



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

I.431

(03/93)

**RED DIGITAL DE SERVICIOS
INTEGRADOS**

INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI

**ESPECIFICACIÓN DE LA CAPA 1
DE LA INTERFAZ USUARIO-RED
A VELOCIDAD PRIMARIA**

Recomendación UIT-T I.431

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

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

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

La Recomendación UIT-T I.431, revisada por la Comisión de Estudio XVIII (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

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

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

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

© UIT 1993

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

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 1
1.1	Objeto y campo de aplicación..... 1
2	Tipo de configuración 1
2.1	Configuración punto a punto 1
2.2	Emplazamiento de las interfaces..... 1
3	Características funcionales 1
3.1	Resumen de las funciones (capa 1)..... 1
3.2	Circuitos de enlace..... 3
3.3	Activación/desactivación 3
3.4	Funciones operacionales 3
4	Interfaz a 1544 kbit/s..... 9
4.1	Características eléctricas..... 9
4.2	Estructura de trama 14
4.3	Consideraciones sobre la temporización..... 14
4.4	Asignación de intervalos de tiempo..... 15
4.5	Fluctuación de fase, fluctuación lenta de fase y fenómenos transitorios de fase 16
4.6	Procedimientos de interfaz..... 18
4.7	Mantenimiento 18
5	Interfaz a 2048 kbit/s..... 26
5.1	Características eléctricas..... 26
5.2	Estructura de trama 26
5.3	Consideraciones sobre la temporización..... 27
5.4	Fluctuación de fase 27
5.5	Tensión longitudinal tolerable 28
5.6	Simetría de la señal de salida 29
5.7	Impedancia con respecto a tierra 29
5.8	Procedimientos de interfaz..... 31
5.9	Mantenimiento en la interfaz 32
6	Conector 36
7	Cableado de la interfaz..... 36
8	Alimentación de energía..... 37
8.1	Suministro de energía 37
8.2	Consumo de energía 37
8.3	Gama de tensiones 37
8.4	Protección 37
Anexo A	– Asignación de intervalos de tiempo para interfaces que sólo tienen canales H_0 37
A.1	Interfaz a 1544 kbit/s 38
A.2	Interfaz a 2048 kbit/s 38
Anexo B	– Asignación de intervalos de tiempo para interfaces que tienen canal H_{11} 38
Apéndice I	– Plantilla del impulso para una interfaz a 1544 kbit/s 39

ESPECIFICACIÓN DE LA CAPA 1 DE LA INTERFAZ USUARIO-RED A VELOCIDAD PRIMARIA

(Málaga, Torremolinos, 1984; modificada en Melbourne, 1988 y en Helsinki, 1993)

1 Introducción

La presente Recomendación trata de las características eléctricas, de formato y de utilización de canal de la capa 1 de la interfaz usuario-red en los puntos de referencia S y T. En la presente Recomendación, el término terminación de red (NT, *network termination*) se emplea para indicar los aspectos de capa 1 de terminación de red de los grupos funcionales NT1 y NT2, y el término equipo terminal (TE, *terminal equipment*) se utiliza para indicar los aspectos de capa 1 de terminación de terminal de los grupos funcionales TE1, adaptador de terminal (TA, *terminal adaptor*) y NT2, a menos que se indique otra cosa. La terminología utilizada en esta Recomendación figura en la Recomendación I.112. Se describen las interfaces para las velocidades primarias de 1544 kbit/s y 2048 kbit/s. Se ha fijado el objetivo de que las diferencias entre las especificaciones de las interfaces para las dos velocidades sean mínimas.

1.1 Objeto y campo de aplicación

Esta especificación es aplicable a las interfaces usuario-red, a las velocidades primarias de 1544 kbit/s y 2048 kbit/s para las disposiciones de canales de la RDSI definidas en la Recomendación I.412.

2 Tipo de configuración

El tipo de configuración se aplica únicamente a las características de capa 1 de la interfaz y no supone ninguna limitación sobre los modos de funcionamiento en capas superiores.

2.1 Configuración punto a punto

El acceso a velocidad primaria sólo soportará la configuración punto a punto.

La configuración punto a punto en la capa 1 supone que en cada sentido sólo una fuente (emisor) y un sumidero (receptor) están conectados a la interfaz. El alcance máximo de la interfaz en la configuración punto a punto está limitado por la especificación de las características eléctricas de los impulsos transmitidos y recibidos y el tipo de cable de interconexión. Algunas de estas características se definen en la Recomendación G.703.

2.2 Emplazamiento de las interfaces

Las características eléctricas son aplicables a las interfaces I_a e I_b de la Figura 1 para el caso de 1544 kbit/s (véase 4.1) y para el caso de 2048 kbit/s (véase 5.1).

En 4.3/I.411 se dan ejemplos de grupos funcionales que corresponden al TE y la NT tal como se utilizan aquí.

3 Características funcionales

3.1 Resumen de las funciones (capa 1) (véase la Figura 2)

Canal B

Esta función proporciona la transmisión bidireccional de señales de canal B independientes, cada una de las cuales tiene una velocidad binaria de 64 kbit/s, como se define en la Recomendación I.412.

Canal H_0

Esta función proporciona la transmisión bidireccional de señales de canal H_0 independientes, cada una de las cuales tiene una velocidad binaria de 384 kbit/s, como se define en la Recomendación I.412.



NOTA – I_a e I_b están situados en el puerto de entrada/salida del TE o de la NT.

FIGURA 1/I.431

Emplazamiento de los interfaces

TE	←-----→	NT
Canales B, H ₀ o H ₁	←-----→	Canales B, H ₀ o H ₁
Un canal D a 64 kbit/s	←-----→	Un canal D a 64 kbit/s
Temporización de bits	←-----→	Temporización de bits
Temporización de octetos	←-----→	Temporización de octetos
Alineación de trama	←-----→	Alineación de trama
Alimentación de energía (véase la nota)	-----→	Alimentación de energía (véase la nota)
Mantenimiento	←-----→	Mantenimiento
Procedimiento CRC	←-----→	Procedimiento CRC

CRC Verificación por redundancia cíclica

T1301970-93/D02

NOTA – Esta función de alimentación de energía es opcional y, si se aplica, emplea un par de hilos separados en el cable de interfaz.

FIGURA 2/I.431

Características funcionales

Canal H₁

Esta función proporciona la transmisión bidireccional de una señal del canal H₁ que tiene una velocidad binaria de 1536 (H₁₁) ó 1920 (H₁₂) kbit/s, como se define en la Recomendación I.412.

Canal D

Esta función proporciona la transmisión bidireccional de una señal del canal D a una velocidad binaria de 64 kbit/s, como se define en la Recomendación I.412.

Temporización de bits

Esta función proporciona una temporización de los bits (elementos de señal) que permite al TE o a la NT extraer información del tren binario global.

Temporización de octetos

Esta función proporciona una señal de temporización de 8 kHz hacia el TE o hacia la NT con el objeto de soportar una estructura de octetos para los codificadores de voz y para otros fines de temporización que sean necesarios.

Alineación de trama

Esta función proporciona la información que permite al TE o a la NT extraer los canales multiplexados por división en el tiempo.

Alimentación de energía

Esta función permite transferir energía de alimentación a la NT1 a través de la interfaz.

Mantenimiento

Esta función proporciona información relativa a las condiciones de funcionamiento y avería de la interfaz. Las actividades de la configuración de referencia de la red en el acceso de abonado a velocidad primaria figuran en la Recomendación I.604.

Procedimiento de verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*)

Esta función proporciona protección contra la falsa alineación de trama y puede permitir la supervisión de la característica de error de la interfaz.

3.2 Circuitos de enlace

Se utilizan dos circuitos de enlace, uno para cada sentido, para la transmisión de señales digitales. Todas las funciones descritas más arriba, con la excepción de la alimentación de energía y posiblemente del mantenimiento, se combinan en dos señales digitales compuestas, una para cada sentido de transmisión.

Si la alimentación de energía se efectúa a través de la interfaz, se utiliza para la alimentación de energía un circuito de enlace adicional.

Los dos hilos de los pares que transportan la señal digital pueden invertirse si el cableado es simétrico.

3.3 Activación/desactivación

Las interfaces para la interfaz usuario-red a velocidad primaria estarán activas en todo momento. No se aplicarán procedimientos de activación/desactivación en la interfaz. Sin embargo, para indicar a la capa 2 la capacidad de transporte de capa 1, se utiliza el mismo conjunto de primitivas definido en la Recomendación I.430. Esto permite una aplicación única de la interfaz capa 1/capa 2. Las primitivas PH-AR, MPH-DR, MPH-DI y MPH-II no se necesitan para esta aplicación, por lo que no se utilizan en esta Recomendación.

3.4 Funciones operacionales

En esta subcláusula, el término red se utiliza para indicar:

- los grupos funcionales NT1, LT y de terminación de central en el caso de una interfaz en el punto de referencia T; o
- las partes pertinentes del grupo funcional NT2 en el caso de una interfaz en el punto de referencia S.

Se utiliza el término TE (o «lado usuario») para indicar los aspectos de capa 1 de la terminación de terminales de los grupos funcionales TE1, TA y NT2.

3.4.1 Definición de las señales en la interfaz

Las señales intercambiadas entre el lado red y el lado usuario en condiciones normal y de avería se indican en el Cuadro 1. En 4.7.3 y 5.9.1 se da más información sobre estas señales.

CUADRO 1/I.431

Señales entre el lado red y el lado usuario en condiciones normal y de avería

Nombre	Lista de señales
Trama normal operacional	Trama operacional con: <ul style="list-style-type: none"> – Bits de CRC activos asociados – Información de error de CRC (véase la Recomendación G.704 para sistemas de 2048 kbit/s y la Nota 1 para sistemas de 1544 kbit/s) – Sin indicación de defecto
RAI	Trama operacional con: <ul style="list-style-type: none"> – Bits de CRC activos asociados – Información de error de CRC (véase la Nota 2) – Indicación de alarma distante (véase el Cuadro 4a/G.704 para sistemas de 2048 kbit/s y esquema de 16 bits formado por ocho UNOS binarios y ocho CEROS binarios (1111111100000000) en los bits m para sistemas de 1544 kbit/s)
LOS	No se recibe señal entrante (pérdida de señal)
AIS	Tren continuo de «UNOS» binarios (véase la Rec. M.20)
Información de error de CRC	<ul style="list-style-type: none"> – Bit E conforme al Cuadro 4b/G.704 puesto a «CERO» binario si el bloque de CRC se recibe con error (únicamente sistema de 2048 kbit/s) – Bit Gn apropiado ($n = 1$ a 6) en el mensaje de información de calidad de funcionamiento (véase la Figura 7) puesto a «UNO» binario si se reciben más bloques CRC con error durante el periodo de información de calidad de funcionamiento (sistemas de 1544 kbit/s).
<p>AIS Señal de indicación de alarma (<i>alarm indication signal</i>)</p> <p>CRC Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)</p> <p>LOS Pérdida de señal (<i>loss of signal</i>)</p> <p>RAI Indicación de alarma distante (<i>remote alarm indication</i>)</p> <p>NOTAS</p> <p>1 En los sistemas de 1544 kbit/s, los mensajes de información de calidad de funcionamiento son transportados por los bits m. Sin embargo la utilización de bits m para la opción 2 de la Recomendación I.604 es facultativa (véase el 4.7.4.2).</p> <p>2 En los sistemas de 1544 kbit/s no puede enviarse simultáneamente información sobre la característica de error derivada de RAI y CRC. (En 3.4.1.2 se dan soluciones para opciones de acuerdo con la Recomendación I.604.)</p>	

3.4.1.1 Definición de las señales en la interfaz

indicación de alarma distante (RAI, *remote alarm indication*): La señal RAI indica la pérdida de la capacidad de capa 1 en la interfaz usuario-red. La RAI se propaga hacia la red si se pierde la capacidad de capa 1 hacia el usuario, y se propaga hacia el usuario si se pierde la capacidad de capa 1 hacia la red.

En los sistemas de 1544 kbit/s, la RAI se codifica en forma de esquema de 16 bits repetidos continuamente, formados por ocho UNOS binarios y ocho CEROS binarios (1111111100000000) en los bits m.

NOTA – Se transmiten esquemas de bandera HDLC (01111110) en los bits m cuando no hay señales para enviar.

En los sistemas de 2048 kbit/s, la RAI se codifica en el bit A, es decir, bit 3 del intervalo de tiempo 0 de la trama operativa que no contiene la señal de alineación de trama (véase el Cuadro 4b/G.704):

RAI presente: bit A puesto a UNO binario.

RAI no presente: bit A puesto a CERO binario.

señal de indicación de alarma (AIS, *alarm indication signal*): La señal de indicación de alarma (AIS) se utiliza para indicar pérdida de capacidad de capa 1 en el sentido ET a TE en el lado red de la interfaz usuario-red. Una característica de la AIS es que su presencia indica que la temporización proporcionada al TE quizá no sea la del reloj de la red. La AIS no tiene tramas y está codificada como todos UNOS binario.

informe de error de verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*): Se utilizan mensajes de informe de la calidad de funcionamiento (véase la Figura 7) en los bits m para los sistemas a 1544 kbit/s y bit E (véase el Cuadro 4b/G.704) en trama operacional para sistemas de 2048 kbit/s.

3.4.1.2 Algoritmo de detección de señal

Trama operacional normal

El algoritmo de detección estará de acuerdo con 2.1.2/G.706 para sistemas de 1544 kbit/s y con 4.1.2/G.706 y 4.2/G.706 para sistemas de 2048 kbit/s.

Pérdida de alineación de trama

El algoritmo de detección estará de acuerdo con 2.1.1/G.706 para sistemas de 1544 kbit/s y con 4.1.1/G.706 para sistemas de 2048 kbit/s.

Indicación de alarma distante (RAI, *remote alarm indication*)

La RAI se detecta cuando se dan las dos condiciones siguientes:

Para sistemas de 1544 kbit/s:

- condición de alineación de trama;
- recepción de esquemas de 16 bits repetidos, formados por ocho UNOS binarios y por ocho CEROS binarios (1111111100000000) en los bits m;

Para sistemas de 2048 kbit/s:

- condición de alineación de trama;
- recepción de un bit A que contiene un UNO binario.

Pérdida de señal (LOS, *loss of signal*)

El equipo supondrá una «pérdida de señal» cuando la amplitud de la señal entrante esté, durante por lo menos 1 ms, más de X dB por debajo de la amplitud nominal. El equipo reaccionará en un plazo de 12 ms emitiendo una AIS.

El valor de X es igual a 30 para sistemas de 1544 kbit/s, y a 20 para sistemas de 2048 kbit/s.

Señal de indicación de alarma (AIS, *alarm indication signal*)

La AIS se detecta en los sistemas a 2048 kbit/s cuando se dan ambas condiciones:

- condición de pérdida de alineación de trama;
- recepción de periodos de 512 bits que contienen menos de tres CEROS binarios.

En los sistemas a 1544 kbit/s, se detecta un defecto de AIS al producirse una señal sin alineación de trama con una densidad de UNOS de al menos 99,9% presente durante un tiempo T, donde $3 \text{ ms} \leq T \leq 75 \text{ ms}$. En los sistemas a 1544 kbit/s, un defecto de AIS se termina dentro de un periodo de tiempo T después de la detección de una señal que no cumple los criterios de la densidad de UNOS o de la señal sin alineación de trama, donde $3 \text{ ms} \leq T \leq 75 \text{ ms}$.

Información de error de CRC

En los sistemas de 1544 kbit/s, la información de error de CRC es transportada en el mensaje de informe de calidad de funcionamiento en los bits m y, en los sistemas de 2048 kbit/s, por la recepción de un bit E puesto a CERO binario. Los procedimientos de CRC deben ser conformes con las Recomendaciones G.704 y G.706.

RAI e información de error de CRC continua

Este evento se identifica cuando se reciben continuamente el bit A puesto a UNO binario y el bit E puesto a CERO binario, dentro de un periodo de comprobación de persistencia de por lo menos 10 ms pero no superior a 450 ms en los sistemas de 2048 kbit/s. La RAI y la información de característica de error, derivada de la CRC, no pueden enviarse simultáneamente en el caso de las opciones de red 1 y 4 (véase la Recomendación I.604) de los sistemas de 1544 kbit/s. Este evento puede identificarse, sólo en la opción 2, cuando se reciben los mensajes apropiados de información de calidad de funcionamiento, incluyendo el bit G6 puesto a UNO binario y el bit SE puesto a UNO binario (véase la Figura 7), durante un máximo de 100 milisegundos (ms) por interrupción, mientras se recibe la RAI.

Ninguna señal

Ha de entenderse que la expresión «ninguna señal» caracteriza una gama de señales transmitidas que no tienen necesariamente una amplitud de impulso nula pero que pueden ser interpretadas por el receptor como «pérdida de señal».

Pérdida de la energía o retorno de la energía

Estos eventos son internos al equipo y no es preciso definir el mecanismo de detección.

3.4.2 Definiciones de las tablas de estados en el lado red y en el lado usuario

El lado usuario y el lado red de la interfaz deben informarse entre sí de los estados de capa 1 relativos a los diferentes defectos que puedan detectarse.

A tal efecto, se definen las tablas de estados, una en el lado usuario y la otra en el lado red. Los estados en el lado usuario (estados F) se definen en 3.4.3 y los estados en el lado red (estados G) en 3.4.4. Las tablas de estados se definen en 3.4.6.

Las condiciones de avería condición de avería 1, (FC1, *fault condition 1*) a FC4 que podrían producirse en el lado red o entre el lado red y el lado usuario se definen en la Figura 3. Estas condiciones de avería afectan directamente a los estados F y G. La información sobre estas condiciones de avería se intercambian entre los lados usuario y red en forma de señales definidas en el Cuadro 1.

NOTAS

1 Se definen sólo los estados estables necesarios para la operación y el mantenimiento de los lados usuario y red de la interfaz (reacciones del sistema, información pertinente del usuario y de la red). No se tienen en cuenta los estados transitorios relativos a las detecciones de la información de error de CRC.

2 El usuario no necesita conocer en qué punto de la red se encuentra el fallo. El usuario debe ser informado sobre la disponibilidad y la continuidad del servicio de capa 1.

3 El usuario dispone de toda la información relativa a la CRC asociada con cada uno de los sentidos de su sección CRC adyacente. La supervisión de la calidad de esta sección es responsabilidad del usuario.

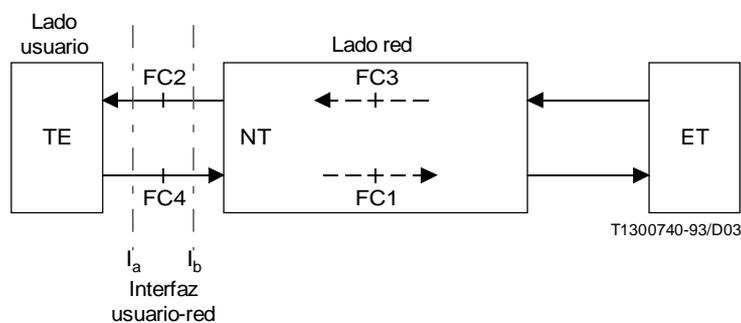


FIGURA 3/I.431

Situación de las condiciones de avería (FC) con respecto a la interfaz

3.4.3 Estados de capa 1 en el lado usuario de la interfaz

Estado F0: Pérdida de la energía en el lado usuario

- En general, el TE no puede ni transmitir ni recibir señales.

Estado F1: Estado operacional

- Se dispone de la temporización de la red y del servicio de capa 1.
- El lado usuario transmite y recibe tramas operacionales con la CRC asociada y con información de errores de CRC temporales (véase la Nota 1).
- El lado usuario verifica las tramas recibidas y los bits CRC asociados, y si se detecta un error de CRC, transmite hacia el lado red tramas operacionales que contienen la información de error de CRC.

Estado F2: Condición de avería n.º 1

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC1.
- Se dispone de la temporización de la red en el lado usuario.
- El lado usuario recibe tramas operacionales con los bits CRC asociados y con información de errores de CRC temporales (véase la Nota 1).
- Las tramas recibidas contienen RAI.
- El lado usuario transmite tramas operacionales con los bits CRC asociados.
- El lado usuario verifica las tramas recibidas y los bits CRC asociados y si se ha detectado un error de CRC, transmite al lado red tramas operacionales que contienen la información de error de CRC.

Estado F3: Condición de avería n.º 2

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC2.
- No se dispone de temporización de la red en el lado usuario.
- El lado usuario detecta la pérdida de la señal entrante (esto acarreará la pérdida de la alineación de trama).
- El lado usuario transmite tramas operacionales con los bits CRC y RAI asociados (véase la Nota 2).

Estado F4: Condición de avería n.º 3

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC3.
- No se dispone de temporización de la red en el lado usuario.
- El lado usuario detecta la AIS.
- El lado usuario transmite hacia el lado red tramas operacionales con los bits CRC y RAI asociados (véase la Nota 2).

Estado F5: Condición de avería n.º 4

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC4.
- Se dispone de temporización de la red en el lado usuario.
- El lado usuario recibe tramas operacionales con información continua de errores de CRC (opcional) (véase la Nota 3).
- Las tramas recibidas contienen la RAI.
- El lado usuario transmite tramas operacionales con los bits CRC asociados.
- El lado usuario verifica las tramas recibidas y los bits CRC asociados y si se ha detectado un error de CRC, puede generar hacia el lado de red tramas operacionales que contienen la información de error de CRC.

Estado F6: Estado de energía aplicada

- Se trata de un estado transitorio y el lado usuario puede cambiar el estado después de detectar la señal recibida.

NOTAS

1 La interpretación de la información de error de CRC depende de la opción utilizada en la red (véanse 5.9.2 y la Recomendación I.604).

2 En los sistemas de 1544 kbit/s no puede enviarse simultáneamente la información de error derivada de RAI y CRC. Las condiciones de avería pueden seccionalizarse a través de la interfaz obteniendo información por medios que quedan para ulterior estudio (en 3.4.1 se da una solución para la opción 2, RAI e información de error de CRC continua).

3 Únicamente en las opciones 2 y 3 del Anexo A de la Recomendación I.604. La condición «información de error de CRC continua» corresponde a la pérdida de la señal entrante o a la pérdida de alineación de trama en el lado red.

3.4.4 Estados de capa 1 en el lado red de la interfaz

Estado G0: Pérdida de energía en la NT1

- En general, la NT1 no puede ni transmitir ni recibir señales.

Estado G1: Estado operacional

- Se dispone de temporización de la red y del servicio de capa 1.
- El lado red transmite y recibe tramas operacionales con los bits CRC asociados y con información de errores de CRC temporales.
- El lado red verifica las tramas recibidas y los bits CRC asociados, y si se detecta un error de CRC, se transmite hacia el usuario información de error de CRC.

Estado G2: Condición de avería n.º 1

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC1.
- Se proporciona temporización de la red al lado usuario.
- El lado red recibe tramas operacionales con los bits CRC asociados.
- El lado red transmite hacia el lado usuario tramas operacionales con los bits CRC y la RAI asociados. Las tramas operacionales pueden contener información de error de CRC (véase la Nota 1).

Estado G3: Condición de avería n.º 2

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC2.
- No se proporciona temporización de la red al lado usuario.
- El lado red transmite hacia el lado usuario tramas operacionales con los bits CRC asociados.
- El lado red recibe tramas operacionales con los bits CRC y la RAI asociados (véase la Nota 2).

Estado G4: Condición de avería n.º 3

- Este estado de avería corresponde a la condición de avería FC3.
- No se proporciona temporización de la red al lado usuario.
- El lado red transmite hacia el AIS.
- El lado red recibe tramas operacionales con los bits CRC y la RAI asociados (véase la Nota 2).

Estado G5: Condición de avería n.º 4

- Este estado de avería corresponde a las condiciones de avería FC4.
- Se proporciona temporización de la red al lado usuario.
- El lado red detecta la pérdida de la señal entrante o la pérdida de la alineación de trama.
- El lado red transmite hacia el lado usuario tramas operacionales con los bits CRC y la RAI asociados e información continua de error de CRC (véanse las Notas 2 y 3).

Estado G6: Estado de energía aplicada

- Se trata de un estado transitorio, y el lado red puede cambiar el estado después de detectar la señal recibida.

NOTAS

1 La interpretación de la información de error de CRC depende de la opción utilizada en la red (véanse 5.9.2 y la Recomendación I.604).

2 En los sistemas de 1544 kbit/s no puede enviarse simultáneamente la información de error derivada de RAI y CRC. Las condiciones de avería pueden seccionalizarse obteniendo información por medios que quedan en estudio (en 3.4.1 se da una solución para la opción 2, RAI e información de error de CRC continua).

3 Únicamente en las opciones 2 y 3 del Anexo A/I.604.

3.4.5 Definición de las primitivas

Deben utilizarse las siguientes primitivas entre las capas 1 y 2 (PH) o entre la capa 1 y la entidad de gestión (MPH).

PH-AI Indicación PH-ACTIVACIÓN

PH-DI Indicación PH-DESACTIVACIÓN

MPH-AI Indicación MPH-ACTIVACIÓN (se utiliza como recuperación tras error e información de inicialización)

MPH-EIn Indicación MPH-ERROR con parámetros «n»

n Parámetro que define la condición de avería correspondiente al error informado.

3.4.6 Tablas de estados

En el Cuadro 2 se definen las funciones operacionales para los estados de capa 1 en el lado usuario de la interfaz y en el Cuadro 3 para el lado red. La reacción exacta en el caso de averías dobles puede depender del tipo de condición de doble avería y de la secuencia en la que se producen.

4 Interfaz a 1544 kbit/s

4.1 Características eléctricas

4.1.1 Velocidad binaria y sincronización

4.1.1.1 Características de la conexión de red

Salvo por lo que se indica más abajo la red entregará una señal sincronizada con un reloj que tenga una exactitud mínima de 1×10^{-11} (estrato 1). Cuando se interrumpa la sincronización por un reloj de estrato 1, la señal entregada por la red a la interfaz tendrá una exactitud mínima de $4,6 \times 10^{-6}$ (estrato 3).

Durante el funcionamiento normal, TE1/TA/NT2 transmitirán una señal de 1544 kbit/s con una exactitud igual a la de la señal recibida, enganchando la frecuencia de su señal transmitida al valor medio a largo plazo de la señal entrante de 1544 kbit/s o proporcionando igual exactitud de frecuencia de señal a partir de otra fuente.

NOTA – La sincronización con una fuente independiente puede dar lugar a una degradación importante cuando la fuente no es un reloj de estrato 1.

Mientras estén en cualquier estado de mantenimiento controlado por señales/mensajes transmitidos en los bits m y por la AIS, los grupos funcionales TE1/TA/NT2 funcionarán con señales recibidas que tengan una exactitud mínima de velocidad binaria de $3,2 \times 10^{-5}$ (estrato 4).

4.1.1.2 Requisitos en I_a/I_b

Los requisitos siguientes se especifican en términos de la tolerancia a las variaciones de la señal recibida en la interfaz I_a y de la limitación de la señal transmitida en I_a del equipo asociado. Cada requisito del receptor implica un requisito de la señal transmitida en la interfaz I_b del equipo conectado o de la red, según proceda. De manera similar, cada requisito del transmisor implica un requisito del receptor en la interfaz I_b del equipo conectado o de la red, según proceda. Los requisitos que son exclusivos de una determinada agrupación funcional, por ejemplo, NT2, se señalan de manera específica.

Las entidades de equipos diseñados para funcionar en las condiciones tratadas en más de una de las cláusulas que siguen, deben cumplir los requisitos de todas las cláusulas pertinentes.

4.1.1.2.1 Tren de bits de receptor sincronizado con un reloj de red

- Requisitos del receptor: Los receptores de señales a través de la interfaz I_a funcionarán con una velocidad de transmisión media en la gama de $1544 \text{ kbit/s} \pm 4,6 \text{ ppm}$. Es necesario, no obstante, el funcionamiento con una velocidad de transmisión de señal recibida en la gama de $1544 \text{ kbit/s} \pm 32 \text{ ppm}$, en cualquier estado de mantenimiento controlado por señales/mensajes transmitidos en los bits m y por la AIS.

NOTA 1 – En funcionamiento normal, el tren de bits está sincronizado con el estrato 1.

La exactitud de la velocidad binaria de referencia primaria y a largo plazo es de 10^{-11} , pero en condiciones anormales es de prever la gama completa de bits de $\pm 4,6 \text{ ppm}$.

Matriz de estados de la capa 1 a la velocidad primaria en el lado usuario de la interfaz

	Estado inicial	F0	F1	F2 ^{b)}	F3	F4	F5 ^{b)}	F6
Definición de los estados	Condición operacional o condición de avería	Pérdida de la energía en el lado usuario	Operacional	FC1	FC2	FC3	FC4	Energía aplicada en el lado usuario
	Señal transmitida hacia la interfaz	Ninguna señal	Tramas operacionales normales	Tramas operacionales normales	Tramas con RAI	Tramas con RAI	Tramas operacionales normales	Ninguna señal
Nuevo evento detectado en el lado recepción	Pérdida de la energía en el TE	/	PH-DI MPH-EI0 F0	MPH-EI0 F0	MPH-EI0 F0	MPH-EI0 F0	MPH-EI0 F0	MPH-EI0 F0
	Retorno de la energía al TE	F6	/	/	/	/	/	/
	Tramas operacionales normales procedentes del lado red	/	-	PH-AI MPH-AI F1	PH-AI MPH-AI F1	PH-AI MPH-AI F1	PH-AI MPH-AI F1	/
	Recepción de RAI ^{a)}	/	PH-DI MPH-EI1 F2	-	MPH-EI1 F2	MPH-EI1 F2	MPH-EI1 F2	MPH-EI1 F2
	Pérdida de señal o de alineación de trama	/	PH-DI MPH-EI2 F3	MPH-EI2 F3	-	MPH-EI2 F3	MPH-EI2 F3	MPH-EI2 F3
	Recepción de AIS	/	PH-DI MPH-EI3 F4	MPH-EI3 F4	MPH-EI3 F4	-	MPH-EI3 F4	MPH-EI3 F4
	Recepción de RAI e informe continuo de error de CRC ^{a)}	/	PH-DI MPH-EI4 F5	MPH-EI4 F5	MPH-EI4 F5	MPH-EI4 F5	-	MPH-EI4 F5

Condiciones para cada avería

- Ningún cambio de estado

/ Situación imposible

PH-x Emitir la primitiva x
 MPH-y Emitir la primitiva de gestión y
 Fz Pasar al estado Fz

PH-AI Indicación PH-ACTIVACIÓN

PH-DI Indicación PH-DESACTIVACIÓN

MPH-EIn Indicación MPH-ERROR, con el parámetro n ($n = 0$ a 4)

a) Estos eventos cubren diferentes opciones de red. Las opciones de red 2 y 3 (véase la Recomendación I.604) del sistema de 2048 kbit/s (que incluye tratamiento de CRC en el enlace de transmisión digital) proporcionan información de error de CRC que permite al equipo del lado usuario localizar la avería, indicada por medio de la RAI, a:

- i) el lado red (FC1), si se reciben tramas sin informes continuos de error de CRC, o
- ii) el lado usuario (FC4), si se reciben tramas sin informes continuos de error de CRC.

Si se aplican opciones de red distintas de las 2 y 3 del sistema de 2048 kbit/s, las averías FC1 y FC2 se indican idénticamente en la interfaz, por lo cual la señal «RAI con informe continuo de CRC» no se produce.

En los sistemas de 1544 kbit/s, la opción de red 2 (véase la Recomendación I.604) proporciona los mensajes de información de calidad de funcionamiento, mientras se recibe la RAI, lo que permite al equipo del usuario localizar la avería en:

- i) el lado red (FC1), si se reciben tramas con mensaje de información de calidad de funcionamiento enviado desde ET, que incluye información continua de error de CRC; o
- ii) el lado usuario (FC4), si se reciben tramas con mensaje de información de calidad de funcionamiento enviado desde el lado usuario de la NT1, que incluye información continua de error de CRC.

En las opciones 1 y 4 (véase la Recomendación I.604), no puede enviarse el mensaje de información de calidad de funcionamiento mientras se transmite la RAI, por lo que las averías FC1 y FC4 se indican de la misma manera en la interfaz.

b) Este estado comprende dos opciones de usuario:

- i) si un TE adopta la opción de distinguir entre F2 y F5 (dada por las opciones 2 y 3), pero la red no hace la distinción (véase la nota), no se producirá entonces la señal «RAI con informe continuo de error de CRC», y el TE pasa siempre al estado F2 al recibir la RAI;
- ii) la opción de usuario consistente en no procesar la información de error de CRC cuando va acompañada de RAI, aun si existe, combina los estados F2 y F5.

NOTA – La interpretación de la información de error de CRC depende de la opción utilizada en la red (véanse 5.9.2 y la Recomendación I.604).

CUADRO 3/I.431

Matriz de estados de la capa 1 a velocidad binaria en el lado red de la interfaz

	Estado inicial	G0	G1	G2	G3	G4	G5 ^{a)}	G6	
Definición de los estados	Condición operacional o condición de avería vista desde la interfaz	Pérdida de energía en la NT	Operacional	FC1	FC2	FC3	FC4	Energía aplicada en la NT	
	Señal transmitida hacia la interfaz	Ninguna señal	Tramas operacionales normales	RAI ^{b)}	Tramas operacionales normales	AIS	RAI ^{b)}	Ninguna señal	
Nuevo evento detectado en el lado recepción	Pérdida de la energía en la NT	/	MPH-EI0 PH-DI G0	MPH-EI0 G0	MPH-EI0 G0	MPH-EI0 G0	MPH-EI0 G0	MPH-EI0 G0	
	Retorno de la energía a la NT	G6	/	/	/	/	/	/	
	Tramas operacionales normales, no hay avería interna de la red	/	-	PH-AI MPH-AI G1	PH-AI MPH-AI G1	PH-AI MPH-AI G1	PH-AI MPH-AI G1	/	
	Avería interna de la red FC1	/	PH-DI MPH-EI1 G2	-	MPH-EI1 ^{c)} G2	MPH-EI1 ^{c)} -	MPH-EI1 ^{c)} -	MPH-EI1 ^{c)} G2	
					◆	G2	G2		
	Recepción de RAI FC2	/	PH-DI MPH-EI2 G3	-	MPH-EI2 ^{c)} -	-	MPH-EI2 ^{c)} -	MPH-EI2 ^{c)} -	MPH-EI2 G3
					G3		G3		
	Avería interna de la red FC3	/	PH-DI MPH-EI3 G4	-	MPH-EI3 ^{c)} G4	MPH-EI3 ^{c)} G4	-	MPH-EI3 ^{c)} G4	MPH-EI3 G4
◆					◆	◆			
Pérdida de tramas operacionales FC4	/	PH-DI MPH-EI4 G5	-	MPH-EI4 ^{c)} G5	MPH-EI4 ^{c)} G5	MPH-EI4 ^{c)} -	-	MPH-EI4 ^{c)} G5	
				◆	◆	G5			

Condiciones para cada avería

- Ningún cambio de estado
- / Situación imposible
- PH-x Emitir la primitiva x
- MPH-y Emitir la primitiva de gestión y
- Gz Pasar al estado Gz

Condiciones de doble avería

- MPH-y Gz La segunda avería es dominante. Debe actuarse cuando se produce la segunda avería.
- ◆ La desaparición de la primera avería no es visible en la interfaz, ya que la segunda avería es dominante y el estado ha pasado ya al Gz.
- MPH-y La primera avería es dominante, por lo cual el estado no cambiará cuando se produce la segunda avería, pero la indicación de error puede darse a la gestión, si es posible.
- Gz Debe actuarse cuando desaparezca la primera avería (dominante).

- PH-AI Indicación PH-ACTIVACIÓN
- PH-DI Indicación PH-DESACTIVACIÓN
- MPH-EIn Indicación MPH-ERROR, con el parámetro *n* (*n* = 0 a 4)

- a) En el caso de que no haya tratamiento de CRC en el enlace digital, el estado G5 es idéntico al estado G2.
- b) En las opciones 2 y 3 de los sistemas de 2048 kbit/s, la señal RAI debe contener información de error de CRC de la sección comprendida entre el TE y la NT, que puede ser utilizada por el usuario para localizar las averías FC1 y FC4. En la opción 1 las averías FC1 y FC4 se indican de manera idéntica en la interfaz (véase 5.9).
- c) El envío de esta primitiva depende de la capacidad del sistema de transmisión digital y de la opción utilizada en la red.

- b) Requisitos del transmisor: La velocidad de transmisión media de las señales transmitidas a través de la interfaz I_a por el equipo asociado será la misma que la velocidad de transmisión media del tren de bits recibido. La posible necesidad de un requisito aplicable únicamente a los TE1/TA, que exija un acoplamiento más estrecho entre fase/velocidad binaria del tren de bits transmitido y el tren de bits recibidos, está fuera del alcance de la presente Recomendación.

NOTA 2 – Cuando intervienen múltiples interfaces de red, la velocidad de transmisión de la señal transmitida viene determinada normalmente por las señales recibidas a través de una de las interfaces solamente, pero las velocidades de transmisión de todas las interfaces están sincronizadas normalmente con la misma fuente principal.

4.1.1.2.2 TE1/TA conectados a una NT2 no sincronizada con un reloj de red

- a) Requisitos del receptor: Los receptores de señales a través de la interfaz I_a funcionarán con una velocidad de transmisión media en la gama de 1544 kbit/s \pm 32 ppm.
- b) Requisitos del transmisor: La señal transmitida a través de la interfaz I_a estará sincronizada con el tren de bits recibido. El acoplamiento requerido (fase relativa) entre los trenes de bits transmitido y recibido está fuera del alcance de la presente Recomendación.

4.1.1.2.3 Tren de bits sincronizado en recepción con una señal de reloj transmitida proporcionada por el cliente (aplicación de líneas arrendadas)

- a) Requisitos del transmisor: La velocidad de transmisión de las señales transmitidas a través de la interfaz I_a (o I_b) estará en la gama de 1544 kbit/s \pm 32 ppm. Los requisitos de la sincronización necesaria, si los hay, entre los trenes de bits transmitido y recibido quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.
- b) Requisitos del receptor: La tolerancia de los receptores a las variaciones de la velocidad de transmisión de las señales recibidas a través de I_a (o I_b) depende, según la aplicación, de la tolerancia del transmisor del extremo distante.

4.1.2 Especificación de los puertos de salida

La especificación de la señal de los puertos de salida se indica de manera resumida en el Cuadro 4.

4.1.2.1 Carga de prueba

Para la evaluación de las características de la señal se utilizará una terminación resistiva de 100 ohmios en las interfaces (I_a e I_b).

4.1.2.2 Características de los impulsos

Los impulsos en el sentido de la transmisión a través de la interfaz de los puntos I_a e I_b cumplirán los requisitos siguientes, cuando resulten atenuados por un par de cables que tenga una pérdida de 0 a 1,5 dB a 772 kHz y una característica de atenuación en función de la frecuencia que siga una ley en \sqrt{f} en la gama de frecuencia de 200 kHz a 1,5 MHz.

- a) Plantilla de los impulsos: Un impulso aislado, tanto positivo como negativo (invertido), tendrá una amplitud entre 2,4 y 3,6 voltios, medida en el centro del impulso, y se ajustará a la plantilla normalizada que se muestra en la Figura 6 (la plantilla de impulsos mostrada en la Figura I.1 es un ejemplo de plantilla de impulsos suficiente pero no necesaria para satisfacer los requisitos de la Figura 6 después de la transmisión a través de un cable con una atenuación de 0 a 1,5 dB).
- b) Niveles de potencia: Para una configuración de todos UNOS binarios, con una carga de prueba de 100 ohmios, la potencia proporcionada por un transmisor en una banda de 3 kHz centrada en 772 kHz se hallará entre 12,0 y 19,0 dBm, y la potencia en una banda de 3 kHz centrada en 1544 kHz será por lo menos 25 dB menor.

4.1.2.3 Asimetría de los impulsos

La diferencia entre la potencia total de los impulsos positivos y la de los impulsos negativos será de menos 0,5 dB. Además, en cualquier ventana de 17 bits consecutivos, la diferencia entre la mayor y la menor amplitud de un impulso será de menos de 200 mV y la diferencia entre la anchura (semiamplitud) del impulso más ancho y la del más estrecho será de menos de 20 ns.

4.1.2.4 Tensión de CERO binario

La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CERO binario (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: valor producido en dicho intervalo por impulsos (marcas) de intervalos adyacentes que se ajusten a la plantilla de la Figura 6 o \pm 5% de la amplitud de cero a cresta del impulso (marca). Un impulso aislado satisfará los requisitos expuestos en el Cuadro 4.

CUADRO 4/I.431

Interfaz digital a 1544 kbit/s

Velocidad binaria		1544 kbit/s
Par(es) en cada sentido de transmisión		Un par simétrico
Código		B8ZS (Nota 1)
Impedancia de carga de prueba		100 ohmios, resistiva
Forma nominal del impulso		Véase la plantilla de los impulsos (Nota 2)
Nivel de la señal (Notas 2 y 3)	Potencia a 772 kHz	De +12 dBm a +19 dBm
	Potencia a 1544 kHz	Al menos 25 dB por debajo de la potencia a 772 kHz
<p>NOTAS</p> <p>1 El B8ZS es un código AMI modificado en el cual se reemplazan ocho CEROS binarios consecutivos por 000 + - 0 - +, si el impulso precedente era positivo (+) y por 000 - + 0 + -, si era negativo (-).</p> <p>2 Los requisitos de la plantilla de impulsos y de nivel de potencia se aplican al extremo de un par que tenga una pérdida de 0 a 1,5 dB a 772 kHz.</p> <p>3 El nivel de señal es el nivel de potencia medido en una banda de 3 kHz en el puerto de salida para una secuencia transmitida todos UNOS binarios.</p>		

4.1.3 Especificaciones de los puertos de salida

Los receptores recibirán secuencia de datos de entrada en las condiciones siguientes y con señales que tengan las características siguientes, con velocidades de transmisión de la gama aceptable especificada en 4.1.1, con asimetrías de impulsos según se especifica en 4.1.2.3 y con fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase superpuestas según lo especificado en 4.5.

Para demostrar el cumplimiento de este requisito bastará demostrar la recepción de secuencias de datos (en presencia de las condiciones de prueba) con una tasa de errores en los bits inferior a 10^{-7} .

4.1.3.1 Características de la señal recibida

Las señales entregadas a los receptores en las interfaces I_a e I_b tendrán las características de los impulsos transmitidos definidas en 4.1.2.2 y atenuadas por un par de cables (terminado en una resistencia de 100 ohmios) con una atenuación situada en la gama de 0,0 a 18,0 dB a 772 kHz entre las interfaces I_a e I_b .

4.1.3.2 Condiciones de prueba de interferencia

Los requisitos generales de 4.1.3 se aplican con la interferencia descrita en los apartados a) y b) siguientes, con superposición individual (no simultánea).

- a) *Interferencia gaussiana*: Ruido que tiene una distribución de amplitud gaussiana y una densidad espectral de potencia (PSD, *power spectral density*) uniforme en la gama de frecuencias de 100 kHz a 1500 kHz, una atenuación progresiva de 6 dB por octava a 3 MHz y una potencia medida en 100 ohmios, en la banda de frecuencias de 400 kHz a 1350 kHz (véase la nota), de -32,7 dBm. La variación, en relación con el espectro especificado, de la amplitud de ruido a cada frecuencia no excederá de ± 1 dB. La distribución de la amplitud del ruido se ajustará a la distribución gaussiana hasta una relación de valor de cresta a valor efectivo de por lo menos 14,5 dB.
- b) *Frecuencia única*: Señal sinusoidal a 772 kHz que tiene una potencia de -20 dBm medida en 100 ohmios.

NOTA - La elección de 400 kHz y 1350 kHz es arbitraria, pero las dos frecuencias determinan puntos en la PSD transmitida del mismo valor, -95,6 dBm/Hz, y la integración de la PSD transmitida en esta gama incluye esencialmente toda la potencia del primer lóbulo (-30,6 dBm).

4.1.4 Disposiciones transitorias

Durante un periodo transitorio, podrá aceptarse el equipo que cumpla los requisitos que a continuación se indican.

4.1.4.1 Alternativa transitoria de I_a/I_b

- Puertos de salida:* Las características eléctricas de las señales en los puertos de salida cumplirán los requisitos de 4.1.2.1, 4.1.2.2, salvo que los requisitos son aplicables en I_a/I_b con una atenuación de cable de 0 dB solamente, y 4.1.2.4, salvo por lo que se refiere a la Nota 2 del Cuadro 4, que no es aplicable.
- Puertos de entrada:* La señal digital presentada en el puerto de entrada será como la definida anteriormente pero modificada por la característica del par de interconexión. Se supondrá que la atenuación de este par sigue una ley en \sqrt{f} y que la pérdida a la frecuencia de 772 kHz se halla entre 0 y 6 dB.

4.1.4.2 Alternativa transitoria de DSX

En la Recomendación G.703 se especifica la arquitectura de punto interfaz única de conexión cruzada digital (DSX, *digital cross connect*) para la velocidad de 1544 kbit/s.

4.2 Estructura de trama

La estructura de trama se basa en 3.1.1/G.704 y 3.1.2/G.704, y se representa en la Figura 4.



FIGURA 4/I.431

Estructura de trama de la interfaz a 1544 kbit/s

4.2.1 Cada intervalo de tiempo consta de ocho bits consecutivos, numerados de 1 a 8.

4.2.2 Cada trama tiene una longitud de 193 bits y consta de un bit F seguido de 24 intervalos de tiempo consecutivos, numerados de 1 a 24. La velocidad de repetición de trama es de 8000 tramas/s.

4.2.3 Estructura de multitrama

La estructura de multitrama se representa en el Cuadro 5. Cada multitrama tiene una longitud de 24 tramas y viene definida por la señal de alineación de multitrama (FAS, *multi-frame alignment signal*), que está formada por cada cuarto bit F y que sigue la secuencia binaria (... 001011 ...). Los bits e_1 a e_6 del Cuadro 5 se utilizan para comprobación de errores, como se indica en 2.1.3.1.2/G.704. Una verificación de error válida por el receptor es una indicación de calidad de transmisión y de que no hay una falsa alineación de trama (véase 4.6.3).

4.3 Consideraciones sobre la temporización

En este punto se describe el método de sincronización jerárquica seleccionado para sincronizar las RDSI. Se basa en consideraciones relacionadas con la prestación de un servicio satisfactorio al cliente, la facilidad de mantenimiento, la administración y la minimización de los costes.

La NT deriva su temporización del reloj de la red. El TE sincroniza su temporización (de bit, octeto, trama) a partir de la señal recibida de la NT y sincroniza en consecuencia su señal transmitida.

CUADRO 5/I.431

Estructura de multitrama

Número de trama de la multitrama	Bits F			
	Número de bit de la multitrama	Asignaciones		
		FAS	Véase la Nota	Véase 4.2.6
1	1	–	m	–
2	194	–	–	e ₁
3	387	–	m	–
4	580	0	–	–
5	773	–	m	–
6	966	–	–	e ₂
7	1159	–	m	–
8	1352	0	–	–
9	1545	–	m	–
10	1738	–	–	e ₃
11	1931	–	m	–
12	2124	1	–	–
13	2317	–	m	–
14	2510	–	–	e ₄
15	2703	–	m	–
16	2896	0	–	–
17	3089	–	m	–
18	3282	–	–	e ₅
19	3475	–	m	–
20	3668	1	–	–
21	3861	–	m	–
22	4054	–	–	e ₆
23	4247	–	m	–
24	4440	1	–	–

NOTA – El uso actual de los bits m se define en 4.7.4.

4.4 Asignación de intervalos de tiempo

4.4.1 Canal D

El intervalo de tiempo 24 se asigna al canal D cuando este canal está presente.

4.4.2 Canal B y canales H

Un canal ocupa un número entero de intervalos de tiempo y las mismas posiciones de intervalo de tiempo en cada trama. A un canal B puede asignársele cualquier intervalo de tiempo de la trama, a un canal H₀ pueden asignársele seis intervalos cualesquiera de la trama, por orden numérico (no necesariamente consecutivos), y a un canal H₁₁ pueden asignársele los intervalos 1 a 24 de una trama. La asignación puede variar de una llamada a otra (véase la Nota). Los mecanismos para la asignación de estos intervalos para una llamada se especifican en la Recomendación I.451.

NOTA – Durante un periodo provisional, puede ser necesaria una asignación fija de intervalos de tiempo para formar canales. En el Anexo A se dan ejemplos de asignación fija de intervalos de tiempo cuando en la interfaz sólo hay canales H₀.

4.5 Fluctuación de fase, fluctuación lenta de fase y fenómenos transitorios de fase

Lo que sigue es una especificación provisional de la fluctuación de fase, la fluctuación lenta de fase y los fenómenos transitorios de fase, que son aún objeto de estudio. Los requisitos se especifican por lo general en términos de la tolerancia de los grupos funcionales TE1/TA y NT2 a las variaciones de la señal recibida en la interfaz I_a y de las limitaciones de la señal transmitida en I_a del grupo funcional asociado. Cada requisito de receptor implica un requisito respecto a la señal transmitida en la interfaz I_b del grupo funcional conectado. De manera similar, cada requisito del transmisor implica un requisito con respecto al receptor en la interfaz I_b del grupo funcional conectado. Los requisitos que son exclusivos de una determinada agrupación funcional, por ejemplo, NT2, se indican de manera específica.

4.5.1 Consideraciones generales

Se entiende por fluctuación de fase la variación a corto plazo de los instantes significativos de una señal digital con respecto a sus posiciones teóricas en el tiempo; fluctuación lenta de fase es la variación a largo plazo de esos mismos instantes. Los fenómenos transitorios de fase son funciones escalón de duración relativamente corta de esos instantes. El término fluctuación de fase se aplica a las variaciones por encima de una frecuencia de 10 Hz. Se habla de fluctuación lenta de fase cuando las variaciones están por debajo de una frecuencia de 10 Hz.

La fluctuación lenta de fase es un fenómeno a largo plazo, con constante de tiempo de horas/minutos. Los fenómenos transitorios tienen constantes de tiempo de segundos/ms. El valor de la fluctuación de fase y el de la fluctuación lenta de fase se especifican en términos de intervalos unitarios (UI, *unit interval*). Un UI equivale a 648 ns. Los fenómenos transitorios se especifican en términos de la máxima desviación de fase transitoria y la máxima desviación de frecuencia equivalente durante el fenómeno.

4.5.2 Fluctuación de fase

La fluctuación de fase se especifica en dos bandas de frecuencias: banda 1 y banda 2.

- Banda 1: 10 Hz a 40 KHz.
- Banda 2: 8 KHz a 40 KHz.

Los requisitos de fluctuación de fase indicados en esta cláusula no se aplican durante los eventos transitorios de la fase de reloj (véase 4.5.4.1).

4.5.2.1 Fluctuación de fase de la señal recibida

El funcionamiento será satisfactorio con una fluctuación de fase de la señal recibida en la interfaz I_a como sigue:

- Banda 1: 5,0 UI cresta a cresta, y
- Banda 2: 0,1 UI cresta a cresta.

Para demostrar la conformidad bastará demostrar que el funcionamiento es satisfactorio (sin producir errores de bit o pérdida de la alineación de trama), con fluctuación de fase sinusoidal de acuerdo con las características de amplitud/frecuencia de la Figura 5.

4.5.2.2 Fluctuación de fase de la señal transmitida

La fluctuación de fase de la señal transmitida desde las interfaces I_a o I_b no excederá de lo siguiente:

- Banda 1: 0,5 UI cresta a cresta, y
- Banda 2: 0,07 UI cresta a cresta.

NOTA – La fluctuación de fase de la señal transmitida no rebasará la fluctuación de fase de la señal recibida en la banda 1. En la banda 2, la fluctuación de fase será conforme al requisito indicado anteriormente.

4.5.3 Fluctuación lenta de fase

Una fluctuación lenta de fase en todo el espectro de frecuencias de hasta 10 Hz es importante. A efectos de la presente Recomendación, la fluctuación lenta de fase se clasifica en fluctuación a largo plazo (24 horas), a medio plazo (1 hora) y a corto plazo (15 minutos). (Los requisitos en relación con la fluctuación lenta de fase a corto plazo están todavía en estudio.) Las imitaciones de la fluctuación lenta de fase y la tolerancia necesaria con respecto a la misma indicadas a continuación se especifican para el caso en que el tren de bits está sincronizado con una fuente de referencia primaria (PRS, *primary reference source*). Cuando el tren de bits no esté sincronizado con una PRS, la tolerancia del reloj puede provocar una deriva de la fase del tren de bit que exceda con mucho los valores de la desviación lenta de fase especificados más abajo, lo cual podría degradar el servicio.

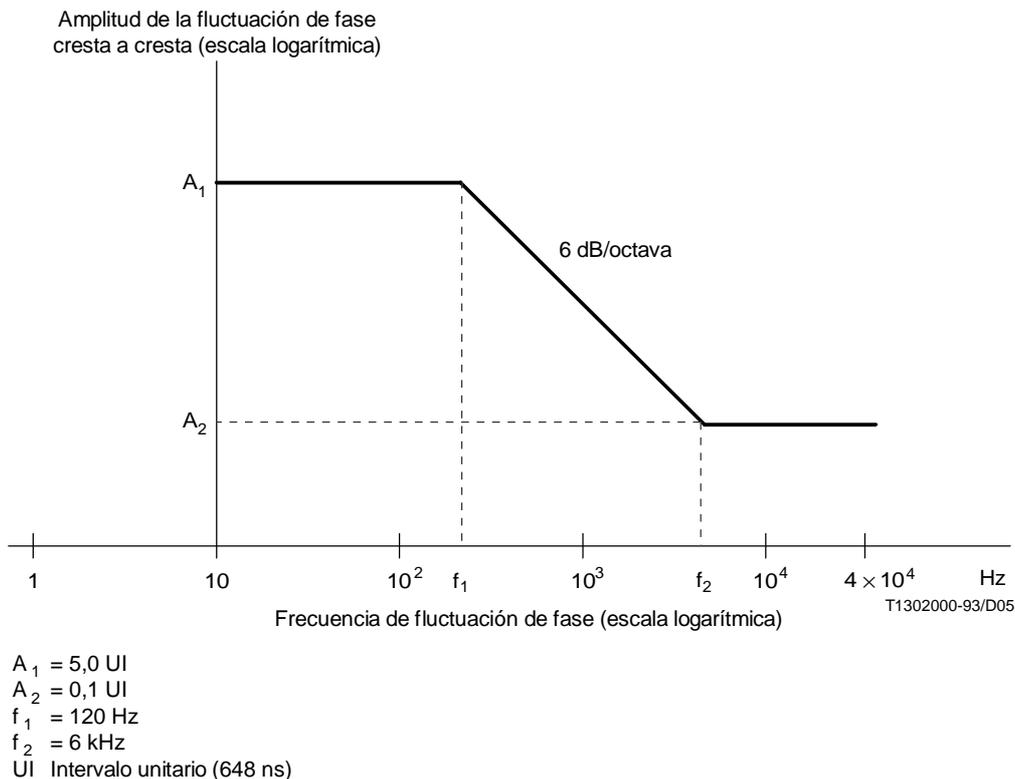


FIGURA 5/I.431
 Característica de la fluctuación de fase tolerable a la entrada del TE

4.5.3.1 Fluctuación lenta de fase de la señal transmitida

La fluctuación lenta de fase de la señal transmitida no excederá de 28 UI (18 μ s) cresta a cresta en cualquier periodo de 24 horas, ni excederá de 23 UI (15 μ s) cresta a cresta en cualquier intervalo de una hora, cuando la fluctuación lenta de la señal recibida cumpla las limitaciones especificadas en 4.5.3.2.

NOTA – Es importante el control de la fluctuación lenta de fase durante los intervalos inferiores a una hora; por ejemplo, la fluctuación lenta de fase en cualquier intervalo de 15 minutos debe limitarse a 13 UI (8,5 μ s) cresta a cresta.

Este requisito incluye el efecto acumulativo de los eventos transitorios de fase de reloj (4.5.4.1), que ocurren en condiciones de funcionamiento normal. El requisito es aplicable a una NT2. La fluctuación lenta de fase en la señal transmitida de un TE1/TA no excederá de la fluctuación lenta de fase de su señal recibida en más de 0,5 UI.

4.5.3.2 Fluctuación lenta de fase del tren de bits recibido

Las NT2 funcionarán, según proceda, con una fluctuación lenta de fase de la señal recibida de hasta 16,8 UI (10,8 μ s) cresta a cresta en cualquier periodo de 24 horas, y de hasta 15,4 UI (10 μ s) cresta a cresta en cualquier intervalo de una hora.

Sin embargo, los TE1/TA (a los que se supone temporizados en bucle) funcionarán con una fluctuación lenta de fase en su señal recibida tan grande como la que permita 4.5.3.1 para la señal transmitida.

4.5.4 Fenómenos transitorios de fase

Los fenómenos transitorios de fase que se especifican son la máxima desviación de fase transitoria y la máxima desviación de frecuencia equivalente durante el fenómeno.

4.5.4.1 Fenómenos transitorios de la señal recibida

El equipo funcionará con fenómenos transitorios en la fase de las señales recibidas a través de la interfaz I_a de hasta 1,5 UI (1 μ s). Durante el fenómeno transitorio de fase, la frecuencia de la señal aparece desviada con respecto a la frecuencia nominal en hasta 61 ppm. Esos fenómenos deben estar aislados en el tiempo (los fenómenos transitorios de fase, por definición, se producen durante como máximo 81 ns de cualquier periodo de 1,326 ms). Además, en el valor de 13 UI (8,5 μ s) deben incluirse los ajustes del puntero de contenedor virtual (VC, *virtual container*) de la SDH (véase la Recomendación G.709). Todavía han de determinarse las características de pendiente de fase de estos fenómenos transitorios, pero lo normal es que aparezcan en un lapso de 1 segundo, y no son superiores a 61 ppm.

NOTA – En los primeros modelos de circuitos de sincronización de reloj, la sincronización puede interrumpirse por errores en los bits en la fuente de «referencia» debidos a fluctuación lenta de fase de la señal transmitida de hasta 7700 UI (5 ms) cresta a cresta en cualquier periodo de 24 horas, y de hasta 4600 UI (3 ms) cresta a cresta en cualquier intervalo de una hora. Esta característica incluye el efecto acumulativo de los fenómenos transitorios de fase de reloj (4.5.4.2), que representa la mayor parte de dicha fluctuación lenta de fase. Hay que tener en cuenta no obstante que esa fluctuación lenta de fase puede provocar 42 deslizamientos de trama por día dentro de la red, lo que puede degradar gravemente el servicio.

4.5.4.2 Fenómenos transitorios de la señal transmitida

En respuesta a los fenómenos transitorios de la señal recibida, especificados en 4.5.4.1, los fenómenos transitorios de fase de las señales transmitidas a través de I_a no deben exceder del valor y de las pendientes de fase de los fenómenos transitorios admisibles recibidos. Durante el fenómeno transitorio de fase, la frecuencia de la señal no aparecerá desviada con respecto a la frecuencia nominal en más de 61 ppm. De manera similar se limitarán los fenómenos transitorios de fase que sean resultado de la actividad de reconfiguración del reloj del cliente o de ajustes del puntero de VC (Recomendación G.709).

NOTA – En los primeros modelos de circuitos de sincronización de reloj, los fenómenos transitorios de fase que son resultado de la reconfiguración del reloj por parte del cliente pueden ser de hasta 1 ms. Durante el fenómeno transitorio de fase, la frecuencia de la señal no aparecerá desviada con respecto a la frecuencia nominal en más de 300 ppm. Hay que tener en cuenta no obstante que esos fenómenos transitorios pueden provocar la pérdida de la sincronización de trama, lo que puede degradar gravemente el servicio.

4.6 Procedimientos de interfaz

4.6.1 Código para canales en reposo e intervalos en reposo

Debe transmitirse un esquema (patrón) que incluye al menos tres UNOS binarios en un octeto en todo intervalo de tiempo que no esté asignado a un canal (por ejemplo, los intervalos de tiempo en espera de asignación de un canal para cada llamada, los intervalos de tiempo que quedan libres en una interfaz que no se utiliza completamente, etc.), y en todos los intervalos de tiempo de un canal que no está atribuido a una llamada en ambos sentidos.

4.6.2 Relleno de tiempo entre tramas (capa 2)

Se transmitirán banderas contiguas HDLC por el canal D cuando su capa 2 no tenga tramas para enviar.

4.6.3 Procedimientos de alineación de trama y CRC-6

Los procedimientos de trama y CRC-6 cumplirán lo especificado en 2 de la Recomendación G.706.

4.7 Mantenimiento

4.7.1 Introducción general

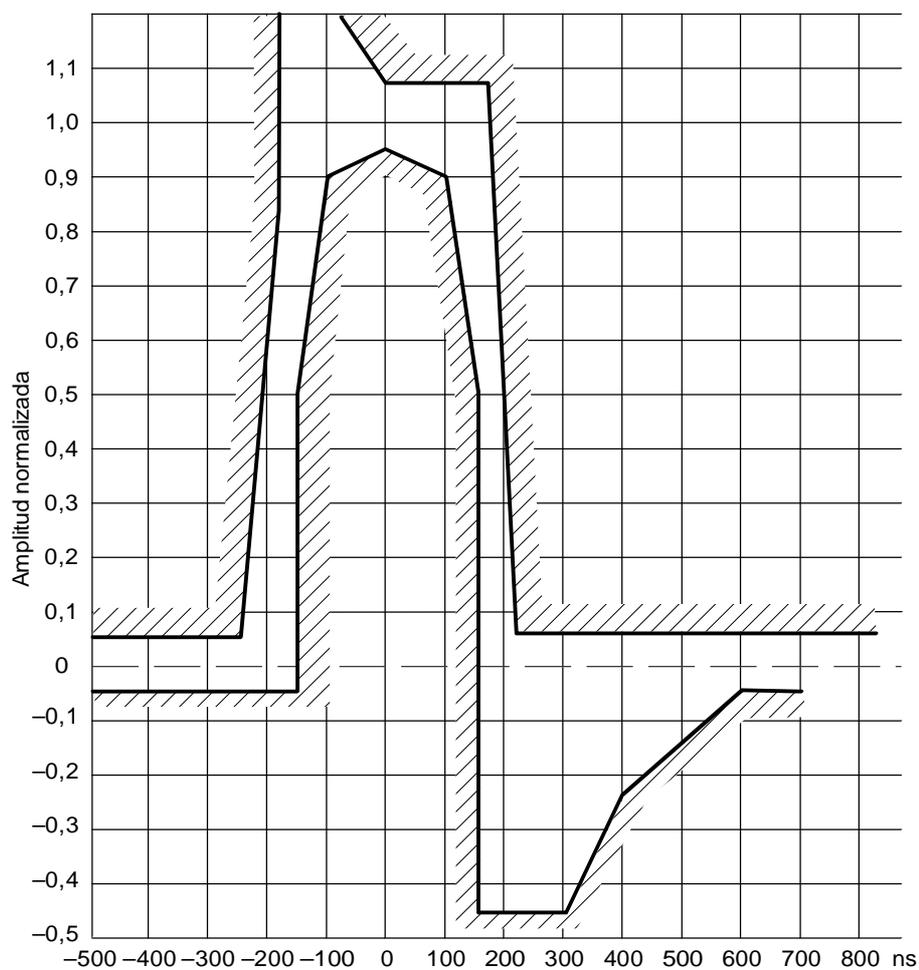
Las Recomendaciones I.604 y G.963 especifican un enfoque global para su utilización en el mantenimiento del acceso a la RDSI a la velocidad primaria de 1544 kbit/s. Sin embargo, como las funciones de mantenimiento necesarias son sustentadas por el TE (opciones 1, 4 y 2 de la Recomendación I.604), aquí se indican los requisitos funcionales detallados.

4.7.2 Funciones de mantenimiento

La interfaz divide las responsabilidades de mantenimiento entre los lados red y usuario.

Las funciones de mantenimiento especificadas son las siguientes:

- a) Supervisión de la capacidad de capa 1 e información a través de la interfaz, que incluye, en el lado usuario, la información de pérdida de la señal entrante o de pérdida de la alineación de trama procedente del lado red.



NOTA – Para las esquinas véanse las tablas que figuran a continuación.

Curva máxima

Tiempo	Nanosegundos	-500	-258	-175	-125	-75	0	175	228	500	750
	Intervalos unitarios		-0,77	-0,40	-0,27	-0,27	-0,12	0	0,27	0,35	0,77
Amplitud normalizada		0,05	0,05	0,8	1,20	1,20	1,05	1,05	0,05	0,05	0,05

Curva mínima

Tiempo	Nanosegundos	-500	-150	-150	-100	0	100	150	150	300	396	600	750
	Intervalos unitarios		-0,77	-0,23	-0,23	-0,15	0	0,15	0,23	0,23	0,46	0,61	0,93
Amplitud normalizada		-0,05	-0,05	0,5	0,9	0,95	0,9	0,5	-0,45	-0,45	-0,26	-0,05	0,05

T1302010-93/D06

FIGURA 6/I.431

Plantilla de impulso normalizado y esquinas de interfaz a 1544 kbit/s

En el lado red se incluyen la información de pérdida de la capacidad de capa 1 y de la señal entrante o de la alineación de trama procedente del lado usuario.

- b) Supervisión de la calidad de funcionamiento de la CRC e información a través de la interfaz. (Esta función se especifica en 4.7.4.)

4.7.3 Señales de mantenimiento

En el punto de referencia T se definen las siguientes señales:

- indicación de alarma distante (RAI), que se transmite en los bits m;
- señal de indicación de alarma (AIS), que se transmite como un esquema todos UNOS binarios en la totalidad de la señal a 1544 kbit/s;
- señales de bucle, que se transmiten en los bits m;
- mensaje de información de calidad de funcionamiento, utilizado para transmitir los resultados de la CRC y otra información de calidad de funcionamiento de capa 1.

4.7.4 Bits m (enlace de datos a 4 kbit/s)

El formato multitrama a 1544 kbit/s proporciona un canal de datos derivado de la tara de alineación de trama. Los bits m (Cuadro 5) se producen en tramas alternas a 1544 kbit/s. Esto genera un recurso disponible a 4 kbit/s. El recurso se utiliza para diferentes objetivos asociados con el funcionamiento y el mantenimiento de la sección de acceso digital y el TE; incluyendo indicación de alarma distante (4.7.3), activación y desactivación de bucle e información periódica de datos asociados con los cálculos de la suma de comprobación de la CRC y la ocurrencia de eventos de deslizamientos controlado, etc. (véase 4.7.4.2.2). El enlace de datos se le designará en adelante por el enlace de datos (DL, *data link*).

El DL lleva dos tipos de información: señales de control y datos de calidad de funcionamiento. A menos que se indique otra cosa, la especificación de estas señales es la misma para ambos sentidos de la transmisión.

Las señales de control tienen precedencia, es decir que, cuando se emiten, anulan las otras señales del DL. Las dos categorías de señales de control (mensajes de prioridad y de instrucción) se definen en 4.7.4.1.1 y 4.7.4.1.2.

Los datos de calidad de funcionamiento se transmiten en un formato simplificado similar al protocolo de la Recomendación Q.921/LAPD y se describen en 4.7.4.2.

4.7.4.1 Señales de control

Las señales de control son palabras de código repetitivas orientadas a los bits que se utilizan para llevar información de alarma e instrucción. Las señales de control tienen precedencia respecto a todas las demás utilidades del DL. Consisten en transmisiones múltiples de palabras de código orientadas a los bits y el bit situado más a la izquierda se transmite primero de acuerdo con el siguiente formato:

11111111 0xxxxxx0

El Cuadro 6 define las palabras de código de mensajes de prioridad y las palabras de código de mensajes de instrucción apropiadas al TE. En el DL pueden utilizarse otras palabras de código orientadas a los bits, para sustentar el funcionamiento y el mantenimiento de las facilidades de red y de las NT1. Los TE no ejecutarán ninguna palabra de código orientada a los bits que no sea alguna de las enumeradas en el Cuadro 6 ni generarán ningún mensaje que no sea alguno de los enumerados en los Cuadros 6 y 7, y sólo en las condiciones prescritas para su utilización.

4.7.4.1.1 Mensajes de prioridad

Los mensajes de prioridad indican una condición que afecta al servicio. Se transmitirán hasta que la condición deje de existir, pero no durante menos de un segundo. Estos mensajes pueden ser interrumpidos durante un máximo de 100 milisegundos por interrupción, con un intervalo mínimo de un segundo entre el comienzo de interrupciones.

4.7.4.1.2 Mensajes de instrucción

Los mensajes de instrucción se transmiten para efectuar las funciones de bucle en las instalaciones del cliente (NT/TE). También pueden utilizarse para sustentar el funcionamiento y el mantenimiento de las facilidades de transmisión de la red. Las palabras de código del Cuadro 7 están a disposición para utilizarlas dentro de la instalación del cliente y no serán reconocidas en la red.

Las palabras de código de instrucción se repetirán por lo menos 10 veces. Los TE actuarán en respuesta a las instrucciones cuando se detecten las palabras de código apropiadas por lo menos 5 veces en 10 intervalos.

CUADRO 6/I.431

Mensajes asignados de enlace de datos orientados a bits

Función	Palabra de código	
Mensajes de prioridad		
RAI	11111111	00000000
Retención de bucle	11111111	01010100
Mensajes de instrucción		
Activación de bucle 3 de línea	11111111	01110000 (Nota 3)
Desactivación de bucle 3 de línea	11111111	00011100 (Nota 3)
Activación de bucle 3 de carga neta	11111111	00101000 (Nota 4)
Desactivación de bucle 3 de carga neta	11111111	01001100 (Nota 4)
Desactivación de bucle 3 universal	11111111	00100100
NOTAS		
1 Primero se transmite el bit situado más a la izquierda.		
2 Los bucles se definen en 4.7.5.		
3 El bucle 2 descrito en la Recomendación G.963 se aplica en la NT1 utilizando la misma palabra de código (opciones 1 y 4 de la Recomendación I.604).		
4 La provisión de este bucle es opcional.		

CUADRO 7/I.431

Palabras de código reservadas para uso en las instalaciones del cliente

Función	Palabra de código	
Reservado para el usuario	11111111	01000000
Reservado para el usuario	11111111	01100000
Reservado para el usuario	11111111	01010000
Reservado para el usuario	11111111	01101100
Reservado para el usuario	11111111	01110100
Activación de bucle C	11111111	00000100 (Nota 2)
NOTAS		
1 Primero se transmite el bit situado más a la izquierda.		
2 Este bucle se halla dentro de la NT1 pero es controlado por la instalación del cliente.		

4.7.4.2 Mensaje de información de calidad de funcionamiento (PRM)

La verificación de la calidad de funcionamiento de la sección digital a velocidad primaria de 1544 kbit/s se basa en la supervisión de facilidades y en el cálculo y la comparación de las sumas de comprobación generadas por las fuentes de alineación de trama. Los alineadores de trama insertan una suma de comprobación de seis bits en las posiciones de bit C_1 a C_6 de la tara de bits F de trama a 1544 kbit/s. Este polinomio de la CRC-6 es la suma de comprobación asociada con la multitrama precedente.

Es posible una verificación parcial de la calidad de funcionamiento en cualquier punto de una sección digital de acceso asegurando la referencia de trama a 1544 kbit/s, calculando las sumas de comprobación de la CRC-6 y comparándolas con las calculadas e insertadas por el alineador de trama (recibidas en las posiciones de bit reservadas para C_1 a C_6). La calidad de funcionamiento hacia el origen puede verificarse, por consiguiente, desde el punto de supervisión tanto para la información generada por la ET como por el TE. La calidad de funcionamiento hacia el destino puede deducirse de los informes de calidad de funcionamiento descritos a continuación.

4.7.4.2.1 Método de funcionamiento

Esta subcláusula ilustra la utilización de los bits m para llevar la información de calidad de funcionamiento especificada en 4.7.4.2.2. La información de calidad de funcionamiento que aparece en un sentido de la transmisión es una cuantificación de la calidad de la transmisión en sentido opuesto.

Con este propósito se emplea una versión simplificada del protocolo LAPD, utilizando solamente tramas no numeradas. Los informes se transmiten a intervalos de 1 segundo y los datos de cada segundo se repiten en cuatro mensajes en periodos de información sucesivos. Gracias a estas repeticiones el método resulta muy seguro. La especificación de estas señales es la misma para ambos sentidos de transmisión.

NOTA – Tal como se indica en 4.7.4.1, los bits m se utilizan también para la transmisión de mensajes de prioridad, por ejemplo, alarmas y mensajes de instrucción y respuesta. En los sistemas de 1544 kbit/s que aceptan las opciones 1 y 4 (véase la Recomendación I.604), esos mensajes tienen prioridad sobre los informes de calidad de funcionamiento. En los sistemas que admiten la opción 2 de la Recomendación I.604, el mensaje de información de calidad de funcionamiento puede emitirse con un máximo de 100 milisegundos por interrupción mientras se transmite una RAI para localizar una avería.

Tanto la señal recibida como la transmitida incluyen un informe de calidad de funcionamiento enviado cada segundo. La temporización de un segundo (que define el intervalo de medición) puede derivarse de la señal transmitida o recibida, según proceda, o de cualquier fuente con una exactitud de ± 32 ppm, o mejor. La fase de los periodos de un segundo con respecto a la ocurrencia de eventos de errores es arbitraria; es decir, la temporización de un segundo no depende del momento en que se produzca cualquier evento de error.

El informe de calidad de funcionamiento contiene informaciones de cada uno de los cuatro intervalos de un segundo precedentes. Esto se ilustra en la Figura 7, octetos 5 a 12, y con el ejemplo de la Figura 8.

Las cuentas de eventos se acumulan en intervalos sucesivos de 1 segundo. Al final de cada intervalo de 1 segundo, se incrementa un contador de módulo 4 y se fijan los bits de calidad de funcionamiento apropiados en los octetos t_0 (octetos 5 y 6 de la Figura 7). Estos octetos, junto con los octetos que llevan los bits de calidad de funcionamiento de los tres intervalos de 1 segundo precedentes, constituyen el informe de calidad de funcionamiento.

NOTA – Un informe de calidad de funcionamiento ocupa 15 bytes. Se transmite una vez por segundo. Un mensaje de calidad de funcionamiento con una dirección no debe ser bloqueado o anulado por otro con otra dirección. Cuando la NT1 con tratamiento de CRC (opción 2 de la Recomendación I.604) transmite tres clases de mensajes de información de calidad de funcionamiento de 15 bytes, los tres mensajes ocupan 45 bytes por segundo.

4.7.4.2.2 Parámetros de característica de error

El mensaje de información de calidad de funcionamiento se utiliza para llevar información específica de error entre el lado red y el lado usuario.

El lado red recibe la información de error en la transmisión siguiente, que le permite evaluar los parámetros de característica de error definidos en la Recomendación G.821. El lado usuario recibe la misma información, desde el lado red, para la transmisión en sentido opuesto.

Las ocurrencias de eventos de error en la transmisión indican la calidad de la misma. Las ocurrencias que se detectarán y de las que se informará son:

- ningún evento;
- error de CRC;
- alineación de trama con muchos errores.

Octeto n.º	Etiqueta de octeto								Control de octetos	
	8	7	6	5	4	3	2	1		
1	Bandera de apertura								01111110	
2	SAPI						C/R	EA	00111000 ó 00111010	
3	TEI							EA	00000001 ó 00000011	
4	Control								00000011	
5	G3	LV	G4	U1	U2	G5	SL	G6	t_0	
6	FE	SE	LB	G1	R	G2	Nm	N1	Informe de 1 segundo	
7	G3	LV	G4	U1	U2	G5	SL	G6		t_{0-1}
8	FE	SE	LB	G1	R	G2	Nm	N1		
9	G3	LV	G4	U1	U2	G5	SL	G6		t_{0-2}
10	FE	SE	LB	G1	R	G2	Nm	N1		
11	G3	LV	G4	U1	U2	G5	SL	G6	t_{0-3}	
12	FE	SE	LB	G1	R	G2	Nm	N1		
13	FCS								Variable	
14										
15	Bandera de cierre									

DIRECCIÓN	INTERPRETACIÓN
00111000	SAPI = 14, C/R = 0 (lado red de NT1/TE), EA = 0
00111010	SAPI = 14, C/R = 1 (ET/lado usuario de NT1), EA = 0
00000001	TEI = 0, EA = 1 [informe de calidad de funcionamiento relacionado con la sección digital de acceso (véase la Nota 2)]
00000011	TEI = 1, EA = 1 [informe de calidad de funcionamiento relacionado con el enlace entre NT1 y TE (véase la Nota 3)]
CONTROL	INTERPRETACIÓN
00000011	Transferencia de información sin acuse de recibo
INFORME DE 1 SEGUNDO INTERPRETACIÓN	
G1 = 1	Evento de error de CRC = 1
G2 = 1	1 < Evento de error de CRC ≤ 5
G3 = 1	5 < Evento de error de CRC ≤ 10
G4 = 1	10 < Evento de error de CRC ≤ 100
G5 = 1	100 < Evento de error de CRC ≤ 319
G6 = 1	CRC Evento de error ≥ 320
SE = 1	Bit de alineación de trama con muchos errores ≥ 1 (FE = 0)
FE = 1	Evento de errores en los bits de sincronización de alineación de trama ≥ 1 (SE = 0)
LV = 1	Evento de violación de código de líneas ≥ 1
SL = 1	Evento de deslizamiento ≥ 1
LB = 1	Indicación de bucle de carga neta activado
U1, U2 = 0, R = 0	Reservado para opción nacional
NmN1 = 00,01,10,11	Contador módulo 4 de informe de 1 segundo
FCS	Secuencia de verificación de trama de CRC 16

NOTAS

- Primero se transmite el bit situado más a la derecha.
- En las opciones 1 y 4 de la Recomendación I.604, este informe se efectúa entre la ET y el TE, y en la opción 2 de la Recomendación I.604, entre la ET y la NT1.
- Esto se aplica únicamente a las realizaciones según la opción 2 de la Recomendación I.604.

FIGURA 7/I.431

Estructura del mensaje de información de calidad de funcionamiento

	$t = t_0$	$t = t_{0+1}$	$t = t_{0+2}$	$t = t_{0+3}$
BANDERA	01111110	01111110	01111110	01111110
OCTETO DE DIRECCIÓN 1	00111000	00111000	00111000	00111000
OCTETO DE DIRECCIÓN 2	00000001	00000001	00000001	00000001
CONTROL	00000011	00000011	10000011	00000011
OCTETO DE MENSAJE 1	00000001	00000000	10000000	00100000
OCTETO DE MENSAJE 2	00000000	00000001	00000010	00000011
OCTETO DE MENSAJE 3	00000000	00000001	00000000	10000000
OCTETO DE MENSAJE 4	00010011	00000000	00000001	00000010
OCTETO DE MENSAJE 5	00000000	00000000	00000001	00000000
OCTETO DE MENSAJE 6	01000010	00010011	00000000	00000001
OCTETO DE MENSAJE 7	00000010	00000000	00000000	00000001
OCTETO DE MENSAJE 8	00000001	01000010	00010011	00000000
OCTETO 1 DE FCS	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
OCTETO 2 DE FCS	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx

$t = t_{0-3}$ Deslizamiento = 1, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 1$

$t = t_{0-2}$ Evento de alineación de trama con muchos errores = 1, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 2$

$t = t_{0-1}$ Eventos de error de CRC = 1, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 3$

$t = t_0$ Eventos de error de CRC = 320, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 0$

$t = t_{0+1}$ Eventos de error de CRC = 0, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 1$

$t = t_{0+2}$ Eventos de error de CRC = 6, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 2$

$t = t_{0+3}$ Eventos de error de CRC = 40, todos los demás parámetros = 0, $N(t) = 3$

NOTA – Este ejemplo describe únicamente el caso de $C/R = 0/TEI = 0$.

FIGURA 8/I.431

Mensajes de información de calidad de funcionamiento – Ejemplo

Las ocurrencias que deben detectarse y de las que debe informarse son:

- error de bit de sincronización de trama;
- violación de código de línea;
- deslizamiento controlado.

Estas se definen en los puntos que siguen.

4.7.4.2.2.1 Evento de error de CRC: Un evento de error de CRC es la ocurrencia de un código de CRC recibido que no sea idéntico al código correspondiente calculado localmente.

4.7.4.2.2.2 Evento de alineación de trama con muchos errores: Un evento de alineación de trama con muchos errores es la ocurrencia de dos o más errores en el bit de alineación de trama en un periodo de 3 ms. Se examinarán intervalos de 3 ms sucesivos. El periodo de 3 ms puede coincidir con la multitrama definida en el Cuadro 5.

NOTA – Los criterios existentes de detección de errores de alineación de trama de 2 de 4, 2 de 5, 3 de 5, etc. pueden sustituir a este criterio.

4.7.4.2.2.3 Evento de errores en los bits de sincronización de trama: Un evento de errores en los bits de sincronización de trama es la recepción de un error en la configuración de bits de alineación de trama.

4.7.4.2.2.4 Evento de violación de código de línea: Un evento de violación de código de línea es la recepción de una violación que no forma parte de una regla de sustitución de código de línea.

4.7.4.2.5 Evento de deslizamiento controlado: Un evento de deslizamiento controlado es la ocurrencia de una repetición, o supresión, de una trama por un terminal receptor. Un deslizamiento controlado puede tener lugar cuando existe una diferencia entre un terminal receptor síncrono y la señal portadora.

4.7.4.2.3 Formato del informe de calidad de funcionamiento

Los informes de calidad de funcionamiento transportados por las señales recibidas y transmitidas utilizan la estructura de trama, las definiciones de campos y los elementos de procedimiento del protocolo LAPD definido en la Recomendación Q.921 con diferentes direcciones. Esta aplicación utiliza un subconjunto de todas las capacidades LAPD de la Recomendación Q.921. La estructura de mensaje se muestra en la Figura 7, en la que se utilizan las siguientes abreviaturas:

- 1) SAPI Identificador de punto de acceso al servicio (*service access point identifier*)
- 2) C/R Instrucción/respuesta (*command/response*)
- 3) EA Dirección ampliada (*extended address*)
- 4) TEI Identificador de punto extremo terminal (*terminal endpoint identifier*)
- 5) FCS Secuencia de verificación de trama (*frame check sequence*).

Esta estructura de mensaje es la de una trama de la Recomendación Q.921/LAPD, no numerada y sin acuse de recibo. El informe de calidad de funcionamiento utiliza solamente el valor de SAPI que se muestra en la Figura 7.

La fuente del informe de calidad de funcionamiento genera la secuencia de verificación de trama (FCS) y el relleno necesario para la transparencia. El relleno con ceros parte de un transmisor evita que se produzca la configuración de bandera (01111110) en los bits entre las banderas de apertura y cierre de la trama de la Recomendación Q.921/LAPD, insertando un CERO binario después de cualquier secuencia de cinco UNOS binarios consecutivos. (El receptor suprime un CERO binario después de cinco UNOS binarios consecutivos.) Los elementos de datos del informe de calidad de funcionamiento se disponen de manera que no se precise el relleno de ceros en el campo de información, pero el relleno puede producirse en la FCS. Así pues, salvo por lo que se refiera a la FCS, la señal de línea reproduce la secuencia de listas del informe (octetos 1 a 12 de la Figura 7), y el mensaje tiene una longitud constante desde la bandera de apertura al final del campo de información. El informe de calidad de funcionamiento se transmite siempre a través de la sección digital de acceso a velocidad primaria.

NOTAS

1 El informe de calidad de funcionamiento con 14 SAPI será elaborado e insertado en el enlace de datos por la fuente que alinea en trama la carga neta de la información de la señal a 1544 kbit/s, tanto si la fuente es una ET(C/R = 1) o una TE(C/R = 0). El informe de calidad de funcionamiento con 14 SAPI debe entregarse sin alteración a los colectores de la carga neta de información de la señal a 1544 kbit/s.

2 En las aplicaciones de supervisión de la calidad de funcionamiento dentro de la sección digital de acceso, los bits «TEI» y «C/R» se utilizan como direcciones para indicar las ubicaciones supervisadas (ET a lado red de NT1) / (lado red de NT1 a ET) / (lado usuario de NT1 a TE) / (TE a lado usuario de NT1) de la información de calidad de funcionamiento contenida en un mensaje. El bit C/R indica la fuente de datos de calidad de funcionamiento dada en el Cuadro 8 y el bit TEI indica la sección supervisada dada en el Cuadro 9.

CUADRO 8/I.431

Asignación del bit C/R

C/R	Fuente
0	Lado red de NT1/TE
1	ET/lado usuario de NT1

CUADRO 9/I.431

Asignación del bit TEI

TEI	Sección supervisada
0	Sección supervisada entre TE/NT1 y ET
1	Sección supervisada entre TE y NT1

4.7.5 Bucles de mantenimiento

Los bucles son instrumentos de mantenimiento utilizados como ayuda para localizar averías en la red y en la instalación del cliente. Todos los bucles son opcionales y se controlan mediante las palabras de código especificadas en el Cuadro 6.

Un bucle de línea da lugar a un bucle total a 1544 kbit/s hacia la interfaz del tren de bits recibido. Debe mantenerse la integridad de la secuencia de bits. Cuando se active un bucle de línea se transmitirá hacia adelante una AIS en sustitución de la señal recibida y retransmitida.

La activación del bucle de línea será un proceso en dos etapas, como se indica a continuación:

- 1) Cuando se detecta el código de activación de bucle, se fija un estado para preparar la activación.
- 2) El bucle de línea solicitado se activa cuando ya no se detecta el código de bucle de línea.

Un bucle de carga neta se realiza sólo en un equipo que termine la alineación de trama de la línea de acceso a velocidad primaria, es decir, no es aplicable a NT1 sencillas que regeneran únicamente. La señal retransmitida hacia la señal recibida es de 1536 kbit/s. Los bits de alineación de trama se originan en el punto de bucle. El bucle de carga neta ha de mantener la integridad de la secuencia de bits de los bits de información, pero no tiene por qué mantener la integridad de los intervalos de tiempo de ocho bits, de las tramas o de las multitramas.

Cuando se active el bucle de carga neta, se pondrá a UNO binario el bit LB del mensaje de información de calidad de funcionamiento.

Los bucles de línea y de carga neta se desactivarán al recibirse alguna de las siguientes indicaciones (o una combinación de las mismas):

- 1) La palabra de código de desactivación de bucle.
- 2) Una AIS.
- 3) Un mensaje de enlace de datos consistente en dos ocurrencias del mensaje de información de calidad de funcionamiento de 1 segundo separadas por un código de reposo ininterrumpido.

Los diferentes bucles se describen, de manera resumida, a continuación.

- 1) El bucle 3 se halla en el TE. Se realizará en forma de bucle de línea. Optativamente puede realizarse como un bucle de carga neta para el que se proporciona un código de activación diferente. El bucle 3 retransmite la señal completa hacia la ET.
- 2) El bucle C se halla en la NT1. Este bucle retransmite la señal completa hacia el TE. Puede realizarse como un bucle de línea o un bucle de carga neta, dependiendo de si la NT1 termina la alineación de trama.

5 Interfaz a 2048 kbit/s

5.1 Características eléctricas

Esta interfaz debe cumplir lo especificado en 6/G.703, que recomienda las características eléctricas básicas.

NOTA – Algunas Administraciones necesitan utilizar, a corto plazo, la interfaz (coaxial) no equilibrada de 75 ohmios. Sin embargo, se prefiere la interfaz (de par simétrico) equilibrada de 120 ohmios para la aplicación a velocidad primaria en la RDSI.

5.2 Estructura de trama

5.2.1 Número de bits por intervalo de tiempo

Ocho, numerados de 1 a 8.

5.2.2 Número de intervalos de tiempo por trama

Treinta y dos, numerados de 0 a 31. El número de bits por trama es de 256 y la frecuencia de repetición de trama 8000 tramas/segundo.

5.2.3 Asignación de bits en el intervalo de tiempo 0

Los bits del intervalo de tiempo 0 están asignados de acuerdo con 2.3.2/G.704. Los bits E se asignan a los procedimientos de información de error de CRC.

Los bits S_a de las posiciones de bit 4 y 8 están reservados para normalización internacional y por el momento el TE deberá ignorarlos. Los bits S_a de las posiciones 5, 6 y 7 están reservados para uso nacional. Los terminales que no hagan uso de estos bits deberán ignorar cualquier esquema recibido.

5.2.4 Asignación de intervalos de tiempo

5.2.4.1 Señal de alineación de trama

El intervalo de tiempo 0 se destina a alineación de trama, de acuerdo con la Recomendación G.704.

5.2.4.2 Canal D

El intervalo de tiempo 16 se asigna al canal D cuando este canal está presente.

5.2.4.3 Canal B y canales H

Un canal ocupa un número entero de intervalos de tiempo y las mismas posiciones de intervalo de tiempo en cada trama.

A un canal B puede asignársele cualquier intervalo de tiempo de la trama, a un canal H_0 pueden asignársele seis intervalos cualesquiera de la trama por orden numérico, no necesariamente consecutivos (véase la Nota 1).

La asignación puede variar de una llamada a otra (véase la Nota 2). Los mecanismos para la asignación de estos intervalos para una llamada se especifican en la Recomendación I.451.

A un canal H_{12} se le asignarán los intervalos de tiempo 1 a 15 y 17 a 31 de una trama, y a un canal H_{11} pueden asignársele los intervalos de tiempo como en el ejemplo del Anexo B.

NOTAS

1 En cualquier caso, el intervalo de tiempo 16 debe dejarse libre para el canal D.

2 Durante un periodo provisional, puede ser necesaria una asignación fija de intervalos de tiempo para formar canales. En el Anexo A se dan ejemplos de asignación fija de intervalos de tiempo cuando en la interfaz sólo hay canales H_0 .

5.2.4.4 Independencia con respecto a la secuencia de bits

Los intervalos de tiempo 1 a 31 ofrecen una transmisión independiente de la secuencia de bits.

5.3 Consideraciones sobre la temporización

La NT deriva su temporización del reloj de la red. El TE sincroniza su temporización (de bit, octeto, trama) a partir de la señal recibida de la NT y sincroniza, consecuentemente, la señal transmitida.

En una condición de ausencia de sincronización (por ejemplo, cuando el acceso que proporciona normalmente la temporización de la red no está disponible), la desviación de frecuencia del reloj en funcionamiento en vacío no excederá de ± 50 ppm.

Un TE será capaz de detectar e interrumpir la señal de entrada dentro de una gama de frecuencias de ± 50 ppm.

Cualquier TE que proporcione más de una interfaz se dice que es un TE de acceso múltiple y será capaz de derivar la frecuencia de reloj de sincronización para su propio generador de reloj interno a partir de uno o más accesos (o de todos los enlaces de accesos) y sincronizar consecuentemente las señales transmitidas en cada interfaz.

5.4 Fluctuación de fase

5.4.1 Consideraciones generales

Las especificaciones de fluctuación de fase tienen en cuenta las configuraciones de abonado con un solo acceso y las configuraciones con múltiples accesos.

En el caso de un solo acceso, éste puede ser a una red con sistemas de transmisión dotados de circuitos de recuperación de reloj de alto Q o bajo Q.

En el caso de múltiples accesos, todos los sistemas de transmisión del acceso pueden ser del mismo tipo (dotados de circuitos de recuperación de reloj de Q bajo o de Q alto) o pueden ser de tipos diferentes (unos dotados de circuitos de recuperación de reloj de Q alto y otros dotados de circuitos de recuperación de reloj de Q bajo).

En la Figura 9 se dan ejemplos de un solo acceso y múltiples accesos.

La señal de referencia para la medida de la fluctuación de fase se deriva del reloj de red. El valor nominal para un UI es de 488 ns.

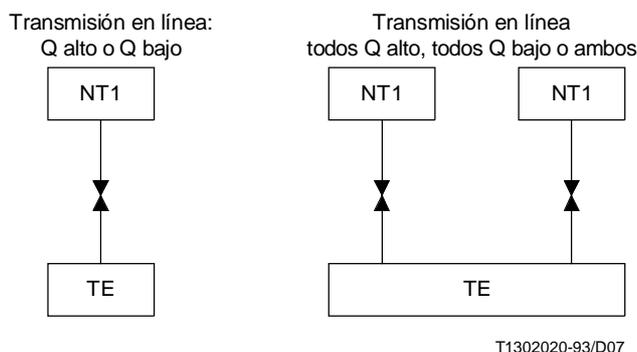


FIGURA 9/I.431

Ejemplos de un solo acceso y múltiples accesos

5.4.2 Tolerancia mínima para fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase en las entradas de TE

Las entradas a 2048 kbit/s de un TE deberán tolerar una fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase de entrada sinusoidales de acuerdo con la Figura 10, sin producir errores de bit ni pérdida de la alineación de trama.

Un TE con múltiples accesos respetará la desviación de fase del caso más desfavorable entre entradas al TE, de 41 UI como máximo.

5.4.3 Fluctuación de fase en la salida del TE y la NT2

Deben considerarse dos casos:

5.4.3.1 TE y NT2 con una sola interfaz usuario-red

La fluctuación de fase cresta a cresta a la salida deberá satisfacer los límites cuando se mida con un filtro pasabanda que tenga un paso alto de primer orden (pendiente de 20 dB/década), con las frecuencias de corte indicadas en el Cuadro 10 y la Figura 11. A la entrada, la señal tendrá la fluctuación de fase de entrada y las desviaciones de frecuencia tolerables durante la medida. Las pruebas se efectuarán con tramas operativas normales (NOF, *normal operational frame*) y con AIS.

5.4.3.2 TE con más de una interfaz usuario-red con la misma red

La fluctuación de fase cresta a cresta a la salida deberá satisfacer los límites cuando se mida con un filtro pasabanda que tenga un paso alto de primer orden (pendiente de 20 dB/década), con las frecuencias de corte indicadas en el Cuadro 11. A la entrada, la señal tendrá la fluctuación de fase de entrada y las desviaciones de frecuencia tolerables durante la medida. Las pruebas se efectuarán con tramas operativas normales (NOF).

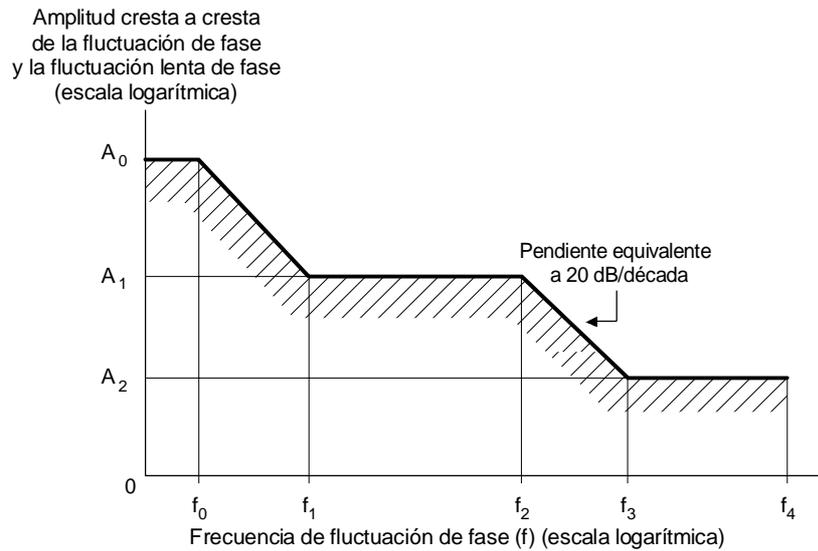
Un equipo con más de una interfaz, que utilice el método de selección de temporización (sólo se utiliza una entrada que esté en estado operativo para sincronizar el reloj del equipo en cada momento), puede considerarse como un equipo con una sola interfaz si cumple los requisitos de 5.4.3.1 también durante la conmutación a otra interfaz (la señal en la entrada que suministra la temporización cambia de NOF con frecuencia nominal a AIS con ± 50 ppm con respecto a la frecuencia nominal, mientras las otras entradas siguen recibiendo NOF con frecuencia nominal). Las señales aplicadas a las entradas tendrán una fluctuación de fase tolerable y podrán tener una desviación de fase de bits de hasta 0,5 UI.

5.5 Tensión longitudinal tolerable

Para la tolerancia mínima a la tensión longitudinal en los puertos de entrada, el receptor funcionará sin errores con cualquier señal de entrada válida en presencia de una tensión longitudinal V_L .

$$V_L = 2 \text{ V (valor eficaz) en la gama de frecuencias de 10 Hz a 30 MHz.}$$

El montaje de prueba se muestra en la Figura 12.



A_0	A_1	A_2	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4
20,5 UI (Nota 1)	1,0 UI (Nota 2)	0,2 UI	12×10^{-6} Hz	20 Hz	3,6 kHz	18 kHz	100 kHz

T1302030-93/D08

NOTAS

1 La fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase es el máximo error en el intervalo de tiempo (MTIE, *maximum time interval error*) definido en la Recomendación G.811 y especificado en 2.2/G.823. En la práctica, esta fluctuación de fase/fluctuación lenta de fase se superpone a una señal de temporización que es razonablemente estable (véase la Recomendación O.171). En el caso más desfavorable, la desviación de fase a la entrada de un TE procedente de otra entrada de un TE, en la configuración de accesos múltiples, puede ser como máximo el doble del valor A_0 indicado en el cuadro.

2 Con TE de acceso múltiple (por ejemplo, cuando un acceso está conectado a un circuito arrendado de larga distancia conectado a una centralita privada automática distante) puede requerirse una tolerancia de fluctuación de fase de 1,5 UI (con la correspondiente f_2 a 2,4 kHz).

FIGURA 10/I.431

Valores mínimos tolerables de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase a la entrada de un TE

5.6 Simetría de la señal de salida

La simetría de la señal de salida, que se mide según 2.7/O.9, cumplirá el siguiente requisito:

- para $f = 1$ MHz, ≥ 40 dB
- para $1 \text{ MHz} < f \leq 30 \text{ MHz}$, valor mínimo que decrece desde 40 dB a razón de 20 dB/década.

5.7 Impedancia con respecto a tierra

La impedancia con respecto a tierra de la entrada del receptor y de la salida del emisor cumplirá los siguientes requisitos:

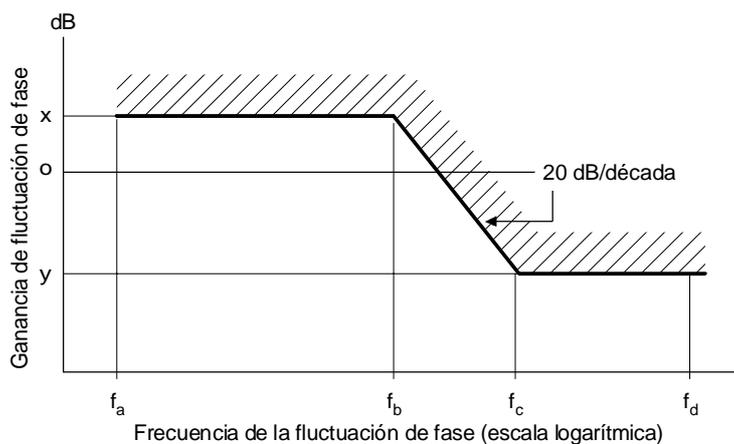
para $10 \text{ Hz} < f \leq 1 \text{ MHz}$, > 1000 ohmios

Este requisito se cumple si la prueba con arreglo a la Figura 13 da una tensión V_{prueba} menor que o igual a 20 mVr.m.s. (valor eficaz).

CUADRO 10/I.431

Límites de la fluctuación de fase a la salida con una interfaz usuario-red

Anchura de banda del filtro de medida		Fluctuación de fase a la salida
Frecuencia de corte inferior	Frecuencia de corte superior	(UI cresta a cresta)
20 Hz	100 kHz	1,1 UI
700 Hz	100 kHz	0,11 UI



Y	X	f_a	f_b	f_c	f_d
-19,5 dB	0,5 dB	10 Hz	40 Hz	400 Hz	100 kHz

T1302040-93/D09

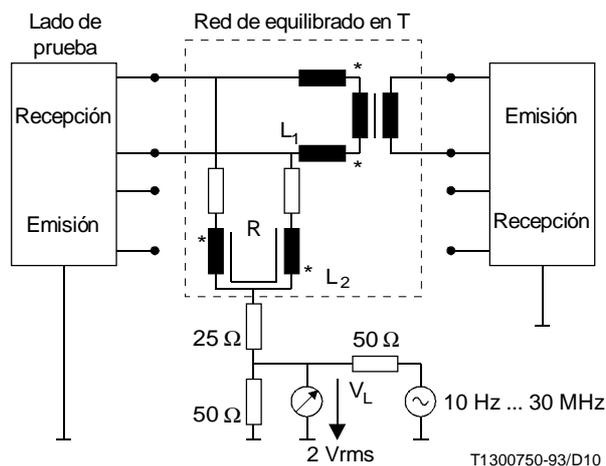
FIGURA 11/I.431

Características de transferencia de la fluctuación de fase

CUADRO 11/I.431

Límites de la fluctuación de fase a la salida para equipos con más de una interfaz usuario-red

Anchura de banda del filtro de medida		Fluctuación de fase a la salida
Frecuencia de corte inferior	Frecuencia de corte superior	(UI cresta a cresta)
4 Hz	100 kHz	1,1 UI
40 Hz	100 kHz	0,11 UI



$L_1 = 2 \times 38 \text{ mH}$
 $L_2 = 2 \times 38 \text{ mH}$
 $R = 2 \times 200 \text{ ohmios}$

NOTA – La atenuación de conversión longitudinal propia de la red de equilibrado en T debe ser 20 dB mejor que la requerida para la interfaz probada (véase la Recomendación O.121).

FIGURA 12/I.431

Prueba de tolerancia a la tensión longitudinal

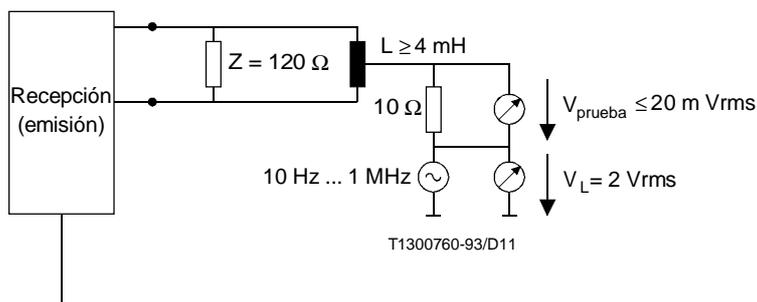


FIGURA 13/I.431

Prueba de la mínima impedancia a tierra

5.8 Procedimientos de interfaz

5.8.1 Códigos para canales e intervalos en reposo

Debe transmitirse un esquema (patrón) al menos tres UNOS binarios en un octeto en todo intervalo de tiempo que no esté asignado a un canal (por ejemplo, los intervalos de tiempo en espera de asignación de un canal para cada llamada, los intervalos de tiempo que quedan libres en una interfaz que no se utiliza completamente, etc.), y en todos los intervalos de tiempo de un canal que no está atribuido a una llamada en ambos sentidos.

5.8.2 Relleno de tiempo entre tramas (capa 2)

Se transmitirán banderas contiguas HDLC por el canal D cuando su capa 2 no tenga tramas para enviar.

5.8.3 Procedimientos de alineación de trama y CRC-4

Los procedimientos de alineación de trama y CRC cumplirán lo especificado en 4/G.706.

5.9 Mantenimiento en la interfaz

La configuración de referencia de la red para actividades de mantenimiento en el acceso a velocidad primaria del abonado se indica en la Recomendación I.604.

El procedimiento de mantenimiento asociado, que se describe allí, requiere un procedimiento continuo de supervisión en la capa 1 para la detección automática de averías, confirmación automática de fallos e información.

NOTA – Los términos *anomalía*, *defecto*, *avería* y *fallo* se definen en la Recomendación M.20.

5.9.1 Utilización del procedimiento CRC

5.9.1.1 Introducción

En la interfaz usuario-red se aplica el procedimiento CRC de acuerdo con las Recomendaciones G.704 y G.706 para tener más seguridad en la alineación de trama y detectar errores en los bloques. La información de error de CRC utiliza los bits E definidos en el Cuadro 4b/G.704. La codificación E se pone a CERO binario para un bloque con fallo y E se pone a UNO binario para un bloque sin fallos. En relación con la información de error de CRC hacia el otro lado del interfaz y el tratamiento de esta información existen dos opciones diferentes, una con tratamiento de CRC en el enlace de transmisión y la otra no.

La utilización del procedimiento CRC en la interfaz usuario-red implica:

- i) que el lado usuario generará hacia la interfaz una trama a 2048 kbit/s con los bits CRC asociados;
- ii) que el lado red generará hacia la interfaz una trama a 2048 kbit/s con los bits CRC asociados;
- iii) que el lado usuario supervisará los bits CRC asociados a las tramas recibidas (cálculo de los códigos CRC y comparación con los códigos CRC recibidos) (véase la nota);
- iv) que el lado usuario detectará los bloques de CRC recibidos con error;
- v) que el lado usuario generará la información de error de CRC conforme al procedimiento CRC;
- vi) que el lado red supervisará los bits CRC asociados a las tramas recibidas;
- vii) que el lado red detectará los bloques de CRC recibidos con error;
- viii) que el lado red generará la información de error de CRC con arreglo al procedimiento CRC;
- ix) que el lado red detectará la información de error de CRC y tratará toda la información recibida de acuerdo con la Recomendación I.604.

NOTA – El tratamiento de la información de error CRC (por ejemplo, en lo que respecta a los umbrales de errores de bit o a los parámetros de la Recomendación G.821) es facultativo.

5.9.1.2 Localización de las funciones de CRC en el acceso de abonado desde el punto de vista del usuario

5.9.1.2.1 Sin tratamiento de la CRC en el enlace de transmisión

La Figura 14 da los emplazamientos de los procesos de las funciones CRC en un acceso de abonado sin tratamiento CRC en el enlace de transmisión.

5.9.1.2.2 Con tratamiento de la CRC en el enlace de transmisión digital

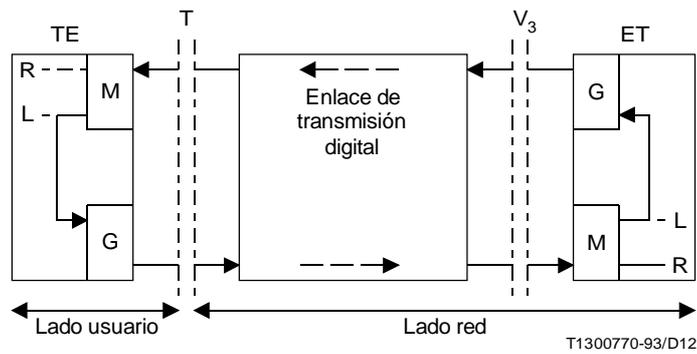
La Figura 15 indica los emplazamientos de los procesos de las funciones CRC en un acceso de abonado con tratamiento de la CRC en la NT.

5.9.2 Funciones de mantenimiento

5.9.2.1 Requisitos generales

Los equipos situados en el lado usuario y en el lado red de la interfaz:

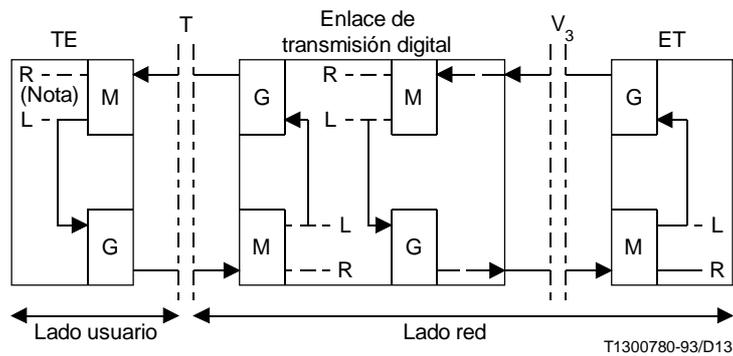
- detectarán las anomalías;
- detectarán los defectos;
- emprenderán acciones para informar de las anomalías y defectos detectados (señales de indicación de defecto, AIS, RAI);
- detectarán las señales de indicación de defecto recibidas.



- G Generador de CRC
- L Información de «error de CRC» local
- M Monitor de CRC
- R Información de «error de CRC» distante
- Obligatorio
- Opcional

FIGURA 14/I.431

**Emplazamiento de las funciones de tratamiento de CRC
para un acceso de abonado con un enlace de transmisión digital
que no procesa la CRC**



- G Generador de CRC
- L Información de «error de CRC» local
- M Monitor de CRC
- R Información de «error de CRC» distante
- Obligatorio
- Opcional

NOTA – El tratamiento de la información de error de CRC distante proporciona una mejor localización de defectos desde el punto de vista del usuario.

FIGURA 15/I.431

**Emplazamiento de las funciones de tratamiento de CRC
para el acceso de abonado con un enlace de transmisión digital
que procesa la CRC**

5.9.2.2 Funciones de mantenimiento en el lado usuario

5.9.2.2.1 Detección de anomalías y defectos

El lado usuario detectará los siguientes defectos o anomalías:

- pérdida de energía en el lado usuario;
- pérdida de la señal entrante en la interfaz (véase la nota);
- pérdida de la alineación de trama (véase la Recomendación G.706);
- error de CRC.

NOTA – Únicamente cuando todavía no se ha producido una pérdida de alineación de trama.

5.9.2.2.2 Detección de señales de indicación de defecto

El lado usuario detectará las siguientes indicaciones de defecto recibidas en la interfaz:

- indicación de alarma distante (RAI) (véase la Nota);
- señal de indicación de alarma (AIS).

NOTA – La señal RAI se utiliza para indicar una pérdida de la capacidad de capa 1. Puede utilizarse para indicar:

- pérdida de la señal o pérdida de la alineación de trama;
- errores CRC excesivos (optativo);
- bucles aplicados en la red.

Las condiciones de errores CRC excesivos quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

5.9.2.2.3 Acciones consiguientes

El Cuadro 12 indica las acciones que el lado usuario (función TE) ha de efectuar después de la detección de un defecto o de una señal de indicación de defecto.

Cuando las condiciones de defecto han desaparecido o cuando ya no se reciben más señales de indicación de defecto, las indicaciones de defecto AIS y RAI deben desaparecer lo antes posible.

Para evitar que un equipo se retire de servicio o se ponga en servicio debido a interrupciones breves de transmisión o a la detección de tramas operativas normales por la capa 1, respectivamente se requiere lo siguiente:

- i) un temporizador T1 de 100 a 1000 ms verificará la recepción persistente de señales distintas de las tramas operativas normales antes de emitirse la PH-DI;
- ii) un temporizador T2 de 10 a 100 ms verificará la recepción persistente de tramas operativas normales antes de emitirse una PH-AI;
- iii) se suspenderá T1 cuando arranque T2. T1 reanudará cuando se reinicie T2;
- iv) T1 será reiniciado cuando expire T2;
- v) T2 será reiniciado al recibirse señales que no sean tramas operativas normales.

5.9.2.3 Funciones de mantenimiento en el lado red

5.9.2.3.1 Detección de defectos

El lado red de la interfaz (funciones de NT1, LT, ET) detectará todas las condiciones de defecto siguientes (véase la Nota 2):

- pérdida de la energía en el lado red;
- pérdida de la señal entrante;
- pérdida de la alineación de trama (véase la Recomendación G.706);
- error de CRC.

NOTAS

1 El equipo del elemento de la conexión de acceso debe detectar la pérdida de la señal entrante y generar a continuación, hacia la interfaz, una señal AIS de indicación de avería.

2 Algún equipo de la red puede detectar sólo parte de los defectos o condiciones de avería citados anteriormente.

Condiciones de defecto y señales de indicación de defecto detectadas por el lado usuario con las acciones consiguientes

Condiciones de defecto y señales de indicación de defecto detectadas por el lado usuario	Acciones consiguientes	
	Indicaciones de defecto en la interfaz	
	Generación de RAI	Generación de información de error de CRC (Nota 4)
Pérdida de energía en el lado usuario	No procede	No procede
Pérdida de la señal	Sí	Sí (Nota 1)
Pérdida de la alineación de trama	Sí	No (Nota 2)
Recepción de RAI	No	No
Recepción de AIS	Sí	No (Nota 3)
Detección por la NT2 de errores de CRC	No	Sí
<p>NOTAS</p> <p>1 Únicamente cuando no se ha producido todavía pérdida de la alineación de trama.</p> <p>2 La pérdida de la alineación de trama inhibe el proceso asociado con el procedimiento CRC.</p> <p>3 Se detecta la señal AIS únicamente después de la avería «pérdida de la alineación de trama», de forma que se inhibe el proceso asociado al procedimiento CRC.</p> <p>4 Si se detectan errores de CRC en tramas que transportan la señal RAI, deben generarse entonces informes de error de CRC.</p>		

5.9.2.3.2 Detección de señales de indicación de defecto

El lado red detectará las siguientes indicaciones de defecto recibidas en la interfaz:

- indicación de alarma distante (RAI);
- información de error de CRC.

5.9.2.3.3 Acciones consiguientes

El Cuadro 13 indica las acciones que el lado red (funciones NT1 y de terminación de central) ha de efectuar después de la detección de un defecto o de una señal de indicación de defecto.

Cuando las condiciones de defecto han desaparecido o cuando ya no se reciben más señales de indicación de defecto, las indicaciones de defecto AIS y RAI deben desaparecer lo antes posible.

Para evitar que un equipo se retire de servicio o se ponga en servicio debido a interrupciones breves de transmisión o a la detección de tramas operativas normales por la capa 1, respectivamente, se requiere lo siguiente:

- i) un temporizador T1 de 100 a 1000 ms verificará la recepción persistente de señales distintas de las tramas operativas normales antes de emitirse la PH-DI;
- ii) un temporizador T2 de 10 a 100 ms verificará la recepción persistente de tramas operativas normales antes de emitirse una PH-AI;
- iii) se suspenderá T1 cuando arranque T2. T1 reanudará cuando se reinicie T2;
- iv) T1 será reiniciado cuando expire T2;
- v) T2 será reiniciado al recibirse señales que no sean tramas operativas normales.

CUADRO 13/I.431

Condiciones de defecto y señales de indicación de defecto detectadas por el lado de red de la interfaz, con la acciones consiguientes

Condiciones de defecto y señales de indicación de defecto detectadas por el lado red	Acciones consiguientes		
	Indicaciones de defecto en la interfaz		
	Generación de RAI	Generación de AIS	Generación de información error de CRC
Pérdida de la energía en el lado red	No procede	Sí, si es posible	No procede
Pérdida de la señal	Sí	No	Sí (Nota 1)
Pérdida de la alineación de trama	Sí	No	Opción 1: No Opción 2: Sí (Nota 3)
Detección de un defecto en el sentido de red a usuario	No	Sí	No
Recepción de RAI	No	No	No (Nota 2)
Detección de un defecto en el sentido de usuario a red hasta la terminación de central	Sí	No	No
Detección de errores de CRC	No	No	Sí
Recepción de información de error de CRC	No	No	No
Tasa de error de CRC excesiva	Sí (optativo)	No	No procede
<p>NOTAS</p> <p>1 Únicamente cuando no se ha producido todavía una pérdida de la alineación de trama.</p> <p>2 Si se detectan errores de CRC en tramas que transportan la señal RAI deben generarse entonces informes de error de CRC.</p> <p>3 Véase la Recomendación I.604.</p>			

6 Conector

Los conectores de interfaz y las asignaciones de los contactos se describen en la Norma ISO 10173. No obstante, se permiten también conexiones metálicas permanentes de los TE a las NT.

7 Cableado de la interfaz

Para el cableado de la interfaz deben utilizarse cables de pares simétricos o coaxiales, según la interfaz que deba proporcionarse.

Los requisitos de la interfaz se basan en los siguientes valores típicos.

- a) en el caso de una interfaz a 2048 kbit/s
 - cables de pares simétricos con una impedancia característica de 120 ohmios \pm 20% en la gama de frecuencias de 200 kHz a 1 MHz y de 120 ohmios \pm 10% a 1 MHz;
 - cables de pares coaxiales con una impedancia característica de 75 ohmios \pm 5% a 1024 kHz;

- b) en el caso de una interfaz a 1544 kbit/s
 - cables de pares simétricos con una impedancia característica de 100 ohmios \pm 20% en la gama de frecuencias de 200 kHz a 772 kHz y de 100 ohmios \pm 10% a 772 kHz.

Pueden utilizarse cables con una impedancia característica diferente (por ejemplo, cables existentes), pero pueden limitar la aplicación de la interfaz (por ejemplo, podría ser necesario limitar la longitud del cableado de interfaz).

8 Alimentación de energía

8.1 Suministro de energía

El suministro de energía a la NT a través de la interfaz usuario-red utilizando un par de hilos distinto del utilizado para la transmisión, es optativo.

8.2 Consumo de energía

8.2.1 Energía proporcionada por el TE

La energía disponible en la NT (proporcionada por el TE) será de al menos 7 vatios. Tendrá en cuenta la pérdida en el cableado y podrá ser absorbida por la NT.

8.2.2 Consumo de energía de la NT

La energía de alimentación de la NT procedente de la interfaz usuario-red no será superior a 7 vatios en la gama de tensiones de entrada especificada en 8.3.

8.3 Gama de tensiones

8.3.1 Tensión de alimentación proporcionada por el TE

El TE proporcionará una tensión de alimentación para la NT situada en la gama de -20 a -57 voltios. La polaridad de la tensión con respecto a tierra será negativa.

8.3.2 Tensión de entrada a la NT

La NT será capaz de funcionar con cualquier tensión de alimentación (en su entrada) en la gama de -20 a -57 voltios.

8.4 Protección

8.4.1 Fuente de energía (TE)

La fuente de energía y la interfaz usuario-red deben estar protegidos contra cualquier condición de sobrecarga, incluido el cortocircuito, durante un tiempo ilimitado. Este requisito puede verificarse aplicando un cortocircuito durante un periodo de 30 minutos. Tras eliminar el cortocircuito, la fuente de energía debe ser capaz de dar su salida nominal en un plazo de 10 segundos.

8.4.2 Sumidero de energía (NT)

El sumidero de energía de la NT se diseñará de manera tal que no resulte dañado por una inversión de la polaridad (intercambio de hilos).

Anexo A

Asignación de intervalos de tiempo para interfaces que sólo tienen canales H_0

(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A continuación se dan ejemplos de asignaciones fijas de intervalos de tiempo cuando en la interfaz sólo hay canales H_0 .

A.1 Interfaz a 1544 kbit/s

Canal H ₀	a	b	c	d
Intervalos de tiempo utilizados	1 a 6	7 a 12	13 a 18	19 a 24 ^{a)}
a) Se dispone de este canal H ₀ si el intervalo de tiempo 24 no se utiliza para un canal D.				

A.2 Interfaz a 2048 kbit/s

Ejemplo 1

Canal H ₀	a	b	c	d	e
Intervalos de tiempo utilizados	1-2-3 17-18-19	4-5-6 20-21-22	7-8-9 23-24-25	10-11-12 26-27-28	13-14-15 29-30-31

Ejemplo 2

Canal H ₀	a	b	c	d	e
Intervalos de tiempo utilizados	1-2-3 4-5-6	7-8-9 10-11-12	13-14-15 17-18-19	20-21-22 23-24-25	26-27-28 29-30-31
NOTA – La asignación de intervalos de tiempo del ejemplo 2 es la que se indica en la Recomendación G.704 para interfaces a $n \times 64$ kbit/s con $n = 6$ y asignación fija del primer intervalo de tiempo. Por tanto, es la asignación preferida.					

Anexo B

Asignación de intervalos de tiempo para interfaces que tienen canal H₁₁

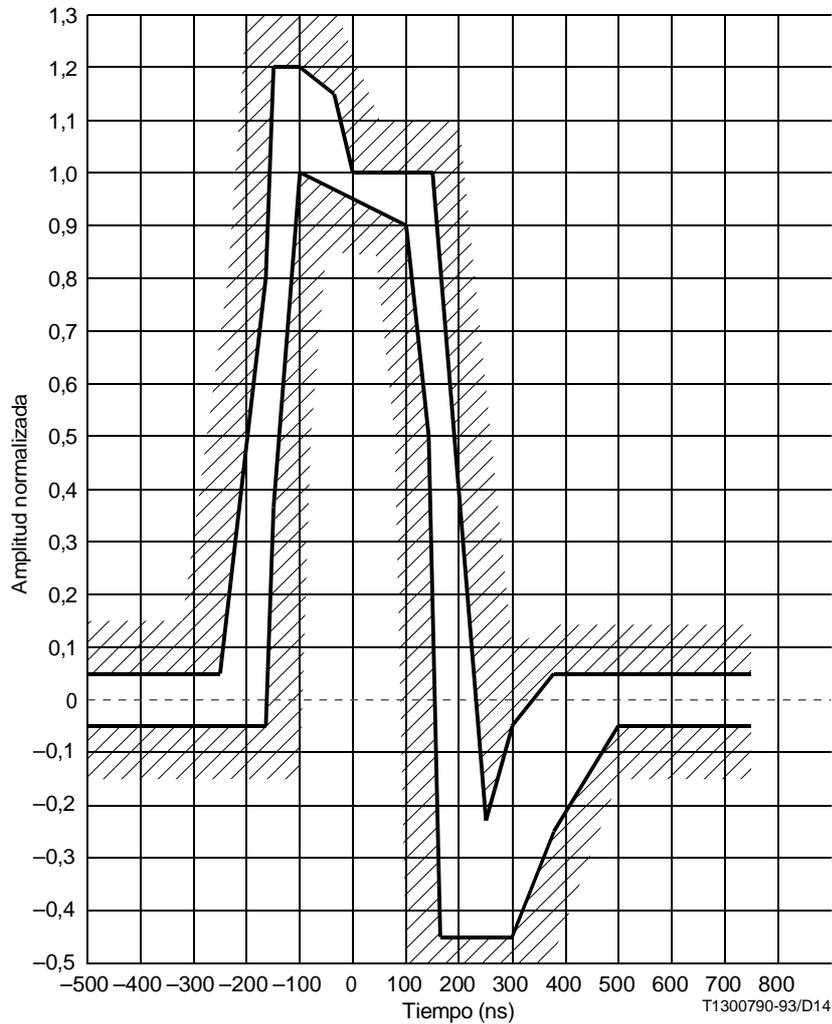
(Este anexo es parte integrante de la presente Recomendación)

A continuación se muestra un ejemplo de asignación fija de intervalos de tiempo, cuando en la interfaz está presente el canal H₁₁.

Canal H ₁₁	1 a 15	16 a 24
Intervalos de tiempo	1 a 15	17 a 25
NOTA – El intervalo de tiempo 16 se asigna al canal D, cuando este canal está presente. Los intervalos de tiempo 26 a 31 pueden utilizarse para el canal H ₀ o para seis canales B.		

Apéndice I
Plantilla del impulso para una interfaz a 1544 kbit/s
 (Este apéndice es parte integrante de la presente Recomendación)

El impulso aislado, adaptado mediante un factor de escala constante, deberá ajustarse a la plantilla del impulso mostrada en la Figura I.1.



NOTA – Para las esquinas véanse las tablas que figuran a continuación.

Curva máxima

Tiempo	Nanosegundos	-500	-258	-177	-152	-100	-50	0	157	242	300	389	478	750
	Intervalos unitarios		-0,77	-0,40	-0,27	-0,27	-0,12	0,08	0	0,24	0,37	0,45	0,60	0,74
Amplitud normalizada		0,05	0,05	0,8	1,20	1,20	1,15	1,00	1,00	-0,225	-0,05	0,05	0,05	0,05

Curva mínima

Tiempo	Nanosegundos	-500	-258	-177	-152	-100	0	100	157	185	300	387	500	750
	Intervalos unitarios		-0,77	-0,40	-0,27	-0,23	-0,15	0	0,15	0,24	0,29	0,45	0,50	0,83
Amplitud normalizada		-0,05	-0,05	-0,05	0,475	1,01	0,95	0,9	0,5	-0,45	-0,45	-0,25	-0,05	-0,05

UI Intervalo unitario (*unit interval*) = 647,7 ns

FIGURA I.1/I.431
Plantilla del impulso para una interfaz a 1544 kbit/s