



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**I.432.1**

(02/99)

SERIE I: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Interfaces usuario-red de la RDSI – Recomendaciones  
relativas a la capa 1

---

**Interfaz usuario-red de la red digital de servicios  
integrados de banda ancha (RDSI-BA) –  
Especificación de la capa física: Características  
generales**

Recomendación UIT-T I.432.1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE I

**RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**

<b>ESTRUCTURA GENERAL</b>	
Terminología	I.110–I.119
Descripción de las RDSI	I.120–I.129
Métodos generales de modelado	I.130–I.139
Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación	I.140–I.149
Descripción general del modo de transferencia asíncrono	I.150–I.199
<b>CAPACIDADES DE SERVICIO</b>	
Alcance	I.200–I.209
Aspectos generales de los servicios en una RDSI	I.210–I.219
Aspectos comunes de los servicios en una RDSI	I.220–I.229
Servicios portadores soportados por una RDSI	I.230–I.239
Teleservicios soportados por una RDSI	I.240–I.249
Servicios suplementarios en RDSI	I.250–I.299
<b>ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED</b>	
Principios funcionales de la red	I.310–I.319
Modelos de referencia	I.320–I.329
Numeración, direccionamiento y encaminamiento	I.330–I.339
Tipos de conexión	I.340–I.349
Objetivos de calidad de funcionamiento	I.350–I.359
Características de las capas de protocolo	I.360–I.369
Funciones y requisitos generales de la red	I.370–I.399
<b>INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI</b>	
Aplicación de las Recomendaciones de la serie I a interfaces usuario-red de la RDSI	I.420–I.429
<b>Recomendaciones relativas a la capa 1</b>	<b>I.430–I.439</b>
Recomendaciones relativas a la capa 2	I.440–I.449
Recomendaciones relativas a la capa 3	I.450–I.459
Multiplexación, adaptación de velocidad y soporte de interfaces existentes	I.460–I.469
Aspectos de la RDSI que afectan a los requisitos de los terminales	I.470–I.499
<b>INTERFACES ENTRE REDES</b>	<b>I.500–I.599</b>
<b>PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>I.600–I.699</b>
<b>ASPECTOS DE LOS EQUIPOS DE RDSI-BA</b>	
Equipos del modo de transferencia asíncrono	I.730–I.739
Funciones de transporte	I.740–I.749
Gestión de equipos del modo de transferencia asíncrono	I.750–I.799

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

## RECOMENDACIÓN UIT-T I.432.1

### INTERFAZ USUARIO-RED DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (RDSI-BA) – ESPECIFICACIÓN DE LA CAPA FÍSICA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

#### Resumen

La presente Recomendación trata de las características generales de capa física para transportar células ATM a distintas velocidades binarias, en los puntos de referencia  $T_B$  y  $S_B$  de la interfaz usuario-red (UNI, *user-network interface*) de la RDSI de banda ancha (RDSI-BA).

Las Recomendaciones de la serie I.432 son publicadas en varias Recomendaciones correspondientes a las distintas velocidades binarias y aplicaciones, algunas de las cuales pueden utilizarse para aprovechar los cableados y equipos de edificios existentes. Esta Recomendación debe utilizarse junto con las demás Recomendaciones.

En cada Recomendación, la funcionalidad se representa en función de la subcapa dependiente del medio físico y de la subcapa convergencia de transmisión, y se incluyen los formatos basados en la SDH y en células.

#### Orígenes

La Recomendación UIT-T I.432.1 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 13 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 15 de febrero de 1999.

#### Palabras clave

ATM, interfaz usuario-red, RDSI-BA, UNI.

## PREFACIO

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

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

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

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

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión *empresa de explotación reconocida (EER)* designa a toda persona, compañía, empresa u organización gubernamental que explote un servicio de correspondencia pública. Los términos *Administración*, *EER* y *correspondencia pública* están definidos en la *Constitución de la UIT (Ginebra, 1992)*.

## 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 1999

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

	<b>Página</b>
1 Alcance.....	1
2 Antecedentes .....	1
3 Referencias .....	1
4 Definiciones y abreviaturas .....	2
4.1 Definiciones.....	2
4.2 Abreviaturas .....	2
5 Configuración de referencia .....	2
5.1 Situación de la interfaz con respecto a la configuración de referencia.....	2
5.2 Situación de la interfaz con respecto a la instalación del cliente .....	3
6 Características de la subcapa dependiente del medio físico (PMD, <i>physical media dependent</i> ) .....	3
7 Funciones proporcionadas por la subcapa convergencia de transmisión (TC, <i>transmission convergence</i> ).....	3
7.1 Capacidad de transferencia.....	3
7.1.1 Basada en la SDH.....	3
7.1.2 Basada en células .....	4
7.2 Funciones de convergencia de transmisión específicas del transporte.....	4
7.3 Funciones de convergencia de transmisión específicas del ATM.....	4
7.3.1 Formato de célula ATM.....	4
7.3.2 Control de errores del encabezamiento .....	4
7.3.3 Delimitación de células .....	6
7.3.4 Funcionamiento del aleatorizador.....	8
7.3.5 Células en reposo .....	13
7.4 Implementación de OAM.....	13
8 Funciones operacionales.....	13
9 Alimentación .....	14
Apéndice I – Efecto de los errores aleatorios en los bits sobre la característica de delimitación de célula.....	14
Apéndice II – Ejemplo de implementación de un aleatorizador de muestra distribuida.....	15



## Recomendación I.432.1

# INTERFAZ USUARIO-RED DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (RDSI-BA) – ESPECIFICACIÓN DE LA CAPA FÍSICA: CARACTERÍSTICAS GENERALES

(Ginebra, 1999)

## 1 Alcance

La presente Recomendación trata de las características generales de la capa física para transportar células ATM a distintas velocidades binarias, en los puntos de referencia  $T_B$  y  $S_B$  de la interfaz usuario-red (UNI, *user-network interface*) de la RDSI de banda ancha (RDSI-BA).

Las Recomendaciones de la serie I.432 son publicadas en varias Recomendaciones correspondientes a las distintas velocidades binarias y aplicaciones, algunas de las cuales pueden utilizarse para aprovechar los cableados y equipos de edificios existentes. Esta Recomendación debe utilizarse junto con las demás Recomendaciones.

En cada Recomendación, la funcionalidad se representa en función de la subcapa dependiente del medio físico y de la subcapa convergencia de transmisión, y se incluyen los formatos basados en la SDH y en células.

## 2 Antecedentes

Esta Recomendación figuraba anteriormente en la Recomendación I.432 (publicada en marzo de 1993) junto con características específicas a 155 520 kbit/s y 622 080 kbit/s.

Esta Recomendación contiene las características generales de todos los sistemas RDSI-BA en la UNI. En otras Recomendaciones de la serie I.432 se indican las características correspondientes a determinadas velocidades binarias.

## 3 Referencias

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] Recomendación UIT-T I.113 (1997), *Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados*.
- [2] Recomendación UIT-T I.361 (1995), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha*.
- [3] Recomendación UIT-T I.432.2 (1996), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Explotación a 155 520 kbit/s y 622 080 kbit/s*.

## 4 Definiciones y abreviaturas

### 4.1 Definiciones

Ninguna.

### 4.2 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

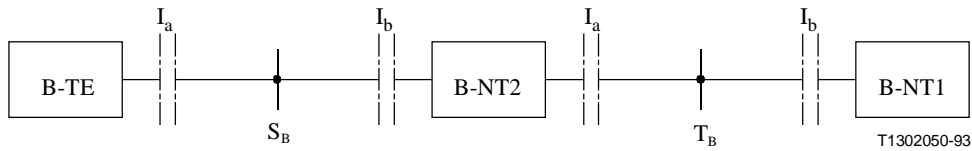
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
B-NT	Terminación de red de banda ancha ( <i>broadband network termination</i> )
B-NT1	Terminación 1 de red de banda ancha ( <i>broadband network termination 1</i> )
B-NT2	Terminación 2 de red de banda ancha ( <i>broadband network termination 2</i> )
B-TA	Adaptador de terminal de banda ancha ( <i>broadband terminal adaptor</i> )
B-TE	Equipo terminal de banda ancha ( <i>broadband terminal equipment</i> )
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CLP	Prioridad de pérdida de célula ( <i>cell loss priority</i> )
CRC	Comprobación de redundancia cíclica ( <i>cyclic redundancy check</i> )
HEC	Control de errores en el encabezamiento ( <i>header error control</i> )
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento ( <i>operations administration and maintenance</i> )
PMD	Dependiente del medio físico ( <i>physical medium dependent</i> )
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria ( <i>pseudo-random binary sequence</i> )
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
TC	Convergencia de transmisión ( <i>transmission convergence</i> )
TE	Equipo terminal ( <i>terminal equipment</i> )
UNI	Interfaz usuario-red ( <i>user-network interface</i> )
VCI	Identificador de canal virtual ( <i>virtual channel identifier</i> )
VPI	Identificador de trayecto virtual ( <i>virtual path identifier</i> )

## 5 Configuración de referencia

### 5.1 Situación de la interfaz con respecto a la configuración de referencia

El punto de interfaz  $I_a$  es adyacente a cada equipo terminal BA (B-TE, *broadband terminal equipment*) o terminación de red BA (B-NT2, *broadband network termination*) en su lado de red; el punto de interfaz  $I_b$  es adyacente a cada B-NT2 existente en su lado de usuario y al B-NT1 en su lado de usuario (véase la figura 1).



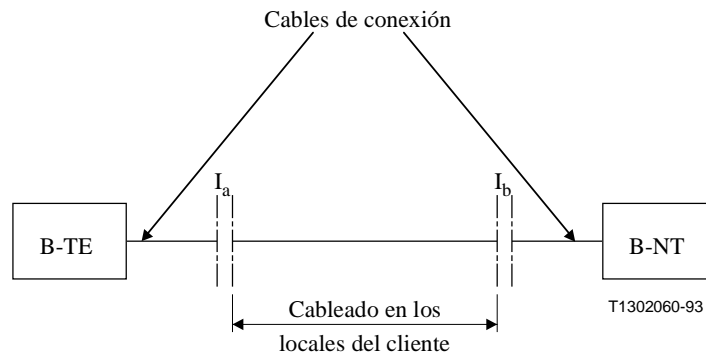


**Figura 1/I.432.1 – Configuración de referencia en el punto de referencia  $S_B/T_B$**

## 5.2 Situación de la interfaz con respecto a la instalación del cliente

Los puntos de interfaz están situados entre el tomacorriente y el enchufe del conector agregado al B-TE, B-NT2 o B-NT1. En la figura 2 se muestra la situación de los puntos de interfaz.

En la presente Recomendación, el término "B-NT" se utiliza para indicar los aspectos de capa 1 de terminación de red de los grupos funcionales B-NT1 y B-NT2, y el término "TE" se utiliza para indicar los aspectos de capa 1 de terminación de terminal de los grupos funcionales B-TE1, adaptador de terminal de banda ancha (B-TA, *broadband terminal adaptor*) y B-NT2, a menos que se indique otra cosa.



NOTA – La longitud del cable de conexión puede ser nula.

**Figura 2/I.432.1 – Configuración de cableado**

## 6 Características de la subcapa dependiente del medio físico (PMD, *physical media dependent*)

Véase la Recomendación correspondiente a la velocidad binaria de que se trate en las Recomendaciones de la serie I.432.

## 7 Funciones proporcionadas por la subcapa convergencia de transmisión (TC, *transmission convergence*)

### 7.1 Capacidad de transferencia

#### 7.1.1 Basada en la SDH

La capacidad de transferencia de células ATM comprende células de información de usuario, células de señalización, células OAM, células no asignadas y células utilizadas para el desacoplamiento de velocidad de célula. Quedan excluidas las células de tasa de capa física.

### 7.1.2 Basada en células

Para los sistemas basados en células, las células de tasa de capa física comprenden células OAM de capa física y células en reposo.

## 7.2 Funciones de convergencia de transmisión específicas del transporte

Véase la Recomendación correspondiente a la velocidad binaria de que se trate en las Recomendaciones de la serie I.432 para los sistemas basados en SDH y basados en células.

## 7.3 Funciones de convergencia de transmisión específicas del ATM

### 7.3.1 Formato de célula ATM

La célula ATM se define en la Recomendación I.361 [2]. Las células ATM pueden transportarse en dos formatos, a saber, como células transportadas en una estructura de trama basada en la SDH o como un tren continuo de células en un formato basado en células.

### 7.3.2 Control de errores del encabezamiento

#### 7.3.2.1 Funciones del control de errores del encabezamiento

El control de errores del encabezamiento (HEC, *header error control*) abarca la totalidad del encabezamiento de la célula. El código empleado para esta función es capaz de:

- la corrección de errores de un solo bit;
- la detección de errores de varios bits.

El procedimiento HEC se describe con detalle en 7.3.2.2. En resumen, el lado transmisor calcula el valor del campo HEC. El receptor tiene dos modos de funcionamiento, como se ve en la figura 3. En el modo por defecto se corrigen los errores de bit simples pero se aplicará únicamente cuando el mecanismo de delineación de la célula esté en estado SINCRONIZACIÓN, y para una capa física basada en células mientras el desaleatorizador esté en estado estacionario. Se examina el encabezamiento de cada célula y, si se detecta un error, se efectúa una de dos operaciones. La operación depende del estado de receptor. En el "modo corrección" sólo pueden corregirse los errores de bit simples, y el receptor pasa al "modo detección". En el "modo detección", se descartan todas las células con errores detectados en el encabezamiento. Cuando se examina un encabezamiento y no se encuentra ningún error, el receptor pasa al "modo corrección". El término "ninguna acción" en la figura 3 significa que no se realiza ninguna corrección ni se descartan las células.

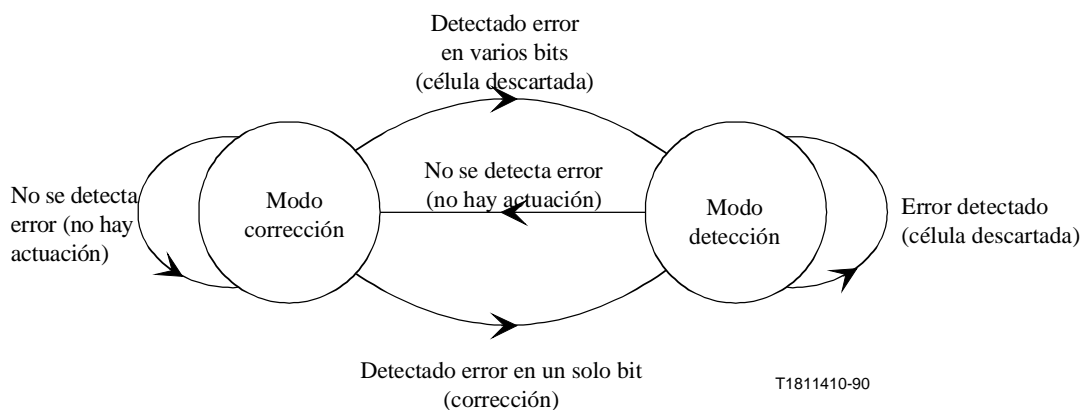
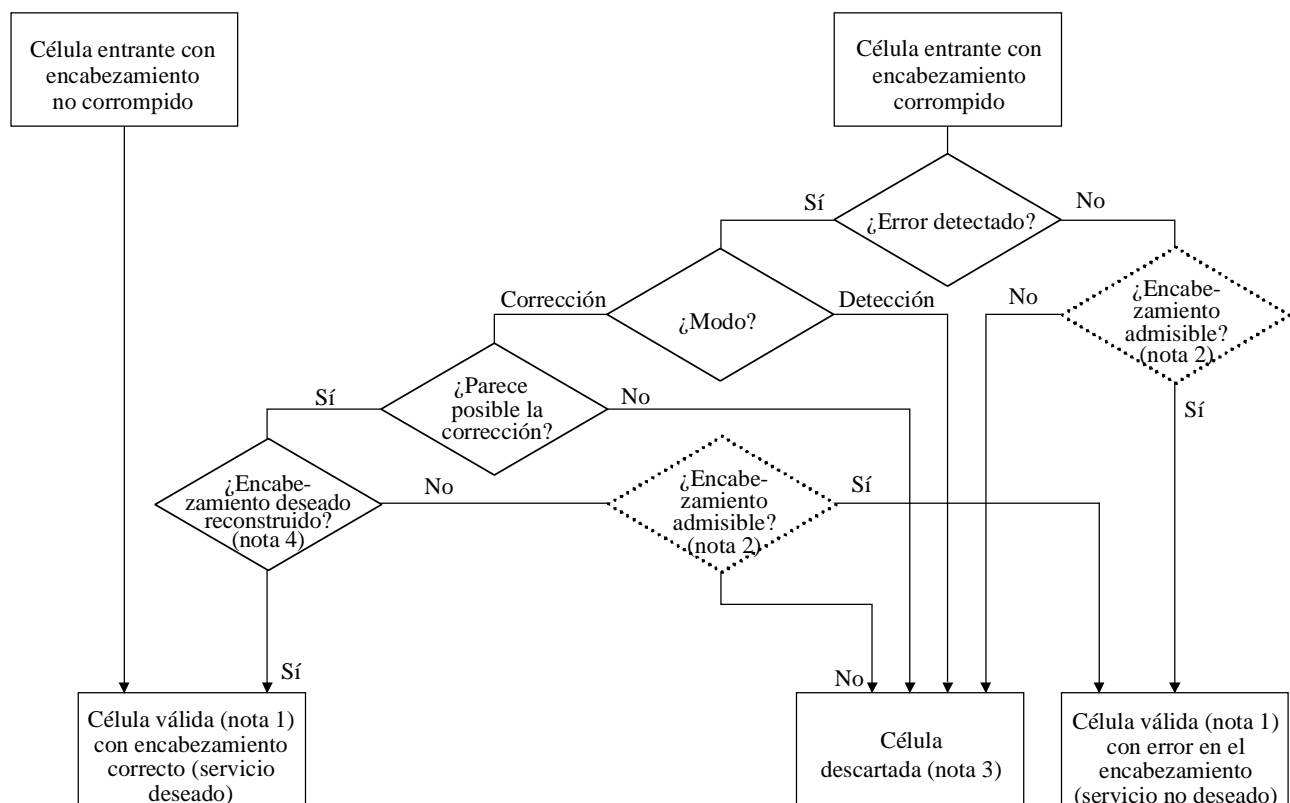
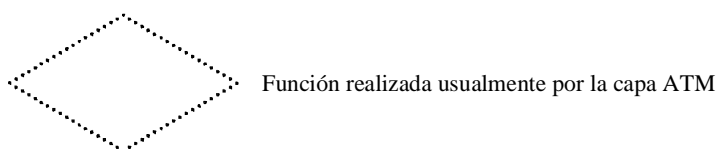


Figura 3/I.432.1 – HEC: Modos de operación del receptor

El organigrama de la figura 4 muestra las consecuencias de los errores en el encabezamiento de la célula ATM. La función de protección contra errores ofrecida por HEC permite la recuperación tras errores de bit simples en el encabezamiento y asegura una baja probabilidad de entrega de células con encabezamiento erróneo cuando se producen errores en ráfaga. Las características de error de los sistemas de transmisión de fibra óptica están constituidas por una mezcla de errores de bit simples y ráfagas de errores relativamente grandes. En ciertos sistemas de transmisión podría no invocarse la capacidad de corrección de errores.



T1302150-93



NOTA 1 – Definición de "célula válida": una célula cuyo encabezamiento es declarado libre de errores por el proceso de control de error de encabezamiento (véase la Recomendación I.113 [1]).

NOTA 2 – Un ejemplo de encabezamiento no admisible es aquel cuyo VPI/VCI no está asignado a una conexión ni preasignado a una función determinada (célula en reposo, célula OAM, etc.). En muchos casos, la capa ATM decidirá si el encabezamiento de célula es admisible.

NOTA 3 – Una célula es descartada si su encabezamiento es declarado no válido, o si es declarado válido y el encabezamiento resultante no es admisible.

NOTA 4 – Definición de encabezamiento "deseado": encabezamiento generado por el dispositivo de transmisión, tal y como era antes de ser corrompido por uno o varios errores.

**Figura 4/I.432.1 – Consecuencias de los errores en el encabezamiento de la célula ATM**

El apéndice I proporciona información sobre cómo los errores aleatorios en los bits influyen sobre la probabilidad de que se produzcan células descartadas y células válidas con errores en el encabezamiento.

### **7.3.2.2 Generación de la secuencia de control de errores del encabezamiento**

El transmisor calcula el valor de HEC para la totalidad del encabezamiento de la célula ATM e inserta el resultado en el campo apropiado del encabezamiento.

La notación utilizada para describir el control de errores del encabezamiento se basa en las propiedades de los códigos cíclicos. (Por ejemplo, los vectores de código como 1000000100001 pueden representarse por un polinomio  $P(x) = x^{12} + x^5 + 1$ .) Por tanto, los elementos de una palabra de código de  $n$  elementos son los coeficientes de un polinomio de orden  $n-1$ . En esta aplicación, estos coeficientes pueden tener el valor 0 ó 1 y las operaciones del polinomio se efectúan mediante operaciones en módulo 2. El polinomio que representa el contenido del encabezamiento, excluido el campo HEC, se genera utilizando el primer bit del encabezamiento como coeficiente del término de orden más alto.

El campo HEC será una secuencia de ocho bits. Representará el resto de la división (en módulo 2) por el polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$  del producto de la multiplicación de  $x^8$  por el contenido del encabezamiento, excluido el campo HEC.

En el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el resto de la división se pone previamente en el valor "todos 0" y, después, se modifica al dividir el encabezamiento, excluido el campo HEC, por el polinomio generador (como se describe más arriba). El resto resultante se transmite como el HEC de 8 bits.

Para mejorar considerablemente el funcionamiento de la delimitación de célula cuando se producen deslizamientos de bit, se recomienda lo siguiente:

- los bits de comprobación calculados mediante el polinomio de comprobación se suman (en módulo 2) a un esquema de ocho bits antes de insertarse en el último octeto del encabezamiento;
- el esquema recomendado es "0101 0101" (el bit de la izquierda es el más significativo);
- el receptor debe restar (equivalente a sumar en el módulo 2) el mismo esquema de 8 bits de HEC antes de calcular el síndrome del encabezamiento.

Esta operación no afecta en modo alguno a las capacidades de detección/corrección de errores del HEC.

A modo de ejemplo, si los 4 primeros octetos del encabezamiento fuesen todos ceros, el encabezamiento generado antes de la aleatorización sería "0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0101 0101". El valor de comienzo para la comprobación mediante el polinomio es "0" (binario).

### **7.3.3 Delimitación de células**

#### **7.3.3.1 Finalidad de la delimitación y aleatorización de células**

La delimitación de células es el proceso que permite determinar las fronteras de la célula.

El encabezamiento de la célula ATM contiene un campo HEC utilizado para conseguir la delimitación de células.

La señal ATM tiene que ser autoportada, en el sentido de que debe transportarse transparentemente en cada interfaz de la red sin ninguna restricción por efecto de los sistemas de transmisión utilizados.

Se utilizará una aleatorización para mejorar la seguridad y resistencia del mecanismo de delimitación de célula HEC descrito en 7.3.5 Además, ello contribuye a aleatorizar los datos del campo de información, lo que puede mejorar la calidad de transmisión.

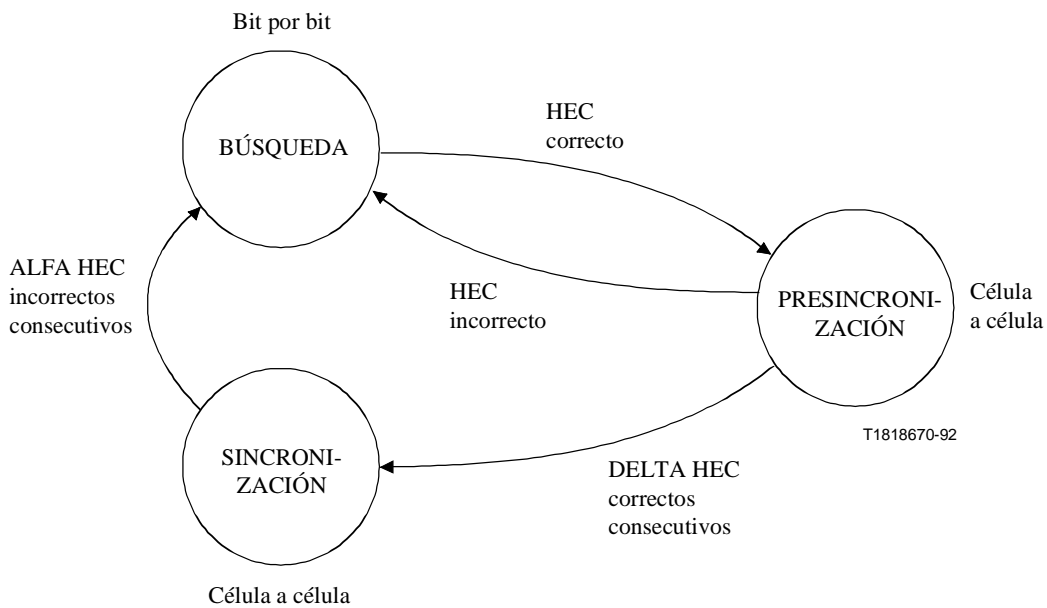
Cualquiera que sea la especificación del aleatorizador, no debe modificar la estructura del encabezamiento de ATM (como se describe en la Recomendación I.361 [2]), el control de errores del encabezamiento (como se describe en 7.3.2) y el algoritmo de delimitación de célula (como se describe en 7.3.3.2).

### 7.3.3.2 Algoritmo de delimitación de célula

La delimitación de célula se efectúa utilizando la correlación entre los bits de encabezamiento que han de protegerse (32 bits) y los bits de control correspondientes (8 bits) introducidos en el encabezamiento por el control de errores de encabezamiento (HEC), mediante un código cíclico abreviado con polinomio generador  $x^8 + x^2 + x + 1$ .

La figura 5 muestra el diagrama de estados del método de delimitación de célula HEC.

NOTA – Para la capa física basada en células, durante los estados de adquisición y verificación del desaleatorizador, sólo los últimos seis bits del campo HEC deben utilizarse para verificar la delimitación de la célula, y el total de los ocho después. Para una interfaz basada en la SDH, los ocho bits del HEC se utilizan para la adquisición de la delimitación de la célula.



NOTA – "HEC correcto" significa que el encabezamiento no tiene errores en los bits (el síndrome es cero) y que no ha sido corregido.

**Figura 5/I.432.1 – Diagrama de estados de la delimitación de célula**

A continuación se describen los detalles del diagrama de estados:

- 1) En el estado BÚSQUEDA, el proceso de delimitación se realiza verificando bit por bit para HEC correcto (es decir, el síndrome es igual a cero) para el supuesto campo de encabezamiento. Para la capa física basada en células, antes de la sincronización del desaleatorizador, sólo han de utilizarse los últimos seis bits de HEC para verificar la delimitación de la célula. Para la interfaz basada en SDH, los ocho bits se utilizan para adquirir la delimitación de célula. Una vez encontrada una concordancia, se supone que se ha hallado un encabezamiento y el proceso pasa al estado PRESINCRONIZACIÓN. Cuando se

dispone de fronteras de octeto dentro de la capa física receptora antes de la delimitación de célula, como en el caso de la interfaz basada en SDH, el proceso de delimitación de célula puede realizarse octeto por octeto.

- 2) En el estado PRESINCRONIZACIÓN, el proceso se realiza verificando célula por célula para el HEC correcto. Para la capa física basada en células, antes de la SINCRONIZACIÓN del desaleatorizador sólo han de utilizarse los últimos seis bits del campo HEC para verificar la delimitación de la célula. El proceso se repite hasta que el HEC correcto ha sido confirmado DELTA veces consecutivas, y en ese momento el proceso pasa al estado SINCRONIZACIÓN. Si se encuentra un HEC incorrecto, el proceso vuelve al estado BÚSQUEDA. El número total de HEC correctos consecutivos necesario para pasar del estado BÚSQUEDA al estado SINCRONIZACIÓN es por lo tanto DELTA+ 1.
- 3) En el estado SINCRONIZACIÓN, se supone que se ha perdido la delimitación de célula si se obtiene un HEC incorrecto ALPHA veces consecutivas.
- 4) Para la capa física basada en células, las células con HEC correctos (o encabezamientos de células con errores en un solo bit que ya están corregidos) que se procesan en el estado SINCRONIZACIÓN se pasarán a la capa ATM. Para la capa física basada en células, las células con HEC correctos (o encabezamientos de células con errores en un solo bit que ya están corregidos) que se procesan en el estado SINCRONIZACIÓN se pasarán a la capa ATM siempre que el desaleatorizador esté en estado estacionario. Las células en reposo y las células OAM de capa física no se pasan a la capa ATM.

Los parámetros ALFA y DELTA han de elegirse de manera que el proceso de delimitación de célula resulte lo más resistente y seguro posible y satisfaga a la vez la calidad de funcionamiento especificada en 7.3.3.3.

La inmunidad a falsa indicación de desalineamientos debida a errores en los bits en el canal en el canal depende del valor de ALFA.

La inmunidad a la falsa delimitación en el proceso de resincronización depende del valor de DELTA.

Para una capa física basada en la SDH ALFA = 7 y DELTA = 6.

Para una capa física basada en células ALFA = 7 y DELTA = 8.

DELTA se deriva de la longitud de célula ATM y el número de bits HEC utilizados para la verificación. Los valores indicados de DELTA alcanzan una probabilidad de falsa delimitación superior a  $10^{-14}$ , independientemente de los errores de bits en el canal. El valor de ALFA garantiza una buena característica de sincronismo cuando la relación de errores de bit de transmisión es superior a  $10^{-3}$ .

### **7.3.3.3 Calidad de la delimitación de célula**

Las figuras I.1 e I.2 proporcionan información provisional sobre la calidad de funcionamiento del algoritmo de delimitación de célula descrito en 7.3.3.2 en presencia de errores aleatorios en los bits y para varios valores de ALFA y DELTA. Estos resultados representan valores medios para el sistema basado en SDH y suponen que se están utilizando los 8 bits del HEC.

## **7.3.4 Funcionamiento del aleatorizador**

### **7.3.4.1 Aleatorizador en el nivel de células ATM para sistemas basados en la SDH**

Con el fin de garantizar la característica de delimitación de la célula, se recomienda que las capas físicas basadas en la SDH utilicen un aleatorizador con autosincronización con el polinomio  $x^{43} + 1$ .

Se ha elegido este polinomio para el aleatorizador con autosincronización a fin de minimizar la multiplicación del error introducida por este proceso de aleatorización reduciéndola a una multiplicación por dos.

La operación del aleatorizador con autosincronización  $x^{43} + 1$  en relación con el diagrama de estados de la delimitación de célula HEC, es como sigue:

- el aleatorizador aleatoriza únicamente los bits del campo de información;
- durante el encabezamiento de cinco octetos, se suspende la operación del aleatorizador y se retiene su estado;
- en el estado de BÚSQUEDA, el desaleatorizador está inhabilitado;
- en los estados de PRESINCRONIZACIÓN y de SINCRONIZACIÓN, el desaleatorizador está habilitado durante un número de bits igual a la longitud del campo de información, y vuelve a ser inhabilitado durante el encabezamiento supuesto siguiente;
- en el arranque (por ejemplo, en el encendido o la resincronización posterior a la pérdida de señal), los primeros 43 bits de la capacidad útil de la primera célula transmitida se utilizarán para sincronizar el aleatorizador y el desaleatorizador, y como resultado la primera célula quedará corrompida.

#### **7.3.4.2 Aleatorizador para sistemas basados en células**

Para el UNI basado en células, se recomienda el aleatorizador de muestra distribuida (orden 31), con el fin de garantizar la calidad de la delimitación de la célula.

El aleatorizador de muestra distribuida (DSS, *distributed sample scrambler*) es un aleatorizador de adición que no genera multiplicación de errores, y que tiene un nivel de calidad suficientemente alto para garantizar a la subcapa PMD subyacente un alto grado de aleatorización.

##### **7.3.4.2.1 Funcionamiento del aleatorizador de muestra distribuida (orden 31)**

El aleatorizador de muestra distribuida constituye un ejemplo de una clase de aleatorizador en el cual se logra la aleatorización del tren de datos transmitidos mediante la adición modular de una secuencia pseudoaleatoria. Se efectúa la desaleatorización en el receptor, efectuando la adición modular de una secuencia pseudoaleatoria idéntica generada localmente que está sincronizada en fase con la anterior con respecto a las células transmitidas. El desaleatorizador no afecta al funcionamiento del mecanismo HEC de 8 bits durante la operación en estado estacionario.

Se consigue la sincronización de fase de una secuencia de bits pseudoaleatoria (PRBS) del receptor cuyo polinomio generador es de grado  $r$ , enviando  $r$  muestras de PRBS de origen linealmente independientes a través del canal de transmisión como muestras de datos transportados. Cuando se reciben estas  $r$  muestras sin error, ello es suficiente para sincronizar la fase del generador del PRBS del receptor con la del generador de PRBS del transmisor.

Un simple desplazamiento de la temporización entre las muestras de PRBS de origen y las muestras de PRBS transportadas sirve como método de desacoplo de los tiempos de muestras entre las muestras de PRBS fuente y las muestras de PRBS transportada. Esto permite conseguir muestras de PRBS linealmente independientes y una sincronización más rápida simplemente tomando muestras a intervalos iguales de una semicélula ATM (212 bits) desde el generador de PRBS de origen.

##### **7.3.4.2.2 Funcionamiento del transmisor**

Se efectúa la suma (en módulo 2) de la secuencia pseudoaleatoria binaria del transmisor con la célula completa bit por bit, con excepción del campo HEC. El polinomio generador de la secuencia pseudoaleatoria es:

$$x^{31} + x^{28} + 1$$

Se modifica seguidamente el campo HEC de cada célula, mediante la adición, módulo 2, del HEC calculada sobre los 32 bits de la secuencia del aleatorizador coincidentes con los primeros 32 bits del encabezamiento. Esto equivale al cálculo del HEC sobre los primeros 32 bits del encabezamiento aleatorizado. Seguidamente se modifican los dos primeros bits del campo de HEC, utilizando dos bits del generador de la PRBS. Los dos bits del generador de la PRBS se denominarán bits de fuente de PRBS y los dos bits del campo HEC con los que se ponen en correspondencia, se denominarán bits de transporte de la PRBS.

Se suma (en módulo 2), el primer bit de HEC ( $HEC_8$ ) con el valor del generador PRBS que se sumó (en módulo 2) 211 bits antes con la información útil de la célula anterior. Se suma el segundo bit del campo de HEC (en módulo 2) con el valor actual del generador de PRBS. Estas muestras están separadas exactamente media célula (212 bits) retrasándose en 211 bits la primera ( $U_{t-211}$ ) antes de efectuar su transporte (lo que exige un almacenamiento de bits cuando 211 bits es un bit menos que la mitad de una célula). Véanse los cuadros 1 y 2.

**Cuadro 1/I.432.1 – Fase PRBS (tal y como se suma a la cabida útil y a todos los encabezamientos, salvo el HEC)**

$U_{t-1}$	$U_t$	$U_{t+1}$	$U_{t+2}$	$U_{t+3}$	$U_{t+4}$	$U_{t+5}$	$U_{t+6}$	$U_{t+7}$	$U_{t+8}$	$U_{t+9}$
-----------	-------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

**Cuadro 2/I.432.1 – Elemento de datos transmitidos resultante**

CLP	$HEC_8$	$HEC_7$	$HEC_6$	$HEC_5$	$HEC_4$	$HEC_3$	$HEC_2$	$HEC_1$	1 <sup>er</sup> bit de cabida útil	2 <sup>o</sup> bit de cabida útil
+	+	+							+	+
$U_{t-1}$	$U_{t-211}$	$U_{t+1}$							$U_{t+8}$	$U_{t+9}$

### 7.3.4.2.3 Funcionamiento del receptor

Se definen tres estados básicos de funcionamiento del receptor:

- 1) Adquisición de la sincronización del aleatorizador.
- 2) Verificación de la sincronización del aleatorizador.
- 3) Funcionamiento en régimen permanente.

#### Estado 1 del receptor: Adquisición de sincronización del aleatorizador

El principio de funcionamiento es el siguiente:

– *Delimitación de la célula*

El mecanismo de delimitación de la célula es independiente del mecanismo de sincronización del desaleatorizador. Sin embargo, cuando el desaleatorizador está en los estados de adquisición o verificación, la delimitación de la célula se determina utilizando únicamente los últimos seis bits del campo HEC. Ello se debe a que los dos primeros bits del campo HEC fueron modificados por la adición modular 2 de las muestras de datos transportadas, por lo que no pueden utilizarse para la delimitación o la evaluación de HEC hasta que se sincronice el desaleatorizador (estado estacionario).

Cuando el proceso de delimitación de la célula vuelve al estado BÚSQUEDA, el proceso del desaleatorizador volverá al estado adquisición.



– *Adquisición de la sincronización del aleatorizador*

En el estado adquisición, los bits transportados ( $U_{t-211}$ ,  $U_{t+1}$ ) se extraen mediante adición del módulo 2 de los valores predichos de  $HEC_8$  y  $HEC_7$ , a partir de los valores recibidos. Los valores predichos corresponden a los bits  $HEC_8$  y  $HEC_7$  del valor HEC calculado sobre los primeros cuatro octetos del encabezamiento recibido.

La sincronización del aleatorizador puede elaborarse, por ejemplo, comparando la muestra transportada, a intervalos de semicélulas (212 bits), con el bit local generado por un desaleatorizador recurrente (figura II.1). Si esos dos bits no son idénticos, se aplica un vector constante de corrección al desaleatorizador recurrente a través de las tomas de prealimentación. En el instante  $t$ , la muestra transportada en  $HEC_8$  ( $U_{t-211}$ ) se compara con el bit del desaleatorizador  $V_{t-211}$  que se ha almacenado durante 211 bits. En el instante  $t+212$ , la muestra transportada en  $HEC_7$  ( $U_{t+1}$ ) se compara con el bit del desaleatorizador  $V_{t+1}$  generado en el momento  $t+1$  (tanto  $U_{t+1}$  como  $V_{t+1}$  se han almacenado durante 211 bits).

Como se aplican ambas muestras al desaleatorizador recurrente 211 bits después de su punto de adición modular 2, a la secuencia de datos transmitida, se eligen las tomas de prealimentación del desaleatorizador recurrente de forma que se genere una secuencia adelantada en 211 muestras. Análogamente, la comparación de verificación efectuada en el desaleatorizador recurrente entre los bits transportados y sus predicciones se ecualiza en retardo, utilizando memorias de un bit, como se indica en la figura II.1.

– *Tiempo necesario para conseguir la sincronización del desaleatorizador*

Se transportan muestras de dos bits linealmente independientes por célula. El número mínimo de muestras consecutivas transportadas sin errores necesarias para sincronizar el desaleatorizador es igual al grado del polinomio del aleatorizador. En consecuencia, 16 células proporcionan las 31 muestras necesarias para sincronizar el desaleatorizador.

El proceso de sincronización del desaleatorizador no se interrumpe durante la delimitación de células; sin embargo, el desaleatorizador no comenzará a converger hasta que el mecanismo de delimitación haya localizado la posición auténtica del campo HEC en el encabezamiento y no se encuentre ya en el estado de BÚSQUEDA. Por lo tanto, el inicio de la convergencia de adquisición de sincronización del desaleatorizador concluirá con la transición final desde el estado de BÚSQUEDA al estado de PRESINCRONIZACIÓN del mecanismo de delimitación de la célula.

**Estado 2 del receptor: Verificación de la sincronización del desaleatorizador**

El estado de verificación difiere del estado de adquisición en que el desaleatorizador recurrente no resulta ya modificado por las muestras de sincronización. Es necesaria la verificación debido a que durante la fase de adquisición pueden haberse producido errores no detectados por la comprobación HEC de 6 bits. La verificación comprueba la PRBS predicha en el receptor, comparándola con la secuencia de referencia distante proporcionada por las muestras transportadas. La verificación global de la fase de adquisición del desaleatorizador, de forma que la probabilidad de sincronización falsa sea inferior a  $10^{-6}$ , requiere 16 verificaciones cuando la relación de errores de transmisión es mejor que  $10^{-3}$ .

**Estado 3 del receptor: Funcionamiento en régimen permanente (desaleatorizador sincronizado)**

En este estado, los bits  $HEC_8$  y  $HEC_7$  pueden retornar a la utilización normal consecuente de su desaleatorización por los bits localmente generados ( $V_{t-211}$ ,  $V_{t+1}$ ). Las características de detección y corrección de errores no resultan afectadas por este proceso.

En este estado, la máquina de estados de delimitación de células existente supervisa, de un modo fiable, la robustez de la delimitación de células y la sincronización del aleatorizador con respecto a deslizamientos de bits. Cuando el proceso de delimitación de la célula vuelve al estado BÚSQUEDA, el proceso del desaleatorizador volverá al estado de adquisición.

– *Regeneración del HEC y aleatorización del encabezamiento*

Los bits de HEC de la célula transmitida se modificaron antes de la transmisión, de forma que correspondieran a la HEC del encabezamiento aleatorizado. Opcionalmente, para invertir este proceso cuando sea necesario y regenerar una HEC que corresponda al encabezamiento no aleatorizado, deberán modificarse los bits de HEC mediante la adición en módulo 2 de la CRC calculada sobre los 32 bits de la secuencia del desaleatorizador coincidentes con los primeros 32 bits del encabezamiento.

#### **7.3.4.2.4 Mecanismo y diagrama de transición de estados**

Los tres estados del desaleatorizador son: estado de adquisición, estado de verificación y estado estacionario.

Puede determinarse la transición entre estos estados mediante referencia al valor de un único contador de confianza (C), como sigue:

Estado inicial = adquisición, valor inicial del contador de confianza = 0

##### **Estado 1: Adquisición – Gama del contador de confianza 0 a X–1**

Para cada célula recibida correctamente, sin errores detectados en los bits de HEC 1 a 6, se incrementa en uno el contador de confianza, utilizándose los dos bits transportados para iniciar la sincronización del desaleatorizador recurrente.

Cualquier error detectado en el encabezamiento de la célula (bits de HEC 1 a 6), provocará un retorno al estado inicial (se reiniciará a cero el contador de confianza).

Se producirá la transición al estado de verificación cuando el contador alcance el valor X ( $X = 16$ ).

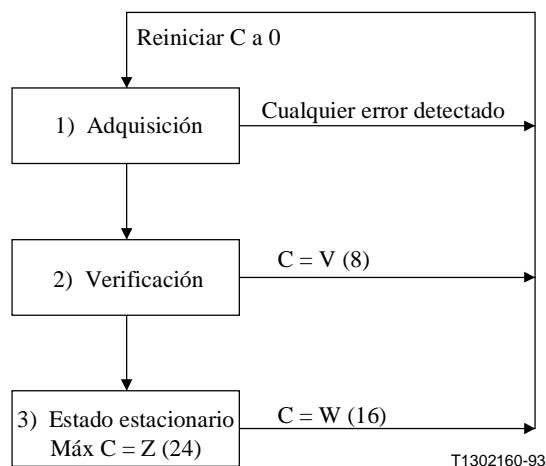
##### **Estado 2: Verificación – Gama del contador de confianza X a Y–1**

Para cada célula recibida sin errores detectados en los bit 1 a 6 del HEC, se comparan los dos bits transmitidos con sus valores predichos. Para cada célula con las dos predicciones correctas recibidas, se incrementa el contador de confianza. Si se efectúan una o dos predicciones incorrectas, se decrementa el contador. Si el contador toma un valor inferior V ( $V = 8$ ), el sistema retorna al estado inicial de adquisición 1 y se reinicia el contador de confianza.

Se produce la transición al estado estacionario, cuando el contador alcanza el valor Y ( $Y = 24$ ).

##### **Estado 3: Estado estacionario – Gama del contador de confianza de Y a Z**

Cuando el proceso de delimitación de la célula detecta un síndrome distinto de cero con bits de error únicamente en  $HEC_8$  o  $HEC_7$ , el contador de confianza desciende, en caso contrario se incrementa. Si el valor del contador es inferior a W ( $W = 16$ ), se pasa automáticamente al estado de adquisición. El contador de confianza tiene un límite superior igual a Z ( $Z = 24$ ). Véase la figura 6. El proceso del desaleatorizador volverá también al estado de adquisición si el proceso de delimitación de la célula vuelve al estado BÚSQUEDA.



**Figura 6/I.432.1 – Diagrama de transición de estados**

### 7.3.4.3 Aleatorizador para otros sistemas

Para otros sistemas, véase la cláusula correspondiente de la Recomendación pertinente en la serie I.432.

### 7.3.5 Células en reposo

Las células en reposo no dan lugar a ninguna operación en el nodo receptor, exceptuada la delimitación de célula e incluida la verificación de HEC. Las mismas se insertan y descartan para el desacoplamiento de la velocidad de células. Las células en reposo se identifican por el esquema normalizado del encabezamiento de célula que se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3/I.432.1 – Esquema de encabezamiento para identificación de células en reposo (antes de la aleatorización)**

	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4	Octeto 5
Esquema de encabezamiento	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 0001	HEC = Código válido 0101 0010
NOTA 1 – El contenido del campo de información es "0110 1010" repetido 48 veces. NOTA 2 – Ninguno de estos campos de encabezamiento es significativo desde el punto de vista de la capa ATM, ya que las células en reposo no se pasan a la capa ATM.					

## 7.4 Implementación de OAM

Véase la Recomendación correspondiente a la velocidad binaria apropiada en la serie I.432 para los sistemas basados en SDH y en células.

## 8 Funciones operacionales

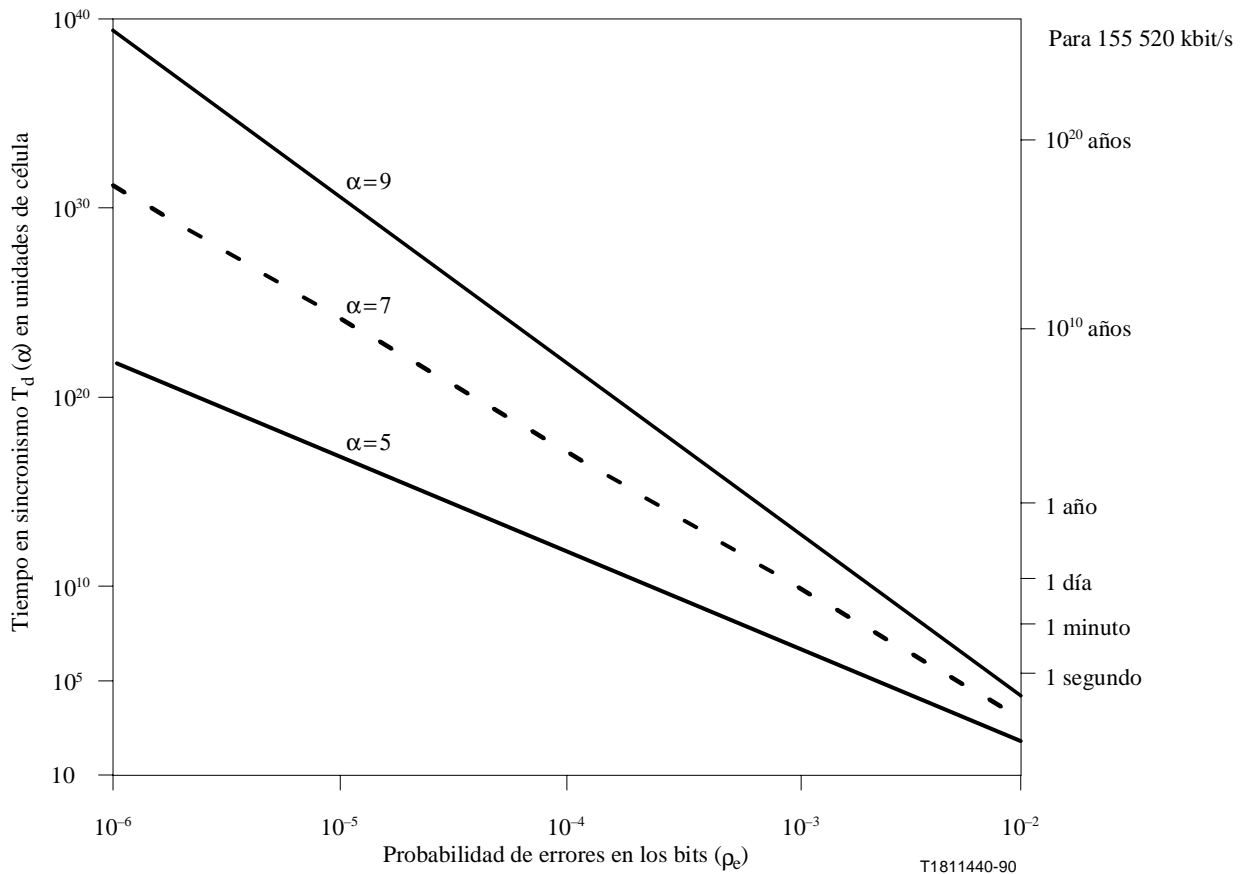
Véase la Recomendación correspondiente a la velocidad binaria apropiada en la serie I.432 para los sistemas basados en SDH y en células.

## 9 Alimentación

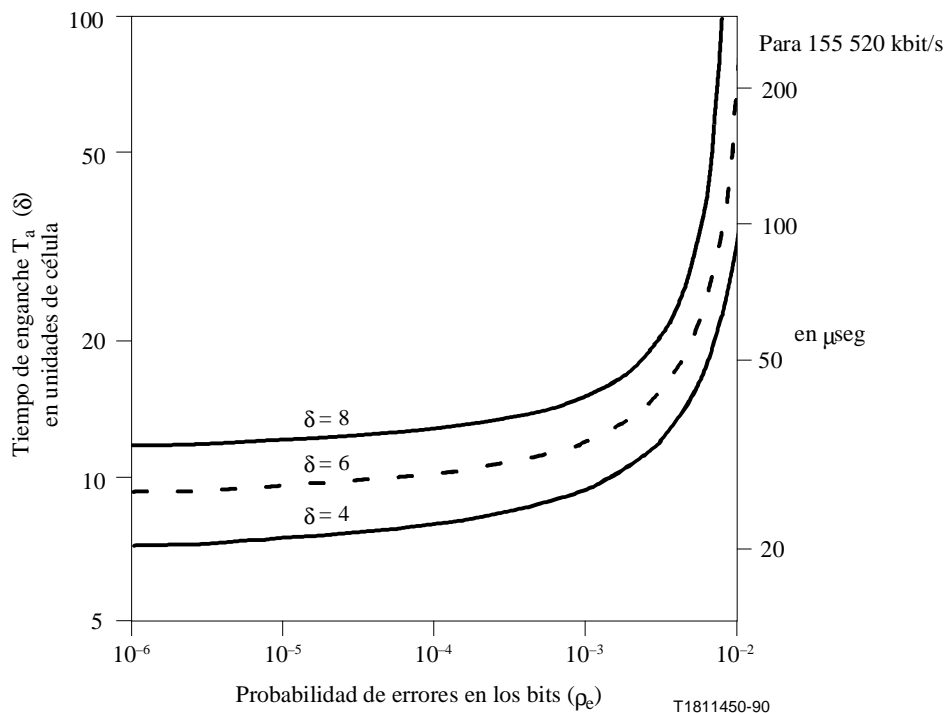
Véase la Recomendación correspondiente a la velocidad binaria apropiada en la serie I.432 para los sistemas basados en SDH y en células.

### APÉNDICE I

#### Efecto de los errores aleatorios en los bits sobre la característica de delimitación de célula



**Figura I.1/I.432.1 – Tiempo de sincronismo medio en función de la probabilidad de errores en los bits [ $T_d(\alpha)$  en función de  $\rho_e$ ]**



**Figura I.2/I.432.1 – Tiempo de enganche medio en función de la probabilidad de errores en los bits [ $T_a$  ( $\delta$ ) en función de  $\rho_e$ ]**

## APÉNDICE II

### Ejemplo de implementación de un aleatorizador de muestra distribuida

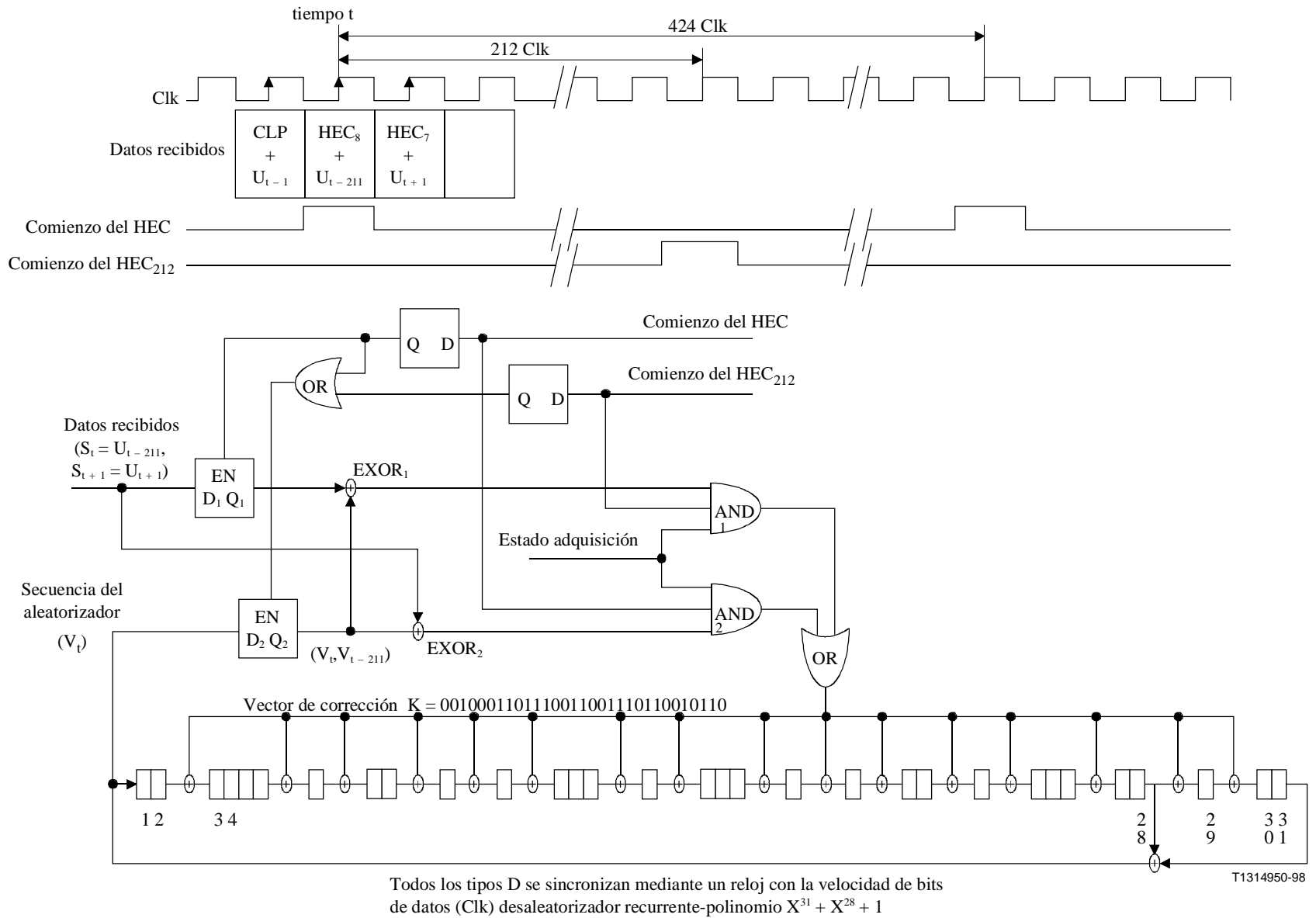
#### Adquisición de la sincronización del aleatorizador

Los bits transportados se extraen mediante adición modular 2 de los valores predichos para  $\text{HEC}_8$  y  $\text{HEC}_7$  a partir de los valores recibidos. La sincronización del aleatorizador se logra comparando las muestras transportadas ( $U_{t-211}$ ,  $U_{t+1}$ ) a intervalos de media célula a la secuencia  $V_t$  del desaleatorizador recurrente (figura II.1). A fin de asegurarse de que las muestras se comparan con la secuencia del desaleatorizador recurrente en el mismo intervalo en el que fueran extraídas de la fuente PRBS, se almacena la segunda muestra  $U_{(t+1)}$  (deducida de  $\text{HEC}_7$ ) durante 211 bits antes de su utilización.

Además, como se aplican ambas muestras al desaleatorizador recurrente 211 bits más allá de su punto de adición modular a la secuencia de datos transmitida, se eligen las tomas de prealimentación del desaleatorizador recurrente a fin de que generen una secuencia adelantada en 211 muestras. De manera análoga, la comparación de verificación efectuada en el desaleatorizador recurrente entre los bits transportados y su predicción se ecualiza en retardo, utilizando memorias de un bit, como se indica en la figura II.1.

#### Ejemplo: Implementación – Desaleatorizador recurrente

En la figura II.1, se representa una implementación de un desaleatorizador recurrente. La notación de los valores muestra, indica los valores muestra importantes en cada célula, efectuándose la referencia temporal con respecto a la muestra PRBS transportada que se recibe con  $\text{HEC}_8$ .



NOTA – El estado adquisición está activo cuando el proceso de delimitación de la célula está en los estados BÚSQUEDA y PRESINCRONIZACIÓN.

**Figura II.1/I.432.1 – Ejemplo de desaleatorizador de receptor**

En el instante t:

- se aplica a la entrada al D inferior de tipo D<sub>2</sub> la muestra V<sub>t</sub> del generador PRBS del receptor;
- se aplica a la entrada D<sub>1</sub> la muestra S<sub>t</sub> = U<sub>t-211</sub> de la PRBS fuente transportada por conducto de HEC<sub>8</sub>;
- la muestra almacenada previamente a la salida del tipo D inferior es Q<sub>2</sub> = V<sub>t-211</sub>.

$$\text{EXOR}_2 = D_1 + Q_2 = U_{t-211} + V_{t-211}$$

El multiplexor selecciona esta salida en el instante t. En el estado de adquisición las tomas de prealimentación (vector constante de corrección) se aplican al desaleatorizador si la salida de la puerta AND es elevada, es decir, si U<sub>t-211</sub> ≠ V<sub>t-211</sub>.

En el instante t + 1:

- la muestra V<sub>t+1</sub> = del receptor se encuentra a la entrada de D<sub>2</sub>;
- la muestra S<sub>t+1</sub> = U<sub>t+1</sub> se encuentra a la entrada de D<sub>1</sub>.

Se fijan estos valores en el flanco del impulso de reloj siguiente, de forma que:

En los instantes t + 2 hasta t + 212:

- EXOR<sub>1</sub> = Q<sub>2</sub> + Q<sub>1</sub> = V<sub>t+1</sub> + U<sub>t+1</sub>

El multiplexor selecciona esta salida en el instante t + 212. En el estado de adquisición las tomas de prealimentación (vector constante de corrección) se aplican al desaleatorizador si la salida de la puerta AND es elevada, es decir, si U<sub>t+1</sub> ≠ V<sub>t+1</sub>.

En el instante t + 213 = L + t - 211 (L, duración de una célula):

- D<sub>2</sub> = V<sub>t+213</sub> = V<sub>t-211+L</sub> (que se fija en el flanco del impulso de reloj siguiente y se mantiene hasta el próximo ciclo de célula).





## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
<b>Serie I</b>	<b>Red digital de servicios integrados</b>
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información
Serie Z	Lenguajes de programación