuando una entidad AL1M recibe una I-PDU válida cuyo $N(S)$ es igual a la $V(R)$ actual, la entidad AL1M incrementará su $V(R)$ en 1.

C.4.1.13.6 Recepción de SREJ-PDU

Al recibir una SREJ-PDU, la entidad AL1M actuará como sigue:

- a) Si la I-PDU cuyo $N(S)$ es igual a la $N(R)$ del mensaje SREJ, está todavía en la memoria intermedia de emisión, la entidad AL1M enviará una AL-PDU correspondiente a la capa MUX lo más pronto posible.

Cuando se utiliza protección contra errores ARQI, se utilizará la misma cabida útil de AL-PDU para la retransmisión.

Cuando se utiliza ARQII, la paridad de la variable retransmisión en emisión $V^j(S)$ se comprueba por comparación con el número de retransmisión en recepción de un bit $N(R)$. Si difiere la paridad, $V^j(S)$ se decrementará en 1. A continuación, la siguiente cabida útil de I-PDU, de acuerdo con el procedimiento descrito en C.4.1.9, se retransmitirá al receptor.

No se retransmitirán otras I-PDU previamente transmitidas de resultas de la recepción de la SREJ-PDU.

- b) Si la AL-PDU cuyo $N(S)$ es igual al $N(R)$ del mensaje SREJ ha sido descartada previamente, la entidad AL1M entrará en una condición de excepción de retransmisión rechazada. En C.4.1.13.8 e) se definen los procedimientos de esta condición de excepción.

C.4.1.13.7 Transmisión de mensajes SREJ

Cuando se recibe una I-PDU válida pero con errores y $V^j(R) < R_{\text{máx}}$, se producirá un mensaje SREJ con el número de secuencia en recepción $N(R)$ puesto al $N(S)$ de la I-PDU con errores y el módulo 2 de $V^j(R)$ puesto al campo RN. Se incrementará la correspondiente variable retransmisión en recepción $V^j(R)$.

C.4.1.13.8 Informe y recuperación de condición de excepción

Pueden ocurrir condiciones de excepción debido a errores en la conexión física o a errores de procedimiento por parte de una entidad AL1M.

En esta subcláusula se definen los procedimientos de recuperación tras error disponibles después de la detección de una condición de excepción por una entidad AL1M.

a) *Recepción de AL-PDU no válidas*

Cuando una AL-PDU recibida es no válida, es descartada o conservada para una posible entrega futura al usuario AL1.

b) *Error de secuencia N(S)*

Cuando no existen otras condiciones de excepción pendientes, se produce una condición de excepción de error de secuencia N(S) en la entidad AL1M receptora cuando se recibe una I-PDU válida que contiene un valor N(S) que no es igual a la V(R) en el receptor. En este caso, V(R) no se incrementará, y la entidad receptora AL1M podrá transmitir una o más SREJ-PDU, cada una de las cuales tendrá un N(R) diferente, con el fin de iniciar una recuperación de la condición de excepción para cada SREJ-PDU. Después de enviar cada SREJ-PDU a la capa MUX, la entidad AL1M arrancará un temporizador local. En el apéndice IV/V.42 figuran varios factores que afectan la longitud del temporizador. Se mantiene un temporizador diferente para cada SREJ-PDU pendiente. Las SREJ-PDU sucesivas son transmitidas en el orden indicado por el campo N(R).

Para cada SREJ-PDU que transmite, el receptor AL1M puede enviar una AL-SDU vacía o una AL-SDU recibida no válida (conservada previamente), con un parámetro EI adecuado, al usuario AL1 a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

Cuando se recibe la I-PDU retransmitida con $N(S) = V(R)$, se suprimirá la condición de excepción para esa I-PDU. El receptor AL1M enviará la AL-SDU asociada, junto con un parámetro EI adecuado, al usuario AL1 a través de la primitiva indicación AL-DATOS. Al suprimirse la condición de excepción, deberá pararse el temporizador asociado e incrementarse V(R) tantas veces como sea necesario para que represente el número de secuencia en emisión de la siguiente I-PDU en secuencia esperada.

Al recibirse una I-PDU retransmitida con $N(S) \neq V(R)$, el receptor AL1M suprimirá todas las condiciones de excepción para todas las SREJ-PDU que puedan haber sido enviadas antes de la SREJ-PDU para la cual se recibe la retransmisión, parando los temporizadores asociados. Para cada condición de excepción suprimida, el receptor AL1M incrementará V(R) en 1, y podrá entregar una AL-SDU vacía, junto con un parámetro EI adecuado, al usuario AL1 a través de la primitiva indicación AL-DATOS, antes de entregar la AL-SDU asociada con la I-PDU recibida.

La información de todas las demás I-PDU válidas recibidas debería entregarse al usuario AL1 en las AL-SDU, junto con un parámetro EI adecuado.

c) *Error de secuencia N(R)*

Se produce una condición de excepción tras error de secuencia N(R) cuando se recibe una S-PDU válida que contiene un valor N(R) no válido. Se producirá un valor N(R) no válido cuando una primera SREJ-PDU recibida con número de secuencia $N(R) = N1$, es seguida por otra SREJ-PDU con $N(R) = N2$ y $(V(S) - N2)$ es superior o igual a $(V(S) - N1)$.

Se puede producir también N(R) no válido cuando el valor N(R) de una DRTX-PDU no es igual al valor N(R) de una SREJ-PDU pendiente.

La entidad AL1M debe pasar por alto el mensaje contenido en tales S-PDU.

d) *Procedimiento al expirar el temporizador*

Si expira el temporizador, la condición de excepción asociada se suprimirá parando el temporizador e incrementando V(R). El receptor AL1M puede enviar una AL-SDU vacía o una AL-SDU recibida no válida (previamente conservada), con una indicación de error adecuada, al usuario AL1 a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

e) *Condición de retransmisión rechazada*

Procedimientos de recuperación tras error en el transmisor AL1M

Al recibir una petición de retransmisión SREJ cuando el transmisor AL1M no tiene la información sobre la cabida útil de AL-PDU solicitada almacenada en la memoria intermedia de emisión:

- enviará lo más pronto posible un mensaje (DRTX) de retransmisión rechazada, cuyo valor N(R) es igual al valor N(R) del mensaje SREJ recibido;
- enviará una indicación AL-DRTX al *usuario AL1*;
- reanudará la transmisión de las AL-PDU que no se hayan transmitido todavía.

Procedimientos de recuperación tras error en el receptor AL1M

Al recibirse un mensaje DRTX, se suprimirá la condición de excepción asociada parando el temporizador e incrementando V(R). El receptor AL1M puede enviar una AL-SDU vacía o una AL-SDU recibida no válida (previamente conservada), con una indicación de error adecuada, al usuario AL1 a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

C.4.1.13.9 PDU de supervisión no solicitadas

La entidad AL1M deberá ignorar las DRTX-PDU no solicitadas recibidas.

C.4.2 AL2M

C.4.2.1 Marco de la AL2M

AL2M está diseñada básicamente para la transferencia de audio digital en canales muy propensos a errores.

AL2M sólo proporciona numeración de secuencia opcional y entrelazado de AL-PDUs opcional. Por tanto, cualquier control de errores adicional puede ser proporcionado por el protocolo de capa superior. Por ejemplo, el anexo C/G.723.1 define dicho procedimiento de control de errores.

La AL-SDU y la AL-PDU tienen alineación de octetos.

Las tramas de audio se hacen corresponder primero con las AL-SDU y éstas se pasan luego por AL2M en las MUX-SDU con un encabezamiento AL2M opcional y entrelazado opcional a la capa MUX.

C.4.2.2 Primitivas intercambiadas entre la AL2M y el usuario AL2

La información intercambiada entre la AL2M y un usuario de AL2 incluye las siguientes primitivas:

- petición AL-DATOS (AL-SDU);
- indicación AL-DATOS (AL-SDU, EI);
- petición AL-Aborto.

C.4.2.2.1 Descripción de las primitivas

- **Petición AL-DATOS:** Esta primitiva es enviada por un usuario AL2 a la AL2M para solicitar la transferencia de una AL-SDU al usuario AL2 correspondiente.
- **Indicación AL-DATOS:** Esta primitiva es enviada a un usuario AL2 por la AL2M para indicar la llegada de una AL-SDU.
- **Petición AL-Aborto:** Esta primitiva es enviada a la AL2M por un usuario AL2 para señalar que ha de ser abortada una AL-SDU entregada parcialmente.

C.4.2.2.2 Descripción de los parámetros

- AL-SDU: Este parámetro especifica la unidad de información intercambiada entre la AL2M y el usuario AL2. Cada AL-SDU contendrá un número entero de octetos. La longitud de las AL-SDU puede ser variable. La longitud máxima de las AL-SDU que un receptor AL2M puede aceptar se señalará a través del canal de control H.245. Los octetos de una AL-SDU se numeran de 1 a n, y en cada octeto los bits se numeran 1 a 8. El bit 1 del octeto 1 se transmite primero. Una entidad AL2M receptora puede entregar una AL-SDU vacía al usuario AL2 para indicar que falta una AL-SDU.
- Indicación de error (EI): Este parámetro debe ser utilizado en el receptor AL2M para pasar indicaciones de error al usuario AL2. También puede utilizarse si la entidad AL2M receptora entrega una AL-SDU vacía al usuario AL2. Los procedimientos precisos para utilizar este parámetro, y su codificación numérica, están fuera del alcance de la Recomendación H.223.

C.4.2.3 Formato y codificación de la AL2M

El formato de la AL-PDU se ilustra en la figura C.8. Se utilizará el entrelazado de AL-PDU completo descrito en C.4.2.3.2, si así se ha requerido en el mensaje OpenLogicalChannel H.245.

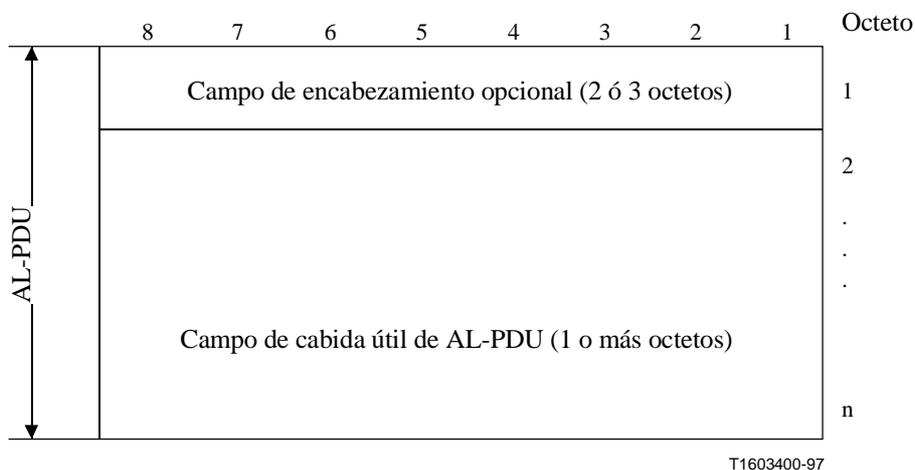


Figura C.8/H.223 – Formato de la AL-PDU para la AL2M

C.4.2.3.1 Campo de encabezamiento

El encabezamiento opcional consta del número de secuencia (SN) de 5 bits o de 12 bits y de un campo de corrección de errores de encabezamiento (HEC, *header error correction*). Esta HEC utiliza un código SEBCH(16,5) o un código EGolay(24,12) (véase las figuras C.9 y C.10).

8	7	6	5	4	3	2	1	Octeto
P3	P2	P1	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	2

Figura C.9/H.223 – Formato del campo de control de la AL-PDU para AL2M con SN = 5 y código SEBCH

8	7	6	5	4	3	2	1	Octeto
SN8	SN7	SN6	SN5	SN4	SN3	SN2	SN1	1
P4	P3	P2	P1	SN12	SN11	SN10	SN9	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3

Figura C.10/H.223 – Formato del campo de control de la AL-PDU para AL2M con SN = 12 y código EGolay

C.4.2.3.1.1 Campo de número de secuencia (SN)

El SN de 5 bits/12 bits opcional proporciona una capacidad para secuenciar las AL-PDU. El número de secuencia puede ser utilizado por la entidad AL2M receptora para detectar AL-PDU faltantes o mal entregadas.

Los receptores AL2M que se ajustan a la Recomendación H.223 serán capaces de recibir e interpretar correctamente las AL-PDU que incluyan el campo SN. El uso del campo SN será determinado por el transmisor y será señalizado al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245.

Cuando el campo SN está en uso, el receptor AL2M puede detectar que una AL-PDU falta o ha sido mal entregada por la capa MUX. El receptor AL2M debe descartar todas las AL-PDU mal entregadas que detecte.

C.4.2.3.1.2 Campo corrección de errores de encabezamiento (HEC) del encabezamiento AL2M

El encabezamiento AL2M opcional utiliza un SEBCH(16,5) o un código EGolay(24,12). La definición del código EGolay será la misma de C.4.1.5.4, con lo cual el campo RN se sustituye por SN11 y X por SN12. El código SEBCH se utilizará como se indica en el cuadro I.1.

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11101100101 \\ 01110110011 \\ 11010111100 \\ 01101011110 \\ 11011001011 \end{bmatrix} T \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \end{bmatrix}$$

C.4.2.3.1.3 Campo cabida útil AL-PDU

El campo cabida útil AL-PDU contiene una AL-SDU completa, donde el primer octeto corresponde al primer octeto de la AL-SDU. La AL-SDU y la AL-PDU tienen alineación de octetos.

C.4.2.3.2 Entrelazado

Si se requiere entrelazado en el mensaje abrir canal lógico de la Recomendación H.245, se aplicará a la AL-PDU completa, incluido el campo encabezamiento. El mismo entrelazador se describe en C.4.1.8 y se utilizará para la AL2M.

En desentrelazado tiene también que aplicarse en el lado receptor en este caso.

C.4.2.4 Procedimientos de aborto

Se descarta esta primitiva y no se emprende ninguna acción.

C.4.2.5 Procedimiento para la numeración de secuencia

Los siguientes procedimientos se aplican cuando se utiliza el campo SN.

Una vez abierto un canal lógico utilizando AL2M según el procedimiento definido en H.245, la primera AL-PDU transmitida por la entidad de emisión AL2M pondrá el campo SN en 0. Para cada AL-PDU transmitida posteriormente, que pertenece a ese canal lógico, el valor del campo SN se incrementará en 1 módulo 32 para un campo SN de 5 bits (o módulo 4096 para el campo SN de 12 bits).

C.4.2.6 Procedimiento para el control de errores

Cuando falla la decodificación SEBCH/EGolay en el receptor AL2M, la AL-SDU asociada puede ser entregada al usuario AL2, junto con una indicación de error adecuada, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

Cuando se utiliza el campo SN, el receptor AL2M puede detectar que falta una AL-PDU o que ha sido mal entregada por la capa MUX. El receptor AL2M debe descartar todas las AL-PDU mal entregadas que detecte. Para cada una de las AL-PDU faltantes que detecte, el receptor AL2M puede entregar al usuario AL2 una AL-SDU vacía, junto con una indicación de error adecuada, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

C.4.3 AL3M

La AL3M está diseñada básicamente para la transferencia de vídeo. El formato, la estructura, las definiciones y los procedimientos son idénticos a los de la capa de adaptación AL1M (véase C.4.1), salvo en que:

- la AL3M sustentará sólo el modo de transferencia tramado; y
- AL3M operará siempre en el modo división, mientras utilice el modo ARQ, y no utilizará el modo división, mientras opere en el modo FEC_ONLY.

En la AL3M, es posible que pueda proporcionarse error de control adicional por el protocolo de capa superior, es decir, por los procedimientos del anexo N/H.263.

APÉNDICE I

Matrices generadoras del BCH ampliado sistemático

Este apéndice describe los códigos Bose-Chaudhuri-Hocquenghem ampliados sistemáticos (Systematic Extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) (códigos SEBCH), e incluye las matrices generadoras, que se utilizan en este anexo.

I.1 Códigos BCH

Los códigos BCH son códigos de bloques cíclicos lineales, por lo que pueden describirse utilizando un polinomio generador. Sin embargo, el modo más fácil de describir códigos de bloques cortos es utilizando una matriz generadora que describa todas las características del código. Con una matriz generadora \underline{G} y una secuencia de información \underline{i} de longitud k , el vector de código \underline{c} de longitud n puede obtenerse mediante:

$$\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G} = [\underline{i}^T \mid \underline{c}_0^T]^T$$

siendo $\underline{G} = [\underline{I} \mid \underline{A}]$ una matriz $(k \times n)$ que contiene una matriz de $(k \times k)$ en las primeras k columnas/filas para obtener un código sistemático. Para un código BCH primitivo, la longitud del código n es siempre $n = 2^h - 1$. Para k hay algunas limitaciones; no todos los valores son posibles.

El tercer parámetro que describe un código de bloques, además de la longitud de código n y la longitud de información k , es la mínima distancia entre dos palabras de código d . Si un código tiene una distancia mínima d , puede corregir a lo sumo $\lfloor (d-1)/2 \rfloor$ errores o detectar $(d-1)$ errores.

I.2 Códigos BCH ampliados sistemáticos

Como todos los códigos de bloques cíclicos lineales pueden hacerse sistemáticos, existe siempre un código BCH sistemático.

Como hemos evaluado anteriormente, los códigos BCH primitivos siempre tienen la longitud $n = 2^h - 1$. Para que estos códigos tengan alineación de octetos, ha de aplicarse ampliación. La ampliación de un BCH(n, k, d) tiene la longitud $n + 1$. Se agrega un dígito, para que cada palabra de código tenga un peso par. El código BCH ampliado tiene también la distancia mínima $d+1$. Por tanto, obtenemos de BCH(n, k, d) un código EXBCH($n + 1, k, d + 1$). Los códigos ampliados siguen siendo lineales, pero ya no son cíclicos. Por tanto, la descripción utilizando polinomios generadores es imposible.

La matriz generadora del código ampliado a partir de \underline{G} del código matriz puede obtenerse añadiendo una columna que contenga el bit de comprobación de paridad de cada fila. Las matrices generadoras de los códigos utilizados en esta propuesta se indican en los cuadros I.1 e I.2.

I.3 Visión general del decodificador

Para decodificar códigos BCH, suele utilizarse el algoritmo de Berlekamp-Massey. Este es un método eficiente para determinar posiciones de error en el vector recibido. Hay también algunos métodos para utilizar información fiable para decodificar códigos de bloques. Sin embargo, estos algoritmos introducen gran complejidad.

Una característica principal de los códigos BCH es la posibilidad de utilizarlos para corrección y detección de errores al mismo tiempo. Por ejemplo, un código con $d = 5$ podría corregir hasta un error y detectar hasta tres errores simultáneamente. Utilizando códigos BCH solamente, el decodificador tiene la flexibilidad de decidir cuántos errores corregir y utilizar el resto de la redundancia para la detección de errores. Puede utilizar a este efecto el algoritmo de Berlekamp-Massey.

Ejemplo

En este ejemplo, utilizamos el SEBCH(16,5,8). El vector de información \underline{c} viene dado por:

$$\underline{c} = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1]$$

Utilizando la matriz generadora \underline{G} , la palabra de código \underline{c} puede evaluarse mediante:

$$\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G} = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$$

Para la transmisión, estos bits se insertan en campos con alineación de octetos. El bit menos significativo (LSB) del vector \underline{c} está a su izquierda, y el más significativo (MSB) a su derecha. Con el LSB de \underline{c} se rellena el bit de numeración más baja del último octeto (octeto 2) y con el MSB de \underline{c} el bit de numeración más alta del primer octeto (octeto 1), (véase la figura I.1).

8	7	6	5	4	3	2	1	Octeto
0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	1	2

Figura I.1/H.223 – Convenio de correspondencia de campos de códigos SEBCH

I.4 Matrices generadoras de códigos BCH ampliados sistemáticos

En este subcláusula proporcionamos algunas tablas para calcular una secuencia de códigos \underline{c} de longitud n a partir de una determinada secuencia de entrada \underline{i} de longitud k utilizando la matriz generadora \underline{G} con la ecuación: $\underline{c} = \underline{i} \cdot \underline{G}$. SEBCH(16,5,8) se obtiene de BCH(15,5,7) con el polinomio generador $g(x) = x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$, SEBCH(16, 7, 6) se obtiene de BCH(15,7,5) con el polinomio generador $g(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + 1$.

Cuadro I.1/H.223 – Matriz generadora de código BCH(16,5,8) ampliado sistemático

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
4	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1

Cuadro I.2/H.223 – Matriz generadora de código BCH(16,7,6) ampliado sistemático

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
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 y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes de programación