



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

X.144

(10/2003)

SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN
ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

Redes públicas de datos – Aspectos de redes

**Parámetros de calidad de funcionamiento
de la transferencia de información de usuario
para redes públicas de datos con retransmisión
de tramas**

Recomendación UIT-T X.144

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE X
REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

REDES PÚBLICAS DE DATOS	
Servicios y facilidades	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmisión, señalización y conmutación	X.50–X.89
Aspectos de redes	X.90–X.149
Mantenimiento	X.150–X.179
Disposiciones administrativas	X.180–X.199
INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Modelo y notación	X.200–X.209
Definiciones de los servicios	X.210–X.219
Especificaciones de los protocolos en modo conexión	X.220–X.229
Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión	X.230–X.239
Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo	X.240–X.259
Identificación de protocolos	X.260–X.269
Protocolos de seguridad	X.270–X.279
Objetos gestionados de capa	X.280–X.289
Pruebas de conformidad	X.290–X.299
INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES	
Generalidades	X.300–X.349
Sistemas de transmisión de datos por satélite	X.350–X.369
Redes basadas en el protocolo Internet	X.370–X.399
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES	X.400–X.499
DIRECTORIO	X.500–X.599
GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS	
Gestión de redes	X.600–X.629
Eficacia	X.630–X.639
Calidad de servicio	X.640–X.649
Denominación, direccionamiento y registro	X.650–X.679
Notación de sintaxis abstracta uno	X.680–X.699
GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Marco y arquitectura de la gestión de sistemas	X.700–X.709
Servicio y protocolo de comunicación de gestión	X.710–X.719
Estructura de la información de gestión	X.720–X.729
Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta	X.730–X.799
SEGURIDAD	X.800–X.849
APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Compromiso, concurrencia y recuperación	X.850–X.859
Procesamiento de transacciones	X.860–X.879
Operaciones a distancia	X.880–X.899
PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO	X.900–X.999

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

Recomendación UIT-T X.144

Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario para redes públicas de datos con retransmisión de tramas

Resumen

Esta Recomendación define los parámetros de velocidad, exactitud y seguridad de funcionamiento que se pueden utilizar al especificar y evaluar la calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario en redes públicas de datos con retransmisión de tramas. Los parámetros de calidad de funcionamiento definidos se aplican por igual a los servicios de circuito virtual permanente (PVC) y circuito virtual conmutado (SVC).

El objeto de esta revisión es reflejar las disposiciones de la Rec. UIT-T X.147 que especifica los objetivos de disponibilidad de la red y las técnicas para evaluar la disponibilidad de una red por retransmisión de tramas. Los datos sobre disponibilidad fueron incorporados en la Rec. UIT-T X.147. Se actualizaron las referencias para reflejar las disposiciones de la Rec. UIT-T X.146 que especifica objetivos de calidad de funcionamiento y clases de servicio, y la Rec. UIT-T X.148 que define las técnicas de medición.

Orígenes

La Recomendación UIT-T X.144 fue aprobada el 29 de octubre de 2003 por la Comisión de Estudio 17 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	3
3 Abreviaturas.....	4
4 Modelo genérico de calidad de funcionamiento	5
4.1 Componentes de una conexión de extremo a extremo	6
4.2 Eventos de referencia de transferencia de tramas.....	7
4.3 Resultados de transferencia de tramas.....	7
5 Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de tramas	8
5.1 Retardo de transferencia de tramas de información de usuario	11
5.2 Fluctuación del retardo de tramas de información de usuario	12
5.3 Tasa de pérdida de tramas de información de usuario	12
5.4 Tasa de errores de trama residuales	13
5.5 Velocidad de tramas extra	13
5.6 Tasa de distorsión de tráfico conforme para tramas	14
5.7 Parámetros relacionados con el flujo de tramas	15
Anexo A – Prueba de conformidad para la evaluación de la calidad de funcionamiento	15
A.1 Motivación	15
A.2 Uso normalizado limitado	16
A.3 Definición de la prueba DDB	16
A.4 Utilización del DDB al evaluar la FCTDR	16
Anexo B – Parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento para bits	19
B.1 Tasa de pérdida de bits de información de usuario	19
B.2 Tasa de errores de bit residuales	19
Anexo C – Algunas relaciones entre los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel del modo de transferencia asíncrono	21
C.1 Alcance	21
C.2 Motivos para relacionar los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel ATM	21
C.3 Parámetros de retransmisión de tramas considerados	22
C.4 Relación entre los parámetros de pérdida de información de usuario para retransmisión de tramas y ATM	23
Apéndice I – Notificación de congestión	26
I.1 Efectos de FECN, BECN y CLLM sobre la calidad de funcionamiento	26
I.2 Control de los efectos sobre la calidad de funcionamiento	27
Apéndice II – Efectos de la demanda excesiva de recursos de conexión sobre la calidad de funcionamiento	27
II.1 Aparición de ráfagas simultáneas imprevistas en la línea de acceso	27
II.2 Plena utilización de las líneas de acceso con sobrecapacidad	28

	Página
Apéndice III – Método de estimación de la FLR: extracción de la FLR	28
III.1 Limitaciones de la metodología de extracción de la FLR	28
III.2 Metodología de extracción de la FLR	28

Recomendación UIT-T X.144

Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario para redes públicas de datos con retransmisión de tramas

1 Alcance

Esta Recomendación define los parámetros de velocidad, exactitud y seguridad de funcionamiento que pueden utilizarse al especificar y evaluar la calidad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario de redes públicas de datos con retransmisión de tramas. Los parámetros definidos se aplican a las conexiones¹ con retransmisión de tramas extremo a extremo y punto a punto, así como a porciones específicas de dichas conexiones configuradas conforme a las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76.

Los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en esta Recomendación han de ser utilizados en la planificación de los servicios internacionales con retransmisión de tramas. Los usuarios a los que va destinada esta Recomendación son los proveedores de servicios con retransmisión de tramas, los fabricantes de equipos y los usuarios finales. Esta Recomendación pueden utilizarla:

- 1) los proveedores de servicios en la planificación, desarrollo y evaluación de los servicios con retransmisión de tramas, para garantizar una calidad de funcionamiento conforme a las necesidades de los usuarios;
- 2) los fabricantes de equipos, como medida de la calidad de funcionamiento que afectará al diseño del equipo; y
- 3) los usuarios, al evaluar la calidad de funcionamiento.

El alcance de esta Recomendación se resume en la figura 1. Los parámetros de calidad de retransmisión de tramas se definen con arreglo a los eventos de referencia de transferencia de tramas que pueden observarse en las interfaces físicas asociadas con fronteras especificadas. Para que sea más comparable y completa, la calidad de retransmisión de tramas se considera en el contexto de la matriz de calidad de funcionamiento 3×3 definida en la Rec. UIT-T X.140. En la matriz se identifican tres funciones de comunicación de datos independientes del protocolo: establecimiento de la conexión, transferencia de información de usuario y desocupación. Cada función se considera con relación a tres aspectos de calidad de funcionamiento general (o "criterios de calidad de funcionamiento"):

- velocidad;
- exactitud; y
- seguridad de funcionamiento.

Un modelo de dos estados asociado ofrece una base para describir la disponibilidad del servicio (véase la Rec. UIT-T X.147).

Los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en esta Recomendación determinan la velocidad, la exactitud y la seguridad de funcionamiento de la transferencia de información de usuario proporcionada por las redes con retransmisión de tramas. Estos parámetros de calidad de funcionamiento se aplican por igual a los PVC y los SVC.

¹ En el contexto de esta Recomendación, una conexión con retransmisión de tramas (en adelante designada, a menos que se indique otra cosa, por el término "conexión") designa una conexión virtual establecida entre dos puntos extremos especificados.

En la Rec. UIT-T X.145 se define la velocidad, la exactitud y la seguridad de funcionamiento para el establecimiento de la conexión y la fase de desocupación de conexiones virtuales conmutadas (SVC, *switch virtual connections*) con retransmisión de tramas.

En la Rec. UI-T X.146 se definen los objetivos de calidad de funcionamiento y las clases de calidad de servicio que se aplican a la retransmisión de tramas.

En la Rec. UIT-T X.147 se definen los objetivos y los métodos para evaluar la disponibilidad de red para servicios con retransmisión de tramas.

En la Rec. UIT-T X.148 se especifican los procedimientos para evaluar la calidad de funcionamiento de las redes públicas de datos con retransmisión de tramas.

NOTA 1 – Los parámetros definidos en esta Recomendación pueden ser aumentados o modificados de resultados de estudios posteriores sobre la necesidad de evaluar la calidad de funcionamiento de las redes con retransmisión de tramas.

NOTA 2 – Los parámetros definidos están destinados a caracterizar las conexiones con retransmisión de tramas en el estado disponible.

NOTA 3 – Los parámetros de esta Recomendación están diseñados para medir la calidad de funcionamiento de los elementos de red entre pares de fronteras de sección. Sin embargo, los usuarios de esta Recomendación deben ser conscientes de que el comportamiento de los elementos de conexión fuera del par de fronteras puede influir negativamente en la calidad de funcionamiento medida de los elementos comprendidos entre las fronteras. Se exponen ejemplos en el apéndice III.

Esta Recomendación se organiza como sigue:

- La cláusula 2 presenta las referencias.
- La cláusula 3 presenta las abreviaturas.
- La cláusula 4 define un modelo de calidad de funcionamiento y un conjunto de eventos de referencia de transferencia de tramas (FE) que proporcionan una base para la definición de los parámetros de calidad de funcionamiento.
- La cláusula 5 define parámetros de velocidad de servicio, exactitud y seguridad de funcionamiento para tramas, utilizando los eventos de referencia de transferencia de tramas definidos en la cláusula 4.

El anexo A presenta una prueba para juzgar la conformidad del tráfico para fines de evaluación de la calidad de funcionamiento. En el anexo B se definen parámetros de exactitud y seguridad de funcionamiento para bits, asociados con la transferencia de información de usuario en los servicios con retransmisión de tramas. En el anexo C se indican algunas relaciones entre parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel de ATM. El apéndice I trata los efectos en la calidad de funcionamiento de las indicaciones de red sobre la congestión, y formula recomendaciones generales para controlar esos efectos. El apéndice II trata de los efectos sobre la calidad de funcionamiento de la excesiva demanda de recursos de conexión. El apéndice III contiene un método de estimación de la FLR a partir de estadísticas de redes.

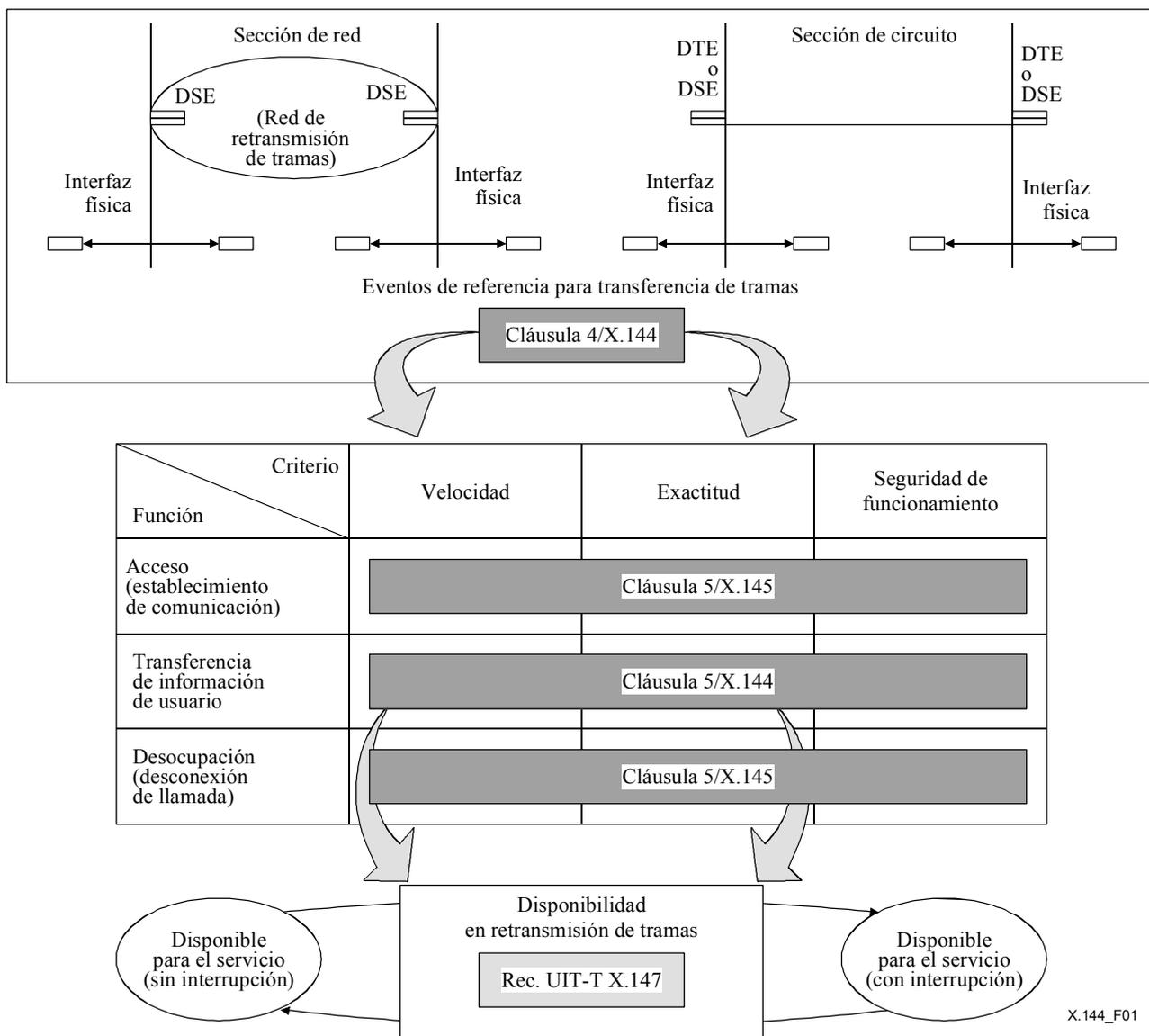


Figura 1/X.144 – Alcance de la Rec. UIT-T X.144

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia síncrono de la RDSI-BA.*
- Recomendación UIT-T I.363 (1993), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha.*
- Recomendación UIT-T I.365.1 (1993), *Subcapas de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha: Subcapa de convergencia específica del servicio con retransmisión de tramas.*

- Recomendación UIT-T I.370 (1991), *Gestión de la congestión para el servicio portador RDSI de retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T I.555 (1997), *Interfuncionamiento de los servicios portadores con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.36 (2003), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados.*
- Recomendación UIT-T X.76 (2003), *Interfaz red-red entre redes públicas que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas en circuitos virtuales permanentes y/o circuitos virtuales conmutados.*
- Recomendación UIT-T X.140 (1992), *Parámetros generales de calidad de servicio para comunicación a través de redes públicas de datos.*
- Recomendación UIT-T X.145 (2003), *Parámetros de calidad para el establecimiento y el abandono de conexión en las redes públicas de datos con retransmisión de trama que proporcionan servicios de circuitos virtuales conmutados.*
- Recomendación UIT-T X.146 (2000), *Objetivos de calidad de funcionamiento y clases de calidad de servicio aplicables a la retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.147 (2003), *Disponibilidad de las redes con retransmisión de tramas.*
- Recomendación UIT-T X.148 (2003), *Procedimientos para la medición de la calidad de funcionamiento de redes de datos públicas que ofrecen el servicio de retransmisión de tramas internacional.*
- Recomendación UIT-T X.329 (2000), *Disposiciones generales para el interfuncionamiento entre redes que proporcionan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas y la red digital de servicios integrados de banda ancha.*

3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ACS	Sección de circuito de acceso (<i>access circuit section</i>)
ANS	Sección de red de acceso (<i>access network section</i>)
Bc	Tamaño de ráfaga concertado (<i>committed burst size</i>)
BCTDR	Tasa de distorsión de tráfico conforme basada en bits (<i>bit-based conformant traffic distortion ratio</i>)
Be	Exceso de tamaño de ráfaga (<i>excess burst size</i>)
BECN	Notificación explícita de congestión hacia atrás (<i>backward explicit congestion notification</i>)
BLR	Tasa de pérdida de bits (<i>bit loss ratio</i>)
CIR	Velocidad de información concertada (<i>committed information rate</i>)
CLLM	Gestión consolidada de capa de enlace (<i>consolidated link layer management</i>)
DE	Descartar elegible (<i>discard eligible</i>)
DLCI	Identificador de conexión de enlace de datos (<i>data link connection identifier</i>)
DSE	Centro de conmutación de datos (<i>data switching exchange</i>)
DTE	Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</i>)

EFR	Velocidad de tramas extra (<i>extra frame rate</i>)
EIR	Exceso de velocidad de información (<i>excess information rate</i>)
FCTDR	Tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas (<i>frame-based conformant traffic distortion ratio</i>)
FDJ	Fluctuación de fase del retardo de trama (<i>frame delay jitter</i>)
FE	Evento de referencia de capa de tramas (<i>frame layer reference event</i>)
FECN	Notificación de congestión explícita hacia adelante (<i>forward explicit congestion notification</i>)
FLR	Tasa de pérdida de tramas (<i>frame loss ratio</i>)
FTD	Retardo de transferencia de tramas (<i>frame transfer delay</i>)
ICS	Sección de circuito interredes (<i>internetwork circuit section</i>)
MTBSO	Tiempo medio entre interrupciones del servicio (<i>mean time between service outages</i>)
MTTSR	Tiempo medio hasta el restablecimiento del servicio (<i>mean time to service restoral</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
PVC	Circuito virtual permanente (<i>permanent virtual circuit</i>)
RBER	Tasa de errores de bit residuales (<i>residual bit error ratio</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RFER	Tasa de errores de trama residuales (<i>residual frame error ratio</i>)
SA	Disponibilidad del servicio (<i>service availability</i>)
SVC	Circuito virtual conmutado (<i>switched virtual circuit</i>)
TE	Equipo terminal (<i>terminal equipment</i>)
TNS	Sección de red de tránsito (<i>transit network section</i>)

4 Modelo genérico de calidad de funcionamiento

Esta cláusula define un modelo genérico de calidad de funcionamiento del servicio de retransmisión de tramas que comprende cuatro secciones de conexión básicas:

- la sección de circuito de acceso;
- la sección de circuito interredes;
- la sección de red de acceso; y
- la sección de red de tránsito.

Estas cuatro secciones de conexión básicas se definen en 4.1. Proporcionan un conjunto de bloques de construcción con los que puede representarse cualquier conexión de extremo a extremo. Cada uno de los parámetros de calidad de funcionamiento definidos en esta Recomendación puede aplicarse a la transferencia unidireccional de información de usuario en una sección de conexión o en un conjunto concatenado de secciones de conexión.

La cláusula 4 también especifica un conjunto de eventos de referencia de transferencia de trama que proporciona una base para la definición de parámetros de calidad de funcionamiento. Estos eventos de referencia se obtienen de las correspondientes Recomendaciones UIT-T sobre servicios y protocolos con retransmisión de tramas y concuerdan con las mismas. Los eventos de referencia se especifican en 4.2.

Esta Recomendación proporciona parámetros para cuantificar la calidad de funcionamiento en la parte superior del punto de acceso al servicio (SAP, *service access point*) de la capa enlace de datos (es decir, la trama). Las relaciones cuantitativas entre la calidad de funcionamiento de la red en la capa de trama, la calidad de funcionamiento de la capa física y la calidad de funcionamiento de las capas superiores a la capa de trama (por ejemplo, aplicaciones) quedan en estudio.

4.1 Componentes de una conexión de extremo a extremo

En el contexto de esta Recomendación, una conexión de extremo a extremo se compone de las secciones que se definen a continuación. Véanse los términos definidos en la figura 2.

4.1.1 sección de circuito: Sección de circuito de acceso o sección de circuito interredes.

4.1.1.1 sección de circuito de acceso (ACS, *access circuit section*): Circuito físico o conjunto de circuitos que conecta un equipo terminal de datos (DTE)² a la central de conmutación de datos (DSE) (local). No incluye partes algunas del DTE o DSE.

4.1.1.2 sección de circuito interredes (ICS, *internetwork circuit section*): Circuito físico o conjunto de circuitos que conecta una DSE de una red con una DSE de una red diferente. No incluye partes algunas de una u otra DSE.

4.1.2 sección de red: Componentes de red que proporcionan la conexión entre dos secciones de circuito. Una sección de red puede ser una sección de red de acceso o una sección de red de tránsito.

4.1.2.1 sección de red de acceso (ANS, *access network section*): Sección de red conectada a una sección de circuito de acceso (por lo menos).

4.1.2.2 sección de red de tránsito (TNS, *transit network section*): Sección de red entre dos secciones de circuito interredes.

4.1.3 sección básica de una conexión: Término general que designa una sección de circuito de acceso, una sección de circuito interredes, una sección de red de acceso o una sección de red de tránsito.

4.1.4 frontera de sección: Frontera que separa una sección de red de la sección de circuito adyacente, o que separa una sección de circuito de acceso del DTE adyacente (se denomina también frontera).

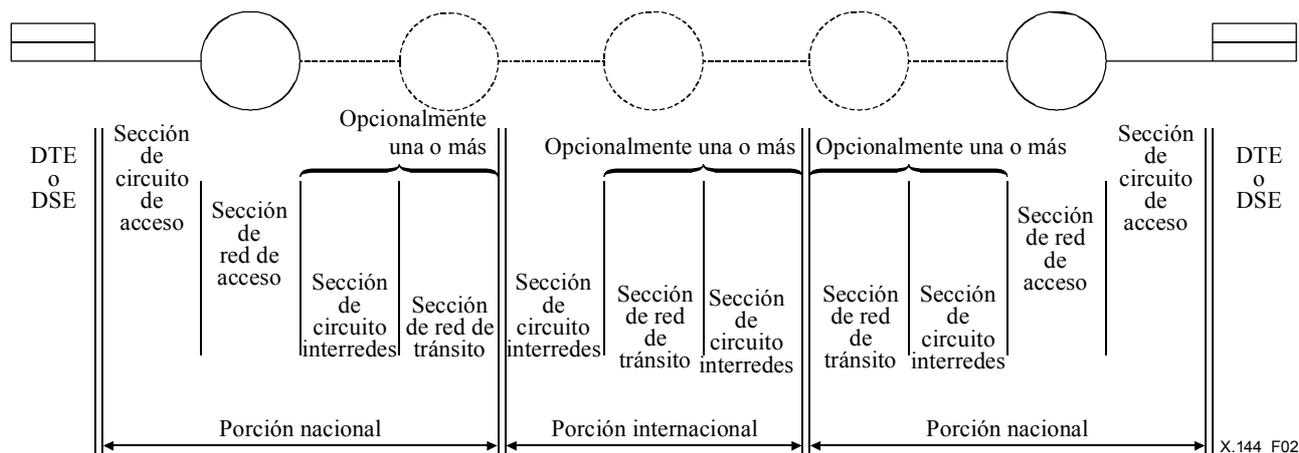


Figura 2/X.144 – Secciones de una conexión virtual internacional

² En el contexto de esta Recomendación, los encaminadores se consideran DTE.

4.2 Eventos de referencia de transferencia de tramas

En el contexto de esta Recomendación se aplican las siguientes definiciones a una conexión especificada. Los términos definidos se ilustran en la figura 3.

4.2.1 evento de referencia de transferencia de trama: Evento que se produce cuando:

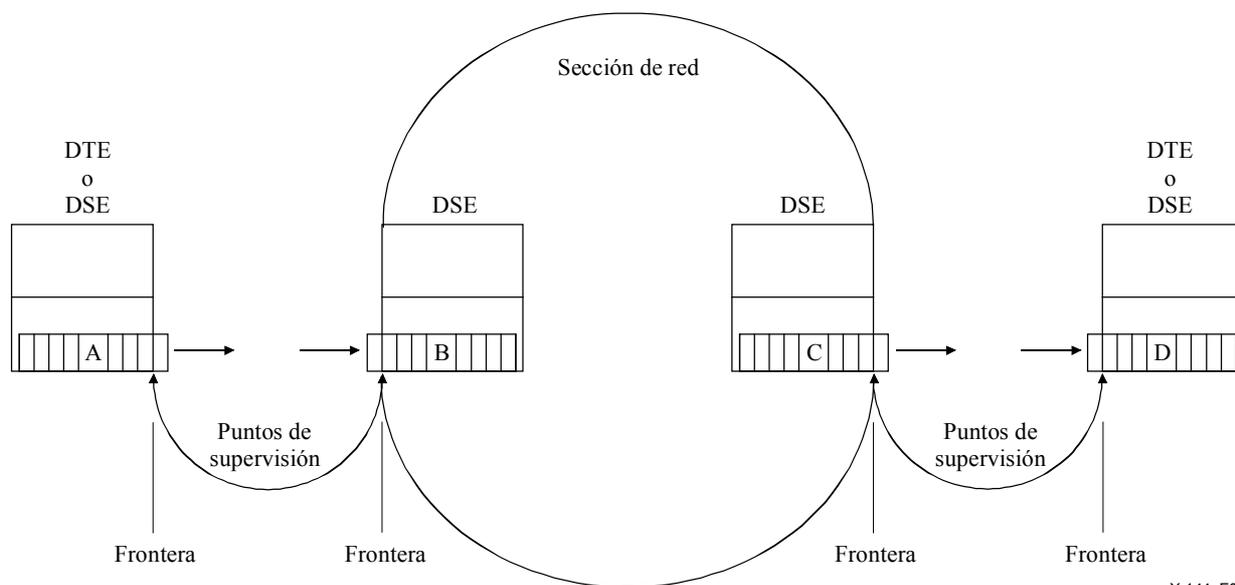
- una trama atraviesa una frontera de sección;
- la trama es identificada como una trama de información de usuario; y
- el campo DLCI indica que la trama pertenece a esta conexión.

Los eventos de referencia de transferencia de trama pueden observarse en las fronteras físicas que terminan una sección de circuito.

Se definen dos clases de eventos de referencia de transferencia de trama:

4.2.1.1 evento de entrada de trama: Evento de referencia de transferencia de trama que corresponde a la entrada de una trama en una sección de red (procedente de una sección de circuito) o a la entrada de una trama en un DTE (procedente de una sección de circuito de acceso). El evento de entrada en transferencia de tramas se produce en el instante en que el último bit de la bandera de cierre de la trama atraviesa la frontera hacia la sección de red o el DTE.

4.2.1.2 evento de salida de trama: Evento de referencia de transferencia de trama que corresponde a la salida de una trama de una sección de red (con destino a una sección de circuito) o a la salida de una trama de un DTE (con destino a una sección de circuito de acceso). El evento de salida en transferencia de tramas se produce en el instante en que el primer bit del campo de dirección de la trama atraviesa la frontera al salir de la sección de red o del DTE.



NOTA 1 – Eventos de salida de tramas para A y C.
NOTA 2 – Eventos de entrada de tramas para B y D.

X.144_F03

Figura 3/X.144 – Ejemplos de eventos de referencia de transferencia de tramas

4.3 Resultados de transferencia de tramas

En lo que sigue se supone que se preserve la secuencia de tramas en una conexión. Dos eventos en una conexión se dicen correspondientes si pueden ser relacionados con la misma trama fuente.

Considerando dos eventos de referencia de transferencia de tramas, FE_1 y FE_2 , en B_i y B_j ³, respectivamente, pueden definirse cuatro resultados de transferencia de tramas. Una trama transmitida es una trama transferida con éxito, con errores residuales o perdida. Una trama recibida para la que no existe ninguna trama transmitida correspondiente se dice que es una trama extra. Las tramas extra pueden producirse como resultado de errores en la dirección de una trama procedente de una conexión diferente⁴. La figura 4 ilustra las cuatro definiciones básicas de resultados de transferencia de tramas.

4.3.1 resultado de transferencia de trama con éxito: Se produce un resultado de transferencia de trama con éxito cuando un FE_2 correspondiente a FE_1 ocurre dentro de un tiempo $T_{m\acute{a}x}$ especificado después de FE_1 y:

- 1) la CRC de la trama recibida es válida; y
- 2) el contenido binario del campo de información recibido se ajusta exactamente al de la correspondiente trama transmitida.

Para fines de calidad de funcionamiento, $T_{m\acute{a}x}$ es un límite de tiempo pasado el cual una trama se considera perdida.

NOTA – Queda en estudio el valor de $T_{m\acute{a}x}$ (previsiblemente $5 < T_{m\acute{a}x} < 10$ segundos).

4.3.2 resultado de trama con errores residuales: Se produce un resultado trama con errores residuales cuando un FE_2 correspondiente a FE_1 ocurre dentro de un tiempo $T_{m\acute{a}x}$ después de FE_1 y la CRC de la trama recibida es válida, pero el contenido binario del campo de información de usuario de la trama recibida difiere del de la correspondiente trama transmitida (es decir, existen uno o más errores de bit en el campo de información de usuario de la trama recibida).

4.3.3 resultado de trama perdida: Se produce un resultado trama perdida cuando un FE_2 no ocurre dentro del tiempo $T_{m\acute{a}x}$ después del FE_1 correspondiente, o no es válida la CRC de la trama recibida. Se utiliza el mismo valor de $T_{m\acute{a}x}$ definido para el resultado trama transferida con éxito.

4.3.4 resultado de trama extra: Se produce un resultado trama extra cuando un FE_2 ocurre sin un FE_1 correspondiente.

5 Parámetros de calidad de funcionamiento de la transferencia de tramas

Esta cláusula define cinco parámetros de velocidad de servicio, exactitud y seguridad de funcionamiento asociados con la transferencia de trama de información de usuario:

- retardo de transferencia de tramas;
- tasa de pérdida de tramas de información de usuario;
- tasa de errores de trama residuales;
- velocidad de tramas extras; y
- tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas.

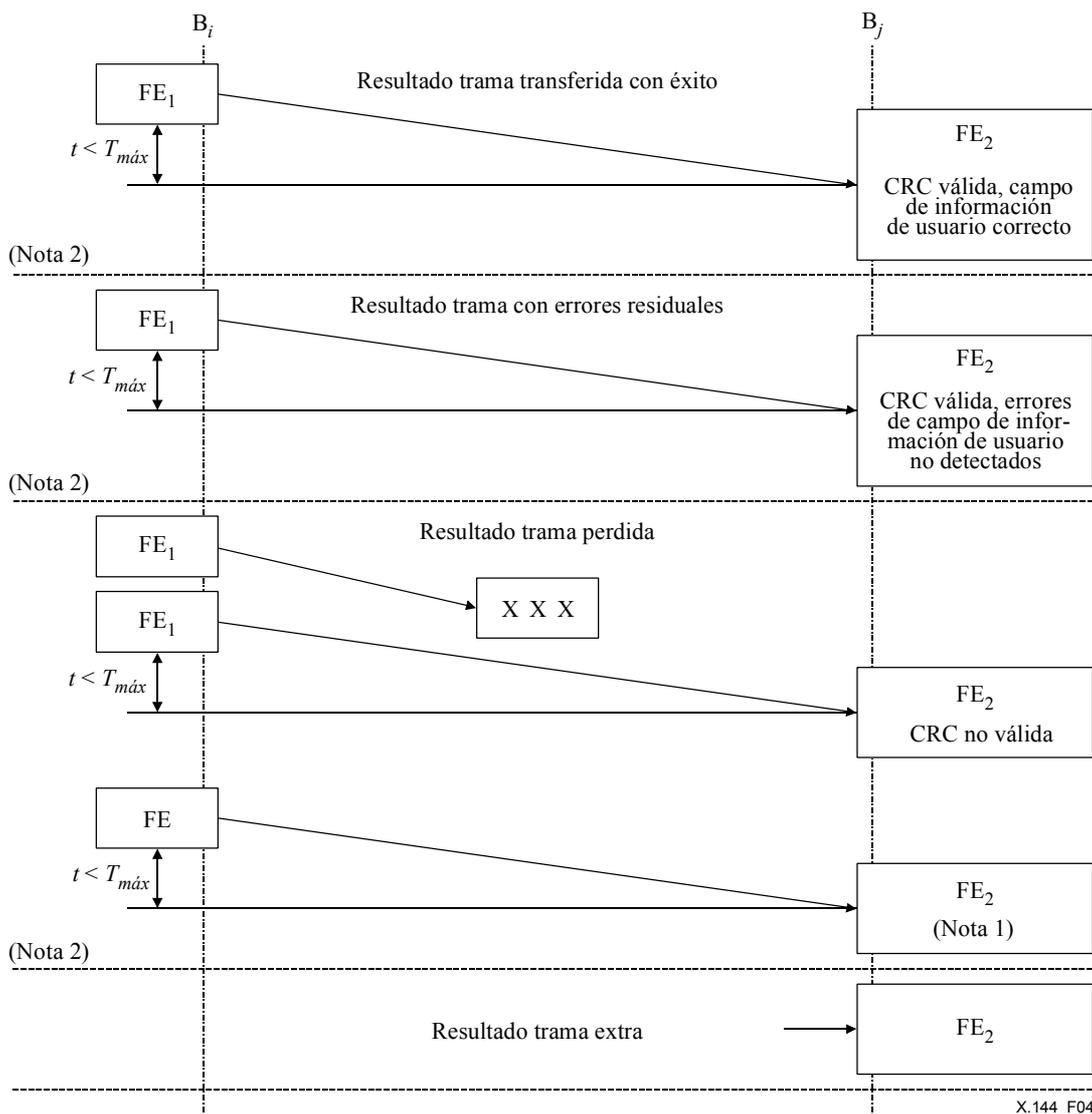
³ A menos que se indique otra cosa, las fronteras B_i y B_j designan, respectivamente, las fronteras de entrada de trama y de salida de trama que delimitan una sección de conexión arbitraria o un juego concatenado de secciones de conexión. Los parámetros de calidad de funcionamiento se definen con relación a una transferencia de tramas unidireccional.

⁴ No se prevén tramas en secuencia incorrecta ni duplicadas. Si un mecanismo de red imprevisto crea estos eventos, los sistemas de medición pueden catalogarlos como combinaciones de resultados de tramas perdidas, tramas con errores residuales o tramas extra.

Estos parámetros se pueden utilizar para evaluar la calidad de transferencia de información de usuario en servicios PVC y SVC.

Todos los parámetros pueden estimarse a partir de observaciones efectuadas en las fronteras de sección. La figura 5 muestra las poblaciones estadísticas utilizadas para calcular los parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento seleccionados.⁵

NOTA – En el anexo B se definen tres parámetros suplementarios de exactitud y seguridad de funcionamiento para bits, asociados con la transferencia de información de usuario en los servicios con retransmisión de tramas: tasa de pérdida de bits de información de usuario, tasa de errores de bit residuales y relación de distorsión de tráfico conforme para bits. Estos parámetros pueden ponerse en correspondencia con los parámetros para tramas definidos en la cláusula 5 (véase la figura 5).

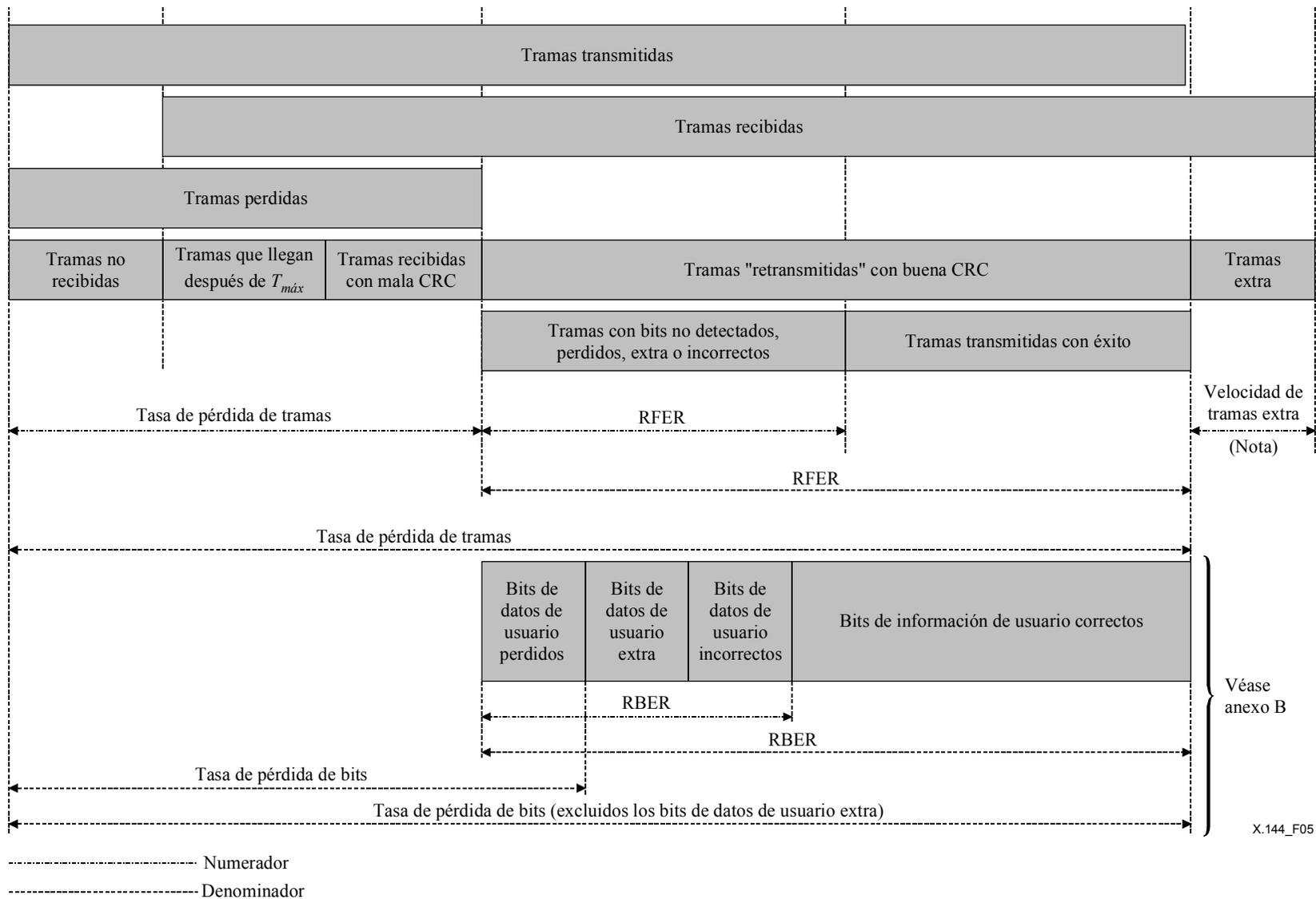


NOTA 1 – El resultado se produce independientemente de la validez de CRC.

NOTA 2 – La variable t designa el tiempo transcurrido.

Figura 4/X.144 – Resultados de transferencia de tramas

⁵ Como se muestra en la figura 5, el resultado de una trama transferida con éxito o de una trama con errores residuales se designa como una "trama retransmitida".



X.144_F05

Figura 5/X.144 – Poblaciones estadísticas utilizadas al definir los parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento seleccionados

5.1 Retardo de transferencia de tramas de información de usuario

El retardo de transferencia de tramas (FTD, *frame transfer delay*) de información de usuario se define como:

$$FTD = t_2 - t_1$$

donde, en una población especificada:

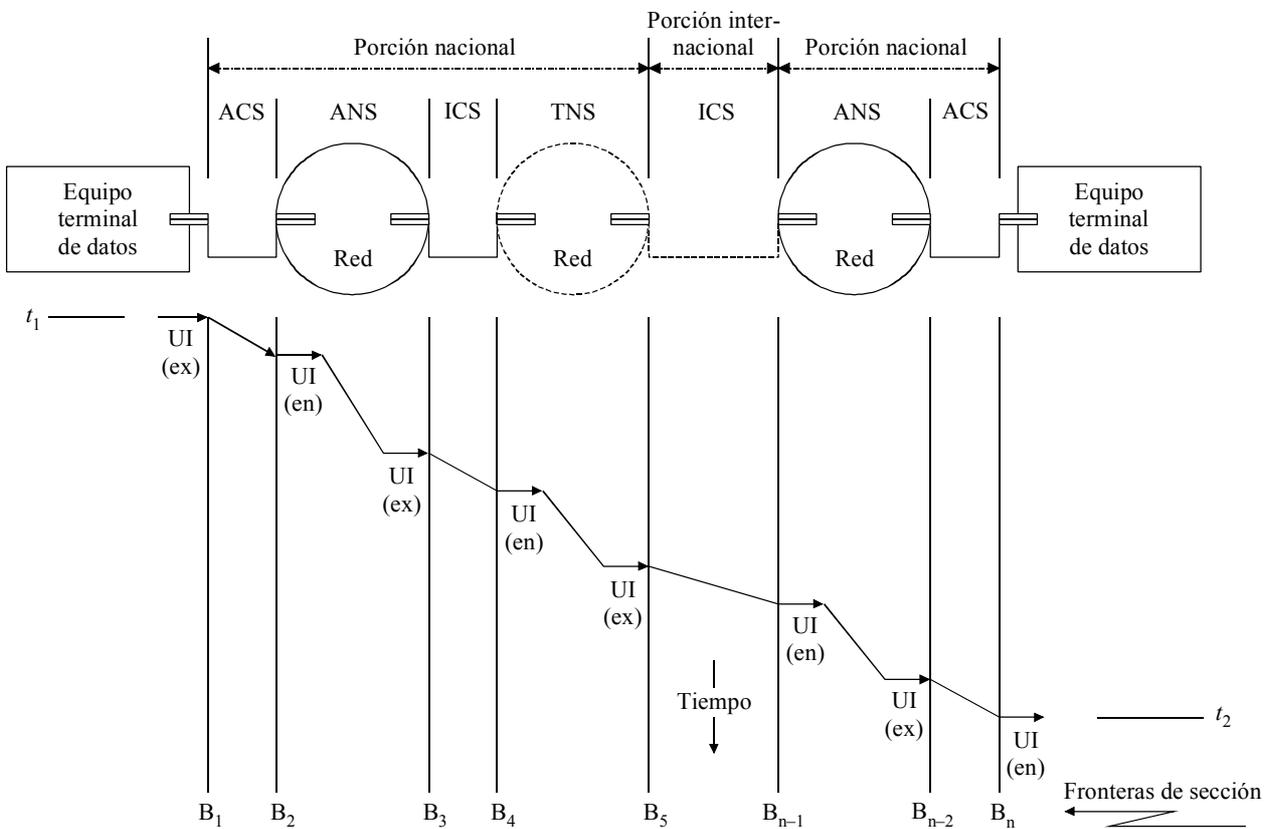
t_1 es el instante de aparición del primer FE;

t_2 es el instante de aparición del segundo FE; y

$$t_2 - t_1 \leq T_{m\acute{a}x}$$

(donde $T_{m\acute{a}x}$ es el tiempo de transmisión máximo previsible en la conexión por retransmisión de tramas).

El retardo de transferencia de tramas de información de usuario de extremo a extremo es el retardo unidireccional entre fronteras DTE (por ejemplo, B_1 y B_n en la figura 6).



- UI FE de transferencia de información de usuario (FE específicos quedan en estudio)
- en Entrada (*entry*)
- ex Salida (*exit*)

X.144_F06

NOTA – ($t_1 - t_2$) pueden observarse en el lado llamante y lado llamado de cualquier porción de conexión virtual.

Figura 6/X.144 – Eventos de retardo de transferencia de tramas de información de usuario

5.2 Fluctuación del retardo de tramas de información de usuario

La fluctuación de fase del retardo de trama (FDJ , *frame delay jitter*) es el retardo de transferencia de tramas máximo ($FTD_{máx}$) menos el retardo de transferencia de tramas mínimo ($FTD_{mín}$) durante un intervalo de medición terminado en el que se hace un número N de mediciones del retardo estadísticamente significativo.

$$FDJ = FTD_{máx} - FTD_{mín}$$

donde:

$FTD_{máx}$ es el FTD máximo registrado durante un intervalo de N mediciones del retardo,

$FTD_{mín}$ es el FTD mínimo registrado durante un intervalo de N mediciones del retardo,

N es el número de mediciones de FTD efectuadas para obtener una representación estadísticamente significativa de la característica FTD . N debe ser 1000 como mínimo (véase la nota).

NOTA – Este número de 1000 observaciones asegurará que el percentil 99,5 del retardo se observe al menos durante el 99% del tiempo. El intervalo de medición sugerido es de cinco (5) minutos. Es conveniente que las observaciones se distribuyan de manera uniforme a lo largo del intervalo de medición.

5.3 Tasa de pérdida de tramas de información de usuario

La tasa de pérdida de tramas (FLR , *frame loss ratio*) de información de usuario se define como:

$$FLR = \frac{F_L}{F_S + F_L + F_E}$$

donde, en una población especificada:

F_S es el número total de resultados de tramas transferidas con éxito,

F_L es el número total de resultados de tramas perdidas, y

F_E es el número total de resultados de tramas con errores residuales.

Son de particular interés dos casos especiales, FLR_c y FLR_e .

5.3.1 FLR_c

La FLR para tramas marcadas $DE = 0$ debe permanecer relativamente constante mientras el tráfico $DE = 0$ total no rebasa la $CIR = Bc/T_c$. Si el tráfico $DE = 0$ rebasa la CIR , algunas tramas $DE = 0$ pueden descartarse inmediatamente o convertirse en tramas $DE = 1$, lo que posiblemente aumenta la FLR para tráfico $DE = 0$ ⁶.

FLR_c se define como la FLR para una población de tramas con $DE = 0$ cuando todas las tramas $DE = 0$ son conformes con la CIR . Si la red acepta todas las tramas conformes de acuerdo con la prueba descrita en el anexo A, FLR_c es la probabilidad de que una trama $DE = 0$ aceptada como conforme se pierda posteriormente. Para determinar si hay conformidad con la CIR se utiliza la prueba descrita en el anexo A.

NOTA – Las tramas $DE = 0$ retransmitidas con el bit DE cambiado a $DE = 1$ se incluyen en el cálculo de FLR_c .

⁶ La proporción de aumento de la tasa FLR cuando el tráfico ofrecido rebasa CIR y $EIR (= B_e/T_c)$ puede variar entre proveedores de redes. Algunos proveedores de redes ofrecen explícitamente transportar este tráfico extra. Es posible que en estas condiciones sea más probable la notificación de congestión, retardos o ráfagas de pérdida.

5.3.2 FLR_e

Las tramas pueden marcarse DE = 1 antes o inmediatamente después de cruzar la frontera de la sección de entrada. La característica de pérdida de estas tramas debe permanecer relativamente constante mientras el tráfico DE = 1 total no rebasa la EIR = Be/T_c⁷. Si el tráfico DE = 1 total rebasa la EIR, algunas tramas DE = 1 pueden descartarse inmediatamente, lo que posiblemente aumenta la FLR para el tráfico DE = 1⁸.

FLR_e se define como la FLR para una población de tramas introducidas con DE = 1 cuando todas las tramas DE = 1 de entrada son conformes con la EIR y todas las tramas DE = 0 son conformes con la CIR. Si la red acepta todas las tramas conformes de acuerdo con la prueba descrita en el anexo A, FLR_e es la probabilidad de que una trama DE = 1 de entrada aceptada como conforme se pierda posteriormente. Para determinar si hay conformidad con EIR y CIR se utiliza la prueba descrita en el anexo A.

Para fines de evaluación, ya que no existe un modo preciso de cuantificar la cantidad de tráfico DE = 0 que la red convierte a DE = 1, el parámetro FLR_e se define sólo en términos de tramas introducidas como DE = 1. Mientras el tráfico DE = 1 total no rebasa la EIR, la tasa de pérdida del tráfico marcado DE = 1 en la red será probablemente similar a FLR_e.

5.4 Tasa de errores de trama residuales

La tasa de errores de trama residuales (RFER, *residual frame error ratio*)⁹ se define como:

$$RFER = \frac{F_E}{F_E + F_S}$$

donde, en una población especificada:

F_S es el número total de resultados de tramas transferidas con éxito, y

F_E es el número total de resultados de tramas con errores residuales.

5.5 Velocidad de tramas extra

La velocidad de tramas extra (EFR, *extra frame rate*) se define como:

$$EFR = \frac{E_F}{T_{EFR}}$$

donde:

E_F es el número total de resultados de tramas extra observados durante un intervalo de tiempo especificado T_{EFR} .

⁷ Bc, Be, T_c y CIR se definen en la Rec. UIT-T I.370 – *Gestión de la congestión para el servicio portador RDSI con retransmisión de tramas*, cláusula 1.2. Sus relaciones entre sí y con el bit DE se ilustran en 1.6/I.370.

⁸ Véase la nota 6 de pie de página.

⁹ Este parámetro de exactitud designa los errores de trama de información de usuario residuales (es decir, no detectados) causados por degradaciones de transmisión o de conmutación introducidas en una conexión especificada.

Esta tasa puede expresarse como el número de resultados de tramas extra por segundo de conexión¹⁰.

5.6 Tasa de distorsión de tráfico conforme para tramas

El agrupamiento de tramas causado por la red o el marcado excesivo de tráfico conforme como $DE = 1$ puede producir pérdida de tramas en los elementos de red hacia el destino. Por tanto, la tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas ($FCTDR$, *frame-based conformant traffic distortion ratio*) se define para ayudar a diagnosticar problemas con la FLR.

La relación entre la $FCTDR$ y la FLR hacia el destino depende considerablemente del modo en que los proveedores de red colaboran para cumplir sus compromisos en relación con las CIR y EIR de extremo a extremo (implícitas). En algunos casos, una red hacia el destino puede suministrar deliberadamente B_c y B_e mayores, o T_c menor para compensar el agrupamiento de tramas hacia el origen. Asimismo, la $FCTDR$ puede no ser pertinente para dispositivos de terminación que no tienen en cuenta las llegadas en ráfaga o el estado DE de las tramas recibidas. Por ambos motivos, no se pueden establecer objetivos de red para la característica de $FCTDR$.

En las tramas conformes a la CIR en una frontera de entrada puede haber pérdida, agrupamiento o etiquetado como $DE = 1$, y entonces se reduce el número de tramas conformes a CIR en la frontera de salida. La tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas para tráfico $DE = 0$ ($FCTDR_c$) determina la reducción del tráfico conforme debida únicamente a agrupamiento o etiquetado.

El parámetro $FCTDR_c$ se define así:

$$FCTDR_c = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n$$

donde:

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trama } A_n \text{ no es conforme a la } \hat{CIR} \text{ en } B_j \\ 0 & \text{o está marcada } DE=1 \text{ en } B_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

y:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ designa una secuencia de N tramas, todas introducidas con $DE = 0$, conformes a la CIR en B_i , y son todas retransmitidas a B_j .

\hat{CIR} es la modificación de CIR descrita en el anexo A.

En las tramas conformes a la EIR en una frontera de entrada, B_i puede haber pérdida o agrupamiento, y entonces se reduce el número de tramas conformes a la EIR en la frontera de salida. La tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas para tráfico $DE = 1$ ($FCTDR_e$) determina la reducción de tráfico no conforme debida solamente al agrupamiento.

El parámetro $FCTDR_e$ se define así:

¹⁰ Por definición, una trama extra es una trama recibida que no tiene una trama transmitida correspondiente en esa conexión. Las tramas extra en una determinada conexión pueden ser causadas por un error no detectado en la dirección de una trama originada en una conexión diferente o por una traducción incorrectamente programada de direcciones para tramas originadas en una conexión diferente. Como ninguno de estos mecanismos tiene relación directa con el número de tramas transmitidas en la conexión observada, este parámetro de calidad de funcionamiento no puede expresarse como una tasa de cómputo de trama, sino sólo como una velocidad.

$$FCTDR_e = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n$$

donde:

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trama } A_n \text{ no es conforme a la EÎR en } B_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

y:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ designa una secuencia de N tramas, todas introducidas con $DE = 1$, conformes a EIR en B_i , y son todas retransmitidas a B_j .

EÎR es la modificación de EIR descrita en el anexo A.

NOTA – La necesidad de objetivos de FCTDR queda en estudio.

5.7 Parámetros relacionados con el flujo de tramas

Debe seguir estudiándose la necesidad de parámetros de calidad de funcionamiento de red que describan el flujo efectivo de tramas en una conexión. Dichos parámetros se necesitarán si se aplican mecanismos de control de flujo en los servicios con retransmisión de tramas. Un parámetro útil podría ser la diferencia (positiva) entre la velocidad de información concertada negociada y la velocidad efectiva de transferencia de información. Pueden ser también de utilidad medidas de los mecanismos específicos de control de flujo.

NOTA – El apéndice II trata de los efectos sobre la calidad de funcionamiento asociados con las indicaciones de congestión de la red (es decir FECN, BECN, CLLM), y formula recomendaciones generales para controlar estos efectos.

Anexo A

Prueba de conformidad para la evaluación de la calidad de funcionamiento

A.1 Motivación

No existen normas sobre el modo en que las redes deben determinar la conformidad con la CIR y la EIR. Son aceptables todas las implementaciones de red razonables que admiten normalmente tráfico B_c y B_e en unidades de tiempo T_c . Sin embargo, FLR_c y FLR_e (en 5.3.1 y 5.3.2), FCTDR (en 5.6) y la disponibilidad (véase la Rec. UIT-T X.147) exigen la noción de conformidad. Para poder evaluar FLR_c , FLR_e , FCTDR, y la característica de disponibilidad de una manera normalizada, es necesario definir normas de conformidad.

En este anexo se describe la prueba normalizada que se ha de utilizar para determinar la conformidad del tráfico con retransmisión de tramas para los fines indicados de evaluación de calidad de funcionamiento. Se seleccionó la prueba de doble puente peligroso (DDB, *double dangerous bridge*) que se considera más rigurosa que cualquier otra prueba de conformidad implementada por la red para determinar la validez del tráfico.

Como las redes pueden descartar (o marcar como DE) todas las tramas que rebasan CIR o EIR, suele ser conveniente que tales tramas no se cuenten cuando se hace la medición de FLR o FCTDR. Se considera que la prueba de conformidad DDB es, cuando menos, tan rigurosa como cualquier prueba de conformidad de retransmisión de tramas razonable. Por tanto, todo tren de tramas conforme según la prueba DDB será aceptado como completamente conforme por cualquier red regular. En principio, todas las tramas de estos trenes deben ser aceptadas por la red sin descarte ni marcado. Los trenes de

tramas conformes según la prueba DDB son útiles para estimar la característica de pérdida de tramas dentro de una red, a la vez que se evitan los efectos admisibles de la determinación de la validez del tráfico.

Para conveniencia del abonado, los proveedores de redes pueden transportar tráfico por encima de las CIR y EIR negociadas. Sin embargo, como no existe ningún modo normalizado de ofrecer esta capacidad extra, no se incluyen en esta Recomendación medidas de calidad de funcionamiento para este servicio. Los usuarios de esta capacidad deben ser conscientes de que puede aumentar la probabilidad de que se produzcan FECN, BECN, CLLM, pérdida de tramas, retardo y distorsión de conformidad.

A.2 Uso normalizado limitado

Las normas sólo especifican la prueba DDB para los fines de evaluación de calidad de funcionamiento antes descritos. No se trata de una norma para implementación en las redes. Sin embargo, los métodos definidos para determinar la validez del tráfico pueden compararse con el DDB para confirmar que son menos rigurosos y más tolerantes que la prueba DDB. Siendo tan rigurosa, es muy improbable que uno de los criterios prácticos de determinación de validez rechace tramas aprobadas por la prueba DDB.

A.3 Definición de la prueba DDB

El algoritmo DDB calcula el número total de bits de datos de usuario en una ventana deslizante de duración T_c . Se hacen dos comparaciones con B_x donde B_x es B_c o B_e , según que se evalúe la CIR o la EIR. En la primera se compara el número total de bits de datos de usuario incluidos en las tramas de información que tienen el primer bit dentro de la ventana vigente, y en la segunda se compara el número total de bits de datos de usuario incluidos en tramas de información que tienen el último bit de la trama dentro de la ventana vigente. Si cualquiera de estos números rebasa B_x , se declara que una trama en la ventana no es conforme. Se desprende de esta descripción que la prueba DDB nunca permite más de B_x bits de datos en una ventana T_c , lo que no hace ninguno de los criterios de determinación de validez de tráfico conocidos. Además, con algunas hipótesis mínimas sobre la determinación de la validez del tráfico, puede demostrarse rigurosamente la naturaleza sumamente estricta del DDB.

En la figura A.1 se muestra una implementación del DDB. El DDB se puede implementar de distintas maneras; sin embargo, cualquiera de ellas debe producir las mismas decisiones sobre conformidad que el algoritmo presentado aquí.

Se calculan dos cuentas totales para un tren de tramas en la frontera especificada:

- 1) La variable `count_fbw` es la cuenta acumulada total de los bits de datos de usuario de las tramas cuyos primeros bits están en la ventana T_c . La variable `fbw_list` es la lista de tramas que tienen el primer bit en la ventana T_c vigente.
- 2) La variable `count_lbw` es la cuenta acumulativa total de los bits de datos de usuario de las tramas cuyos últimos bits están en la ventana T_c . La variable `lbw_list` es la lista de tramas que tienen el último bit en la ventana T_c vigente.

Si uno de estos dos totales llega a sobrepasar el valor B_x , la implementación de la figura A.1 de la DDB declara que la trama más reciente en la ventana T_c no es conforme.

NOTA – Al evaluar FLR_c , FLR_e , y la disponibilidad, las cuentas de tramas no conformes y bits de datos de estas tramas no son pertinentes. Lo que es pertinente es saber si la DDB determina que el tren completo es conforme.

A.4 Utilización del DDB al evaluar la FCTDR

La FCTDR compara el volumen de tráfico conforme en una interfaz hacia el destino con el volumen de tráfico conforme en una interfaz hacia el origen. Al determinar la conformidad de un tren de tráfico en una interfaz hacia el destino, debe permitirse cierto agrupamiento de tramas en los elementos hacia el origen. Este margen se puede establecer mediante un parámetro ε : "tolerancia de agrupamiento de tramas".

En una conexión dada, considérese el flujo de tramas de información de usuario entre dos fronteras que delimitan un conjunto de secciones de conexión concatenadas. Sea T_c el intervalo de tiempo en el cual B_x (que representa B_c para CIR, y B_e para EIR) se evalúa en la frontera de entrada. Para permitir una cantidad razonable de agrupamiento al evaluar FCTDR, la conformidad del tráfico en la frontera de salida debe compararse utilizando valores modificados de T_c CIR y EIR:

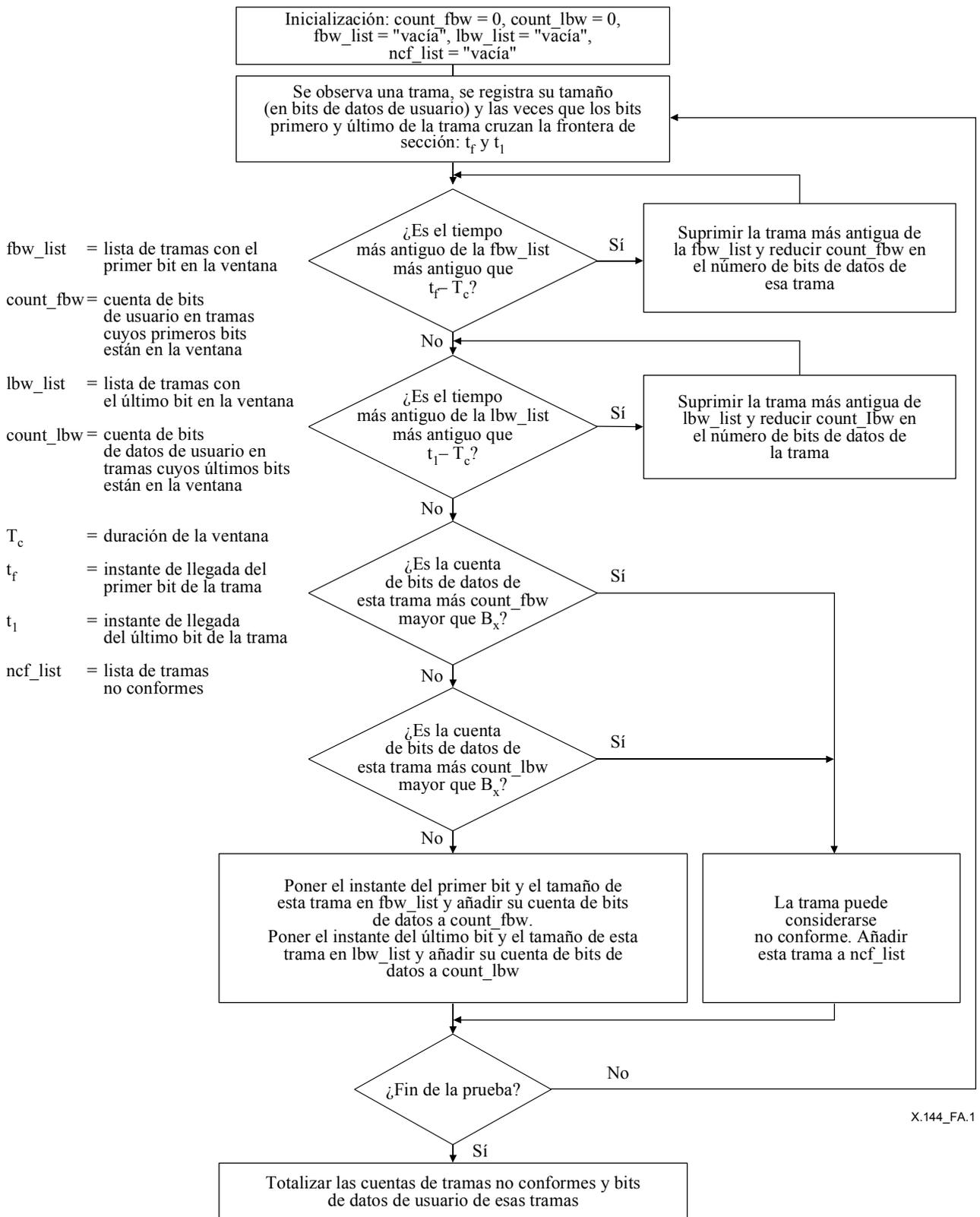
$$\hat{T}_c = T_c - \varepsilon$$

$$\hat{CIR} = B_c / \hat{T}_c$$

$$\hat{EIR} = B_e / \hat{T}_c$$

$$(T_c > \varepsilon > 0)$$

NOTA – La especificación de ε queda en estudio.



X.144_FA.1

NOTA 1 – Son posibles otras implementaciones.

NOTA 2 – B_x = B_c o B_e.

NOTA 3 – Cuando se rebasa B_x, este algoritmo declara la trama más reciente de la ventana T_c como trama no conforme. Los algoritmos razonables deben hacerlo así o identificar una trama más corta en la ventana vigente.

Figura A.1/X.144 – Implementación del doble puente peligroso

Anexo B

Parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento para bits

Este anexo define tres parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento específicos del protocolo, basados en bits, asociados con la transferencia de información de usuario en los servicios con retransmisión de tramas:

- tasa de pérdida de bits de información de usuario;
- tasa de errores de bit residuales; y
- tasa de distorsión de tráfico conforme basada en bits.

Estos parámetros complementan los correspondientes parámetros basado en tramas (tasa de pérdida de tramas de información de usuario, tasa de errores de trama residuales y tasa de distorsión de tráfico conforme basada en tramas) definidas en la cláusula 5. La figura 5 muestra las poblaciones estadísticas utilizadas para calcular estos parámetros de exactitud y de seguridad de funcionamiento.

NOTA – A menos que se indique otra cosa, las condiciones pertinentes estipuladas en las cláusulas 1 a 5 se aplican en el anexo B.

B.1 Tasa de pérdida de bits de información de usuario

La tasa de pérdida de bits de información de usuario (BLR, *bit loss ratio*) se define como:

$$BLR = \frac{B_L + B_M}{B_S + B_R + B_L + B_M}$$

donde, en una población especificada:

B_S es el número total de bits de información de usuario en resultados de tramas transferidas con éxito;

B_R es el número total de bits de información de usuario en resultados de tramas con errores residuales;

B_L es el número total de bits de información de usuario en resultados de tramas perdidas; y

B_M es el número total de bits de información de usuario perdidos residuales (es decir, que faltan) en resultados de tramas con errores residuales.

Son de particular interés dos casos especiales.

B.1.1 BLR_c: BLR_c se define como la BLR para una población de tramas con DE = 0 cuando todas las tramas DE = 0 son conformes con la CIR.

B.1.2 BLR_e: BLR_e se define como la BLR para una población de tramas introducidas con DE = 1 cuando todas las tramas DE = 1 de entrada son conformes con la EIR y todas las tramas DE = 0 son conformes con la CIR.

B.2 Tasa de errores de bit residuales

La tasa de errores de bit residuales (RBER, *residual bit error ratio*)¹¹ se define como:

¹¹ Este parámetro de exactitud designa los errores de bits de información de usuario residuales (es decir, no detectados) causados por degradaciones de transmisión o de conmutación introducidas en una conexión virtual especificada.

$$RBER = \frac{B_M + B_E + B_X}{B_C + B_M + B_E + B_X}$$

donde, en una población especificada:

B_C es el número total de bits de información de usuario correctos en resultados de tramas transferidas con éxito o tramas con errores residuales;

B_M es el número total de bits de información de usuario perdidos residuales (es decir, que faltan) en resultados de tramas con errores residuales;

B_E es el número total de bits de información de usuario incorrectos residuales (es decir, invertidos) en los resultados de tramas con errores residuales; y

B_X es el número total de bits de información de usuario extra residuales (es decir, adicionales) en resultados de tramas con errores residuales.

En la práctica, no es posible en todos los casos distinguir entre los bits de información de usuario incorrectos residuales, perdidos residuales y extra residuales, sin comparar los bits de datos registrados en las fronteras.

B.3 Tasa de distorsión de tráfico conforme basada en bits: La tasa de distorsión de tráfico conforme basada en bits con tráfico DE = 0 se define como:

$$BCTDR_c = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n$$

donde:

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trama } A_n \text{ no es conforme a la CÎR en } B_j \\ 0 & \text{está marcada DE=1 en } B_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ designa una secuencia de N tramas, todas introducidas con DE = 0, conformes a la CIR en B_i , y son todas retransmitidas a B_j .

CÎR es la modificación de CIR que se describe en el anexo A,

b_n es el número de bits de información de usuario en la trama A_n ($n = 1, 2, \dots, N$), y

$N_A = \sum_{n=1}^N b_n$ es el número total de bits de información de usuario en las tramas $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$.

NOTA 1 – La necesidad de objetivos para $BCTDR_c$ queda en estudio.

La tasa de distorsión de tráfico conforme basada en bits con tráfico DE = 1 se define como:

$$BCTDR_e = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n$$

donde:

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trama } A_n \text{ no es conforme a la EÎR en } B_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

y:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ designa una secuencia de N tramas, introducidas con $DE = 1$, conformes a la EIR en B_i , y retransmitidas a B_j .

$E\hat{I}R$ es la modificación de EIR que se describe en el anexo A,

b_n es el número de bits de información de usuario en la trama A_n ($n = 1, 2, \dots, N$), y

$N_A = \sum_{n=1}^N b_n$ es el número total de bits de información de usuario en las tramas $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$.

NOTA 2 – La necesidad de objetivos para $BCTDR_e$ queda en estudio.

Anexo C

Algunas relaciones entre los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel del modo de transferencia asíncrono

C.1 Alcance

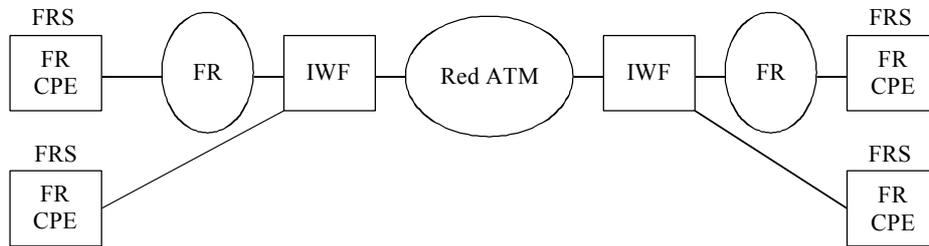
En este anexo se comentan algunas relaciones entre los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama definidos en el cuerpo principal de esta Recomendación y los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel ATM definidos en la última versión de la Rec. UIT-T I.356. Estas relaciones de calidad de funcionamiento son para una situación de interfuncionamiento de redes con retransmisión de tramas y ATM (FR-ATM, *frame relay and ATM*) (véase la figura C.1 a) y de interfuncionamiento de servicios con retransmisión de tramas y ATM (FR-ATM) (véase la figura C.1 b) presentados en la Rec. UIT-T I.555 y desarrollados con más detalle en las Recomendaciones UIT-T X.329, I.365.1 y en la cláusula 6/I.363. Las relaciones entre los respectivos parámetros de calidad de funcionamiento a nivel ATM y a nivel de trama desarrollados en el presente anexo pueden servir de base para establecer objetivos de calidad de funcionamiento para la retransmisión de tramas soportada por un sistema ATM o en el caso de interfuncionamiento de los dos sistemas.

C.2 Motivos para relacionar los parámetros de calidad de funcionamiento a nivel de trama y a nivel ATM

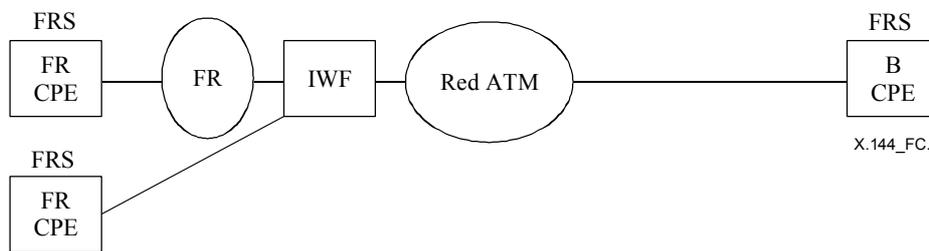
Una relación adecuada entre los parámetros de calidad de funcionamiento de la red tanto para la transferencia de tramas y la transferencia de células debe permitir la determinación de la calidad de funcionamiento de extremo a extremo para las dos situaciones de interfuncionamiento presentadas en la figura C.1. Además, para un segmento de conexión que soporta el servicio de retransmisión de tramas mediante tecnología ATM, dicha relación permitiría también estimar la calidad de funcionamiento a nivel de trama de un segmento de conexión midiendo la calidad de funcionamiento a nivel ATM del citado segmento.

En la figura C.1, una conexión virtual de extremo a extremo (o de CPE a CPE) puede dividirse en dos o más "segmentos de conexión" estableciendo un punto de medición (MP, *measurement point*) cerca de cada IWF. La calidad de funcionamiento de extremo a extremo de dicha conexión virtual podría estimarse midiendo la calidad de funcionamiento de cada segmento de conexión y combinando luego adecuadamente las degradaciones de calidad de funcionamiento medidas en cada segmento. Como algunos de estos segmentos de conexión utilizan tecnología orientada a las tramas y otros tecnología orientada al ATM, la determinación de la calidad de funcionamiento extremo a extremo de la red por este método exige un modo apropiado de relacionar los parámetros de calidad de funcionamiento basados en estas dos tecnologías.

En un segmento de conexión dado que utilice tecnología ATM para soportar el servicio de retransmisión de tramas, podría ser útil para la operación establecer la relación entre las características de calidad de funcionamiento (retardo, pérdida y errores) de ese segmento según los criterios ATM, y su influencia en estas mismas características de calidad de funcionamiento según los criterios de tramas.



a) Escenario 1 de interfuncionamiento de redes



X.144_FC.1

b) Escenario 2 de interfuncionamiento de redes

ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
B	Banda ancha (<i>broadband</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
FR	Retransmisión de tramas (<i>frame relay</i>)
FRS	Servicio con retransmisión de tramas (<i>frame relay service</i>)
IWF	Función de interfuncionamiento (<i>interworking function</i>)

Figura C.1/X.144 – Distintos casos de interfuncionamiento FR-ATM

C.3 Parámetros de retransmisión de tramas considerados

Los parámetros a nivel de trama¹² pertinentes son:

- retardo de transferencia de tramas (FTD, *frame transfer delay*) de información de usuario;
- tasa de pérdida de tramas (FLR, *frame loss ratio*) de información de usuario;
- tasa de errores de trama residuales (RFER, *residual frame error ratio*);
- velocidad de tramas extra (EFR, *extra frame rate*).

Hay por lo menos dos factores que influyen en la correlación del FTD con el retardo de transferencia de células (CTD, *cell transfer delay*). En primer lugar, los escenarios de interfuncionamiento FR-ATM establecen la correspondencia (también llamada multiplexación) de los identificadores de canal de enlace de datos (DLCI, *data link channel identifiers*) a nivel FR y los identificadores de canal virtual (VCI, *virtual channel identifiers*) a nivel ATM. Se han tratado dos tipos de esquemas de

¹² Este anexo no considera la tasa de distorsión de tráfico conforme para tramas ni los parámetros potenciales relacionados con el flujo de tramas.

correspondencia: los que relacionan un DLCI con un VCI (multiplexación 1 a 1) y los que relacionan varios DLCI con un VCI (multiplexación N a 1).

El tipo de esquema de correspondencia puede influir en la relación entre CTD y FTD, ya que el esquema de correspondencia N a 1 podría incluir también la memorización intermedia de información recibida de varios DLCI en espera de que se presente una oportunidad para transmitirlos al VCI designado. Además, parte de la capacidad de transferencia de información de un VCI puede utilizarse para transferir no sólo células de información de usuario sino también células de operación y mantenimiento (OAM, *operations and maintenance*). Si un VCI está transfiriendo al mismo tiempo células OAM y células de información de usuario portadoras de información de un servicio con retransmisión de tramas, es conveniente determinar la capacidad disponible para las células de información de usuario, si bien la transferencia de células OAM probablemente tiene poca influencia en el FTD.

La FLR puede relacionarse con la tasa de pérdida de células (CLR, *cell loss ratio*) y otros parámetros de calidad de funcionamiento, ya sea cuando se conoce el tamaño de la trama o se le supone un tamaño nominal. Este caso se examina más en detalle en la cláusula C.4.

La RFER puede relacionarse con la tasa de errores de células (CER, *cell error ratio*), ya sea cuando se conoce el tamaño de la trama o se le supone un tamaño nominal. Sin embargo, el desarrollo de esta relación requiere tomar en cuenta el desglose de la verificación por redundancia cíclica del nivel de trama durante las operaciones de detección de errores. Esta relación queda en estudio.

La EFR es en esencia análoga a la velocidad de inserción incorrecta de células (CMR, *cell misinsertion rate*). Los eventos de referencia para cada uno de estos parámetros pueden ser causados por un error no detectado o incorrectamente corregido en el campo de identificador de canal (o sea, el DLCI o el VPI-VCI), o una conversión de etiquetas de identificador de canal incorrectamente programada.

C.4 Relación entre los parámetros de pérdida de información de usuario para retransmisión de tramas y ATM

Veamos ahora la relación entre la tasa de pérdida de tramas (FLR) de información de usuario, la tasa de pérdida de células (CLR) y otros parámetros de calidad de funcionamiento pertinentes. Se supone una longitud de trama de $F_{células}$ o F_{bits} equivalente¹³.

La FLR está definida en un segmento de conexión delimitado entre dos puntos de medición (MP) como la proporción del número de resultados de tramas perdidas en el total de tramas perdidas, transferidas con éxito con errores residuales. El denominador de esta relación puede interpretarse como la suma de todas las tramas transmitidas a un segmento de conexión dado durante el periodo de tiempo de interés. Nuestro método consiste en estimar primero la probabilidad de pérdidas de tramas para cada uno de los mecanismos identificados, comparando luego cada una de esas probabilidades con la relación entre el número de tramas perdidas en virtud de un mecanismo determinado y el número total de tramas transmitidas al segmento de conexión durante el periodo de interés común, para obtener finalmente la suma de las probabilidades inherentes a todos los mecanismos identificados.

¹³ Puesto que una célula requiere 53 octetos, $F_{bits} = 424 \times F_{células}$, representando F_{bits} el número total de bits necesarios para transportar la trama en el nivel ATM. $F_{células}$ se determina a partir de la longitud de trama y considerando que la AAL 5 se utiliza para transportar tramas de retransmisión de tramas. Cada célula utilizada para transportar una trama dada contendría hasta 48 octetos de información de retransmisión de tramas, mientras que la última célula utilizada para esa trama contendría 8 octetos de información específica de la AAL 5.

Se produce un resultado de trama perdida en un segmento de conexión cuando no consigue producirse un evento de entrada de trama al cabo del intervalo de tiempo $T_{\text{máx}}$ establecido a partir del evento de salida de trama correspondiente o cuando es nula la CRC de la trama recibida conforme al evento de entrada de trama correspondiente. De acuerdo con esta definición, pueden identificarse cinco mecanismos que producen pérdida de tramas:

- 1) pérdida de tramas debida a eventos de degradación en ráfaga que contienen errores binarios múltiples, pérdidas de células y/o inserción incorrecta de células;
- 2) pérdida de trama debida a errores aleatorios (de fondo) de un solo bit;
- 3) pérdida de trama debida a la pérdida (de fondo) de una o varias células integrantes, por ejemplo, desbordamiento de la memoria tampón a nivel de célula;
- 4) pérdida de trama debida a la inserción incorrecta (de fondo) de una célula;
- 5) pérdida de tramas debida a fallos de la unidad de tratamiento a nivel de tramas, por ejemplo, desbordamiento de la memoria tampón a nivel de trama o saturación de la unidad de tratamiento a nivel de trama.

El mecanismo 1 corresponde al efecto de todas las degradaciones en ráfaga perceptibles a nivel de ATM, mientras que los mecanismos 2, 3 y 4 corresponden a los efectos independientes de los tipos de degradaciones de fondo perceptibles a nivel de ATM y que persisten aun después de contar y eliminar las deficiencias de ráfaga. El mecanismo 5 corresponde a las degradaciones (tanto de tipo de ráfaga como de fondo) que se producen exclusivamente a nivel de trama, por lo que no se perciben a nivel de célula. Supongamos que estos cinco mecanismos son independientes entre sí. En tal caso, aplicando el método ya mencionado, el valor de FLR en un segmento de conexión particular durante un periodo de tiempo determinado está representado por:

$$FLR = FLR_{\text{ráfaga}} + FLR_{\text{error}} + FLR_{\text{CLR}} + FLR_{\text{CMR}} + FLR_{\text{trama}} \quad (\text{C-1})$$

donde $FLR_{\text{ráfaga}}$ es la tasa de pérdida de tramas debida a eventos de degradaciones en ráfaga, FLR_{error} es la FLR debida a errores aleatorios de un solo bit, FLR_{CLR} es la FLR debida a la pérdida de células integrantes, FLR_{CMR} es la FLR debida a inserción incorrecta de células y FLR_{trama} es la FLR debida a fallos de la unidad de tratamiento a nivel de trama. El resto de esta cláusula considera el componente de FLR debido a cada uno de estos mecanismos.

C.4.1 Deficiencias de tipo ráfaga

Consideremos en primer lugar la probabilidad de pérdida de tramas debida a deficiencias de tipo ráfaga. Se puede utilizar la tasa de bloques de células con muchos errores (*SECBR*, *severely errored cell block ratio*), medida en un segmento de conexión dado durante un periodo de tiempo de interés, para limitar la posibilidad de que se produzcan en ese lapso degradaciones de tipo ráfaga que contengan errores binarios, pérdida de células y/o inserción incorrecta de las mismas. Queda por establecerse la relación entre la longitud de una trama, $F_{\text{células}}$, y la longitud de un bloque de células, $B_{\text{células}}$ ¹⁴. Vamos a considerar tres casos posibles:

- $F_{\text{células}} \ll B_{\text{células}}$;
- $F_{\text{células}} \gg B_{\text{células}}$;

¹⁴ La longitud del bloque de células según se define en la Rec. UIT-T I.356 está relacionada con la velocidad de células de cresta (PCR, *peak cell rate*). La longitud mínima es de 128 células, siendo la longitud máxima de 32 768 células. Dada una longitud máxima de trama de 512 octetos, 5 octetos suplementarios y una AAL 5, el número de tramas contenidas en un bloque de 128 células es $(128 \times 48 - 8)/(512 + 5) = 12$ tramas, mientras que el número de tramas contenidas en un bloque de 32 768 células se eleva a 3014.

- $F_{células} \approx B_{células}$.

NOTA – Si sólo se soportan tramas de un tamaño 512 o menores, se aplica únicamente el primer caso.

Si $F_{células}$ es considerablemente menor que $B_{células}$, la proporción de tramas afectadas por degradaciones de tipo ráfaga resulta cercana a la de bloques de células con muchos errores, aquí denominados *SECBR*.

Por lo tanto:

$$FLR_{ráfaga} = SECBR \quad (C-2a)$$

En cambio, si $F_{células}$ es considerablemente mayor que $B_{células}$, cualquiera de los bloques de células $(F_{células}/B_{células})^{15}$ tendría, en caso de presentar muchos errores, consecuencias para la trama considerada. El grado de probabilidad de que una trama de tal longitud no sufra tales consecuencias es:

$$(1 - SECBR)^{F_{células}/B_{células}}$$

La FLR originada en este mecanismo es el complemento lógico de lo que precede, es decir la probabilidad de que una trama de tal longitud se vea afectada por uno o más bloques de células con muchos errores, o sea:

$$FLR_{ráfaga} = 1 - (1 - SECBR)^{F_{células}/B_{células}} \quad (C-2b)$$

Para valores de $F_{células}$ y $B_{células}$ aproximadamente iguales, un solo bloque de células con muchos errores repercutirá generalmente en dos tramas, de modo que:

$$FLR_{ráfagas} = 2 SECBR \quad (C-2c)$$

Observamos que un método alternativo para estimar las repercusiones a nivel de trama de las degradaciones de tipo ráfaga sería aplicar un parámetro de nivel físico, como el número de segundos con muchos errores por día o el tiempo que requiere cada día la ejecución de conmutaciones de protección. La conveniencia o no de este otro método queda en estudio.

C.4.2 Errores de un solo bit

Veamos ahora la probabilidad de pérdida de tramas debido a errores de un solo bit independientes entre sí. Supongamos que la probabilidad de un error de un solo bit esté dada por la tasa de errores de bit (*BER, bit error ratio*). La probabilidad de que una trama de F_{bits} de longitud no se vea afectada por un error de un solo bit aleatorio equivale a:

$$(1 - BER)^{F_{bits}}$$

La FLR debida a este mecanismo es el complemento lógico de lo que antecede, es decir la probabilidad de que semejante trama se vea afectada por uno o más errores de un solo bit aleatorios, o sea:

$$FLR_{error} = 1 - (1 - BER)^{F_{bits}} \quad (C-3)$$

Observamos que, en principio, podrían establecerse primero relaciones entre los parámetros de errores de bits a nivel físico y la tasa de errores de células (CER), y luego las que existen entre la CER y esta FLR_{error} .

¹⁵ O más exactamente, $[F_{células}/B_{células}]$, donde [x] representa el menor entero mayor o igual a x.

C.4.3 Pérdidas de células

Consideremos ahora la probabilidad de pérdida de tramas como consecuencia de pérdidas independientes de células. Supongamos que la probabilidad de una pérdida de célula única esté dada por la tasa de pérdida de células (CLR). La probabilidad de que en una trama de $F_{células}$ de longitud no se registre una célula perdida es:

$$(1 - CLR)^{F_{células}}$$

La FLR debida a este mecanismo es el complemento lógico de lo que antecede, es decir la probabilidad de que una trama así sufra la pérdida de una o más células, o sea:

$$FLR_{CLR} = 1 - (1 - CLR)^{F_{células}} \quad (C-4)$$

C.4.4 Inserción incorrecta de células

Consideremos la probabilidad de pérdida de tramas debida a un incidente aleatorio de inserción incorrecta de células. Conocidas la velocidad de inserción incorrecta de células (CMR) y la velocidad de células de cresta (PCR) aplicables a la conexión ATM, la proporción de células recibidas con errores de inserción es CMR/PCR . Supongamos que esta fracción representa la probabilidad de un error de inserción de una sola célula. La probabilidad de que en una trama de $F_{células}$ de longitud no se produzca una inserción incorrecta de célula es entonces:

$$(1 - CMR/PCR)^{F_{células}}$$

La FLR debida a este mecanismo es el complemento lógico de lo que antecede, es decir la probabilidad de que en una trama así se produzcan una o más pérdidas de células, o sea:

$$FLR_{CMR} = 1 - (1 - CMR/PCR)^{F_{células}} \quad (C-5)$$

C.4.5 Fallos de tratamiento a nivel de trama

Por último, consideremos la probabilidad de pérdida de tramas debida a fallos de tratamiento a nivel de trama. Como depende de procesos que están por encima de los niveles físico y de ATM, está fuera del alcance de la presente Recomendación. Podría estimarse el valor FLR_{trama} mediante métodos basados en tramas y sustituirlo en la ecuación (C-1), junto con los resultados de las ecuaciones (C-2), (C-3), (C-4) y (C-5).

Apéndice I

Notificación de congestión

I.1 Efectos de FECN, BECN y CLLM sobre la calidad de funcionamiento

Los proveedores de redes pueden utilizar los bits FECN y BECN y/o las tramas CLLM para informar a los usuarios sobre la utilización de recursos de red, para evitar o atenuar los efectos de la congestión. Por esta razón, algunos DTE o aplicaciones pueden responder automáticamente a las FECN, BECN y/o CLLM reduciendo o suavizando el tráfico de tramas ofrecido más de lo que requieren los descriptores de tráfico *a priori*. Así, la utilización de FECN, BECN, y CLLM por una red puede repercutir directamente en el caudal y en la calidad de funcionamiento observada por los usuarios finales.

I.2 Control de los efectos sobre la calidad de funcionamiento

No está normalizada la utilización de FECN, BECN y CLLM por la red ni la respuesta apropiada de los usuarios. Por tanto, no hay una solución de normalización mutuamente aceptable para la utilización de estas señales que influyen en la calidad de funcionamiento. Entretanto, pueden formularse las siguientes recomendaciones:

- Si un proveedor de red espera que sus usuarios respondan a FECN, BECN o CLLM reduciendo o suavizando el tráfico ofrecido temporalmente más de lo que requieren los descriptores *a priori*, el proveedor de red debe:
 - 1) definir precisamente cómo deben responder los usuarios¹⁶;
 - 2) establecer límites de la frecuencia y la duración de dichos periodos; y
 - 3) explicar el riesgo adicional que corre el usuario al no tener en cuenta estos periodos.
- Los usuarios deben determinar la interpretación de FECN, BECN y CLLM por el proveedor de la red, y optimizar su respuesta a estas señales.
- Si no hay información específica sobre cómo responder a FECN, BECN y CLLM, ni límites de utilización, los usuarios completamente conformes a sus descriptores de tráfico *a priori* pueden suponer que los objetivos de calidad de funcionamiento de la red (FTD, FLR, etc.) serán satisfechos independientemente de FECN, BECN y CLLM.

(Véase también en el apéndice II los efectos de una demanda excesiva de recursos de conexión en la calidad de funcionamiento medida.)

Apéndice II

Efectos de la demanda excesiva de recursos de conexión sobre la calidad de funcionamiento

Los parámetros de esta Recomendación están diseñados para medir la calidad de funcionamiento de los elementos de red entre pares de fronteras de sección. Sin embargo, los usuarios de esta Recomendación deben ser conscientes de que el comportamiento de los elementos de sección fuera del par de fronteras puede influir negativamente en la calidad de funcionamiento medida de los elementos comprendidos entre las fronteras. Dos ejemplos importantes son:

II.1 Aparición de ráfagas simultáneas imprevistas en la línea de acceso

Puede haber ocasiones en las que ráfagas simultáneas procedentes del conjunto de conexiones de una sección de circuito de acceso rebasen la capacidad física de la línea. Al aceptar este conjunto de conexiones, el proveedor de red y el abonado habían previsto una correlación temporal limitada o negativa entre ráfagas de tramas, pero esta suposición no se confirma por razones imprevistas. Durante tales eventos se degradará la calidad de funcionamiento aparente de la red entre las fronteras de sección especificadas, lo que puede resultar, en particular, en aumentos del número de FECN, BECN y CLLM (véase el apéndice I) así como del número de FLR, FTD, FCTDR, o alguna combinación de estos efectos.

¹⁶ Se señala que algunos proveedores de redes también piden que los usuarios respondan a las tramas perdidas iniciando o ampliando los periodos de reducción de carga.

II.2 Plena utilización de las líneas de acceso con sobrecapacidad

Los proveedores de redes pueden permitir que el abonado establezca múltiples conexiones sobre una sección de circuito de acceso con una CIR mayor que su capacidad física, en particular cuando intervienen PVC. Esto permite al abonado aprovechar el hecho de que no todas estas conexiones estarán activas simultáneamente. Sin embargo, la calidad de funcionamiento aparente de la red se degradará si el abonado abusa de esta posibilidad. En particular, los intentos de aprovechar toda esta capacidad de sobreutilización resultarán en un aumento de FECN, BECN y CLLM (véase el apéndice I), y de FLR, FTD, FCTDR, o de alguna combinación de estos efectos. En el peor caso, los intentos de sobreutilizar esta capacidad pueden parecer como un estado de indisponibilidad.

Apéndice III

Método de estimación de la FLR: extracción de la FLR

Como se indica en el cuerpo principal de la presente Recomendación, se permite cualquier método válido estadísticamente de estimación de la FLR, o cualquier otro parámetro de calidad de funcionamiento de la misma Recomendación. En este apéndice se especifica una metodología de obtención de la FLR basada en datos de red tales como los registradores de contabilidad, las estadísticas de conmutación y las alarmas generadas en las redes que proporcionan el servicio de retransmisión de tramas por circuito virtual permanente (PVC). Dentro de sus limitaciones, este método representa una manera eficaz desde el punto de vista económico de estimar la FLR en un PVC específico.

III.1 Limitaciones de la metodología de extracción de la FLR

La metodología descrita en III.2 es la apropiada para estimaciones a largo plazo (del orden de horas, no minutos) de la FLR, y no lo es en cambio para estimar la FLR a corto plazo (del orden de minutos o menos). En particular, este método no es aplicable para la estimación de la FLR cuando se trata de evaluar la disponibilidad del servicio con retransmisión de tramas (FR). El motivo de estas limitaciones es la necesidad de calcular las diversas estadísticas sobre un conjunto de tramas con discrepancias irrelevantes. A pesar de lo anterior, el método sirve para proporcionar una medida general de la calidad de funcionamiento de determinados PVC, y ha sido validado por operadores de red que utilizan métodos más rigurosos de estimación de la FLR.

III.2 Metodología de extracción de la FLR

El método de extracción de la FLR explicado a continuación depende de las estadísticas sobre tramas copiadas en ubicaciones de red específicas, como se muestra en la figura III.1.

Para todas las conexiones PVC de la red de retransmisión de tramas se recoge la información siguiente:

- el número total de tramas de ingreso (A/figura III.1);
- el número de tramas CIR enviadas a la red (B/figura III.1);
- el número de tramas EIR enviadas a la red (C/figura III.1);
- el número de tramas de egreso CIR (D/figura III.1);
- el número de tramas de egreso EIR (E/figura III.1);
- el número total de tramas de egreso (F/figura III.1), y
- el número total de tramas descartadas (G/figura III.1).

Utilizando los datos recogidos, la FLR se puede estimar como sigue:

$$FLR_c = \frac{\text{número de tramas de egreso CIR}}{\text{número de tramas CIR enviadas a la red}} = \frac{D}{B} \quad (\text{III-1})$$

$$FLR_e = \frac{\text{número de tramas de egreso EIR}}{\text{número de tramas EIR enviadas a la red}} = \frac{E}{C} \quad (\text{III-2})$$

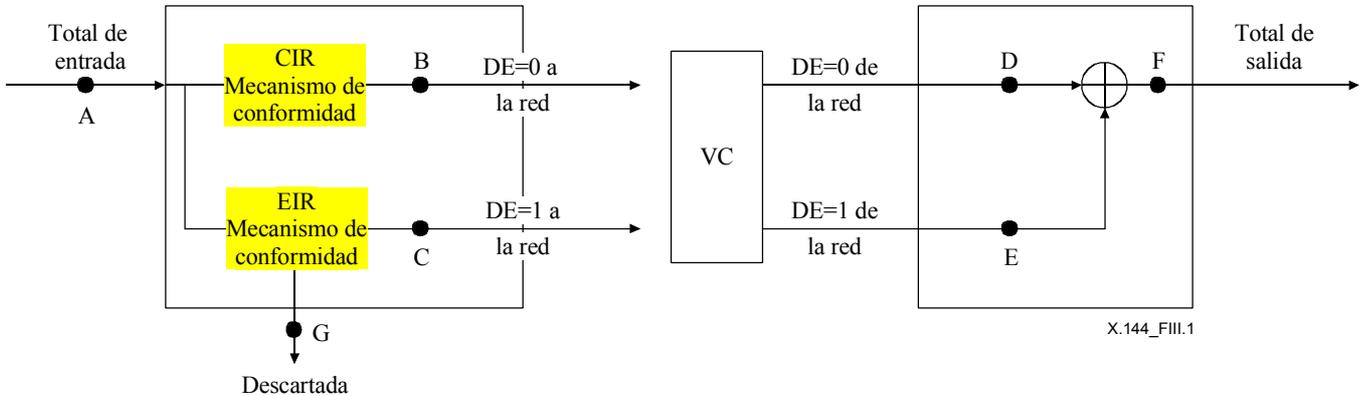


Figura III.1/X.144 – Metodología de extracción de la FLR

En la figura III.1 todas las tramas con $DE = 0$ calculado en B son aceptadas como tramas conformes y las tramas con $DE = 0$ calculado en D son las que se transfieren con éxito a través de la red. Todas las tramas con $DE = 1$ calculado en C son aceptadas como tramas conformes y las tramas con $DE = 1$ calculado en E son las que se transfieren con éxito a través de la red.

La FLR_c de la presente Recomendación caracteriza el grado de transferencia por parte de una red de las tramas con $DE = 0$ aceptadas como tramas conformes. La FLR_e caracteriza el grado de transferencia por parte de una red de las tramas con $DE = 1$ aceptadas como tramas conformes. En otras palabras, la FLR_c corresponde a la probabilidad de que una trama con $DE = 0$ aceptada como trama conforme se pierda a continuación. La FLR_e es la probabilidad de que una trama con $DE = 1$ aceptada como trama conforme se pierda a continuación.

En consecuencia, dada la elevada correlación entre la población de tramas para las estadísticas generadas en las ubicaciones especificadas en la figura III.1, se pueden utilizar las ecuaciones (III-1) y (III-2) para estimar de manera precisa la FLR definida en esta Recomendación.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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