



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

H.223

(07/2001)

SERIE H: SISTEMAS AUDIOVISUALES Y
MULTIMEDIOS

Infraestructura de los servicios audiovisuales –
Multiplexación y sincronización en transmisión

**Protocolo de multiplexación para comunicación
multimedios a baja velocidad binaria**

Recomendación UIT-T H.223

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE H
SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS

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
SERVICIOS SUPLEMENTARIOS PARA MULTIMEDIOS	H.450–H.499

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

Recomendación UIT-T H.223

Protocolo de multiplexación para comunicación multimedios a baja velocidad binaria

Resumen

Esta Recomendación especifica un protocolo de multiplexación de paquetes para comunicación multimedios a baja velocidad binaria. Este protocolo se puede utilizar entre dos terminales multimedios de baja velocidad binaria, o entre un terminal multimedios de baja velocidad binaria y una unidad de control multipunto o un adaptador de interfuncionamiento. El protocolo permite la transferencia de cualquier combinación de señales voz/audio digitales, vídeo/imagen digitales e información de datos por un solo enlace de comunicación. Este protocolo proporciona bajo retardo y baja tara gracias a la utilización de segmentación, reensamblado y combinación de información de distintos canales lógicos en un solo paquete. En UIT-T H.245 se especifican los procedimientos de control necesarios para implementar este protocolo de multiplexación. Los anexos A, B y C son extensiones del protocolo de multiplexación para canales poco, moderadamente, y muy propensos a errores, respectivamente. El anexo D presenta una corrección de errores de código Reed-Solomon opcional alternativa a la codificación RCPC del anexo C.

Orígenes

La Recomendación UIT-T H.223, revisada por la Comisión de Estudio 16 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 29 de julio de 2001.

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.

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 2002

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

1	Generalidades.....	1
2	Referencias normativas.....	1
3	Definiciones y convenios de formato	1
3.1	Definición de términos.....	1
3.2	Convenios de formato.....	2
3.2.1	Convenio de numeración.....	3
3.2.2	Orden de transmisión de los bits.....	3
3.2.3	Convenio de correspondencia de campos.....	3
4	Abreviaturas.....	3
5	Panorama general.....	4
5.1	Visión general de la capa múltiplex.....	5
5.2	Visión general de la capa de adaptación.....	6
6	Especificación de la capa múltiplex.....	6
6.1	Estructura de la capa MUX.....	6
6.2	Primitivas intercambiadas entre la capa MUX y la AL.....	7
6.2.1	Descripción de las primitivas	7
6.2.2	Descripción de los parámetros.....	7
6.3	Alineación de tramas de las MUX-PDU.....	7
6.3.1	Bandera.....	7
6.4	Formato y codificación de las MUX-PDU	8
6.4.1	Encabezamiento.....	8
6.4.2	Campo de información	10
6.4.3	Aborto.....	11
6.5	Marcación de las fronteras de las MUX-SDU	11
6.6	Ejemplos	11
7	Especificación de la capa de adaptación (AL).....	13
7.1	Introducción.....	13
7.2	Especificación de la capa de adaptación de tipo 1 (AL1, <i>adaptation layer type 1</i>)....	14
7.2.1	Marco de la AL1	14
7.2.2	Primitivas intercambiadas entre la AL1 y el usuario AL1	14
7.2.3	Procedimientos de aborto	15
7.3	Especificación de la capa de adaptación de tipo 2 (AL2, <i>adaptation layer type 2</i>)....	15
7.3.1	Marco de la AL2.....	15
7.3.2	Primitivas intercambiadas entre la AL2 y el usuario AL2	15
7.3.3	Funciones, formato y codificación de la AL2	16

	Página
7.3.4	Procedimientos de aborto 17
7.3.5	Procedimientos para la numeración de secuencias 17
7.3.6	Procedimientos para el control de errores 17
7.4	Especificación de la capa de adaptación de tipo 3 (AL3, <i>adaptation layer type 3</i>).... 17
7.4.1	Estructura de la AL3..... 17
7.4.2	Primitivas intercambiadas entre la AL3 y el usuario AL3 18
7.4.3	Funciones, formato y codificación de la AL3 18
7.4.4	Procedimientos de aborto 20
7.4.5	Procedimientos para el control de errores 21
7.4.6	Procedimiento de retransmisión 21
Anexo A	– Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales poco propensos a errores 25
A.1	Generalidades..... 25
A.2	Especificación de la capa múltiplex (MUX)..... 25
A.2.1	Alineación de trama de las MUX-PDU 25
Anexo B	– Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales moderadamente propensos a errores 26
B.1	Generalidades..... 26
B.2	Abreviaturas..... 26
B.3	Especificación de la capa múltiplex (MUX)..... 27
B.3.1	Alineación de trama de las MUX-PDU 27
B.3.2	Formato y codificación/decodificación de las MUX-PDU 27
B.3.3	Marcación de las fronteras de las MUX-SDU 30
Anexo C	– Protocolo de multiplexación para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales muy propensos a errores 30
C.1	Generalidades..... 30
C.2	Acrónimos y definiciones 30
C.3	Especificación de la capa múltiplex (MUX)..... 31
C.3.1	Modo de relleno..... 31
C.4	Capa de adaptación 31
C.4.1	AL1M 31
C.4.2	AL2M 51
C.4.3	AL3M 54
Anexo D	– Protocolo de multiplexación facultativo para comunicación móvil multimedios a baja velocidad binaria por canales muy propensos a errores 54
D.1	Generalidades..... 54
D.2	Acrónimos..... 54
D.3	Especificación de la capa múltiplex (MUX, <i>multiplex</i>)..... 54

	Página
D.4 Capa de adaptación	54
D.4.1 AL1M	54
D.4.2 AL2M	61
D.4.3 AL3M	61
Apéndice I – Matrices generadoras del BCH ampliado sistemático.....	61
I.1 Códigos BCH.....	61
I.2 Códigos BCH ampliados sistemáticos.....	61
I.3 Visión general del decodificador	62
I.4 Matrices generadoras de códigos BCH ampliados sistemáticos.....	62
Apéndice II – Representación binaria de α^i	63

Recomendación UIT-T H.223

Protocolo de multiplexación para comunicación multimedios a baja velocidad binaria

1 Generalidades

Esta Recomendación especifica la estructura de las tramas, el formato de los campos y los procedimientos del protocolo de multiplexación de paquetes para comunicación multimedios a baja velocidad binaria. Este protocolo se puede utilizar entre dos terminales multimedios de baja velocidad binaria, o entre un terminal multimedios de baja velocidad binaria y una unidad de control multipunto (MCU, *multipoint control unit*) o un adaptador de interfuncionamiento (IWA, *interworking adapter*). En UIT-T H.245 se especifican los procedimientos de control necesarios para implementar este protocolo de multiplexación.

En esta Recomendación, la comunicación entre diferentes capas de protocolo está modelada como un conjunto de primitivas abstractas, que representan un intercambio de información lógico. La descomposición de funcionalidad en (sub)capas, así como la descripción de las primitivas, no implica un método particular de implementación. En particular, las capas pueden intercambiar el contenido de una unidad lógica (una SDU) en un modo "tren" en que el intercambio de información puede iniciarse antes de que la capa que efectúa la transferencia posea la unidad completa.

2 Referencias normativas

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- [1] UIT-T H.245 (2000), *Protocolo de control para comunicación multimedios*.
- [2] UIT-T V.42 (1996), *Procedimientos de corrección de errores para los equipos de terminación del circuito de datos que utilizan la conversión de modo asíncrono a modo síncrono*.
- [3] UIT-T H.324 (1998), *Terminal para comunicación multimedios a baja velocidad binaria*.
- [4] UIT-T Q.922 (1992), *Especificación de la capa de enlace de datos de la RDSI para servicios portadores en modo trama*.

3 Definiciones y convenios de formato

3.1 Definición de términos

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1.1 capa de adaptación (AL, *adaptation layer*): La más alta de las dos capas del multiplexor de esta Recomendación.

3.1.2 AL-PDU: Unidad de información intercambiada entre entidades de capa de adaptación pares. Una AL-PDU es transportada como una MUX-SDU.

- 3.1.3 AL-SDU:** Unidad de información lógica intercambiada cuya integridad es preservada en la transferencia de un usuario AL al usuario AL par.
- 3.1.4 usuario AL:** Entidad de capa superior que utiliza los servicios de la capa de adaptación.
- 3.1.5 canal de control:** Canal lógico que transporta los mensajes de control indicados en la Recomendación H.245.
- 3.1.6 campo de control de error de encabezamiento (HEC, *header error control*):** Campo CRC de tres bits en el encabezamiento MUX-PDU que se utiliza para detectar errores que afectan el campo MC.
- 3.1.7 número de canal lógico (LCN, *logical channel number*):** Entero único entre 0 y 65535 asignado a un canal lógico.
- 3.1.8 campo de código múltiplex (MC, *multiplex code*):** Campo de 4 bits en el encabezamiento MUX-PDU que especifica, por referencia a una entrada de cuadro múltiplex, el canal lógico al que pertenece cada octeto en el campo de información.
- 3.1.9 capa múltiplex (MUX, *multiplex*):** La más baja de las dos capas del multiplexor de esta Recomendación.
- 3.1.10 cuadro múltiplex:** Cuadro de hasta 16 entradas que especifica el diagrama de multiplexación para el campo de información de una MUX-PDU.
- 3.1.11 MUX-PDU:** Unidad de información intercambiada entre entidades de capa MUX pares.
- 3.1.12 MUX-SDU:** Unidad de información lógica cuya integridad es preservada en la transferencia de una capa de adaptación a la capa de adaptación par.
- 3.1.13 canal lógico no segmentable:** Canal lógico cuyas MUX-SDU no se pueden segmentar. Las MUX-SDU de un canal lógico no segmentable se transmiten en octetos consecutivos de una sola MUX-PDU.
- 3.1.14 campo de marcador de paquete (PM, *packet marker*):** Campo de un bit utilizado para marcar la terminación de una MUX-SDU desde un canal lógico segmentable.
- 3.1.15 unidad de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*):** Unidad de información intercambiada entre entidades de capa de protocolo pares.
- 3.1.16 calidad de servicio (QoS, *quality of service*):** Calidad del servicio que los trenes de información reciben del multiplexor, medida por parámetros como velocidad binaria, fluctuación de retardo, atenuación, etc.
- 3.1.17 canal lógico segmentable:** Canal lógico cuyas MUX-SDU se pueden segmentar. La segmentación permite la suspensión temporal de la transmisión de una MUX-SDU para transmitir octetos de otra MUX-SDU.
- 3.1.18 unidad de datos de servicio (SDU, *service data unit*):** Unidad lógica de información cuya integridad es preservada en la transferencia de una entidad de capa de protocolo a la entidad de capa de protocolo par.
- 3.1.19 intervalo:** Secuencia consecutiva de octetos dentro de una sola MUX-PDU, descrita por una sola estructura elemento múltiplex de tipo de elemento número de canal lógico H.245. Cada intervalo contiene un número entero de octetos de una sola MUX-SDU.

3.2 Convenios de formato

Los convenios sobre numeración, correspondencia de campos y transmisión de bits utilizados en esta Recomendación concuerdan con los utilizados en UIT-T V.42.

3.2.1 Convenio de numeración

En la figura 1 se ilustra el convenio de numeración básico utilizado en esta Recomendación. Los bits en cada unidad de información están agrupados en octetos. Los bits de un octeto aparecen horizontalmente y están numerados de 1 a 8. Los distintos octetos se indican verticalmente y están numerados de 1 a n.

3.2.2 Orden de transmisión de los bits

Los octetos se transmiten por orden numérico ascendente; dentro de un octeto, el bit 1 es el primer bit que se transmite.

3.2.3 Convenio de correspondencia de campos

Cuando un campo está contenido dentro de un solo octeto, el bit de número más bajo del campo representa el valor de orden más bajo (o el bit menos significativo).

Cuando un campo abarca más de un octeto, el bit de número más alto del primer octeto representa el valor de orden más alto, y el bit de número más bajo del último octeto representa el valor de orden más bajo.

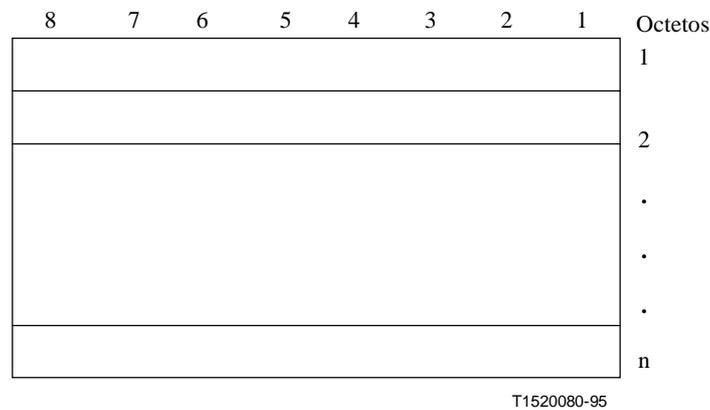


Figura 1/H.223 – Convenio de formato

La verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*) constituye una excepción al convenio de correspondencia de campos precedente. En ese caso, el bit de número más bajo del primer octeto es el término de orden más alto del polinomio que representa el campo CRC; el bit de número más alto del último octeto es el término de orden más bajo del polinomio que representa el campo CRC.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

- AL Capa de adaptación (*adaptation layer*)
- AL1-AL3 Capa de adaptación 1-3 (*adaptation layer 1-3*)
- CRC Verificación por redundancia cíclica (*cyclic redundancy check*)
- DRTX Retransmisión rechazada (*declined retransmission*)
- EI Indicación de error (*error indication*)
- HDLC Control de alto nivel de enlace de datos (*high-level data link control*)

HEC	Control de error del encabezamiento (<i>header error control</i>)
IWA	Adaptador de interfuncionamiento (<i>interworking adapter</i>)
LAPM	Procedimientos de acceso al enlace para módems (<i>link access procedure for modems</i>)
LCN	Número de canal lógico (<i>logical channel number</i>)
MC	Código múltiplex (<i>multiplex code</i>)
MUX	Múltiplex (<i>multiplex</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PM	Marcador de paquete (<i>packet marker</i>)
PT	Tipo de carga útil (<i>payload type</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
SDU	Unidad de datos de servicio (<i>service data unit</i>)
SN	Número de secuencia (<i>sequence number</i>)
SREJ	Rechazo selectivo (<i>selective reject</i>)

5 Panorama general

Esta Recomendación especifica un protocolo de multiplexación de paquete diseñado para el intercambio de uno o más trenes de información entre entidades de capa superior, tales como los protocolos de control y datos y los códecs audio y vídeo.

En esta Recomendación, cada tren de información está representado por un canal lógico unidireccional que está identificado por un número de canal lógico (LCN, *logical channel number*) único, que es un entero comprendido entre 0 y 65535. El LCN0 es un canal lógico permanente asignado al canal de control indicado en UIT-T H.245. Todos los demás canales lógicos son abiertos y cerrados dinámicamente por el transmisor que utiliza los mensajes abrir canal lógico y cerrar canal lógico de UIT-T H.245. Todos los atributos necesarios del canal lógico se especifican en el mensaje abrir canal lógico. En cuanto a las aplicaciones que requieren un canal inverso, en UIT-T H.245 se define también un procedimiento para abrir canales lógicos bidireccionales.

En la figura 2 se indica la estructura general del multiplexor. Éste consta de dos capas distintas: una capa múltiplex (MUX, *multiplexer*) y una capa de adaptación (AL, *adaptation layer*).

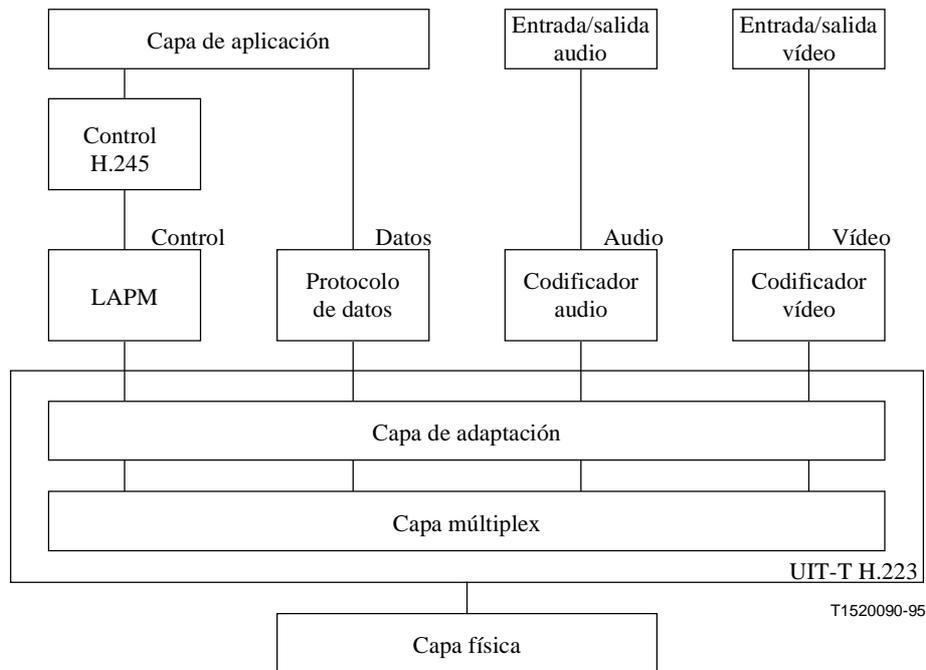


Figura 2/H.223 – Pila de protocolos de UIT-T H.223

5.1 Visión general de la capa múltiplex

La capa MUX se encarga de transferir la información recibida de la AL al extremo distante, utilizando los servicios de una capa física subyacente. La capa MUX intercambia información con la AL en unidades lógicas llamadas MUX-SDU. Las MUX-SDU contienen siempre un número entero de octetos que pertenecen a un solo canal lógico. Las MUX-SDU representan generalmente bloques de información cuyo inicio y terminación marca la localización de campos que necesitan ser interpretados en el receptor.

La capa MUX transfiere las MUX-SDU al extremo distante en uno o más paquetes de longitud variable llamados MUX-PDU. Las MUX-PDU consisten en un encabezamiento de un octeto seguido por un número variable de octetos en el campo de información. Las MUX-PDU están delimitadas por banderas HDLC. Se utiliza el método de inserción de cero bits HDLC para asegurar que no se simula una bandera dentro de la MUX-PDU.

Los octetos de canales lógicos múltiples pueden estar presentes en un solo campo de información MUX-PDU. El octeto de encabezamiento contiene un campo de código múltiplex (MC, *multiplex code*) de 4 bits que especifica, por referencia a una entrada del cuadro múltiplex, el canal lógico al que pertenece cada octeto en el campo de información. La entrada cero del cuadro múltiplex es asignada permanentemente al canal de control. Otras entradas del cuadro múltiplex están formadas por el transmisor y son señaladas al extremo distante a través del canal de control antes de su utilización.

Las entradas del cuadro múltiplex especifican un esquema de intervalos, cada uno de los cuales está asignado a un solo canal lógico. Cualquiera de las 16 entradas del cuadro múltiplex puede ser utilizada en cualquier MUX-PDU. Esto permite una conmutación rápida y de baja tara del número de bits asignados a cada canal lógico de una MUX-PDU a la siguiente. La construcción de entradas del cuadro múltiplex y su utilización en las MUX-PDU está bajo el control total del transmisor, dependiendo de ciertas capacidades del receptor.

Cuando un canal lógico se abre, se designa para que sea segmentable o no segmentable. Las MUX-SDU de canales lógicos segmentables pueden estar divididas en segmentos que luego son

transferidos al extremo distante en una o más MUX-PDU. Dicha segmentación es útil para proporcionar una mejor calidad de servicio (QoS, *quality of service*), por ejemplo, permitiendo la suspensión temporal de la transmisión de una MUX-SDU larga desde un canal lógico de datos segmentable, con el fin de transmitir una MUX-SDU desde un canal lógico audio no segmentable.

5.2 Visión general de la capa de adaptación

La unidad de información intercambiada entre la AL y los usuarios AL de capa superior es una AL-SDU. El método de aplicación de trenes de información de capas superiores en las AL-SDU está fuera del alcance de esta Recomendación y se especifica en la Recomendación sobre sistemas que utiliza la Recomendación H.223.

Las AL-SDU contienen un número entero de octetos. La AL adapta las AL-SDU a la capa MUX añadiendo, cuando sea conveniente, octetos adicionales para fines como la detección de errores, la numeración de secuencias y la retransmisión. La unidad de información intercambiada entre entidades AL pares se llama AL-PDU. Una AL-PDU es transportada como una MUX-SDU.

En esta Recomendación se especifican tres tipos diferentes de AL, denominadas AL1 a AL3:

- La AL1 está diseñada básicamente para la transferencia de datos o información de control. Dado que la AL1 no proporciona ningún control de errores, toda la protección contra errores necesaria debería ser proporcionada por el usuario AL1.

En el modo de transferencia entramado, la AL1 recibe información de su capa superior (por ejemplo, un protocolo de capa de enlace de datos como LAPM/V.42 o LAPF/Q.922 que proporciona control de errores) en las AL-SDU de longitud variable y simplemente pasa éstas a la capa MUX en las MUX-SDU sin ninguna modificación.

En el modo no entramado, la AL1 se utiliza para transferir una secuencia no entramada de octetos de un usuario AL1. En este modo, una AL-SDU representa toda la secuencia y se supone que continúa indefinidamente.

- La AL2 está diseñada básicamente para la transferencia de señales audio digitales. La AL2 recibe información de su capa superior (por ejemplo, un codificador audio) en las AL-SDU, posiblemente de longitud variable, y pasa éstas a la capa MUX en las MUX-SDU, tras añadir un octeto para una CRC de 8 bits, y, optativamente, 1 octeto para la numeración de secuencias.
- La AL3 está diseñada básicamente para la transferencia de señales vídeo digitales. La AL3 recibe información de su capa superior (por ejemplo, un codificador vídeo) en las AL-SDU de longitud variable y pasa éstas a la capa MUX en las MUX-SDU, tras añadir 2 octetos para una CRC de 16 bits, y, optativamente, 1 ó 2 octetos de control. La AL3 incluye un protocolo de retransmisión diseñado para vídeo.

6 Especificación de la capa múltiplex

6.1 Estructura de la capa MUX

La capa MUX proporciona las capacidades para transferir las MUX-SDU de la AL emisora a la AL receptora utilizando los servicios de una capa física que está por debajo. Las MUX-SDU deberán contener siempre un número entero de octetos. La capa MUX deberá transferir todas las MUX-SDU que pertenecen a un canal lógico dado en el mismo orden en que son recibidas de la AL que está por encima.

6.2 Primitivas intercambiadas entre la capa MUX y la AL

La capa MUX puede interconectar con una o más AL. La información intercambiada entre la capa MUX y cada AL incluye las siguientes primitivas:

- Petición MUX-DATOS (MUX-SDU).
- Indicación MUX-DATOS (MUX-SDU).
- Petición MUX-Aborto.
- Indicación MUX-Aborto.

6.2.1 Descripción de las primitivas

- Petición MUX-DATOS: Esta primitiva es emitida a la capa MUX por una entidad emisora de la AL para solicitar la transferencia de una MUX-SDU a la entidad receptora correspondiente.
- Indicación MUX-DATOS: Esta primitiva es emitida por la capa MUX a una entidad receptora de la AL para indicar la llegada de una MUX-SDU de la entidad emisora correspondiente.
- Petición MUX-Aborto: Esta primitiva es emitida a la capa MUX por una entidad emisora de la AL para señalar que ha de ser descartada una MUX-SDU parcialmente entregada. Todos los tipos de AL pueden utilizar esta primitiva.
- Indicación MUX-Aborto: Esta primitiva es emitida por la capa MUX a una entidad receptora de la AL para señalar que ha de ser descartada una MUX-SDU parcialmente entregada.

6.2.2 Descripción de los parámetros

- MUX-SDU: Este parámetro contiene la información de un número entero de octetos de/a una AL. Una MUX-SDU contendrá exactamente una AL-PDU completa.

6.3 Alineación de tramas de las MUX-PDU

Todas las MUX-PDU serán delimitadas por banderas HDLC.

6.3.1 Bandera

Todas las MUX-PDU serán precedidas y seguidas por la bandera que consta del esquema de bits "01111110". La bandera que precede a la MUX-PDU se define como bandera de apertura. La bandera que sigue a la MUX-PDU se define como bandera de cierre. La bandera de cierre puede también servir como bandera de apertura de la MUX-PDU siguiente. Sin embargo, todos los receptores que se ajusten a esta Recomendación deberán admitir la recepción de más de una bandera consecutiva, dado que la bandera se puede transmitir repetidamente entre las MUX-PDU.

6.3.1.1 Transparencia

El transmisor examinará el contenido de la MUX-PDU comprendida entre las banderas de apertura y cierre, e insertará un bit "0" después de todas las secuencias de cinco bits "1" contiguos para asegurar que no se simula una bandera dentro de la MUX-PDU. El receptor examinará el tren de bits recibido entre las banderas de apertura y cierre y descartará cualquier bit "0" que siga directamente a cinco bits "1" contiguos.

6.4 Formato y codificación de las MUX-PDU

Todas las MUX-PDU se ajustarán al formato mostrado en la figura 3.

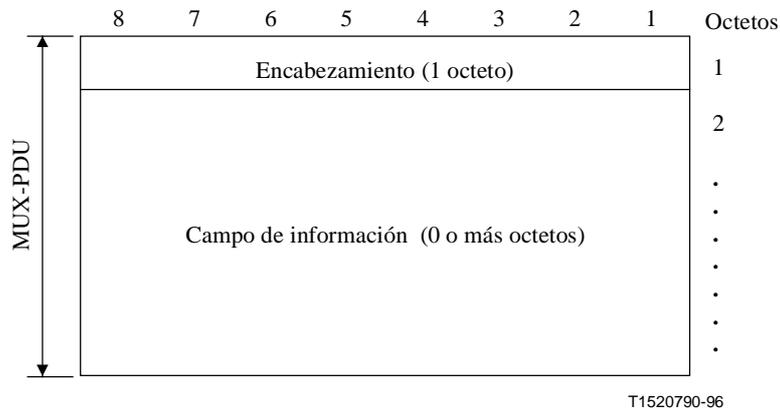
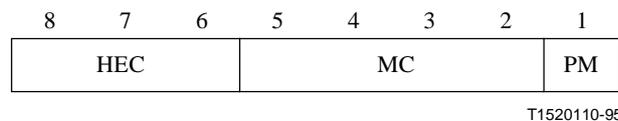


Figura 3/H.223 – Formato MUX-PDU

6.4.1 Encabezamiento

El formato del encabezamiento se ajustará al formato indicado en la figura 4.



- MC Código múltiplex
- HEC Control de error de encabezamiento
- PM Marcador de paquete

Figura 4/H.223 – Formato de encabezamiento de la MUX-PDU

6.4.1.1 Campo de código múltiplex (MC)

El campo MC de 4 bits especifica a qué canal lógico pertenece cada octeto del campo de información de la MUX-PDU, haciendo referencia a una entrada del cuadro múltiplex. El campo representa el número de entrada del cuadro múltiplex, de 0 a 15. La entrada del cuadro múltiplex 0 está asignada permanentemente al canal de control, y representará siempre un esquema de octetos asignados al canal de control (LCN0) que continúa hasta la bandera de cierre. Antes de su utilización, las entradas del cuadro múltiplex se envían al extremo distante en mensajes envío de entrada múltiplex H.245, de acuerdo con el procedimiento de sintaxis descrito en UIT-T H.245.

A menos que se especifique otra cosa en la Recomendación relativa al sistema, al principio de la comunicación, sólo está disponible la entrada del cuadro 0 y las entradas del cuadro 1 a 15 están desactivadas. Las entradas del cuadro múltiplex utilizadas en cada sentido de transmisión son independientes entre sí, y pueden ser diferentes.

Los receptores deben descartar cualquier MUX-PDU cuyo campo MC hace referencia a una entrada del cuadro múltiplex desactivada. Los receptores deben descartar también cualquier MUX-PDU que contiene octetos para un canal lógico que no está abierto.

Todos los receptores conformes a la presente Recomendación señalarán su capacidad de recibir e interpretar correctamente descriptores de entrada múltiplex básicos mejorados (para las definiciones, véase UIT-T H.245) utilizando la indicación de capacidad de recepción, capacidad de cuadro múltiplex h223, especificada en UIT-T H.245.

Los receptores que señalizan la capacidad de cuadro múltiplex h223 básica serán capaces de recibir e interpretar correctamente descriptores de entrada múltiplex que satisfagan las siguientes constricciones:

- Tamaño máximo de lista de elemento: 2
- Profundidad máxima de anidamiento: 1
- Tamaño máximo de lista de subelementos: 2

y cuyo primer elemento múltiplex en la lista de elementos no utiliza un canal lógico no segmentable más de una vez y cuyo segundo elemento múltiplex en la lista de elementos utiliza sólo canales lógicos segmentables.

Los receptores que señalizan la capacidad mejorada señalarán su capacidad de recibir e interpretar correctamente descriptores de entrada múltiplex, de acuerdo con la indicación de capacidad del cuadro múltiplex h223 de UIT-T H.245. Un receptor que señala capacidad mejorada es también capaz de recibir e interpretar correctamente todos los descriptores de entrada múltiplex que se incluyen en la capacidad básica.

NOTA – El campo MC de cada MUX-PDU debería seleccionarse de modo que proporcione a cada tren de información la calidad de servicio (QoS) necesaria. Esto es del ámbito de una implementación de multiplexación local que está fuera del alcance de esta Recomendación.

6.4.1.2 Campo de control de error del encabezamiento (HEC)

El campo HEC de 3 bits proporciona capacidades de detección de errores en el campo MC utilizando una CRC de 3 bits.

El campo HEC deberá contener el resto de la división (módulo 2) por el polinomio generador $P(x) = x^3 + x + 1$ del producto x^3 multiplicado por el contenido del campo MC. El polinomio que representa el contenido del campo MC es generado utilizando el bit número 2 (es decir, el bit menos significativo) del campo MC como coeficiente del término de orden más alto. El polinomio que representa el contenido del campo CRC es generado utilizando el bit número 6 (es decir, el bit menos significativo) como coeficiente del término de orden más alto. En el cuadro 1 se indican los valores del campo HEC de 3 bits en función del campo MC de 4 bits.

Los receptores deberían descartar cualquier MUX-PDU para cuyo campo HEC falle la verificación de error.

6.4.1.3 Campo marcador de paquete (PM)

El campo PM de 1 bit se utilizará para marcar la terminación de las MUX-SDU de canales lógicos segmentables, como se indica en 6.5.

Cuadro 1/H.223 – Valores del campo HEC en función de los valores del campo MC

Campo MC	Campo HEC
Bit número 5 4 3 2	Bit número 8 7 6
0 0 0 0	0 0 0
0 0 0 1	1 0 1

Cuadro 1/H.223 – Valores del campo HEC en función de los valores del campo MC

Campo MC	Campo HEC
Bit número 5 4 3 2	Bit número 8 7 6
0 0 1 0	1 1 1
0 0 1 1	0 1 0
0 1 0 0	0 1 1
0 1 0 1	1 1 0
0 1 1 0	1 0 0
0 1 1 1	0 0 1
1 0 0 0	1 1 0
1 0 0 1	0 1 1
1 0 1 0	0 0 1
1 0 1 1	1 0 0
1 1 0 0	1 0 1
1 1 0 1	0 0 0
1 1 1 0	0 1 0
1 1 1 1	1 1 1

6.4.2 Campo de información

La entrada del cuadro múltiplex seleccionada por el campo MC especifica el esquema de multiplexación para el campo de información, según la sintaxis de la entrada del cuadro múltiplex descrita en UIT-T H.245. En el campo de información puede haber octetos de múltiples canales lógicos. El campo de información puede ser terminado en cualquier frontera de octeto cerrando la MUX-PDU con una bandera de cierre, con la excepción de que una MUX-SDU de un canal lógico no segmentable no deberá interrumpirse.

El procedimiento indicado en este párrafo es facultativo y se utiliza solamente cuando lo requiere la Recomendación relativa al sistema que aplica UIT-T H.223: cuando se utiliza esta opción, el transmisor hará OR exclusivo cada octeto en el campo de información con el octeto 000uxyz0 antes para aplicar el procedimiento de transparencia, donde "uxyz" representan los bits del campo MC donde z corresponde al bit menos significativo (bit número 2) del campo. El receptor ejecutará la misma operación para restablecer el contenido del campo de información original. Este procedimiento se sigue para asegurar que los errores que afectan al campo MC alterarán los octetos de campo de información recibidos, con una gran probabilidad de asegurar el fallo de cualesquiera verificaciones CRC aplicadas al contenido del campo de información.

NOTA 1 – Cuando no se utiliza el procedimiento indicado anteriormente, el multiplexor se debe diseñar de modo que en caso de errores no detectados que afectan al campo MC, se asegure con alta probabilidad el fallo de cualesquiera verificaciones CRC aplicadas al campo de información.

La longitud del campo de información no está limitada, si bien los transmisores deberían considerar las características de error del medio físico subyacente al elegir la longitud del campo de información. En caso de errores en los bits que afectan el campo MC, puede perderse toda la MUX-PDU.

NOTA 2 – En el receptor, la capa MUX puede pasar los octetos del campo de información a la AL en un modo "tren" antes de que posea toda la MUX-PDU.

6.4.3 Aborto

Una MUX-PDU que no tiene campo de información deberá interpretarse en el receptor como un aborto, si su campo PM es "0" y su campo MC es el mismo que el de la MUX-PDU recibida previamente. La MUX-SDU que se ha de abortar es la que ocupaba el último octeto en la MUX-PDU recibida previamente.

6.5 Marcación de las fronteras de las MUX-SDU

Es necesario detectar las fronteras de las MUX-SDU en el receptor para identificar la localización de todos los campos que el receptor debe interpretar en la AL y/o en una capa superior de trama. Esto deberá realizarse del modo siguiente:

Para los canales lógicos no segmentables, el inicio de cada MUX-SDU deberá coincidir con un intervalo especificado en una sola estructura elemento múltiplex cuyo tipo sea número de canal lógico (véase UIT-T H.245), y la MUX-SDU deberá terminar después de la cuenta de repetición especificada o en la bandera de cierre de la MUX-PDU (el que primero ocurra de estos dos eventos). La longitud real de la MUX-SDU puede ser menor que la longitud del intervalo, siempre que la MUX-PDU vigente se termine por una bandera de cierre inmediatamente después de la MUX-SDU. Dado que el tamaño de cada MUX-SDU puede variar, se pueden definir múltiples entradas de cuadro múltiplex para que concuerden con las posibles longitudes de las MUX-SDU, a fin de combinar estas MUX-SDU con octetos de otros canales lógicos. Cabe señalar que las definiciones aquí indicadas junto con las condiciones señaladas en UIT-T H.245 suponen que se permite colocar más de una MUX-SDU de un canal lógico no segmentable en una MUX-PDU, pero sólo cuando el receptor distante ha indicado la capacidad múltiplex mejorada.

Para los canales lógicos segmentables, cada MUX-SDU se puede dividir en segmentos, los cuales pueden transferirse en una o más MUX-PDU. El campo PM en el encabezamiento de la MUX-PDU se utilizará para marcar el fin de cada MUX-SDU. Específicamente, el campo PM se pondrá en "1" para indicar que el último octeto de la MUX-PDU anterior era el octeto final de la MUX-SDU de terminación. Como resultado de este procedimiento, sólo una MUX-SDU segmentable puede terminar dentro de una MUX-PDU; tan pronto como se llegue al fin de cualquier MUX-SDU de un canal lógico segmentable, la MUX-PDU se terminará con una bandera de cierre y el campo PM de la MUX-PDU siguiente se pondrá en "1". En cualquier otra circunstancia, el campo PM se pondrá en "0". Otro resultado de este procedimiento es que una MUX-PDU no contendrá nunca octetos de dos MUX-SDU diferentes del mismo canal lógico segmentable.

Una MUX-PDU vacía sin campo de información deberá transmitirse para terminar una MUX-SDU de un canal lógico segmentable, si el transmisor no tiene ninguna información para enviar inmediatamente después del cierre de la MUX-PDU. El campo PM de esta MUX-PDU se pondrá en "1", y el campo MC será el mismo que el de la MUX-PDU anterior.

6.6 Ejemplos

En el cuadro 2 se presentan ejemplos de descriptores de entrada múltiplex que incluyen 1, 2 ó 3 elementos múltiplex en la lista de elementos. Cada fila del cuadro corresponde a un descriptor de entrada múltiplex. Para cada descriptor de entrada múltiplex, aparecen en columnas separadas el número de elementos múltiplex de la lista de elementos, la profundidad de anidamiento y el tamaño de la lista de subelementos.

Se supone que hay cinco canales lógicos, a saber: LCN0: control, LCN1: audio I, LCN2: datos, LCN3: vídeo, LCN4: audio II. Los canales lógicos audio son designados como no segmentables, y todos los demás como segmentables.

Las primeras cinco filas muestran ejemplos de descriptores de entrada múltiplex básicos:

Las primeras dos filas muestran cómo se puede asignar todo el campo de información MUX-PDU a un solo canal lógico. Se debe señalar que la entrada mostrada en la fila 1 se puede utilizar para enviar MUX-SDU de audio de cualquier longitud, pero no para enviar más de una MUX-SDU de audio.

La tercera fila ilustra cómo se puede transmitir vídeo después de una MUX-SDU audio en una sola MUX-PDU.

La cuarta fila muestra cómo se puede combinar datos y vídeo utilizando un esquema de repetición de 1 octeto de datos y 3 octetos de vídeo.

La quinta fila muestra cómo una MUX-SDU audio corta, que posiblemente representa información de ruido de fondo enviada durante un periodo de silencio, se puede combinar utilizando un esquema de repetición de datos y vídeo. Esta entrada es utilizada más adelante en esta cláusula para ilustrar la construcción del campo de información.

Las tres últimas filas muestran ejemplos de descriptores de entrada múltiplex mejorados.

La sexta fila ilustra cómo se puede combinar audio con octetos de los canales de vídeo, datos y control.

La séptima fila muestra un descriptor de entrada múltiplex con tres elementos múltiplex utilizados para enviar dos MUX-SDU audio de dos canales lógicos audio diferentes, combinados con octetos de los canales de datos y vídeo.

Finalmente, la octava fila muestra un ejemplo de anidamiento de dos niveles, en que una MUX-SDU audio es seguida por un esquema de octetos de datos y vídeo alternados que se repite cinco veces, y en que todo el esquema, incluida la MUX-SDU audio, se repite hasta bandera de cierre.

**Cuadro 2/H.223 – Ejemplos de descriptores entrada múltiplex
(LCN: número de canal lógico, RC: cuenta de repetición, UCF: hasta bandera de cierre)**

Fila	Descriptor de entrada múltiplex	Tamaño de lista de elementos	Profundidad de anidamiento	Tamaño de lista de subelementos	Ejemplo
1	{LCN1,RC UCF}	1	0	0	Todo audio
2	{LCN3,RC UCF}	1	0	0	Todo vídeo
3	{LCN1,RC21},{LCN3,RC UCF}	2	0	0	Audio, todo vídeo
4	{{LCN2,RC1},{LCN3,RC3},RC UCF}	1	1	2	1:3 datos vídeo
5	{LCN1,RC4},{LCN2,RC1},{LCN3,RC2},RC UCF}	2	1	2	Audio, 1:2 datos vídeo
6	{LCN1,RC21},{LCN2,RC2},{LCN3,RC6},{LCN0,RC1}RC UCF}	2	1	3	Audio, 2:6:1 Datos vídeo control
7	{LCN1,RC21},{LCN4,RC25},{LCN2,RC1},{LCN3,RC1}RC UCF}	3	1	2	Audio I, audio II, 1:1 datos vídeo
8	{{LCN1,RC25},{LCN2,RC1},{LCN3,RC1},RC5},RC UCF}	1	2	2	Anidamiento de dos niveles

La figura 5 muestra un ejemplo de la construcción del campo de información del descriptor de entrada múltiplex e ilustra la utilización del campo PM. Se utiliza en este ejemplo el descriptor de entrada múltiplex que figura en la fila 5 del cuadro 2.

Supongamos que en este ejemplo, en un instante dado, el multiplexor tiene tres MUX-SDU listas para la transmisión: una MUX-SDU de 4 octetos del LCN1, una MUX-SDU de 3 octetos del LCN2 y una MUX-SDU de 3 octetos del LCN3.

La MUX-PDU se forma empezando con la MUX-SDU de 4 octetos del LCN1, y continúa con un segmento de 1 octeto del LCN2, un segmento de 2 octetos del LCN3, un segmento de 1 octeto del LCN2 y otro segmento de 1 octeto del LCN3. Dado que se llega entonces al fin de la MUX-SDU del LCN3, la MUX-PDU se cierra con una bandera, y se pone el campo PM en la MUX-PDU siguiente. El último octeto de la MUX-SDU del LCN2 se puede transmitir en cualquiera de las MUX-PDU siguientes.

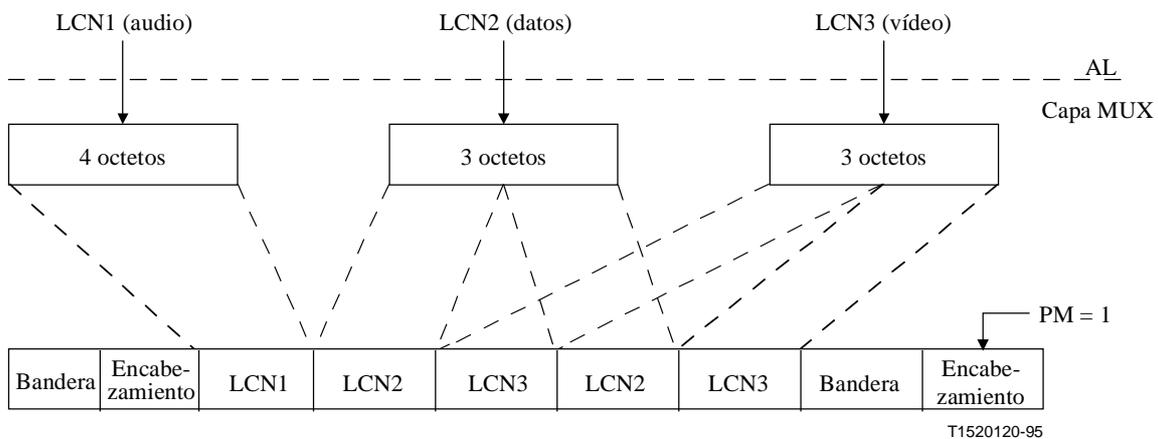


Figura 5/H.223 – Ejemplo de campo de información

7 Especificación de la capa de adaptación (AL)

7.1 Introducción

En esta cláusula se describen las interacciones entre la AL y la capa superior, y entre la AL y la capa MUX, así como las operaciones de extremo a extremo entre AL pares. La capa de adaptación (AL) mejora los servicios proporcionados por la capa MUX subyacente para soportar funciones requeridas por usuarios AL y para soportar la correspondencia entre la capa MUX y la capa superior. Se especifican tres tipos diferentes de AL, a saber, AL1, AL2 y AL3.

El transmisor selecciona la AL utilizando el mensaje abrir canal lógico de UIT-T H.245 cuando se abre un canal lógico. Se puede utilizar cualquiera de los tres tipos de AL para transportar un determinado canal lógico sujeto a restricciones que pueden ser impuestas por la Recomendación sobre sistemas que utiliza UIT-T H.223. La AL incluye unos pocos campos optativos seleccionados por el transmisor en el mensaje abrir canal lógico cuando se abre un canal lógico.

La unidad de información intercambiada entre la AL y la entidad de capa superior se llama AL-SDU. Las AL-SDU pueden tener longitudes variables. La longitud máxima de las AL-SDU está determinada por el usuario AL. El método de establecer la correspondencia del tren de información entre la capa superior y las AL-SDU está fuera del alcance de esta Recomendación, y se define en la Recomendación sobre sistemas (por ejemplo, UIT-T H.324) que utiliza UIT-T H.223. La AL deberá transferir todas las AL-SDU que pertenecen a un determinado canal lógico en el mismo orden en que

son recibidas de la entidad de capa superior. AL transfiere una AL-SDU completa recibida del usuario AL en una sola AL-PDU. Una AL-PDU corresponde directamente a una sola MUX-SDU, el parámetro de la primitiva de capa MUX, y viceversa.

7.2 Especificación de la capa de adaptación de tipo 1 (AL1, *adaptation layer type 1*)

7.2.1 Marco de la AL1

La AL1 está diseñada básicamente para la transferencia de datos o información de control.

La AL1 no proporciona ninguna capacidad de detección ni corrección de errores. Por consiguiente, la capa superior debería proporcionar cualquier control de error necesario, que incluya tal vez un procedimiento de retransmisión.

La AL1 proporciona dos modos de transferencia:

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

En el modo de transferencia entramado, la AL1 se puede utilizar para transferir tramas generadas por un protocolo de capa superior, como 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 AL1 pasa luego en MUX-SDU a la capa MUX.

La AL1 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 en la AL1 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 AL1 es seleccionado por el transmisor en el mensaje abrir canal lógico H.245.

Los canales lógicos transferidos por la AL1 utilizando el modo de transferencia no entramado serán designados como segmentables, para que se pueda interrumpir la transmisión de octetos a fin de enviar octetos de otros trenes de información. Sin embargo, dado que la AL-SDU continúa indefinidamente, para dichos canales lógicos, el campo PM no se deberá poner nunca en "1".

7.2.2 Primitivas intercambiadas entre la AL1 y el usuario AL1

La información intercambiada entre la AL1 y el usuario AL1 incluye las siguientes primitivas:

- Petición AL-DATOS (AL-SDU).
- Indicación AL-DATOS (AL-SDU).
- Petición AL-Aborto.
- Indicación AL-Aborto.

7.2.2.1 Descripción de las primitivas

- **Petición AL-DATOS:** Esta primitiva es enviada por un usuario AL1 a la AL1 para solicitar la transferencia de una AL-SDU a su entidad receptora correspondiente.
- **Indicación AL-DATOS:** Esta primitiva es enviada a un usuario AL1 por la AL1 para indicar la llegada de una AL-SDU.
- **Petición AL-Aborto:** Esta primitiva es enviada a la AL1 por un usuario AL1 para señalar que ha de ser abortada una AL-SDU entregada parcialmente. Esta primitiva no se utiliza en el modo de transferencia no entramado.
- **Indicación AL-Aborto:** Esta primitiva es enviada por la AL1 a un usuario AL1 para señalar que ha de ser abortada una AL-SDU entregada parcialmente. Esta primitiva no se utiliza en el modo de transferencia no entramada.

7.2.2.2 Descripción de los parámetros

- AL-SDU: Este parámetro especifica la unidad de información intercambiada entre la AL1 y el usuario AL1. Cada AL-SDU deberá contener un número entero de octetos. La longitud de las AL-SDU puede ser variable. El usuario AL1 determinará el tamaño máximo de las AL-SDU. Los octetos en 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.

7.2.3 Procedimientos de aborto

Los procedimientos de aborto se pueden utilizar cuando se intercambia información entre capas en un modo "tren".

Cuando se envía una primitiva petición AL-Aborto del usuario AL1 a la AL1 para abortar una AL-SDU entregada parcialmente, la AL1 deberá enviar inmediatamente una primitiva petición MUX-Aborto a la capa MUX, si una MUX-SDU que contiene esa AL-SDU ya se ha entregado parcialmente a la capa MUX.

En el receptor AL1, cuando se recibe una primitiva indicación MUX-Aborto de la capa MUX, la AL1 enviará inmediatamente una primitiva indicación AL-Aborto al usuario AL1, si esa AL-SDU ya se ha entregado parcialmente al usuario AL1.

Los procedimientos de aborto no deberán utilizarse en el modo de transferencia no entramado.

7.3 Especificación de la capa de adaptación de tipo 2 (AL2, *adaptation layer type 2*)

7.3.1 Marco de la AL2

La AL2 está diseñada básicamente para la transferencia de audio digital.

La AL2 proporciona una CRC de 8 bits para la detección de errores. Soporta también la numeración de secuencias optativa que se puede utilizar para detectar las AL-PDU que faltan y las entregadas indebidamente. La AL2 transfiere AL-SDU de longitud variable de número entero de octetos.

7.3.2 Primitivas intercambiadas entre la AL2 y el usuario AL2

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

- Petición AL-DATOS (AL-SDU).
- Indicación AL-DATOS (AL-SDU, EI).
- Petición AL-Aborto.

7.3.2.1 Descripción de las primitivas

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

7.3.2.2 Descripción de los parámetros

- AL-SDU: Este parámetro especifica la unidad de información intercambiada entre la AL2 y el usuario AL2. Cada AL-SDU deberá contener un número entero de octetos. La longitud de las AL-SDU puede ser variable. La longitud máxima de las AL-SDU que un receptor AL2 puede aceptar se señalará a través del canal de control H.245. Los octetos en 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 receptora AL2 puede entregar una AL-SDU vacía al usuario AL2 para indicar que falta una AL-SDU.

- Indicación de error (EI, *error indication*): Este parámetro puede utilizarse en el receptor AL2 para enviar indicaciones de error al usuario AL2. Los procedimientos precisos para utilizar este parámetro, y su codificación numérica, están fuera del alcance de esta Recomendación.

7.3.3 Funciones, formato y codificación de la AL2

7.3.3.1 Funciones de la AL2

La AL2 proporciona las siguientes funciones:

- Detección e indicación de errores.
- Numeración de secuencias optativa.

7.3.3.2 Formato y codificación de la AL2

En la figura 6 se ilustra el formato de la AL-PDU.

7.3.3.2.1 Campo de número de secuencia (SN)

El SN de 8 bits optativo proporciona una capacidad para establecer la secuencia de las AL-PDU. La entidad receptora AL2 puede utilizar el número de secuencia para detectar las AL-PDU que faltan y las entregadas indebidamente.

Todos los receptores que se ajustan a esta Recomendación deberán poder recibir e interpretar correctamente las AL-PDU que incluyen el campo SN. La utilización del campo SN será determinada por el transmisor y será señalada al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico de UIT-T H.245.

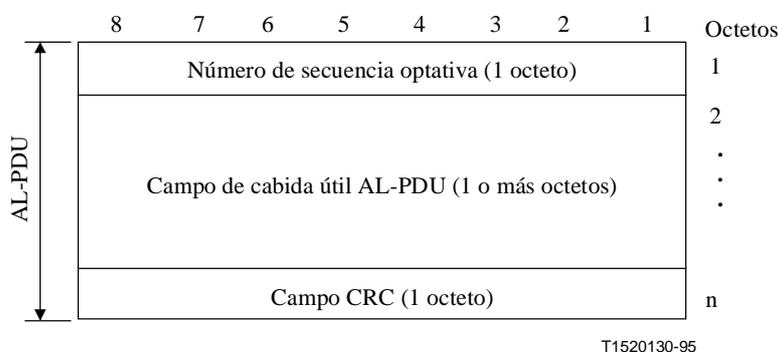


Figura 6/H.223 – Formato de la AL-PDU para la AL2

Cuando se utiliza el campo SN, el receptor AL2 puede detectar que falta una AL-PDU o que ha sido entregada indebidamente por la capa MUX. El receptor AL2 debería descartar todas las AL-PDU entregadas indebidamente que detecta.

7.3.3.2.2 Campo de cabida útil de la AL-PDU

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

7.3.3.2.3 Campo CRC

La CRC de 8 bits proporciona una capacidad de detección de errores en toda la AL-PDU.

El campo CRC de 8 bits contendrá el residuo de la división (módulo 2) por el polinomio generador $p(x) = x^8 + x^2 + x + 1$ del producto x^8 multiplicado por el contenido de la AL-PDU, excluido el campo CRC, e incluido el campo SN, si se utiliza. El polinomio que representa el contenido de la AL-PDU es generado utilizando el bit número 1 del primer octeto como coeficiente del término de orden más alto.

Una implementación típica en el transmisor es la siguiente: el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el residuo de la división se fija previamente a todos 0 y luego se modifica dividiéndolo por el polinomio generador (descrito anteriormente) del contenido de la AL-PDU, sin incluir los bits del campo CRC; el residuo resultante es transmitido como CRC de 8 bits. El coeficiente del término de orden más alto de polinomio resto corresponde al bit número 1 del campo CRC.

NOTA – En contraste con el procedimiento CRC utilizado para La CRC de 16 bits en AL3, el procedimiento CRC utilizado aquí no incluye ningún condicionamiento previo o posterior.

7.3.4 Procedimientos de aborto

Los procedimientos de aborto se pueden utilizar cuando se intercambia información entre capas en un modo "tren".

Cuando se envía una primitiva petición AL-Aborto del usuario AL2 a la AL2 para abortar una AL-SDU entregada parcialmente, la AL2 enviará inmediatamente una primitiva petición MUX-Aborto a la capa MUX, si esa AL-SDU ya se ha entregado parcialmente a la capa MUX.

En el receptor AL2, cuando se recibe una primitiva indicación MUX-Aborto de la capa MUX, se debería descartar toda AL-PDU recibida parcialmente.

7.3.5 Procedimientos para la numeración de secuencias

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

Una vez abierto un canal lógico utilizando AL2 según el procedimiento definido en UIT-T H.245, la primera AL-PDU transmitida por la entidad emisora AL2 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 256.

7.3.6 Procedimientos para el control de errores

Cuando falla la verificación CRC en el receptor AL2, 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 AL2 puede detectar que falta una AL-PDU o que ha sido entregada indebidamente por la capa MUX. El receptor AL2 debería descartar todas las AL-PDU entregadas indebidamente que detecta. Para cada una de las AL-PDU faltantes detectadas, el receptor AL2 puede entregar al usuario AL2 una AL-SDU vacía, junto con una indicación de error adecuada, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

7.4 Especificación de la capa de adaptación de tipo 3 (AL3, *adaptation layer type 3*)

7.4.1 Estructura de la AL3

La AL3 está diseñada básicamente para la transferencia de vídeo digital.

La AL3 incluye una CRC de 16 bits para la detección de errores. Soporta también la numeración de secuencias optativa que se puede utilizar para detectar las AL-PDU que faltan y las entregadas indebidamente. La AL3 transfiere las AL-SDU de longitud variable y proporciona un procedimiento de transmisión optativo, diseñado principalmente para vídeo.

7.4.2 Primitivas intercambiadas entre la AL3 y el usuario AL3

La información intercambiada entre la AL3 y el usuario AL3 incluye las siguientes primitivas:

- Petición AL-DATOS (AL-SDU).
- Indicación AL-DATOS (AL-SDU, EI).
- Petición AL-Aborto.
- Indicación AL-DRTX.

7.4.2.1 Descripción de las primitivas

- Petición AL-DATOS: Esta primitiva es enviada por un usuario AL3 a la AL3 para solicitar la transferencia de una AL-SDU al usuario AL3 correspondiente.
- Indicación AL-DATOS: Esta primitiva es enviada a un usuario AL3 por la AL3 para indicar la llegada de una AL-SDU.
- Petición AL-Aborto: Esta primitiva es enviada a la AL3 por un usuario AL3 para señalar que ha de ser abortada una AL-SDU entregada parcialmente.
- Indicación AL-DRTX: Esta primitiva es enviada a un usuario AL3 por la AL3 para indicar que ha ocurrido una condición de retransmisión rechazada en el transmisor local.

7.4.2.2 Descripción de los parámetros

- AL-SDU: Este parámetro especifica la información intercambiada entre la AL3 y el usuario AL3. La longitud de la AL-SDU puede ser variable. Cada AL-SDU transmitida contendrá un número entero de octetos. El tamaño máximo de las AL-SDU que un receptor AL3 puede aceptar se señalará a través del canal de control H.245.
Una entidad receptora AL3 puede entregar una AL-SDU vacía al usuario AL3 para indicar que se ha perdido una AL-SDU.
- Indicación de error: Este parámetro puede ser utilizado por el receptor AL3 para enviar indicaciones de error al usuario AL3. Los procedimientos precisos para utilizar este parámetro, y su codificación numérica, están fuera del alcance de esta Recomendación.

7.4.3 Funciones, formato y codificación de la AL3

7.4.3.1 Funciones de la AL3

La AL3 proporciona las siguientes funciones:

- Detección e indicación de errores.
- Numeración de secuencia optativa.
- Soporte optativo de retransmisión.

7.4.3.2 Formato y codificación de la AL3

En la figura 7 se ilustra el formato de la AL-PDU.

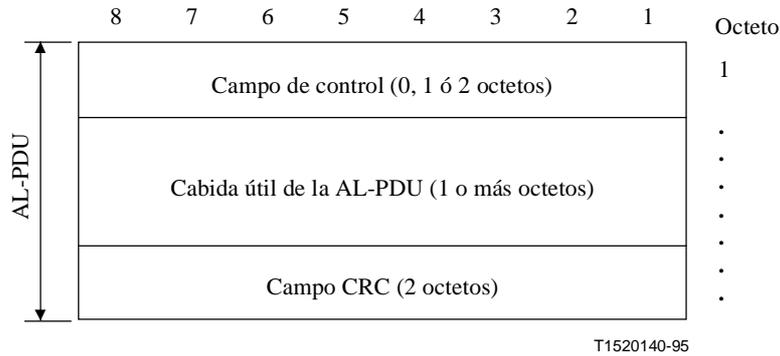
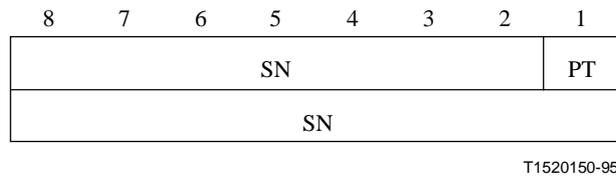


Figura 7/H.223 – Formato de la AL-PDU para la AL3

7.4.3.2.1 Campo de control

El campo de control optativo consta de un campo tipo de cabida útil (PT, *payload type*), que indica la función de cabida útil de la AL-PDU, y un campo número de secuencia (SN, *sequence number*), como se ilustra en la figura 8.



PT Tipo de cabida útil
SN Número de secuencia

Figura 8/H.223 – Formato del campo de control de la AL-PDU para la AL3

Todos los receptores que se ajustan a esta Recomendación deberán poder recibir e interpretar correctamente las AL-PDU con campos de control de 0, 1 ó 2 octetos. El número real de octetos en el campo de control está determinado por el transmisor y se señalará al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico de UIT-T H.245.

Cuando el campo de control está ausente, no se utiliza el procedimiento de retransmisión. Sin embargo, las Recomendaciones relativas a sistemas que aplican UIT-T H.223 pueden requerir que el campo de control esté presente.

7.4.3.2.1.1 Campo tipo cabida útil (PT)

El campo PT de 1 bit indica el tipo de cabida útil de la AL-PDU. Cuando el campo PT se pone en "1", el campo de cabida útil de la AL-PDU contendrá una AL-SDU. Esa AL-PDU es denominada I-PDU. Cuando el campo PT se pone en "0", el campo de cabida útil de la AL-PDU contendrá un mensaje de supervisión utilizado en el procedimiento de retransmisión. Esa AL-PDU es denominada S-PDU.

7.4.3.2.1.2 Campo número de secuencia (SN)

El campo número de secuencia tendrá 7 ó 15 bits, según la longitud del campo de control. En las I-PDU, el campo SN contendrá un número de secuencia en emisión N(S). En las S-PDU, el campo SN contendrá el número de secuencia en recepción N(R) de una I-PDU, tal como se define en 7.4.6.1.6.

Al utilizar el campo SN, el receptor AL3 puede detectar que falta una AL-PDU o que ha sido entregada indebidamente por la capa MUX.

El receptor AL3 debe descartar todas las AL-PDU entregadas indebidamente que detecta.

7.4.3.2.2 Campo cabida útil AL-PDU

El campo cabida útil de una I-PDU contendrá una AL-SDU completa recibida del usuario AL3 donde el primer octeto del campo cabida útil AL-PDU será el primer octeto de la AL-SDU.

El campo cabida útil de 1 octeto de una S-PDU transporta un mensaje de supervisión definido en 7.4.6.2.

7.4.3.2.3 Campo CRC

La CRC de 16 bits proporciona una capacidad de detección de errores en toda la AL-PDU, incluido el campo de control, si se utiliza. La CRC y los procedimientos CRC son los mismos que los utilizados en LAPM/V.42 y LAPF/Q.922.

La CRC tiene el polinomio generador $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

El campo CRC será el complemento a uno de la suma (módulo 2) de:

- el residuo de x^k ($x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$) dividido (módulo 2) por el polinomio generador $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, donde k es el número de bits de la AL-PDU, sin incluir los bits del campo CRC; y
- el residuo de la división (módulo 2) por el polinomio generador $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, del producto de x^{16} multiplicado por el contenido de la AL-PDU, excluidos los bits del campo CRC. El polinomio que representa el contenido de la AL-PDU se genera utilizando el bit número 1 del primer octeto como el coeficiente del término de orden más alto.

Una implementación típica en el transmisor es la siguiente: el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el residuo de la división se fija previamente a todos 1 y luego se modifica dividiéndolo por el polinomio generador (descrito anteriormente) del contenido de la AL-PDU, sin incluir los bits del campo CRC; el complemento a uno del residuo resultante es transmitido como CRC de 16 bits. El complemento a uno del coeficiente del término de orden más alto del polinomio resto corresponde al bit número 1 del primer octeto del campo CRC de 16 bits. El complemento de uno del coeficiente del término de orden más bajo del polinomio resto corresponde al bit número 8 del segundo octeto del campo CRC de 16 bits.

NOTA – En contraste con el procedimiento CRC utilizado para La CRC de 8 bits en AL2, el procedimiento CRC utilizado en este caso incluye condicionamiento previo y posterior.

7.4.4 Procedimientos de aborto

Los procedimientos de aborto se pueden utilizar cuando se intercambia información entre capas en un modo "tren".

Cuando se envía una primitiva petición AL-Aborto del usuario AL3 a la AL3 para abortar una AL-SDU entregada parcialmente, la AL3 enviará inmediatamente una primitiva petición MUX-Aborto a la capa MUX, si esa AL-SDU ya se ha entregado parcialmente a la capa MUX.

En el receptor AL3, cuando se recibe una primitiva indicación MUX-Aborto de la capa MUX, se debería descartar toda AL-PDU recibida parcialmente.

7.4.5 Procedimientos para el control de errores

7.4.5.1 AL-PDU no válidas

Una AL-PDU no válida es la que:

- a) tiene menos octetos que el número mínimo de octetos especificado en 7.4.3.2, según la longitud del campo de control; o
- b) no contiene un número entero de octetos; o
- c) supera el tamaño máximo de la AL-PDU; o
- d) contiene un error CRC.

Una AL-PDU que no es no válida es denominada AL-PDU válida.

7.4.5.2 Control de errores: campo de control ausente

Cuando el campo de control está ausente, en caso de que falle la CRC en el receptor AL3, la AL-SDU asociada puede ser entregada al usuario AL3 junto con un parámetro EI adecuado, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

7.4.5.3 Control de errores: campo de control presente

Cuando el campo de control está presente, el receptor AL3 tiene la opción de invocar el procedimiento de retransmisión. La entidad AL3 emisora responderá a una petición de retransmisión según los procedimientos definidos en 7.4.6.3.4. En 7.4.6 se describen los procedimientos de control de errores para retransmisión.

7.4.5.3.1 Ausencia de retransmisión

Cuando el campo de control está en uso y el receptor AL3 no invoca el procedimiento de retransmisión, se pueden utilizar los procedimientos de control de errores siguientes.

Cuando falla la verificación CRC en el receptor AL3, la AL-SDU asociada se puede entregar al usuario AL3 junto con un parámetro EI adecuado, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

Al utilizar el campo SN, el receptor AL3 puede detectar que falta una AL-PDU o que ha sido entregada indebidamente por la capa MUX.

El receptor AL3 debería descartar todas las AL-PDU entregadas indebidamente que detecta.

Para cada AL-PDU faltante que detecta, el receptor AL3 puede entregar al usuario AL3 una AL-SDU vacía, junto con un parámetro EI adecuado, a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

7.4.6 Procedimiento de retransmisión

Los procedimientos del transmisor definidos en esta subcláusula se utilizarán cuando el campo de control esté presente. Los procedimientos del receptor definidos en esta subcláusula se utilizarán cuando se utilice la retransmisión.

7.4.6.1 Definiciones

7.4.6.1.1 Módulo

Cada I-PDU, definida en 7.4.3.2.1.1, está numerada secuencialmente módulo 128 (2^{15}), y puede tener valores de 0 a 127 (32767).

NOTA – Todas las operaciones aritméticas sobre variables de estado y números de secuencia contenidos en esta subcláusula son módulo 128 (2^{15}).

7.4.6.1.2 Variable de estado en emisión V(S, *send state variable*)

V(S) es una variable interna de la entidad AL3 transmisora. Denota el número de secuencia de la siguiente I-PDU que se ha de transmitir. V(S) puede tener los valores 0 a 127 (32767). El valor de V(S) se incrementará en 1 después del paso de cada I-PDU en secuencia a la capa MUX en una MUX-SDU.

7.4.6.1.3 Número de secuencia en emisión N(S, *send sequence number*)

Sólo las I-PDU contienen N(S), el número de secuencia en emisión de las I-PDU transmitidas. Cuando se designa una I-PDU en secuencia para transmisión, el valor de N(S) se pone igual a V(S).

7.4.6.1.4 Memoria intermedia en emisión B_S

Cada entidad AL3 deberá mantener una memoria intermedia en emisión, B_S, utilizada para almacenar las I-PDU transmitidas más recientemente. El tamaño mínimo de B_S que deben soportar todos los transmisores AL3 se especifica en la Recomendación sobre sistemas (por ejemplo, UIT-T H.324) que utiliza UIT-T H.223. El tamaño real de B_S deberá indicarse al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico H.245.

7.4.6.1.5 Variable de estado en recepción V(R, *receive state variable*)

V(R) es una variable interna de la entidad receptora AL3. Denota el número de secuencia de la siguiente I-PDU en secuencia que se espera recibir. V(R) puede tener los valores 0 a 127 (32767). El valor de V(R) se incrementará en 1 al recibirse una I-PDU en secuencia, válida, cuyo N(S) sea igual a V(R).

7.4.6.1.6 Número de secuencia en recepción N(R, *receive sequence number*)

Sólo las S-PDU contienen N(R), el número de secuencia en emisión de una I-PDU a que se refiere la S-PDU.

7.4.6.2 Mensajes de supervisión

Las S-PDU transmiten mensajes de supervisión. Cada S-PDU contiene un mensaje de un solo octeto. El cuadro 3 muestra la asignación de código para los mensajes de supervisión de un solo octeto definidos en la AL3.

Cuadro 3/H.223 – Asignación de códigos para mensajes de supervisión

Mensaje de supervisión	Número de código	Código binario
SREJ	0	00000000
DRTX	255	11111111
Reservado	1-254	

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

SREJ es utilizado por un receptor AL3 para solicitar la retransmisión de la única I-PDU numerada N(R).

Una PDU SREJ no se transmitirá más de una vez para la misma I-PDU.

7.4.6.2.2 Mensaje de retransmisión rechazada (DRTX)

Dado que los procedimientos de recuperación tras error definidos aquí sólo soportan un acuse de recibo negativo, en ciertas condiciones, las I-PDU transmitidas previamente pueden haber sido descartadas antes de recibirse la petición de retransmisión. El mensaje DRTX es utilizado por un

transmisor AL3 para rechazar la retransmisión solicitada de una I-PDU, cuando no se dispone de esa I-PDU en la memoria intermedia en emisión en el momento en que se recibe la PDU SREJ.

7.4.6.3 Procedimientos detallados

7.4.6.3.1 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 UIT-T H.245, la entidad AL3 deberá:

- poner $V(S)$, $V(R)$ en 0;
- suprimir todas las condiciones de excepción existentes.

7.4.6.3.2 Transmisión de I-PDU en secuencia

La información recibida del usuario AL3 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 7.4.3.2. Al campo SN de la I-PDU se asignará el valor $V(S)$. Este valor se incrementará en 1 después de que se haya enviado la I-PDU a la capa MUX.

7.4.6.3.3 Recepción de I-PDU en secuencia

Cuando una entidad AL3 recibe una I-PDU válida, cuyo $N(S)$ es igual a la $V(R)$ actual, la entidad AL3 incrementará su $V(R)$ en 1.

7.4.6.3.4 Recepción de PDU SREJ

Al recibir una PDU SREJ válida, la entidad AL3 deberá actuar del modo siguiente:

- a) Si la I-PDU cuyo $N(S)$ es igual al $N(R)$ de la PDU SREJ, está todavía en la memoria intermedia de emisión, la entidad AL3 enviará la I-PDU correspondiente a la capa MUX lo más pronto posible. No se retransmitirá ninguna otra I-PDU transmitida previamente como resultado de la recepción de la PDU SREJ.
- b) Si la I-PDU cuyo $N(S)$ es igual al $N(R)$ de la PDU SREJ, ha sido descartada previamente, la entidad AL3 entrará en una condición de excepción de retransmisión rechazada. En 7.4.6.4.5 se definen los procedimientos para esta condición de excepción.

7.4.6.4 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 AL3.

En esta subcláusula se definen los procedimientos de recuperación tras error disponibles después de la detección de una condición de excepción por una entidad AL3.

7.4.6.4.1 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 AL3.

7.4.6.4.2 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 AL3 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 AL3 podrá transmitir una o más PDU SREJ, cada una de las cuales tendrá un $N(R)$ diferente, con el fin de iniciar una recuperación de la condición de excepción para cada PDU SREJ. Después de enviar cada PDU SREJ a la capa MUX, la entidad AL3 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 PDU SREJ pendiente. Las PDU SREJ sucesivas son transmitidas en el orden indicado por el campo $N(R)$.

Para cada PDU SREJ que transmite, el receptor AL3 puede enviar una AL-SDU vacía o una AL-SDU recibida no válida (conservada previamente), con un parámetro EI adecuado, al usuario AL3 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 AL3 enviará la AL-SDU asociada, junto con un parámetro EI adecuado, al usuario AL3 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 AL3 suprimirá todas las condiciones de excepción para todas las PDU SREJ que puedan haber sido enviadas antes de la PDU SREJ para la cual se recibe la retransmisión, parando los temporizadores asociados. Para cada condición de excepción suprimida, el receptor AL3 incrementará $V(R)$ en 1, y podrá entregar una AL-SDU vacía, junto con un parámetro EI adecuado, al usuario AL3 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 AL3 en las AL-SDU, junto con un parámetro EI adecuado.

7.4.6.4.3 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 obtiene un valor $N(R)$ no válido cuando se recibe una primera PDU SREJ con número de secuencia $N(R) = N1$, y luego otra PDU SREJ con $N(R) = N2$ y $[V(S) - N2]$ es superior o igual a $[V(S) - N1]$.

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

La entidad AL3 debe pasar por alto el mensaje contenido en tales S-PDU.

7.4.6.4.4 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 AL3 puede enviar una AL-SDU vacía o una AL-SDU recibida no válida (previamente conservada), con una indicación de error adecuada, al usuario AL3 a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

7.4.6.4.5 Condición de retransmisión rechazada

7.4.6.4.5.1 Procedimientos de recuperación tras error en el transmisor AL3

Al recibir una petición de retransmisión SREJ cuando el transmisor AL3 no tiene la I-PDU solicitada almacenada en la memoria intermedia de emisión, deberá:

- enviar lo más pronto posible una PDU (DRTX) de retransmisión rechazada, cuyo valor $N(R)$ es igual al valor $N(R)$ de la PDU SREJ recibida;
- enviar una indicación AL-DRTX al usuario AL3;
- reanudar la transmisión de las AL-PDU que no se hayan transmitido todavía.

7.4.6.4.5.2 Procedimientos de recuperación tras error en el receptor AL3

Al recibirse un mensaje DRTX, se suprimirá la condición de excepción asociada parando el temporizador e incrementando $V(R)$. El receptor AL3 puede enviar una AL-SDU vacía o una

AL-SDU recibida no válida (previamente conservada), con una indicación de error adecuada, al usuario AL3 a través de la primitiva indicación AL-DATOS.

7.4.6.4.6 PDU de supervisión no solicitadas

La entidad AL3 deberá ignorar las PDU DRTX no solicitadas recibidas.

Deberán ignorarse las PDU de supervisión cuyo código de mensaje esté reservado.

ANEXO A

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

A.1 Generalidades

Este anexo especifica el protocolo de nivel 1 de las ampliaciones H.223 para comunicación móvil descritas en el anexo C/H.324. Este anexo sólo cambia de alineación de trama de las MUX-PDU, pero la capa de adaptación de UIT-T H.223 permanece invariable.

A.2 Especificación de la capa múltiplex (MUX)

Este anexo sólo cambia la alineación de trama de las MUX-PDU de UIT-T H.223. En lugar de 6.3, el nivel 1 de H.223 utilizará el procedimiento indicado en A.2.1.

A.2.1 Alineación de trama de las MUX-PDU

En el modo básico, que es obligatorio, todas las MUX-PDU se delimitarán utilizando banderas de 16 bits. Las transmisiones de nivel 1 comenzarán en este modo básico.

En el modo doble bandera, que es opcional, todas las MUX-PDU estarán delimitadas por dos banderas de 16 bits consecutivas. Todos los transmisores conformes a UIT-T H.223 señalarán su capacidad para delimitar las MUX-PDU con dos banderas consecutivas utilizando la indicación de capacidad **h223AnnexADoubleFlag**, especificada en UIT-T H.245.

A.2.1.1 Bandera

En el modo básico, todas las MUX-PDU serán precedidas y seguidas por la bandera de 16 bits compuesta por el siguiente esquema de bits único (véase la figura A.1).

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

Figura A.1/H.223 – Bandera de 16 bits

La bandera que precede a la MUX-PDU se define como bandera de apertura. La bandera que sigue a la MUX-PDU se define como bandera de cierre. La bandera de cierre puede también servir como bandera de apertura de la MUX-PDU siguiente. Sin embargo, todos los receptores que se ajusten a UIT-T H.223 deberán admitir la recepción de más de una bandera consecutiva, dado que la bandera se puede transmitir repetidamente entre las MUX-PDU.

En el modo doble bandera todas las MUX-PDU serán precedidas y seguidas por dos banderas de 16 bits consecutivas ("doble bandera"). La doble bandera que precede a la MUX-PDU se define como bandera de apertura. La doble bandera que sigue a la MUX-PDU se define como la bandera de cierre. La bandera de cierre puede también servir como bandera de apertura de la MUX-PDU

siguiente. Todos los receptores que funcionen en el modo doble bandera deberán admitir la recepción de más de una doble bandera consecutiva, dado que la doble bandera se puede transmitir repetidamente entre las MUX-PDU.

Un transmisor que funcione en el modo doble bandera transmitirá siempre un número par de las banderas de 16 bits especificadas en la figura A.1.

Si un transmisor ha señalado capacidad `MultiplexDoubleFlag`, empezará delimitando las MUX-PDU con dobles banderas cuando reciba la instrucción **h223MultiplexReconfiguration.h223AnnexADoubleFlag.start**.

Terminará delimitando las MUX-PDU con dobles banderas cuando reciba la instrucción **h223MultiplexReconfiguration.h223AnnexADoubleFlag.stop**.

En el periodo comprendido entre la petición del cambio del modo básico al modo doble bandera o viceversa, y la recepción de la primera bandera del nuevo modo, el receptor buscará banderas únicas y dobles. La primera nueva bandera detectada sólo debe aceptarse como una bandera válida si es seguida por un encabezamiento múltiplex con HEC válido. A fin de aumentar la resistencia del cambio, esta búsqueda debe repetirse múltiples veces hasta que se establezca el nuevo modo.

NOTA – Los anexos B y C utilizan una estrategia de sincronización mejorada, por lo que la delimitación de las MUX-PDU con dobles banderas sólo se efectúa en este anexo.

A.2.1.2 Detección de banderas

La detección del comienzo de una MUX-PDU por el receptor puede efectuarse por correlación del tren de bits entrante con la bandera de sincronización. La salida del correlador puede compararse con un umbral de correlación (CT, *correlation threshold*). El valor de CT no se especifica en este anexo. Siempre que la salida sea igual o mayor que el umbral, el receptor debe decidir que se ha detectado una bandera.

La estructura con alineación de octetos de las MUX-PDU debe utilizarse para reducir la emulación de las banderas. La emulación puede reducirse aún más utilizando la comprobación HEC del encabezamiento múltiplex.

NOTA – El procedimiento del nivel 1 utiliza el método sin inserción de ceros descrito para las banderas HDLC utilizados en UIT-T H.223. Este nivel no evita la emulación de banderas en el tren de bits y no garantiza la transparencia.

ANEXO B

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

B.1 Generalidades

Este anexo especifica el protocolo de nivel 2 de las ampliaciones H.223 para comunicación móvil descritas en el anexo C/H.324. Este anexo sólo cambia la alineación de trama de las MUX-PDU de la capa múltiplex, pero la capa de adaptación de UIT-T H.223 permanece invariable.

B.2 Abreviaturas

Para los fines de este anexo se añade la siguiente abreviatura a la cláusula 4.

MPL Longitud de cabida útil múltiplex (*multiplex payload length*)

B.3 Especificación de la capa múltiplex (MUX)

Ha cambiado la alineación de trama de las MUX-PDU de UIT-T H.223. En lugar de utilizar 6.3 a 6.6, el nivel 2 utilizará los siguientes procedimientos y definiciones.

B.3.1 Alineación de trama de las MUX-PDU

Véase el modo básico en A.2.1.1. En el nivel 2 no se utilizarán banderas de sincronización consecutivas. Por otra parte, este anexo no soportará el modo de doble bandera. Si el transmisor no tiene información que enviar, se utilizará el procedimiento del modo de relleno de B.3.2.3.

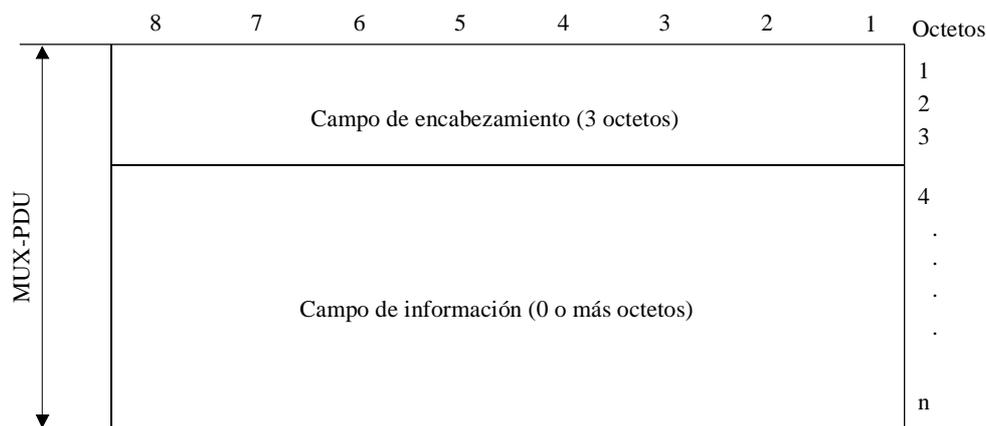
B.3.1.1 Detección de banderas

Una propiedad fundamental de la bandera de sincronización utilizada en este anexo es que tiene una autocorrelación que ofrece buenas propiedades de detección, y la correlación cruzada entre la bandera y su complemento a uno presenta la misma propiedad de detección rigurosa en sentido negativo. Dado un correlador que efectúa una búsqueda de sincronización en posiciones especificadas, la salida de ese correlador puede utilizarse para señalar información adicional detectando una bandera de complemento a uno para información concreta. Ésta se utiliza dentro de UIT-T H.223 para señalar la información PM, y para señalar transiciones entre niveles.

La detección del comienzo de la MUX-PDU por el receptor debe efectuarse por correlación del tren de bits entrante con la bandera de MUX-PDU descrita en esta subcláusula. Al determinar la suma de correlación, el correlador debe interpretar los ceros de la bandera de la MUX-PDU como "-1". La salida del correlador debe entonces compararse con un umbral de correlación (CT) y su negativo (-CT). El receptor debe decidir que se ha detectado una bandera cuando la salida del correlador es igual o mayor que CT, o si la salida es menor o igual que -CT. El valor de CT no se especifica en este anexo, sino que se deja a la discreción del implementador. La estructura con alineación de octetos de las MUX-PDU debe utilizarse para reducir la emulación de las banderas de sincronismo.

B.3.2 Formato y codificación/decodificación de las MUX-PDU

Todas las MUX-PDU se ajustarán al formato mostrado en la figura B.1.



T1602650-97

Figura B.1/H.223 – Formato de las MUX-PDU

B.3.2.1 Campo de encabezamiento

El formato del encabezamiento se ajustará al formato presentado en la figura B.2.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octetos
MPL4	MPL3	MPL2	MPL1	MC4	MC3	MC2	MC1	1
P4	P3	P2	P1	MPL8	MPL7	MPL6	MPL5	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3

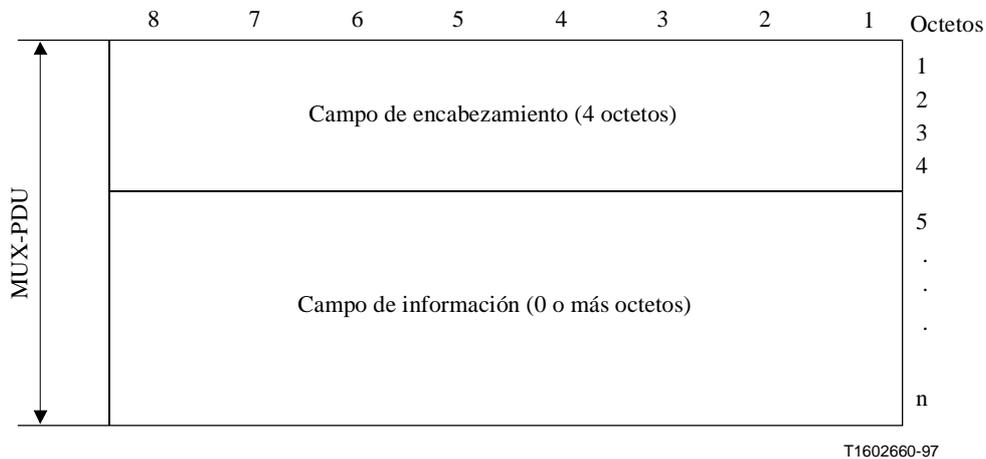
Figura B.2/H.223 – Formato de encabezamiento de la MUX-PDU

MC4 y MPL8 son respectivamente los MSB de los campos MC y MPL. Los bits P se definen en B.3.2.1.3.

NOTA – El orden de los campos de las figuras B.2 y B.4 no es conforme a la convención general de UIT-T H.223.

Un encabezamiento opcional para este anexo proporciona la capacidad de utilizar la MUX-PDU anterior cuyo encabezamiento está deteriorado debido a errores del canal. La figura B.3 muestra el formato de la MUX-PDU cuando se utiliza esta opción, y la figura B.4 el formato del encabezamiento opcional. El encabezamiento opcional contiene la señalización de marcador de paquetes y el código múltiplex del encabezamiento anterior. Este encabezamiento corresponde a una MUX-PDU que no es de relleno o a una secuencia de relleno.

Los valores de MC' y PM' son como los indicados por MC y PM respectivamente, en el nivel 0 de H.223. El campo HEC' se calculará a partir de MC', con arreglo al procedimiento descrito en 6.4.1.2. La utilización de este campo opcional será señalizada por un mensaje "h223MultiplexReconfiguration.h223ModeChange.toLevel2withOptionalHeader" de H.245 iniciado utilizando el procedimiento definido en C.6/H.324.



T1602660-97

Figura B.3/H.223 – Formato de MUX-PDU opcional

8	7	6	5	4	3	2	1	Octetos
MPL4	MPL3	MPL2	MPL1	MC4	MC3	MC2	MC1	1
P4	P3	P2	P1	MPL8	MPL7	MPL6	MPL5	2
P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	3
HEC' 3	HEC' 2	HEC' 1	MC' 4	MC' 3	MC' 2	MC' 1	PM'	4

Figura B.4/H.223 – Formato de encabezamiento de la MUX-PDU

B.3.2.1.1 Campo de código múltiplex (MC)

Véase 6.4.1.1.

B.3.2.1.2 Campo de longitud de cabida útil múltiplex (MPL, *multiplex payload lenght*)

El campo MPL de 8 bits describe la longitud del campo de información en octetos (véase la figura B.2). El valor de MPL estará entre 0 y 254. El valor 255 no se utilizará y queda para uso futuro.

B.3.2.1.3 Campo de bits de paridad

El código Golay ampliado (24, 12, 8):

El código Golay (23, 12, 7) es un código perfecto y en su forma convencional será generado por el siguiente polinomio generador:

$$G = 1 + X^2 + X^4 + X^5 + X^6 + X^{10} + X^{11}$$

El código se ampliará añadiendo una verificación de paridad global (paridad global par) para producir un código a velocidad 1/2. Los bits de paridad P se obtendrán a partir de la ecuación siguiente:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \\ P12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T \bullet \begin{bmatrix} MC1 \\ MC2 \\ MC3 \\ MC4 \\ MPL1 \\ MPL2 \\ MPL3 \\ MPL4 \\ MPL5 \\ MPL6 \\ MPL7 \\ MPL8 \end{bmatrix}$$

NOTA – El símbolo T significa transposición de matriz.

Este código tiene una estructura sistemática, lo que significa que los datos aparecen invariables dentro de la palabra de código de salida del codificador.

B.3.2.2 Campo de información

Véase 6.4.2.

B.3.2.3 Modo de relleno

Si no se dispone de información se utilizará el modo de relleno. El multiplexador indicará un modo de relleno de nivel 2 insertando una bandera de sincronización de nivel 2 seguida por un encabezamiento de nivel 2 (el encabezamiento de nivel 2 normal o el encabezamiento normal de B.3.2.1, según el modo de operación). El campo MPL será "00000000" y el MC será "0000". Si se utiliza el encabezamiento opcional en el modo de operación de relleno, el encabezamiento opcional contiene la señalización de marcador de paquetes y el código múltiplex del encabezamiento anterior. Este encabezamiento corresponde a una MUX-PDU que no es de relleno o a una secuencia de relleno. Este modo de relleno puede insertarse consecutivamente un número arbitrario de veces.

B.3.3 Marcación de las fronteras de las MUX-SDU

Esta cláusula sustituye a 6.5.

Es necesario detectar las fronteras de las MUX-SDU en el receptor para identificar la localización de todos los campos que el receptor debe interpretar en la AL y/o en una capa superior de trama. Esto deberá realizarse del modo siguiente.

Para los canales lógicos no segmentables, el inicio de cada MUX-SDU deberá coincidir con un intervalo especificado en una sola estructura elemento múltiplex cuyo tipo sea número de canal lógico (véase UIT-T H.245), y la MUX-SDU deberá terminar después de la cuenta de repetición especificada o en la bandera de cierre de la MUX-PDU, el que primero ocurra de estos dos eventos. La longitud real de la MUX-SDU puede ser menor que la longitud del intervalo, siempre que la MUX-PDU vigente se termine por una bandera de cierre inmediatamente después de la MUX-SDU. Dado que el tamaño de cada MUX-SDU puede variar, se pueden definir múltiples entradas de cuadro múltiplex para que concuerden con las posibles longitudes de las MUX-SDU, a fin de combinar estas MUX-SDU con octetos de otros canales lógicos. Cabe señalar que las definiciones aquí indicadas junto con las condiciones señaladas en UIT-T H.245 suponen que se permite colocar más de una MUX-SDU de un canal lógico no segmentable en una MUX-PDU, pero sólo cuando el receptor distante ha indicado la capacidad múltiplex mejorada.

Para los canales lógicos segmentables, cada MUX-SDU se puede dividir en segmentos, los cuales pueden transferirse en una o más MUX-PDU. Se utilizará una bandera complemento a 1 para indicar que el último octeto de la MUX-PDU anterior era el octeto final de la MUX-SDU de terminación. Como resultado de este procedimiento, sólo una MUX-SDU segmentable puede terminar dentro de una MUX-PDU; tan pronto como se llegue al fin de cualquier MUX-SDU de un canal lógico segmentable, la MUX-PDU se terminará con una bandera de cierre de complemento a 1. En cualquier otra circunstancia no se utilizará la bandera de complemento a 1. Otro resultado de este procedimiento es que una MUX-PDU no contendrá nunca octetos de dos MUX-SDU diferentes del mismo canal lógico segmentable.

ANEXO C

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

C.1 Generalidades

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 UIT-T 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 los siguientes acrónimos.

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 secuencial en recepción (<i>receive sequence number</i>)

N(S)	Número secuencial 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 (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, salvo para el modo de relleno de B.3.2.3.

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 (véase 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.

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 soporta el uso de detección de errores, corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*) y retransmisión (ARQ). AL1M también soporta 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 H.245.

La AL1M incluye un código EGolay o un encabezamiento con codificación SEBCH. AL1M también soporta 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 UIT-T H.223 soporta 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, 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, sustituyendo AL1 por AL1M.

C.4.1.2.2 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 presente Recomendación.

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.

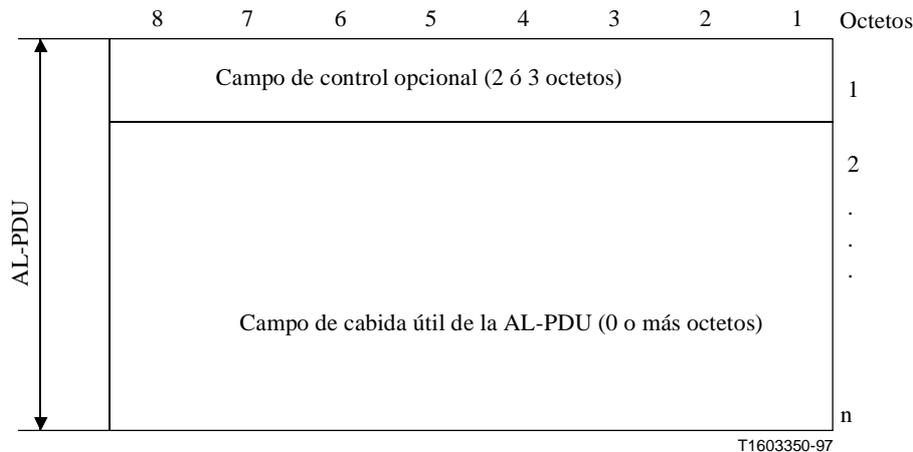


Figura C.1/H.223 – Formato de la AL-PDU de la AL1M

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 UIT-T 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) 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 bits de cola obligatorios (TB)¹ y 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*) 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.

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.

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.

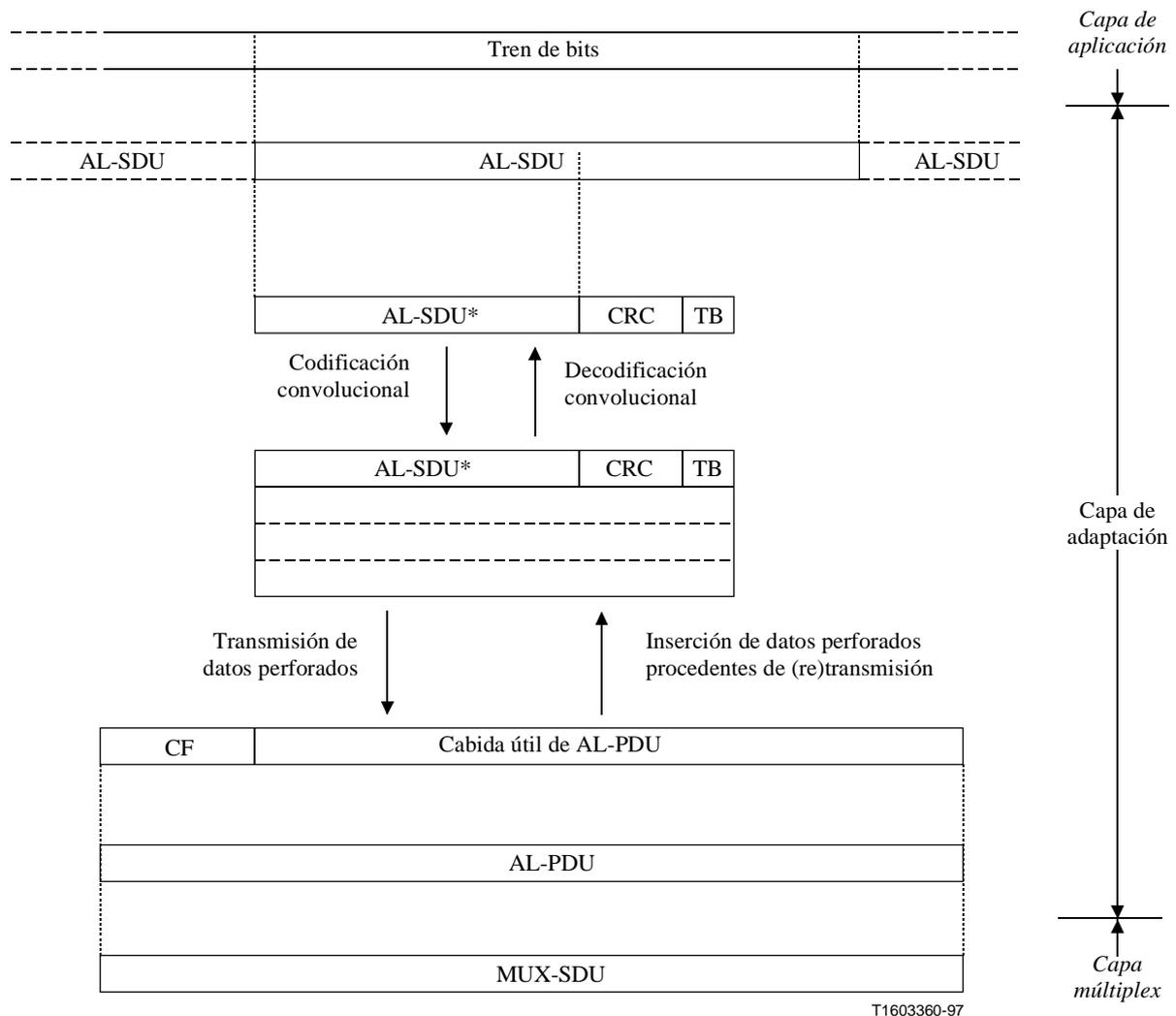


Figura C.2/H.223 – Estructura de la AL1M

C.4.1.5 Campo de control (CF, *control field*)

El campo de control opcional consta del campo número de secuencia (SN), el campo número de retransmisión (RN, *retransmission number*), el campo de 1 bit (X), y el campo código de error de control (CEC, *control error code*). 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	Octetos
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	Octetos
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 UIT-T 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 I.2
EGolay(24, 12, 8)	10	B.3.2.1.3

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 1 – El orden de bits de los campos de las figuras C.3 y C.4 no cumple el convenio general de UIT-T 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, con lo que el CEC obtendrá mediante la siguiente ecuación:

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

NOTA 2 – El símbolo T indica transposición de matrices.

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

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:

$$t = \max_{\tau \in \mathfrak{S}, \tau \bmod 8=0} \left\{ \tau \leq [(l_v - l_h)] \cdot r_{target} \right\} - 1_{CRC} - 1_{TB}, \quad \text{con todos los } \mathfrak{S} \text{ enteros} \quad (\text{C-2})$$

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:

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

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. La CRC se agrega a la AL-SDU* 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 soportan 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.

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: $x^{28} + x^{19} + x^6 + x^5 + x^3 + 1$.

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 C.4 obtenemos un código convolucional perforado compatible con la velocidad (RCPC, *rate compatible punctured convolutional*). 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.

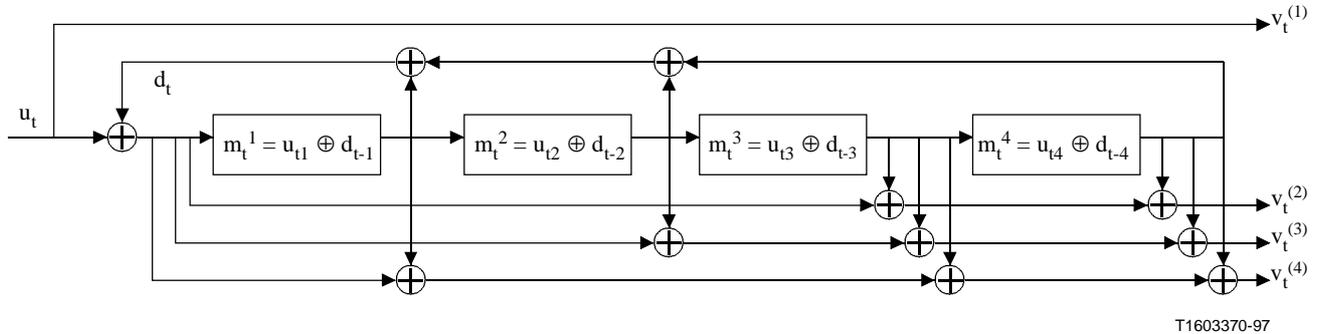


Figura C.5/H.223 – Realización del registro de desplazamiento de un codificador convolucional recurrente sistemático

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 $v_t^{(2)}, v_t^{(3)}$ y $v_t^{(4)}$:

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

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

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

con $\underline{m}_1 = (m_1^1, m_1^2, m_1^3, m_1^4) = (0, 0, 0, 0) = \underline{\mathbf{0}}$

El estado inicial será siempre $\underline{\mathbf{0}}$, 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 $\underline{m}_n = \underline{\mathbf{0}}$ (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, *tail bits*) 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 $\underline{m}_{n-3} = (m_{n-3}^1, m_{n-3}^2, m_{n-3}^3, m_{n-3}^4)$.

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

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 la anchura a y la altura b del entrelazador de bloques 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 representa la distancia, después del entrelazado, entre dos bits adyacentes en la AL-PDU.

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.

El proceso de entrelazado de bloques, de anchura a y altura b , es:

- 1) se prepara una memoria intermedia rectangular compuesta de a columnas y b filas;
- 2) se escriben los datos de entrada en esta memoria intermedia de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, fila por fila, bit por bit;
- 3) se leen los datos de salida de la memoria intermedia de arriba a abajo y de izquierda a derecha, columna por columna, bit por bit.

Se puede representar este proceso de la siguiente manera:

x_i : i -ésimo bit de entrada al entrelazador. $i = 0 \dots N-1$,

y_j : j -ésimo bit de salida del entrelazador. $j = 0 \dots N-1$,

$y_j = x_i$, donde $i = (j \bmod b) \cdot a + [j/b]$

N es la cantidad de bits de entrada al entrelazador, y $[x]$ es el valor entero máximo menor o igual que x .

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

C.4.1.9.1 Codificación

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

- 1) Calcular la longitud de l_v de AL-PDU según C.4.1.7.1 y la primera velocidad requerida en el mensaje abrir canal lógico H.245.
- 2) Se añadirá la CRC de la longitud requerida en el campo de mensaje abrir canal lógico 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 $[l_v - l_h]$ bits (longitud de la cabida útil de AL-PDU) en la memoria, empezando por el comienzo de la memoria e 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) No se utilizará el campo de control (CF) si el modo ARQ, señalado por el mensaje H.245, se pone a "noArq".
- 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 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: Si $V^j(S) = 0$, se aplicará el paso 6 del procedimiento de codificación de esta cláusula. En otro caso, el transmisor puede escoger cualquier longitud de cabida útil de AL-PDU, por lo cual la cabida útil de AL-PDU tendrá un número entero de octetos. Esta cabida útil de AL-PDU se leerá de la memoria intermedia lineal en orden consecutivo.
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.

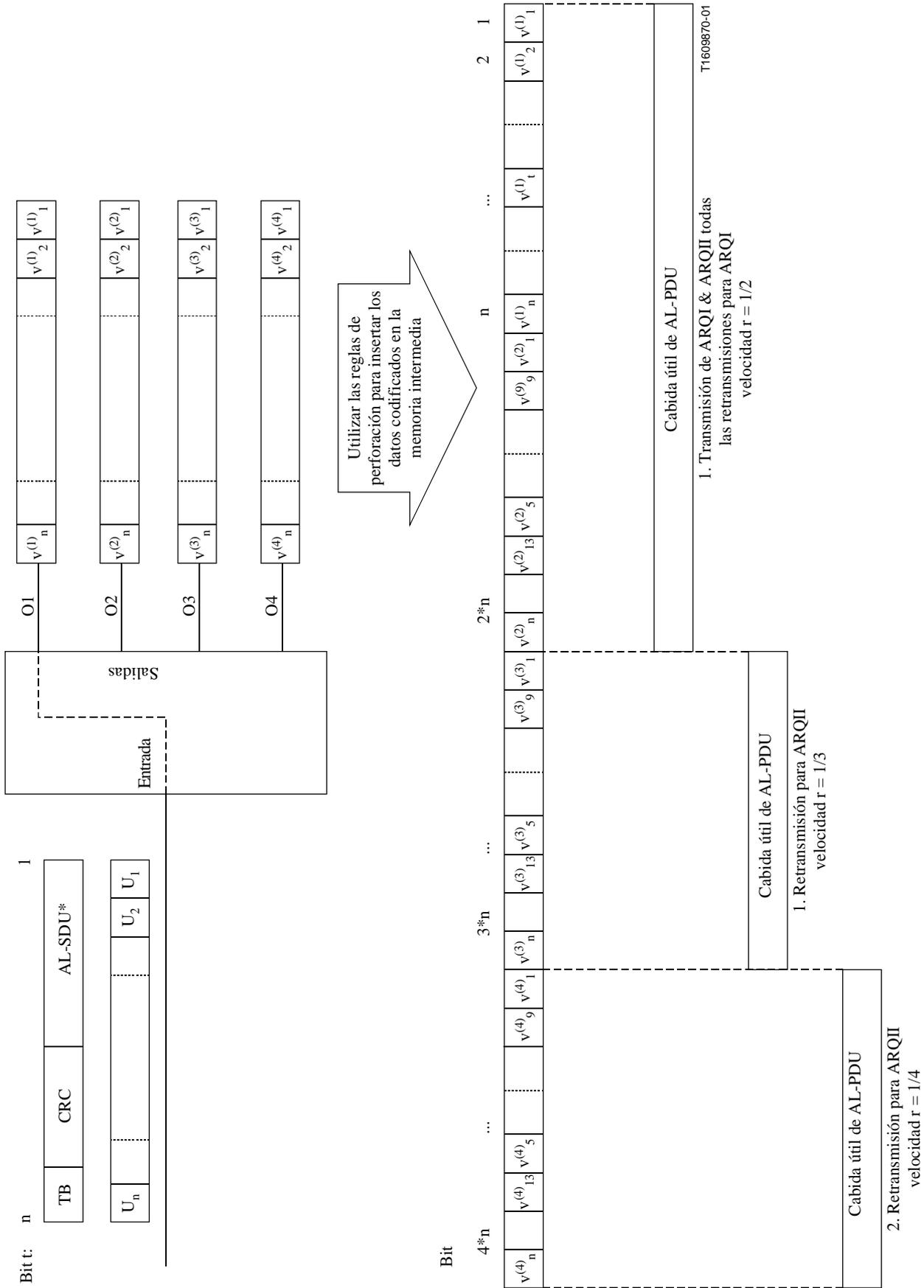


Figura C.6/H.223 – Procedimientos de codificación de la AL3M en el lado transmisión

C.4.1.9.2 Posible implementación del procedimiento de correspondencia

La correspondencia de la matriz temporal a la memoria intermedia lineal se hace mediante las reglas de perforación del cuadro C.4, que describen el orden de lectura exacto de la matriz temporal. El cuadro C.5 presenta el orden de lectura para las salidas 2, 3 y 4.

Cuadro C.5/H.223 – Orden de lectura para las salidas 2, 3 y 4 de la matriz temporal de la figura C.7

número de columna	1	2	3	4	5	6	7	8
orden de lectura	1	5	3	7	2	6	4	8

La memoria intermedia lineal se llena de la siguiente manera:

- 1) Se escribe directamente en la memoria intermedia lineal la primera línea de salida del codificador convolucional.
- 2) Se escriben las columnas de salida 2 de la matriz temporal en la memoria intermedia lineal, utilizando el cuadro C.5. Por tanto, se leen primero todos los bits de la columna 1 de arriba a abajo y se llevan a la memoria intermedia lineal; se repite el procedimiento con la columna 5 y así sucesivamente. Una vez leídas todas las columnas, el procedimiento de correspondencia continúa con la salida 3.
- 3) Se escriben las columnas de salida 3 de la matriz temporal en la memoria intermedia lineal, utilizando el cuadro C.5. Por tanto, se leen primero todos los bits de la columna 1 de arriba a abajo y se llevan a la memoria intermedia lineal; se repite el procedimiento con la columna 5 y así sucesivamente. Una vez leídas todas las columnas, el procedimiento de correspondencia continúa con la salida 4.
- 4) Se escriben las columnas de salida 4 de la matriz temporal en la memoria intermedia lineal, utilizando el cuadro C.5. Por tanto, se leen primero todos los bits en la columna 1 de arriba a abajo y se llevan a la memoria intermedia lineal; se repite el procedimiento con la columna 5 y así sucesivamente. Una vez leídas todas las columnas, termina el procedimiento de correspondencia.

C.4.1.9.3 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;
- $l_{buffer} = 4 \times 16$ 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

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 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 utilizando AL1M en lugar de AL3.

C.4.1.13 Procedimientos de retransmisión (ARQI, ARQII)

En esta cláusula 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 2^5-1 ó $2^{10}-1$. La longitud del campo de número de secuencia (SN) se fija con el mensaje abrir canal lógico de UIT-T 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 $R_{\text{máx}}$. 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 $R_{\text{máx}}$*

$R_{\text{máx}}$ 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 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 soportará todos los transmisores AL1M se especifica en la Recomendación sobre sistemas (por ejemplo, UIT-T H.324) que utiliza este anexo. El tamaño real de B_S se indicará al extremo distante en el mensaje abrir canal lógico 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)

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 soportan 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 UIT-T 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 RN. 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 cláusula 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 borra 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 presente Recomendación.

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.

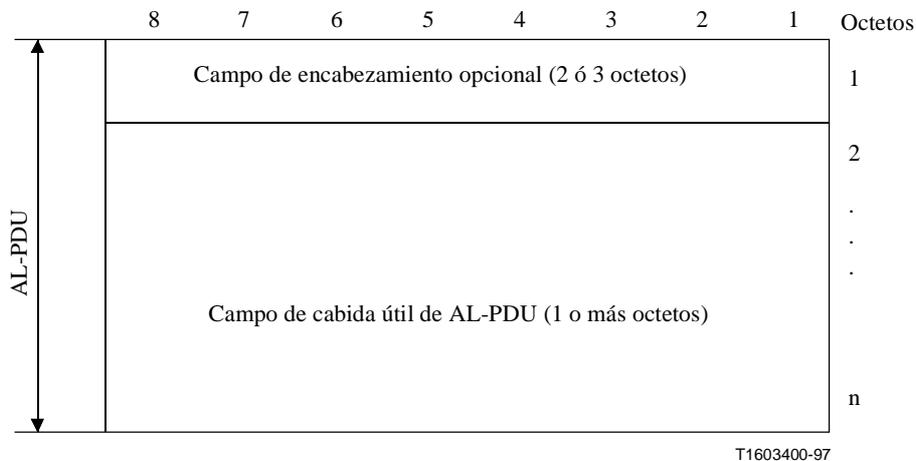


Figura C.8/H.223 – Formato de la AL-PDU para la AL2M

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 control de errores del encabezamiento (HEC, *header error control*). Esta HEC utiliza un código SEBCH(16, 5) o un código EGolay(24, 12) (véanse las figuras C.9 y C.10).

8	7	6	5	4	3	2	1	Octetos
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	Octetos
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 UIT-T 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 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 control de errores del 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. Los bits CEC del código SEBCH se obtendrán mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ P3 \\ P4 \\ P5 \\ P6 \\ P7 \\ P8 \\ P9 \\ P10 \\ P11 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} SN1 \\ SN2 \\ SN3 \\ SN4 \\ SN5 \end{bmatrix}$$

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 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 UIT-T 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 soportará 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.

ANEXO D

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

D.1 Generalidades

En el presente anexo se especifica un protocolo facultativo de nivel 3 de las extensiones móviles de la Recomendación H.223. Para mantener la compatibilidad, deberán incluirse las características básicas del protocolo de nivel 3 descrito en el anexo C.

D.2 Acrónimos

En este anexo se utilizan los siguientes acrónimos.

ARQ	Petición automática de repetición (<i>automatic repeat request</i>)
CF	Campo de encabezamiento de control (<i>control header field</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
SRS	Reed-Solomon abreviado (código) [<i>shortened Reed-Solomon (code)</i>]

D.3 Especificación de la capa múltiplex (MUX, *multiplex*)

Véase C.3.

D.4 Capa de adaptación

D.4.1 AL1M

D.4.1.1 Marco de la AL1M

Véase C.4.1.1.

D.4.1.2 Primitivas intercambiadas entre la AL1 y la AL1M

Véase C.4.1.2.

D.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 ARQI³;
- división opcional de AL-SDU para tramas alineadas.

D.4.1.4 Formato y estructura de la AL1M

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

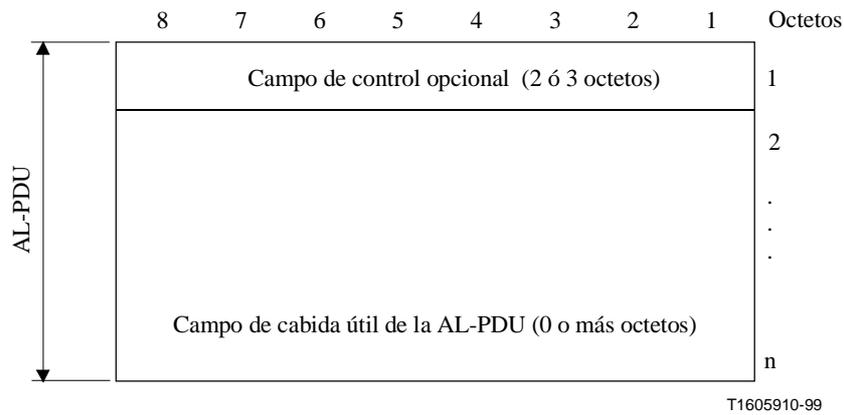


Figura D.1/H.223 – Formato de la AL-PDU de la AL1M

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, se supone que la cabida útil de la AL-PDU es una I-PDU, a menos que se indique otra cosa. 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 UIT-T H.223, la AL-SDU no siempre se hace corresponder con la cabida útil de la AL-PDU (véase la figura D.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 D.4.1.7.1. La AL-PDU está formada por la cabida útil de la AL-PDU y el campo de control (CF) opcional.

³ Se señala que ARQII no se soporta.

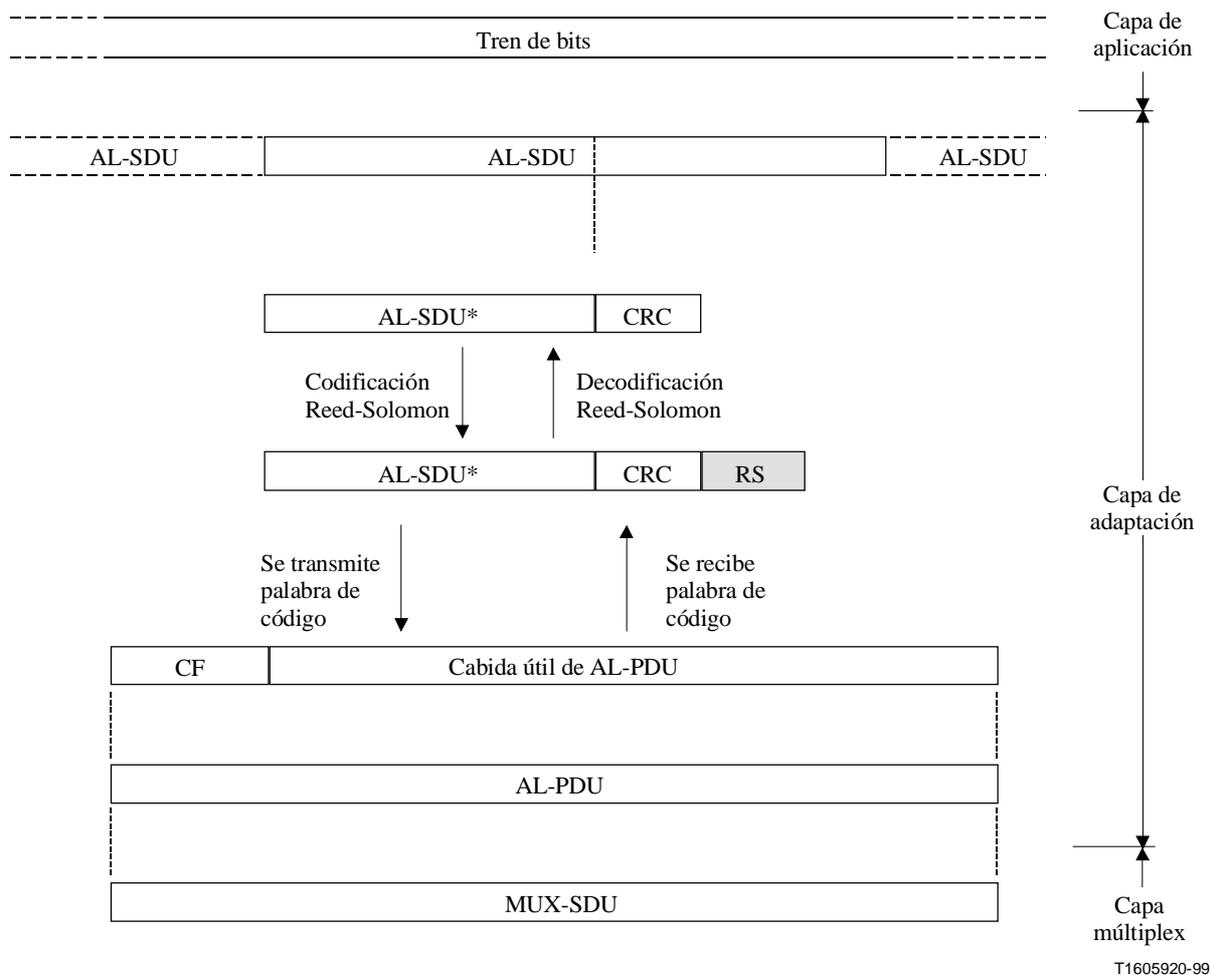


Figura D.2/H.223 – Estructura de la AL1M

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

FEC_ONLY En este modo, una AL-SDU* con CRC se codifica en Reed-Solomon con una velocidad de código $r \leq 1,0$. La longitud de la AL-SDU* deberá ser menor que $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$. La AL-PDU resultante es únicamente un campo de cabida útil AL-PDU. No se soporta el modo división. En este modo, la retransmisión no es posible.

ARQ Si el modo se fija a ARQI (se soporta únicamente ARQI), es posible pedir retransmisiones.

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

D.4.1.5 Campo de control (CF)

Véase C.4.1.5.

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

Sólo en el modo de transferencia entramado 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. Si la longitud de la AL-SDU es superior a $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$ octetos, el transmisor debe aplicar este procedimiento

de división. Si la longitud de la AL-SDU es menor que $255 - 2e_{target} - l_{CRC}/8$ octetos, el transmisor puede aplicar este procedimiento de división.

Cada AL-SDU* se transmite como se describe en D.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 fijará a "0".

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

Véase C.4.1.7.

D.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;
- e_{target} Capacidad de corrección del código SRS en octetos;
- 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.

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

$$l_v = l_h + t + l_{CRC} + 16e_{target} \quad (D-1)$$

Los parámetros l_v , t y l_{CRC} deberán estar alineados en bytes. El transmisor de la AL1M utilizará la ecuación (D-1). En el receptor de la AL1M la longitud de la AL-SDU* t se evaluará mediante la siguiente ecuación:

$$t = l_v - l_h - l_{CRC} - 16e_{target} \quad (D-2)$$

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), $e_{target} = 2$, $l_h = 24$ bits (3 octetos) y $l_{CRC} = 16$ bits (2 octetos). Aplicando la ecuación (D-1) se obtiene que la longitud de la AL-PDU es octetos $l_v = 56$ octetos. La velocidad instantánea r_{result} puede evaluarse mediante la ecuación:

$$r_{result} = \frac{t + l_{CRC}}{l_v - l_h} \quad (D-3)$$

En este ejemplo, $r_{result} = \frac{49}{53} \approx 0,9245$.

D.4.1.7.2 Verificación por redundancia cíclica (CRC)

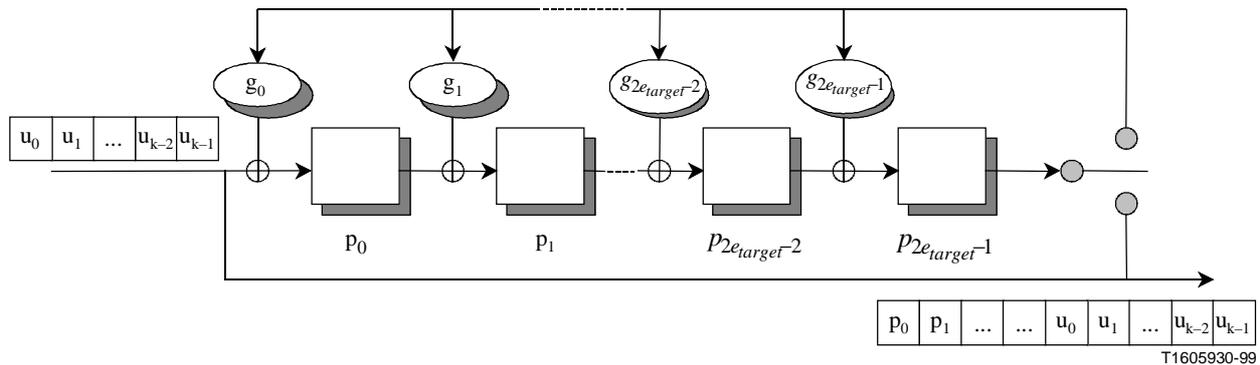
La CRC proporciona una capacidad de detección de errores en toda la AL-SDU*, sin embargo no puede utilizarse ninguna CRC. La CRC se agrega a la AL-SDU* antes de aplicar el procedimiento de codificación con corrección de errores. La CRC es utilizada por el receptor de la AL1M para verificar si el intento de codificación del algoritmo de corrección de errores es un proceso sin errores. Se soportan longitudes de CRC de 8, 16 y 32 bits. La longitud del campo CRC se especificará durante el procedimiento OpenLogicalChannel H.245.

Descripción de los polinomios CRC:

- a) CRC de 8 bits: véase 7.3.3.2.3.
- b) CRC de 16 bits: véase 7.4.3.2.3.
- c) CRC de 32 bits: véase 8.1.1.6.2/V.42.

D.4.1.7.3 Codificador Reed-Solomon abreviado

El codificador de canal se basa en un codificador Reed-Solomon abreviado (SRS, *shortened Reed-Solomon*) con capacidad de corrección e_{target} , donde e_{target} puede seleccionarse como un valor entero cualquiera que satisfaga la relación $0 \leq 2e_{target} \leq 255 - (t + l_{CRC})/8$, siendo t y l_{CRC} la longitud de la AL-SDU* y dLa CRC respectivamente. En la unidad AL1M emisora, la cabida útil de la AL-PDU es generada por codificación Reed-Solomon del campo concatenado de la AL-SDU* y del campo CRC. La codificación Reed-Solomon del campo CRC empieza por el término de orden más alto del polinomio que representa el campo CRC. En la entidad AL1M receptora, la concatenación del campo AL-SDU* y del campo CRC puede reconstruirse por decodificación Reed-Solomon. Puesto que este código es sistemático, el receptor puede también extraer directamente la AL-SDU* protegida por CRC del tren de bits recibido sin decodificación Reed-Solomon. El código SRS definido en el campo de Galois $GF(2^8)$ (*Galois field*) se genera a partir de un polinomio generador $g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2) \dots (x - \alpha^{2e_{target}})$, donde α^i ($0 \leq i \leq 254$) es una raíz del polinomio primitivo $m(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. En el cuadro II.1 se muestran representaciones óctuples binarias de α^i . En la figura D.3 se muestra una realización del registro de desplazamiento.



T1605930-99

Figura D.3/H.223 – Realización del registro de desplazamiento del codificador Reed-Solomon

Cada elemento de la secuencia de mensaje $\mathbf{u} = (u_{k-1}, u_{k-2}, \dots, u_1, u_0)$ corresponde al de la AL-SDU* y al de CRC en octetos. El polinomio de comprobación de paridad $p(x)$ se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 p(x) &= x^{2e_{target}} \cdot u(x) \bmod g(x) \\
 &= p_{2e_{target}-1} x^{2e_{target}-1} + p_{2e_{target}-2} x^{2e_{target}-2} + \dots + p_1 x + p_0
 \end{aligned}
 \tag{D-4}$$

siendo $u(x)$ el polinomio de mensaje definido como:

$$u(x) = u_{k-1} x^{k-1} + u_{k-2} x^{k-2} + \dots + u_1 x + u_0
 \tag{D-5}$$

A partir de las ecuaciones (D-4) y (D-5), el polinomio de código viene dado por:

$$c(x) = u_{k-1}x^{2e_{target}+k-1} + u_{k-2}x^{2e_{target}+k-2} + \Lambda + u_1x^{2e_{target}+1} + u_0x^{2e_{target}} + p_{2e_{target}-1}x^{2e_{target}-1} + p_{2e_{target}-2}x^{2e_{target}-2} + \Lambda p_1x + p_0 \quad (D-6)$$

Ejemplo

- $e_{target} = 2$
- $u = (u_2, u_1, u_0) = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231})$
- $l_{CRC} = 8$

En este ejemplo se supone que u_2 y u_1 son AL-SDU* y u_0 es CRC. Según el procedimiento de 7.3.3.2.3, el polinomio de CRC $b(x)$ viene dado por:

$$b(x) = x^7 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1 \quad (D-7)$$

Con lo que, se obtiene $u_0 = \alpha^{231}$.

El polinomio generador $g(x)$ viene dado por:

$$g(x) = (x - \alpha)(x - \alpha^2)(x - \alpha^3)(x - \alpha^4) = x^4 + \alpha^{76}x^3 + \alpha^{251}x^2 + \alpha^{81}x + \alpha^{10} \quad (D-8)$$

Cada elemento de la secuencia de mensaje $u = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231})$ corresponde al de la AL-SDU* y al de CRC en octetos. El polinomio de comprobación de paridad $p(x)$ se calcula entonces de la siguiente manera:

$$p(x) = x^4(\alpha^4x^2 + \alpha^7x + \alpha^{231}) \bmod g(x) = \alpha^{34}x^3 + \alpha^{12}x^2 + \alpha^{189}x + \alpha^{188} \quad (D-9)$$

A partir de las ecuaciones (D-8) y (D-9), el polinomio de código viene dado por:

$$c(x) = \alpha^4x^6 + \alpha^7x^5 + \alpha^{231}x^4 + \alpha^{34}x^3 + \alpha^{12}x^2 + \alpha^{189}x + \alpha^{188} \quad (D-10)$$

Con lo que se obtiene la secuencia de códigos $c = (\alpha^4, \alpha^7, \alpha^{231}, \alpha^{34}, \alpha^{12}, \alpha^{189}, \alpha^{188})$.

En la figura D.4 se muestra una realización del registro de desplazamiento de este ejemplo.

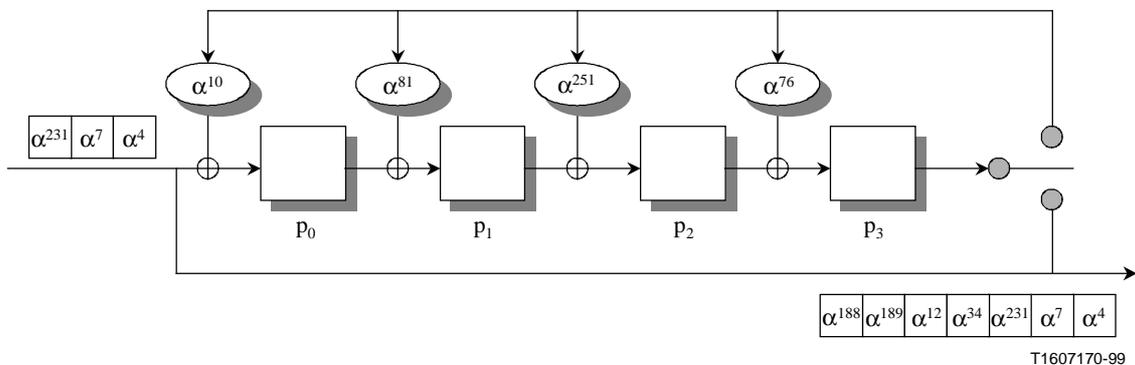


Figura D.4/H.223 – Ejemplo de codificador Reed-Solomon ($e_{target} = 2$)

D.4.1.8 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) Añadir la CRC de la longitud requerida en el campo de mensaje OpenLogicalChannel H.245 a la AL-SDU*.
- 2) Generar los datos codificados pasando la AL-SDU* más CRC a través del codificador Reed-Solomon.
- 3) Para la primera transmisión, leer el término de orden más elevado del polinomio del código (por ejemplo, u_{k-1} en la figura D.3). El primer octeto del resultado (por ejemplo, u_{k-1} en la figura D.3) es el primer octeto del campo de cabida útil de la AL-PDU.
- 4) Si es necesario (indicado en el mensaje OpenLogicalChannel H.245), añadir el campo de control (CF) al principio de la AL-PDU.

Estos pasos son válidos para los modos FEC_ONLY y ARQI.

La figura D.5 ilustra los procedimientos de codificación de la AL1M en el lado del transmisor.

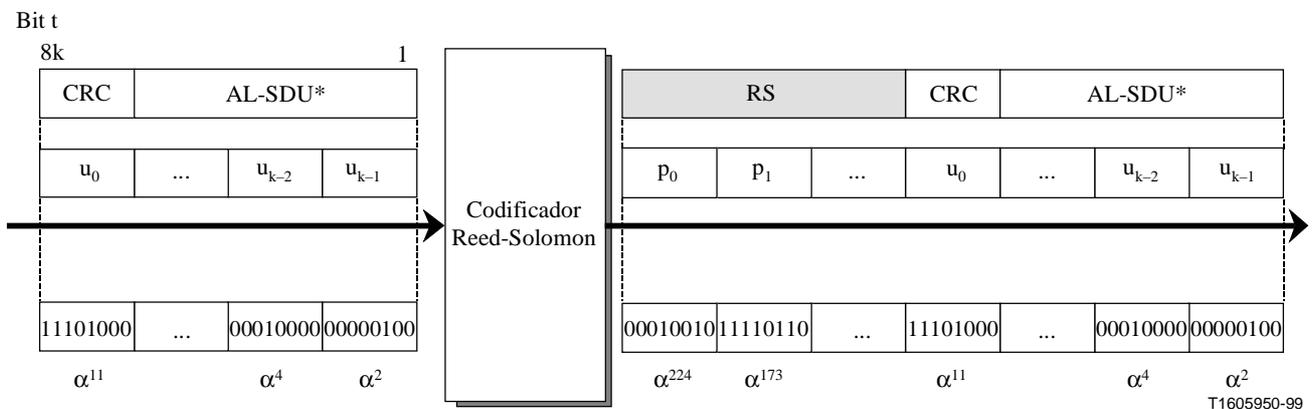


Figura D.5/H.223 – Procedimiento de codificación de la AL1M en el lado del transmisor

D.4.1.9 Decodificación de la cabida útil de la AL-PDU (I-PDU)

El receptor puede comprobar los símbolos sistemáticos recibidos antes de decodificar el código Reed-Solomon. Si falla la CRC puede utilizarse cualquier tipo de decodificación Reed-Solomon.

Después de la decodificación Reed-Solomon, puede utilizarse la CRC para comprobar la conformidad del intento de decodificación. Si la CRC falla, se puede solicitar otra retransmisión, o dar los datos erróneos al usuario de la AL1M con un mensaje de indicación de error (EI) apropiado. Si la corrección de errores falla, el receptor puede utilizar los símbolos de información decodificados o los símbolos sistemáticos antes de la decodificación Reed-Solomon tal como se recibieron en la AL-SDU*. Pasando de nuevo los datos erróneos al usuario de la AL1M junto con el mensaje EI.

Si se utiliza el procedimiento de retransmisión ARQI, cada retransmisión da los mismos datos que la anterior. Después de cada intento de decodificación, se puede comprobar su resultado aplicando la CRC.

D.4.1.10 Procedimientos de Aborto

Véase C.4.1.11.

D.4.1.11 Procedimientos de control de errores

Véase C.4.1.12.

D.4.1.12 Procedimientos de retransmisión (ARQI)

Véase C.4.1.13.

D.4.2 AL2M

Véase C.4.2.

D.4.3 AL3M

Véase C.4.3. La AL3M del anexo D deberá utilizar el código SRS en lugar del código RCPC.

APÉNDICE I

Matrices generadoras del BCH ampliado sistemático

Este apéndice describe los códigos Bose-Chaudhuri-Hocquenghem ampliados sistemáticos (SEBCH, *systematic extended Bose-Chaudhuri-Hocquenghem*), e incluye las matrices generadoras, que se utilizan en el anexo C.

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 $\underline{G} = [\underline{1} \mid \underline{A}]$ 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. Los ejemplos de las matrices generadoras 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 Berleykamp-Massey. Éste 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 Berleykamp-Massey.

Ejemplo

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

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

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

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

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	Octetos
0	0	0	0	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 esta cláusula 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 $x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + 1$.

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

APÉNDICE II

Representación binaria de α^i

Este apéndice contiene la representación binaria de α^i en $GF(2^8)$ utilizada en el anexo D. En la representación binaria de α^i ($u^{(8)}, u^{(7)}, u^{(6)}, u^{(5)}, u^{(4)}, u^{(3)}, u^{(2)}, u^{(1)}$), $u^{(1)}$ se define como el LSB y $u^{(8)}$ como el MSB. Véase el cuadro II.1

Cuadro II.1/H.223 – Representación binaria de α^i ($0 \leq i \leq 254$) en $GF(2^8)$

α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria
0	00000000	α^{63}	10100001	α^{127}	11001100	α^{191}	01000001
α^0	00000001	α^{64}	01011111	α^{128}	10000101	α^{192}	10000010
α^1	00000010	α^{65}	10111110	α^{129}	00010111	α^{193}	00011001
α^2	00000100	α^{66}	01100001	α^{130}	00101110	α^{194}	00110010
α^3	00001000	α^{67}	11000010	α^{131}	01011100	α^{195}	01100100
α^4	00010000	α^{68}	10011001	α^{132}	10111000	α^{196}	11001000
α^5	00100000	α^{69}	00101111	α^{133}	01101101	α^{197}	10001101
α^6	01000000	α^{70}	01011110	α^{134}	11011010	α^{198}	00000111
α^7	10000000	α^{71}	10111100	α^{135}	10101001	α^{199}	00001110
α^8	00011101	α^{72}	01100101	α^{136}	01001111	α^{200}	00011100
α^9	00111010	α^{73}	11001010	α^{137}	10011110	α^{201}	00111000
α^{10}	01110100	α^{74}	10001001	α^{138}	00100001	α^{202}	01110000
α^{11}	11101000	α^{75}	00001111	α^{139}	01000010	α^{203}	11100000
α^{12}	11001101	α^{76}	00011110	α^{140}	10000100	α^{204}	11011101
α^{13}	10000111	α^{77}	00111100	α^{141}	00010101	α^{205}	10100111
α^{14}	00010011	α^{78}	01111000	α^{142}	00101010	α^{206}	01010011
α^{15}	00100110	α^{79}	11110000	α^{143}	01010100	α^{207}	10100110
α^{16}	01001100	α^{80}	11111101	α^{144}	10101000	α^{208}	01010001

Cuadro II.1/H.223 – Representación binaria de α^i ($0 \leq i \leq 254$) en $GF(2^8)$

α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria
α^{17}	10011000	α^{81}	11100111	α^{145}	01001101	α^{209}	10100010
α^{18}	00101101	α^{82}	11010011	α^{146}	10011010	α^{210}	01011001
α^{19}	01011010	α^{83}	10111011	α^{147}	00101001	α^{211}	10110010
α^{20}	10110100	α^{84}	01101011	α^{148}	01010010	α^{212}	01111001
α^{21}	01110101	α^{85}	11010110	α^{149}	10100100	α^{213}	11110010
α^{22}	11101010	α^{86}	10110001	α^{150}	01010101	α^{214}	11111001
α^{23}	11001001	α^{87}	01111111	α^{151}	10101010	α^{215}	11101111
α^{24}	10001111	α^{88}	11111110	α^{152}	01001001	α^{216}	11000011
α^{25}	00000011	α^{89}	11100001	α^{153}	10010010	α^{217}	10011011
α^{26}	00000110	α^{90}	11011111	α^{154}	00111001	α^{218}	00101011
α^{27}	00001100	α^{91}	10100011	α^{155}	01110010	α^{219}	01010110
α^{28}	00011000	α^{92}	01011011	α^{156}	11100100	α^{220}	10101100
α^{29}	00110000	α^{93}	10110110	α^{157}	11010101	α^{221}	01000101
α^{30}	01100000	α^{94}	01110001	α^{158}	10110111	α^{222}	10001010
α^{31}	11000000	α^{95}	11100010	α^{159}	01110011	α^{223}	00001001
α^{32}	10011101	α^{96}	11011001	α^{160}	11100110	α^{224}	00010010
α^{33}	00100111	α^{97}	10101111	α^{161}	11010001	α^{225}	00100100
α^{34}	01001110	α^{98}	01000011	α^{162}	10111111	α^{226}	01001000
α^{35}	10011100	α^{99}	10000110	α^{163}	01100011	α^{227}	10010000
α^{36}	00100101	α^{100}	00010001	α^{164}	11000110	α^{228}	00111101
α^{37}	01001010	α^{101}	00100010	α^{165}	10010001	α^{229}	01111010
α^{38}	10010100	α^{102}	01000100	α^{166}	00111111	α^{230}	11110100
α^{39}	00110101	α^{103}	10001000	α^{167}	01111110	α^{231}	11110101
α^{40}	01101010	α^{104}	00001101	α^{168}	11111100	α^{232}	11110111
α^{41}	11010100	α^{105}	00011010	α^{169}	11100101	α^{233}	11110011
α^{42}	10110101	α^{106}	00110100	α^{170}	11010111	α^{234}	11111011
α^{43}	01110111	α^{107}	01101000	α^{171}	10110011	α^{235}	11101011
α^{44}	11101110	α^{108}	11010000	α^{172}	01111011	α^{236}	11001011
α^{45}	11000001	α^{109}	10111101	a^{173}	11110110	α^{237}	10001011
α^{46}	10011111	α^{110}	01100111	α^{174}	11110001	α^{238}	00001011
α^{47}	00100011	α^{111}	11001110	α^{175}	11111111	α^{239}	00010110
α^{48}	01000110	α^{112}	10000001	α^{176}	11100011	α^{240}	00101100
α^{49}	10001100	α^{113}	00011111	α^{177}	11011011	α^{241}	01011000

Cuadro II.1/H.223 – Representación binaria de α^i ($0 \leq i \leq 254$) en $GF(2^8)$

α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria	α^i	Representación binaria
α^{50}	00000101	α^{114}	00111110	α^{178}	10101011	α^{242}	10110000
α^{51}	00001010	α^{115}	01111100	α^{179}	01001011	α^{243}	01111101
α^{52}	00010100	α^{116}	11111000	α^{180}	10010110	α^{244}	11111010
α^{53}	00101000	α^{117}	11101101	α^{181}	00110001	α^{245}	11101001
α^{54}	01010000	α^{118}	11000111	α^{182}	01100010	α^{246}	11001111
α^{55}	10100000	α^{119}	10010011	α^{183}	11000100	α^{247}	10000011
α^{56}	01011101	α^{120}	00111011	α^{184}	10010101	α^{248}	00011011
α^{57}	10111010	α^{121}	01110110	α^{185}	00110111	α^{249}	00110110
α^{58}	01101001	α^{122}	11101100	α^{186}	01101110	α^{250}	01101100
α^{59}	11010010	α^{123}	11000101	α^{187}	11011100	α^{251}	11011000
α^{60}	10111001	α^{124}	10010111	α^{188}	10100101	α^{252}	10101101
α^{61}	01101111	α^{125}	00110011	α^{189}	01010111	α^{253}	01000111
α^{62}	11011110	α^{126}	01100110	α^{190}	10101110	α^{254}	10001110

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 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	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 y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación