



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

I.371.1

(11/2000)

SERIE I: RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Aspectos y funciones globales de la red – Funciones y
requisitos generales de la red

**Capacidad de transferencia en el modo de
transferencia asíncrono con velocidad de trama
garantizada**

Recomendación UIT-T I.371.1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE I
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

ESTRUCTURA GENERAL	
Terminología	I.110–I.119
Descripción de las RDSI	I.120–I.129
Métodos generales de modelado	I.130–I.139
Atributos de las redes de telecomunicaciones y los servicios de telecomunicación	I.140–I.149
Descripción general del modo de transferencia asíncrono	I.150–I.199
CAPACIDADES DE SERVICIO	
Alcance	I.200–I.209
Aspectos generales de los servicios en una RDSI	I.210–I.219
Aspectos comunes de los servicios en una RDSI	I.220–I.229
Servicios portadores soportados por una RDSI	I.230–I.239
Teleservicios soportados por una RDSI	I.240–I.249
Servicios suplementarios en RDSI	I.250–I.299
ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED	
Principios funcionales de la red	I.310–I.319
Modelos de referencia	I.320–I.329
Numeración, direccionamiento y encaminamiento	I.330–I.339
Tipos de conexión	I.340–I.349
Objetivos de calidad de funcionamiento	I.350–I.359
Características de las capas de protocolo	I.360–I.369
Funciones y requisitos generales de la red	I.370–I.399
INTERFACES USUARIO-RED DE LA RDSI	
Aplicación de las Recomendaciones de la serie I a interfaces usuario-red de la RDSI	I.420–I.429
Recomendaciones relativas a la capa 1	I.430–I.439
Recomendaciones relativas a la capa 2	I.440–I.449
Recomendaciones relativas a la capa 3	I.450–I.459
Multiplexación, adaptación de velocidad y soporte de interfaces existentes	I.460–I.469
Aspectos de la RDSI que afectan a los requisitos de los terminales	I.470–I.499
INTERFACES ENTRE REDES	
PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	
ASPECTOS DE LOS EQUIPOS DE RDSI-BA	
Equipos del modo de transferencia asíncrono	I.730–I.739
Funciones de transporte	I.740–I.749
Gestión de equipos del modo de transferencia asíncrono	I.750–I.759
Aspectos de multiplexación	I.760–I.769

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

Recomendación UIT-T I.371.1

Capacidad de transferencia en el modo de transferencia asíncrono con velocidad de trama garantizada

Resumen

La presente Recomendación define la capacidad de transferencia ATM con velocidad de trama garantizada como ampliación de las ATC definidas en la Recomendación UIT-T I.371.

Orígenes

La Recomendación UIT-T I.371.1, preparada por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 24 de noviembre de 2000.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT 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 2001

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

ÍNDICE

	Página
1 Objeto.....	1
2 Referencias.....	1
3 Abreviaturas y terminología.....	1
3.1 Abreviaturas.....	1
3.2 Terminología.....	2
3.3 Terminología externa.....	2
4 Parámetros y características del tráfico GFR.....	2
4.1 Especificación de otros parámetros de tráfico.....	2
4.2 Características del tráfico de importancia para las ATC.....	2
5 Descripción de alto nivel de la ATC GFR.....	3
6 Capacidad de transferencia a velocidad de trama garantizada (GFR).....	3
6.1 Definición y modelo de servicio.....	4
6.2 Descriptor de tráfico de origen y tolerancia CDV.....	5
6.3 Definición de conformidad y compromisos de la QoS.....	5
6.3.1 Conformidad de la célula.....	5
6.3.2 Conformidad de la trama con el F-GCRA(T, τ).....	6
6.3.3 Compromisos de la QoS.....	7
6.3.4 Acciones UPC/NPC.....	8
Apéndice I – Información adicional sobre el F-GCRA.....	8
I.1 Soporte de los compromisos de la QoS por medio del F-GCRA.....	8
I.2 Implementación ejemplo que pone de manifiesto cómo puede utilizarse el F-GCRA para dar soporte a los compromisos de la QoS.....	9
I.3 Límites de la implementación cuando haya un gran número de tramas disconformes.....	9
I.4 Demostración de un resultado relativo al F-GCRA.....	9
Apéndice II – Obtención de la QoS de la GFR con el CF-GCRA.....	11
Apéndice III – Comportamiento esperado de los elementos de la red GFR.....	12
Apéndice IV – Aplicabilidad de las capacidades de transferencia ATM GFR.....	13

Recomendación UIT-T I.371.1

Capacidad de transferencia en el modo de transferencia asíncrono con velocidad de trama garantizada

1 Objeto

La presente Recomendación amplía la definición de las capacidades de transferencia ATM de UIT-T I.371 con la definición de las ATC a velocidad de trama garantizada. Contiene una descripción general, el modelo de definición y de servicio, el descriptor del tráfico de origen y la definición de conformidad y compromisos de la QoS para la GFR. Los apéndices I a IV contienen información adicional sobre el GCRA-F (utilizado en la definición de conformidad GFR).

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.

- [1] UIT-T I.371 (2000), *Control de tráfico y control de congestión en la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA)*.
- [2] UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la red digital de servicios integrados de banda ancha*.

3 Abreviaturas y terminología

3.1 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ATC	Capacidad de transferencia ATM (<i>ATM transfer capability</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
AUU	Indicación usuario ATM a usuario ATM (<i>ATM user to ATM user indication</i>) (UIT-T I.361)
CDV	Variación del retardo de célula (<i>cell delay variation</i>)
CF-GCRA	F-GCRA de célula conforme (apéndice II) (<i>conforming cell F-GCRA</i>)
CLP	Prioridad de pérdida de células (bit de) [<i>cell loss priority (bit)</i>]
CLR	Tasa de pérdida de células (<i>cell loss ratio</i>)
F-GCRA	Algoritmo genérico de velocidad de célula basada en tramas (<i>frame based generic cell rate algorithm</i>)
GCRA	Algoritmo genérico de velocidad de célula (<i>generic cell rate algorithm</i>)
GFR	Velocidad de tramas garantizada (<i>guaranteed frame rate</i>)
LIT	Momento del último incremento (<i>last increment time</i>)

MBS	Tamaño máximo de ráfaga (<i>maximum burst size</i>)
MCR	Velocidad mínima de célula (<i>minimum cell rate</i>)
MFS	Tamaño máximo de trama (<i>maximum frame size</i>)
NPC	Control de parámetros de red (<i>network parameter control</i>)
OAM	Operación y mantenimiento (<i>operation and maintenance</i>)
PCR	Velocidad de células de cresta (<i>peak cell rate</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha (<i>broadband ISDN</i>)
RM	Gestión de recursos (<i>resource management</i>)
UPC	Control de parámetros de utilización (<i>usage parameter control</i>)
VCC	Conexión de canal virtual (<i>virtual channel connection</i>)

3.2 Terminología

A los efectos de esta Recomendación se utilizará la terminología de UIT-T I.371.

3.3 Terminología externa

Expresión	Abreviatura	Referencia
Variación del retardo de célula (<i>Cell delay variation</i>)	CDV	UIT-T I.356
Tasa de pérdida de células (<i>Cell loss ratio</i>)	CLR	UIT-T I.356
Prioridad de pérdida de células (<i>Cell loss priority</i>)	CLP	UIT -T I.150

4 Parámetros y características del tráfico GFR

Esta cláusula enumera los parámetros y características del tráfico GFR adicionales a los especificados en las subcláusulas 5.4.2.3/I.371 y 5.4.4/I.371.

4.1 Especificación de otros parámetros de tráfico

Los siguientes parámetros de tráfico amplían la relación de la subcláusula 5.4.2.3/I.371.

- Velocidad mínima de célula (MCR, *minimum cell rate*): su empleo en una conexión GFR (junto con otros parámetros) permite cuantificar el límite inferior del número de células para el que debe cumplirse la QoS comprometida. Se especifica para cada conexión.
- Tamaño máximo de trama (MFS, *maximum frame size*): máximo número de células de una trama, generadas por el usuario, que pueden transmitirse por una conexión GFR.

4.2 Características del tráfico de importancia para las ATC

Las siguientes características de tráfico son aplicables a la GFR y amplían el cuadro 1/I.371.

Cuadro 1/I.317.1 – Características de tráfico pertinentes para la GFR

	Referencia de parámetro	GFR
PCR(0+1)	5.4.1/I.371	X
$\tau_{PCR}(0+1)$	5.4.1/I.371	X
$\tau_{IBT}(0)$	5.4.2/I.371	X (nota 1)
MCR(0)	5.4.3/I.371, 6.7.2/I.371, 6.2	X
$\tau_{MCR}(0)$	6.2	X
Rotulación de trama	6	(Nota 2)
MFS	6.2	X
NOTA 1 – El valor de τ_{IBT} se obtiene de los parámetros MBS, PCR y MCR (véase 6.3.3).		
NOTA 2 – La rotulación de tramas sólo es aplicable a GFR2.		

5 Descripción de alto nivel de la ATC GFR

Esta cláusula presenta una descripción de alto nivel de la capacidad de transferencia ATM con velocidad de trama garantizada, para ampliar el contenido de la subcláusula 6.2/I.371.

La capacidad de transferencia GFR proporciona una velocidad mínima de célula (MCR) para aplicaciones tolerantes a pérdidas, que no sean en tiempo real, y pretende transmitir datos a una velocidad superior a la MCR. Se supone que las células de datos generadas por el usuario están organizadas en tramas definidas en la capa ATM. La red no informa al usuario de los recursos disponibles en cada momento.

Los parámetros de tráfico son PCR(0+1), MCR(0), el tamaño máximo de ráfaga MBS(0), el tamaño máximo de trama MFS(0+1) y las tolerancias asociadas a PCR(0+1) y MCR(0). La célula GFR es conforme si se ajusta a la PCR(0+1), al tamaño máximo de trama y a la homogeneidad de los bits de prioridad de pérdida de células (CLP) en su trama. La trama GFR es conforme si todas sus células lo son y si cumple el GCRA basado en tramas, F-GCRA(T, τ), con los parámetros $T = 1/MCR$ y $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$, siendo $\tau_{IBT} = (MBS - 1) \times (1/MCR - 1/PCR)$. Mediante el envío de una trama con todas las células CLP = 1, el usuario indica a la red que es de menor importancia que otra de la misma conexión GFR con todas las células CLP = 0.

La ATC GFR permite mantener el compromiso de transmitir el número de células de tramas conformes con la QoS correspondiente a la clase QoS asociada. Los compromisos QoS sólo son aplicables a las células de las tramas CLP = 0 en la que todas sus células sean conformes. Además, en el caso de GFR, la red intenta entregar tramas completas a velocidad superior a la mínima comprometida, siempre que todas las células de la trama sean conformes y que haya suficientes recursos disponibles.

Hay dos variantes de GFR: GFR1 y GFR2. La rotulación no es aplicable a GFR1. En GFR2, la red puede rotular las tramas disconformes. Las tramas se rotulan poniendo a 1 el bit CLP de cada célula. La red aplica el mismo proceso a las tramas rotuladas por la propia red que a las marcadas con CLP = 1 por el usuario.

La cláusula 6 contiene la especificación completa de la ATC GFR.

6 Capacidad de transferencia a velocidad de trama garantizada (GFR)

Esta cláusula define la capacidad de transferencia ATM a velocidad de trama garantizada, ampliando las definiciones de las subcláusulas 6.4-6.7/I.371.

Hay usuarios cuyas características de tráfico dificultan la determinación de los parámetros de tráfico necesarios por parte de las actuales capacidades de transferencia ATM. Además dichos usuarios suelen ser incapaces de reaccionar a información explícita procedente de la red ATM. Por otra parte, los datos del usuario suelen estar organizados en tramas y pueden tolerar pérdidas. Para provocar esta situación bastaría con establecer un compromiso de bajas pérdidas de células aplicable a una velocidad mínima de célula con la intención de que se entreguen algunas tramas más que las correspondientes a la velocidad mínima de célula. Para dar soporte a este tipo de tráfico en las redes ATM, se ha definido una capacidad de transferencia ATM denominada velocidad de tramas garantizada (GFR, *guaranteed frame rate*).

6.1 Definición y modelo de servicio

La capacidad de transferencia ATM a velocidad de trama garantizada (GFR) se ha diseñado para aplicaciones que no sean de tiempo real. La ATC GFR exige la agrupación de las células de datos del usuario en tramas que pueden definirse en la capa ATM. La GFR es aplicable a las conexiones ATM que definen tramas con la indicación AUU. Quedan pendientes de estudio otros métodos de definición, por ejemplo mediante la utilización de células RM. La ATC GFR sólo es aplicable a las VCC porque la indicación AUU no constituye una definición de trama fiable en la subcapa VP.

En la ATC GFR, el usuario puede transmitir la trama marcada o sin marcar. Si el usuario transmite la trama marcada indica que es de menor importancia que la que transmite sin marcar por la conexión GFR en cuestión. Todas las células de las tramas sin marcar tienen $CLP = 0$, y todas las de las tramas marcadas tienen $CLP = 1$. El bit CLP de todas las células de las tramas transmitidas por un usuario debe tener el mismo valor. Los compromisos de la QoS no son aplicables a las células de las tramas con valores no homogéneos del bit CLP ni a las de las tramas marcadas.

La ATC GFR utiliza una velocidad mínima de célula (MCR), junto con un tamaño máximo de trama (MFS) y un tamaño máximo de ráfaga (MBS). El MFS y el MBS se expresan en células. Los compromisos de la QoS sólo son aplicables si la MCR es mayor que 0. El soporte de MCR mayor que 0 por parte de la ATC GFR es una opción de la red.

Además de la MCR, el MBS y el MFS de la ATC GFR se define una PCR para las células $CLP = 0 + 1$ generadas por el usuario. La PCR siempre es mayor que la MCR.

Los siguientes ejemplos muestran el compromiso que recibe el usuario de una conexión GFR:

- Si $MCR > 0$ y el usuario envía tramas sin marcar sin sobrepasar el tamaño máximo de trama a una velocidad constante menor o igual que la MCR, el compromiso consiste en transmitir dichas tramas por la red con arreglo a la clase QoS.
- Si $MCR > 0$ y el usuario envía tramas sin marcar sin sobrepasar el tamaño máximo de trama, no habiendo transmitido células durante un largo periodo de tiempo, en una ráfaga cuya longitud no sobrepase el tamaño máximo de ráfaga y sin superar la PCR, el compromiso consiste en transmitir todas las tramas por la red con arreglo a la clase QoS.

La ATC GFR permite asimismo que el usuario transmita por encima de la MCR negociada, aunque el tráfico que sobrepase la MCR sólo se entregará cuando haya recursos disponibles.

La ATC GFR no proporciona al origen información explícita sobre la capa ATM relativa al nivel actual de congestión de la red. Sin embargo el nivel de congestión se calcula en los protocolos de capas superiores a partir de la entrega o rechazo de las tramas de conexión. Las células RM VC de una VCC no se utilizan en el funcionamiento de la GFR; sin embargo, las células que siguen existiendo en la conexión se consideran parte del flujo de células de datos del usuario. La versión actual de la GFR no soporta células OAM para la supervisión de la calidad de funcionamiento de una conexión GFR.

El modelo de servicio distingue entre las tramas cuyas células son conformes y aquellas cuyas células son disconformes. El apartado 6.3.1 define la conformidad de las células GFR.

- Si todas las células de una trama son conformes, la red intentará entregarlas todas o bien no entregar ninguna. Sin embargo, cuando la red entregue sólo una parte de dicha trama intentará entregar asimismo la última célula de dicha trama. En las tramas cuyas células sean conformes, la relación del número de células de las tramas parcialmente entregadas al número total de células de dichas tramas, no debe ser superior al número de células en MFS veces la CLR comprometida de la QoS clase 2, independientemente de la clase QoS con la que esté asociada la conexión.

NOTA – Australia ha manifestado sus reparos de orden técnico al modelo de servicio GFR. Esto refleja la opinión de Australia en el sentido de que la GFR entrega tramas incompletas con una probabilidad no mayor que la CLR asociada a la clase 1 de la QoS.

- Para las tramas cuyas células no sean todas conformes, no hay compromisos ni expectativas de entrega por parte de la red. Sin embargo, si la red entregase parte de dicha trama, debería intentar entregar asimismo la última célula.

Existen dos versiones de GFR: GFR1 y GFR2. La diferencia entre ellas consiste en el tratamiento del bit CLP de las tramas no conformes:

- GFR1: La red transporta el bit CLP transparentemente. No procede la rotulación.
- GFR2: La red puede rotular todas las células de las tramas que no pasen la prueba F-GCRA (véase 6.3.2).

6.2 Descriptor de tráfico de origen y tolerancia CDV

El usuario y la red conciertan un descriptor de tráfico de origen con los siguientes parámetros de tráfico:

- una velocidad de cresta de célula PCR(0+1) para las células CLP = 0 + 1 generadas por el usuario y la tolerancia a la CDV asociada $\tau_{PCR}(0+1)$;
- una velocidad mínima de célula MCR(0) para las células CLP = 0 generadas por el usuario y la tolerancia a la CDV asociada $\tau_{MCR}(0)$. Si $MCR > 0$ su posición, eventos básicos y codificación serán idénticos a la PCR (véase el apartado 5.4.1/I.371);
- un tamaño máximo de trama MFS(0+1) expresado en células;
- un tamaño máximo de ráfaga MBS(0) para las células CLP = 0 generadas por el usuario, expresado en células. El MBS debe ser superior o igual al MFS.

Los valores anteriores pueden transmitirse mediante señalización o atribuirse por suscripción.

Al seleccionar los valores del descriptor de tráfico y las tolerancias a las CDV, hay que tener en cuenta el fenómeno descrito en 6.3.3 bajo el título "Selección de parámetros para minimizar el caudal".

6.3 Definición de conformidad y compromisos de la QoS

6.3.1 Conformidad de la célula

La célula GFR generada por el usuario es conforme si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- La célula es conforme con la prueba GCRA(1/PCR, τ_{PCR}) para las células CLP = 0 + 1.
- La célula es la última de la trama o bien el número de células de la trama hasta esta misma, inclusive, es inferior al MFS.
- El bit CLP de la célula tiene el mismo valor que el de la primera célula de la trama.

La prueba GCRA se aplica a todas las células actualizándose el GCRA (incrementándolo en $T = 1/PCR$) cuando la célula es conforme con la prueba $GCRA(1/PCR, \tau_{PCR})$.

En el apartado 6.3.4 se describen las acciones UPC/NPC.

6.3.2 Conformidad de la trama con el F-GCRA(T, τ)

Esta cláusula define la conformidad de las tramas para GFR1 y GFR2. Una trama es conforme cuando lo sean todas sus células (véase 6.3.1) y cuando cumpla el algoritmo de velocidad de células genéricas en base a tramas F-GCRA descrito a continuación.

El F-GCRA utiliza el valor negociado de velocidad de célula $1/T$, suponiendo que se permite la tolerancia τ .

Las variables F-GCRA son las siguientes:

- t_a representa el tiempo de llegada de la última célula a una interfaz normalizada;
- X representa el valor del contador del cubo agujereado, del algoritmo del cubo agujereado de estado continuo;
- LIT representa el momento del último incremento;
- X_1 y LIT_1 representan los valores de los parámetros X y LIT al final de la última trama cuya primera célula tuviera el valor $CLP = 0$. Los parámetros LIT_1 y X_1 se utilizan de modo que el F-GCRA no se actualice en las tramas $CLP = 0$ cuyas células sean conformes pero no hayan superado la prueba de tramas. Se actualiza para todas las otras tramas que empiecen con una célula $CLP = 0$;
- *Frame_test_passed* representa una variable específica de la conexión que contiene el resultado de la prueba de la trama;
- *Frame_tagging* representa una variable específica de la conexión que se utiliza exclusivamente en la GFR2. Contiene el estado de rotulación de la trama. Si se utiliza la rotulación de trama para GFR, esta información de estado puede utilizarse para modificar el valor del bit CLP de 0 a 1;
- X' es una variable auxiliar.

Inicialización de las variables F-GCRA:

- En el momento t_a de llegada de la primera célula de la conexión a una cierta interfaz, $X = X_1 = 0$ y $LIT = LIT_1 = t_a$.
- Los valores iniciales de *frame_test_passed* y *frame_tagging* son indiferentes.

El F-GCRA se define de la siguiente manera:

El algoritmo está compuesto de 3 partes que se ejecutan consecutivamente.

Primera parte: al llegar la *primera* célula de una trama a una cierta interfaz T_B o interfaz entre redes, de la conexión ATM.

GFR1

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false
    else frame_test_passed = true
```

GFR2

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
else
   $X' = X - (t_a - LIT)$ 
  if ( $X' > \tau$ )
    then frame_test_passed = false;
    frame_tagging = true
    else frame_test_passed = true;
    frame_tagging = false
```

Segunda parte: Al llegar *cada una* de las células de una trama cuya primera célula tenga $CLP = 0$.

GFR1 y GFR2

$$X' = X - (t_a - LIT)$$

$$X = \max(0, X') + T$$

$$LIT = t_a$$

Tercera parte: Al llegar la *última* célula de una trama, cuya primera célula tenga $CLP = 0$.

GFR1 y GFR2

if (frame contained a non-conforming cell) or (frame_test_passed = true)

then $X_1 = X$; $LIT_1 = LIT$

else $X = X_1$; $LIT = LIT_1$

NOTA – El lector puede consultar en el apéndice II el algoritmo denominado CF-GCRA. Dicho algoritmo, aun siendo menos exacto que el F-GCRA para probar la conformidad de la trama, puede llevarse a la práctica con bastante sencillez, con tal de que los valores de las tolerancias sean suficientemente grandes.

6.3.3 Compromisos de la QoS

GFR1 y GFR2 tienen los mismos compromisos de la QoS.

Los compromisos de la QoS sólo son aplicables a las conexiones MCR mayor que cero. Por consiguiente se supone que MCR es mayor que cero a partir de este punto. No hay compromisos sobre la CDV ni sobre el retardo de transferencia de células.

La ATC GFR ofrece un compromiso de la QoS en cuanto a la relación de pérdida de células correspondiente a la clase QoS asociada para el número de células de las tramas conformes (véase 6.3.2), aplicándose el F-GCRA(T, τ) en una interfaz normalizada con los parámetros $T = 1/MCR$ y $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$, siendo $\tau_{IBT} = (MBS - 1) \cdot (1/MCR - 1/PCR)$.

Compromisos adicionales de los procedimientos

Además de los compromisos de la QoS, la ATC GFR ofrece el compromiso de procedimiento siguiente. Siempre que haya suficientes recursos disponibles, se entregarán algunas tramas con $CLP = 0$ cuyas células sean conformes aunque no superen la prueba F-GCRA y algunas tramas con $CLP = 1$ cuyas células sean todas conformes. Para entregar estas tramas, superando los compromisos de la QoS, se utiliza una política específica de la red para asignar una porción de los recursos disponibles a cada una de las conexiones GFR en juego. Las políticas específicas de la red no son objeto de normalización. En este tipo de políticas, la red podría, por ejemplo, considerar el estado de la CLP de las tramas ignorando las tramas con $CLP = 1$ en beneficio de las tramas con $CLP = 0$ en la conexión GFR de que se trate.

No hay compromisos para las tramas cuyas células no sean todas conformes, permitiéndosele a la red ignorar cualquier célula de las mismas. Sin embargo, si la red entregara parte de dichas tramas, debería intentar entregar asimismo la última célula de la misma. Cuando algunas células de una conexión GFR sean disconformes, la red podrá considerar la conexión GFR como inadecuada, véase 5.3.2/I.371.

Selección de parámetros para minimizar el caudal

El F-GCRA puede dar lugar a un fenómeno análogo al descrito para el GCRA en el apéndice III/I.371. En determinadas condiciones, cuando lleguen al F-GCRA($1/MCR, \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$) tramas con $CLP = 0$ cuyas células sean todas conformes, con una velocidad de célula superior a la MCR, la velocidad de célula de las *tramas conformes* puede ser inferior a la MCR. Puede probarse que este fenómeno no tiene lugar cuando $\tau_{IBT} + \tau_{MCR} \geq MFS/MCR$.

6.3.4 Acciones UPC/NPC

Mientras dure la conexión, la conformidad de las células puede comprobarse continuamente dentro de la red mediante mecanismos UPC/NPC, siempre que se disponga de los mismos (véase 7.2.3/I.371). La definición de conformidad no supone ninguna implementación específica del UPC/NPC.

Cuando en una trama no todas las células sean conformes, la red puede ignorar cualquiera de éstas ya sea ignorando células aisladas o ignorando la cola de la trama. Cuando todas las células de una trama menos la última sean conformes, puede resultar conveniente conservar esta última célula y actualizar el GCRA aunque dicha célula no supere la prueba $GCRA(1/PCR, \tau_{PCR})$.

APÉNDICE I

Información adicional sobre el F-GCRA

A continuación se presentan nuevas consideraciones sobre el F-GCRA destinadas a facilitar al lector su comprensión.

I.1 Soporte de los compromisos de la QoS por medio del F-GCRA

Para calcular los compromisos de la QoS, la ATC GFR utiliza el algoritmo genérico de velocidad de células basado en tramas F-GCRA(T, τ) definido en 6.3.2. La ATC GFR ofrece un compromiso de la QoS en cuanto a baja relación de pérdida de células para el número de células de las tramas conformes como mínimo.

Cabe esperar que no disminuya el número de células de las tramas conformes al aumentar la tolerancia del F-GCRA. Sin embargo, este caso se presenta ocasionalmente cuando las tramas son de distinta longitud, lo que se ilustrará mediante un ejemplo. Se establecerán las condiciones necesarias para la supresión de esta anomalía.

Ejemplo

El siguiente ejemplo pone de manifiesto cómo al aumentar la tolerancia del F-GCRA puede disminuir el número total de células de las tramas conformes cuando éstas tienen longitudes diferentes. En lo sucesivo supondremos que todas las células de las tramas con $CLP = 0$ son conformes.

En la primera parte del ejemplo se supone que la tolerancia del F-GCRA es $\tau = \tau_{IBT} + \tau_{MCR}$ y en la segunda parte que la tolerancia es $\tau' = \tau_{IBT} + \tau'_{MCR}$ siendo τ'_{MCR} mayor que τ_{MCR} . En ambas partes del ejemplo $T = 1/MCR$.

Suponemos que antes de la llegada de la primera célula de una trama X' era siempre igual o menor que la τ de las células anteriores. Esto significa que hasta este momento los valores de X' coincidían en ambas partes del ejemplo. Supongamos que en una conexión GFR llega una trama corta (longitud de la trama = 1) seguida por una trama larga cuya longitud sea $MFS \gg 1$. Supongamos además que el parámetro X' del F-GCRA en el momento de llegada de la primera célula de la trama corta es ligeramente superior a τ aunque inferior a τ' .

Por consiguiente, en la primera parte del ejemplo la trama corta no superaría la prueba de tramas F-GCRA. En este caso puede ocurrir que la siguiente trama larga supere la prueba.

Por otro lado, en la segunda parte del ejemplo la trama corta supera la prueba de tramas del F-GCRA, aunque es posible que la siguiente trama larga no la supere.

En consecuencia, de las $MFS + 1$ células que llegan hay MFS células en las tramas que superan la prueba en la primera parte del ejemplo, y una célula en las tramas que la superan en la segunda parte

del ejemplo. Por consiguiente, el incremento de la tolerancia genera menos células en las tramas que superan la prueba. Esto contradice lo que cabría esperar.

Resultado

Los resultados siguientes ponen de manifiesto que esta anomalía deja de producirse si el incremento de la tolerancia es "suficientemente grande". La demostración de cómo se obtiene este resultado figura en I.4.

El número de células de las tramas conformes se determina mediante dos F-GCRA en el mismo flujo de células: un F-GCRA(T, τ) de referencia y un segundo F-GCRA(T', τ'). La capacidad del F-GCRA de referencia se define como $C = 1 + \tau/T$ y la del segundo F-GCRA como $C' = 1 + \tau'/T'$.

Si $T' \leq T$ y $C' \geq C + \text{MFS}$, el número total de células de las tramas conformes, determinado por el segundo F-GCRA, es por lo menos superior al número total de células de las tramas conformes determinado por el F-GCRA de referencia.

Consecuencias del resultado

Si el F-GCRA no se implementa con los parámetros exactos (T, τ) sino con (T', τ') no se producirán estas anomalías si se escogen T' y τ' de modo que $T' \leq T$ y $\tau'/T' \geq \tau/T + \text{MFS}$. La utilización de los parámetros (T', τ') puede provocar un aumento de MFS células del espacio intermedio de reserva de un elemento de red para la conexión.

I.2 Implementación ejemplo que pone de manifiesto cómo puede utilizarse el F-GCRA para dar soporte a los compromisos de la QoS

Este ejemplo muestra una posible implementación de la GFR para ilustrar la relación entre el F-GCRA y las decisiones de entrega de células adoptadas en la implementación.

- Se utiliza un contador de referencia de la QoS para cada conexión GFR. Dicho contador se pone a cero en el momento de llegada de la primera célula de la conexión.
- En el momento de llegada de la última célula de una trama conforme, el contador de referencia de la QoS se incrementa en el número de células de la trama.
- Al salir de la implementación la última célula con $\text{CLP} = 0$ de una trama cuyas células sean todas conformes, el contador de referencia de la QoS disminuye en el número de células de la trama, sin alcanzar nunca valores negativos.
- Se prevé que el contador de referencia de la QoS alcance el valor cero muy a menudo. Esto supondría que la implementación proporcionaría como mínimo la QoS comprometida para la conexión GFR.
- Se prevé que incluso cuando el contador de referencia de la QoS sea cero puedan salir tramas de la implementación siempre que haya recursos disponibles.

I.3 Límites de la implementación cuando haya un gran número de tramas disconformes

Las variables X' y X pueden llegar a superar el límite cuando se transmiten muchas tramas no conformes. En las implementaciones del F-GCRA, X' y X deben tener un límite para no sobrepasar un valor específico de la red. Para que en cualquier conexión exista una QoS comprometida en la red, su $\tau + T \times \text{MSF}$ no debe sobrepasar el valor específico de la red.

I.4 Demostración de un resultado relativo al F-GCRA

I.1 alude al siguiente resultado y su demostración.

Resultado de la QoS

Supongamos que la QoS viene determinada por dos GCRA basados en tramas del mismo flujo de células. Supongamos existe un F-GCRA(T, τ) de referencia y un segundo F-GCRA (T', τ'). La capacidad del F-GCRA de referencia se define como $C = 1 + \tau/T$ y la del segundo F-GCRA como $C' = 1 + \tau'/T'$. Si $T' \leq T$ y $C' \geq C + \text{MFS}$, $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$, siendo la célula n la última de la trama. QoS_count_n es el número de células de las tramas conformes que superan el F-GCRA de referencia, de entre las n primeras células. $\text{QoS_count}'_n$ tiene una definición análoga para el segundo F-GCRA.

Demostración

Se trata de una demostración inductiva de m siendo $n = n_m$ el número de células al final de la trama m . Para $n = n_1$, es evidente que $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$, puesto que la primera trama recibe la QoS de ambos F-GCRA o de ninguno.

Supongamos que $\text{QoS_count}_n \leq \text{QoS_count}'_n$ para $n = n_m$. Como las tramas con $\text{CLP} = 1$ no se someten al F-GCRA cabe suponer que todas las tramas que llegan al GCRA basado en tramas empiezan con células $\text{CLP} = 0$. Por consiguiente, una vez procesada la última célula de una trama $m+1$ por los F-GCRA, sólo se puede observar algo si la trama $m+1$ es conforme con el F-GCRA de referencia y disconforme con el segundo F-GCRA. Sea $j = n_m+1$ la primera célula de dicha trama. Cuando llega la célula j , se cumple la relación siguiente para la variable X'_j en el F-GCRA de referencia: $X'_j \leq \tau$. La variable correspondiente X''_j cumple la siguiente relación en el segundo F-GCRA: $X''_j > \tau'$.

Sea t_k el momento de llegada de la célula k , siendo $k = 1, 2, \dots, n$. Se define X'_k para todas las células hasta la n , incluyendo las células de las tramas que no superaron la prueba de tramas. Para todas las células hasta la n , la última célula de la trama ha llegado y por lo tanto está disponible la información sobre la conformidad de las células de la trama. Para el F-GCRA de referencia, debe hacerse $X'_k = X - (t_k - \text{LIT}_I)$ para las tramas en las que se haya anulado el incremento y para aquéllas en las que éste no haya tenido lugar. Análogamente, se define X''_k para el segundo F-GCRA. Además, se define $Y'_k = \max(X'_k, 0)$ e $Y''_k = \max(X''_k, 0)$.

Para cualquier célula $k \leq n$, puede definirse fácilmente QoS_count_k del siguiente modo: si la trama correspondiente contiene una o más células disconformes o no es conforme, el valor QoS_count_k coincide con el del final de la trama anterior. De lo contrario se incrementa en 1 por cada célula de la trama. Análogamente ocurre con $\text{QoS_count}'_k$. De acuerdo con esta definición resulta asimismo que $\text{QoS_count}_k \leq \text{QoS_count}'_k$ para $k = 1, \dots, n$.

Obsérvese que $Y''_j/T' = X''_j/T' > \tau'/T' = C' - 1 \geq C - 1 + \text{MFS} = \tau/T + \text{MFS} \geq Y'_j/T + \text{MFS}$ siendo por lo tanto:

$$Y''_j/T' - Y'_j/T > \text{MFS} \quad (\text{I.1})$$

Si la célula i es la última antes de la célula j de modo que $Y''_i = 0$, siendo $1 \leq i < j$, entonces:

$$Y''_j/T' - Y'_i/T \leq 0 \quad (\text{I.2})$$

Obteniéndose lo siguiente:

- Para cada célula de una trama conforme de acuerdo con el segundo F-GCRA pero no con respecto al F-GCRA de referencia, se producirá un incremento de una unidad en la diferencia $Y''_j/T' - Y'_j/T$.

- Para cada célula de una trama conforme de acuerdo con el F-GCRA de referencia pero no con respecto al segundo F-GCRA, se producirá un decremento de una unidad en la diferencia $Y''T' - Y'T$.
- En relación con las células de tramas cuyas células sean todas conformes, no habrá variación en la diferencia $Y''T' - Y'T$.
- Para todas las células de las tramas cuyas células no sean todas conformes, se producirá un incremento de una unidad en $Y'T$ y en $Y''T$, lo que no se traducirá en un aumento de $Y''T' - Y'T$.

Asimismo, como $Y'' > 0$ desde la célula $i+1$ hasta la j , y puesto que $T \geq T'$, la disminución de $Y''T'$ de célula a célula será como mucho de $Y'T$. Esto significa que esta disminución no aumentará la diferencia $Y''T' - Y'T$.

Por consiguiente, las desigualdades (I.1) e (I.2) muestran que de las células i a la $j-1$, el segundo F-GCRA ha detectado como mínimo MFS células más que el F-GCRA de referencia en tramas conformes no marcadas que han superado la prueba de tramas. En consecuencia $QoS_count_{j-1} + MFS \leq QoS_count_{j-1}'$ o $QoS_count_n + MFS \leq QoS_count_n'$. Como la trama $m+1$ es conforme, su tamaño será como máximo de MFS células obteniéndose por tanto que $QoS_count_n \leq QoS_count'$ para $n = n_{m+1}$ con lo que concluye la demostración.

APÉNDICE II

Obtención de la QoS de la GFR con el CF-GCRA

Este apéndice describe el algoritmo denominado F-GCRA de conformidad de células (CF-GCRA). El CF-GCRA equivale al algoritmo F-GCRA para las conexiones en las que *sólo* haya tramas cuyas células sean todas conformes. Se trata de un algoritmo más sencillo que el F-GCRA, pudiéndose utilizar asimismo para proporcionar la QoS GFR por los motivos siguientes: Si se acepta la condición de que todas las células sean conformes, puede demostrarse (la demostración es similar a la descrita en el apéndice I.4), que el número de células de las tramas que superan el CF-GCRA es como mínimo igual al de las tramas que superan el F-GCRA. Se supone que el CF-GCRA no se implementa con los parámetros exactos (T, τ) sino con los parámetros (T', τ') , siendo $T' \leq T$ y $\tau'/T' \geq \tau/T + MFS$. Con estos valores de T' y τ' , se satisfacen los compromisos mínimos de la QoS de acuerdo con el F-GCRA.

En el CF-GCRA siguiente:

- t_a representa el momento de llegada de la última célula a una interfaz normalizada.
- X representa el valor del contador de cubo agujereado, del algoritmo de cubo agujereado de estado continuo.
- LIT representa el último momento de incremento.
- $Frame_test_passed$ representa una variable específica de la conexión que guarda el resultado de la prueba.
- $Frame_tagging$ representa una variable especificada a la conexión que se utiliza solamente en la GFR2. Contiene el estado de rotulación de la trama. Si se implementa la rotulación de trama para la GFR, podría utilizarse dicha información de estado para cambiar el bit CLP de 0 a 1.
- X' es una variable auxiliar.

Inicialización:

- En el momento t_a de llegada de la primera célula de la conexión a una cierta interfaz, $X = 0$ y $LIT = t_a$.
- Los valores iniciales de *frame_test_passed* y *frame_tagging* son indiferentes.

Al llegar la *primera* célula de la trama a una cierta interfaz T_B o interfaz entre redes, de la conexión ATM:

GFR1

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false
      else frame_test_passed = true
     $X = \max(0, X') + T$ 
     $LIT = t_a$ 
```

GFR2

```
if (CLP = 1)
  then frame_test_passed = false;
  frame_tagging = false
  else
     $X' = X - (t_a - LIT)$ 
    if ( $X' > \tau$ )
      then frame_test_passed = false;
      frame_tagging = true
      else frame_test_passed = true;
      frame_tagging = false
     $X = \max(0, X') + T$ 
     $LIT = t_a$ 
```

Al llegar las *siguientes* células de una trama a una cierta interfaz T_B o interfaz entre redes, de la conexión ATM:

GFR1 and GFR2

```
if (frame_test_passed = true)
  then  $X' = X - (t_a - LIT)$ 
   $X = \max(0, X') + T$ 
   $LIT = t_a$ 
```

APÉNDICE III

Comportamiento esperado de los elementos de la red GFR

En base a la cláusula 6.1 del modelo de servicio GFR se pueden establecer ciertos requisitos mínimos para la implementación GFR. A continuación se describe el comportamiento esperado de los elementos de la red para dar soporte a la GFR y mejorar este servicio.

- Si la conexión transmite una combinación de tramas $CLP = 0$ y $CLP = 1$ a una velocidad de célula global constante e inferior a MCR y si suponemos que todas las células son conformes, el elemento de red debe entregar todas las tramas de la conexión.
- Si la conexión transmite tramas $CLP = 0$ a una velocidad de célula inferior a MCR transmitiendo además tramas $CLP = 1$ de modo que la velocidad de célula global sea superior a MCR y suponiendo que todas las células son conformes, el elemento de red debe entregar todas las tramas conformes (las tramas $CLP = 0$, de acuerdo con los compromisos) y además ser capaz de proporcionar una velocidad global de MCR como mínimo para dicha conexión.

APÉNDICE IV

Aplicabilidad de las capacidades de transferencia ATM GFR

Este apéndice contiene una ampliación al cuadro IX.1/I.371, que ilustra cómo aplicar las ATC y las clases QoS y presenta un ejemplo de aplicación de la ATC GFR definida en la presente Recomendación. Donde figuren parámetros de velocidad, son de aplicación asimismo las tolerancias asociadas. Véase el cuadro IV.1.

Cuadro IV.1/I.317.1 – Ejemplos de aplicaciones, ATC, parámetros y clases QoS

Aplicación ejemplo	Capacidad de transferencia ATM	Clase QoS	Parámetros de capacidad de transferencia	Observaciones
Soporte IP (conexión extremo a extremo mediante direccionador)	GFR	QoS clase 3 para las tramas conformes	PCR, MCR/IBT, MFS	El tráfico IP entre dos direccionadores se introduce en una VCC GFR. Caudal mínimo, soporte de la QoS y rechazo de tramas

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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