

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1542

(07/2006)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

Aspectos del protocolo Internet – Calidad de servicio y
características de red

**Marco para alcanzar los objetivos de calidad de
funcionamiento de IP de extremo a extremo**

Recomendación UIT-T Y.1542

UIT-T



RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y
**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y
 REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de próxima generación	Y.2250–Y.2299
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899

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

Recomendación UIT-T Y.1542

Marco para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo

Resumen

Esta Recomendación considera diversos casos para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de red IP (UNI-UNI) de extremo a extremo. Se incluyen ejemplos detallados de algunos casos prácticos, y también se incluye cómo podrían los proveedores de servicios tratar situaciones en las que la degradación combinada supera a la especificada en una clase de QoS requerida (como las de la Rec. UIT-T Y.1541). Se resumen las ventajas e inconvenientes de cada caso.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1542 fue aprobada el 14 de julio de 2006 por la Comisión de Estudio 12 (2005-2008) 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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	1
3 Términos y definiciones	1
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	2
5 Planteamiento del problema y consideración de los casos	2
5.1 Casos estáticos.....	4
5.2 Caso pseudoestático.....	5
5.3 Casos con señalización	5
5.4 Caso de acumulación de degradación.....	7
6 Ventajas e inconvenientes de los casos considerados.....	8
7 Resumen de los casos en función de los retos en el enunciado del problema.....	10
Apéndice I – Ejemplo detallado de un caso de divisor estático.....	12
Apéndice II – Ejemplo detallado del caso de atribución de referencia estática.....	13
Apéndice III – Ejemplo detallado del caso de acumulación de degradación.....	15
Apéndice IV – Directrices de calidad de funcionamiento para proveedores.....	18
IV.1 Directrices cualitativas	18
IV.2 Circunstancias en las que son útiles las directrices	18

Introducción

En comparación con las redes y sistemas que están basados en circuitos, los que están basados en IP plantean retos claramente diferentes en la planificación y consecución de los niveles de calidad de funcionamiento de extremo a extremo necesarios para soportar de forma adecuada la amplia gama de aplicaciones de usuario (voz, datos, fax, vídeo, etc.). Los requisitos de calidad fundamentales para estas aplicaciones son bien conocidos y no han cambiado en la percepción de los usuarios. Lo que ha cambiado es la tecnología (y las degradaciones asociadas) en las capas subyacentes a estas aplicaciones. La propia naturaleza de los encaminadores y de los terminales basados en IP, con sus modelos de colas y sus memorias intermedias para corregir la fluctuación de fase, respectivamente, hace que la realización de unas buenas características de funcionamiento de extremo a extremo a través de múltiples operadores de red sea un reto muy importante para aplicaciones con requisitos de calidad de funcionamiento estrictos.

Afortunadamente las Recs. UIT-T Y.1540 e Y.1541 proporcionan los parámetros necesarios para determinar la calidad de funcionamiento en redes IP, y especifican un conjunto de clases de "QoS de red" con objetivos de extremo a extremo especificados. Se ha aceptado ampliamente (por ejemplo, más allá del UIT-T) que las siguientes generaciones de redes deberían soportar las clases Y.1541 de QoS de red, como también las redes que evolucionen hacia redes de la próxima generación.

Por lo tanto, aunque hay un consenso general de que se deberían conseguir las clases de QoS de red IP de Y.1541, falta la metodología para satisfacer los objetivos de extremo a extremo en trayectos que impliquen múltiples operadores de red y, en algunos casos, topologías y distancias inusuales. Las directrices proporcionadas aquí pretenden facilitar la planificación, el desarrollo y la gestión de redes y sistemas que se puedan interoperar con el único fin de soportar los objetivos de calidad de funcionamiento de extremo a extremo indicados en la Rec. UIT-T Y.1541.

Independientemente del planteamiento, no existen garantías de que se puedan cumplir los objetivos de extremo a extremo para un trayecto muy congestionado a través de una topología de red compleja y/o en distancias extremadamente grandes. No obstante, las directrices proporcionadas en esta Recomendación deberían facilitar el diseño y el funcionamiento de la red, de forma que casi siempre se cumplan los niveles deseados de calidad de funcionamiento.

Recomendación UIT-T Y.1542

Marco para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo

1 Alcance

Esta Recomendación documento incluye una amplia gama de casos para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo en todos los trayectos UNI-UNI posibles, incluidos algunos ejemplos detallados de cómo podrían funcionar en la práctica algunos casos. Los ejemplos incluyen cómo podrían tratar los proveedores de servicio casos en los que la degradación combinada exceda los valores especificados en una determinada clase de QoS (tales como los de la Rec. UIT-T Y.1541).

En la medida de lo posible se evalúan las ventajas e inconvenientes.

Para los fines de esta Recomendación, se considera el encaminamiento dinámico entre sistemas autónomos con BGP siguiendo las actuales prácticas.

Se han mencionado otros casos para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo, tales como un "método de ofertas valoradas" y "búsqueda de ofertas mediante un registro mundial". Puesto que estos métodos difieren fundamentalmente de los tratados aquí, con implicaciones para su despliegue significativamente diferentes, se dejan éstas y otros posibles casos en estudio.

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 G.826 (2002), *Parámetros y objetivos de las características de error de extremo a extremo para conexiones y trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante.*
- Recomendación UIT-T Y.1540 (2002), *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet.*
- Recomendación UIT-T Y.1541 (2006), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet.*

3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 repartición: Método de reparto de un objetivo de degradación de la calidad de funcionamiento entre segmentos.

3.2 atribución: División o asignación mediante una fórmula de un objetivo de degradación de la calidad de funcionamiento entre segmentos.

3.3 segmento de acceso: Segmento de red desde la interfaz de usuario (UNI) hasta la interfaz en el extremo del cliente del primer encaminador de pasarela.

3.4 segmento de tránsito total: Segmento entre encaminadores de pasarela, incluidos los propios encaminadores de pasarela. El segmento de red puede incluir encaminadores interiores con diversos cometidos.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

AS	Sistema autónomo (<i>autonomous system</i>)
BGP	Protocolo de pasarela de frontera (<i>border gateway protocol</i>)
DV	Variación de retardo (<i>delay variation</i>)
ER	Encaminador de borde (<i>edge router</i>)
GW	Encaminador de pasarela (<i>gateway router</i>)
IPDV	Variación de retardo del paquete IP (<i>IP packet delay variation</i>)
IPLR	Tasa de pérdida de paquetes IP (<i>IP packet loss ratio</i>)
IPTD	Retardo de transferencia de paquetes IP (<i>IP packet transfer delay</i>)
LAN	Red de área local (<i>local area network</i>)
NSIS	Siguientes pasos en señalización (<i>next step in signalling</i>)
RSVP	Protocolo de reserva de recursos (<i>resource reservation protocol</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user network interface</i>)

5 Planteamiento del problema y consideración de los casos

¿Cómo se pueden garantizar a los usuarios las clases de QoS (por ejemplo, la calidad de funcionamiento de red según la Rec. UIT-T Y.1541)? Los retos fundamentales para lograr una QoS de extremo a extremo se presentan cuando:

- se necesitan múltiples proveedores de red para completar el trayecto;
- el número de redes en el trayecto varía de una petición a otra;
- las distancias entre los usuarios son generalmente desconocidas;
- el nivel de degradación de cualquier segmento de red dado es muy variable;
- se desea estimar los niveles de calidad de funcionamiento reales logrados en un trayecto;
- el operador tiene que ser capaz de declarar si se puede o no cumplir la calidad de funcionamiento requerida; y
- el proceso tiene que automatizarse.

Asimismo, la resolución del problema de conseguir una QoS de IP UNI-UNI mediante procedimientos normalizados precisará el desarrollo y el acuerdo de muchos nuevos instrumentos y capacidades, y se debería evaluar la cantidad de trabajo requerida para cada posible solución, lo que también constituye un desafío.

Existen dos planteamientos básicos para resolver este problema. Uno implica la *atribución* de calidad de funcionamiento a un número limitado de segmentos de red, lo que permite a los operadores adjudicar niveles conocidos de degradación a cada segmento, aunque restringe el número de operadores que pueden participar en el trayecto. (Si un determinado segmento no necesita toda su atribución, se pierde el equilibrio.) El otro planteamiento es de *acumulación de*

degradación, lo que permite la participación de cualquier cantidad de operadores en un trayecto. Superficialmente puede parecer demasiado relajado, aunque, si se considera que en un entorno competitivo los operadores gestionarán y mejorarán activamente la calidad de funcionamiento, la probabilidad de que los segmentos concatenados satisfagan los objetivos de extremo a extremo puede ser alta.

La figura 1 incluye las bases para plantear el problema y cómo podrían funcionar las diversas soluciones.

En general los casos que se podrían considerar al atribuir objetivos de degradación totales entre los segmentos de red se pueden caracterizar por la cantidad de información compartida entre segmentos. Cada caso tiene ventajas e inconvenientes. Los describimos mediante ejemplos sencillos (en esta Recomendación se adjuntan ejemplos detallados de diversos casos).

Para todos los casos basados en atribuciones, se podría aplicar un método "de arriba a abajo" o "de abajo a arriba". Es decir, se pueden asignar a cada segmento porcentajes del objetivo total (de arriba a abajo) o valores fijos o negociados para cada degradación (de abajo a arriba). También se podrían utilizar métodos híbridos, con porcentajes para algunos segmentos y valores fijos/negociados para otros.

En la figura 1 se proporcionan breves ejemplos de algunos casos. Cabe destacar que el proveedor que cursa tráfico por un enlace entre pares se supone que es responsable de la calidad de funcionamiento del enlace y de que su degradación se incluya en el total del segmento.

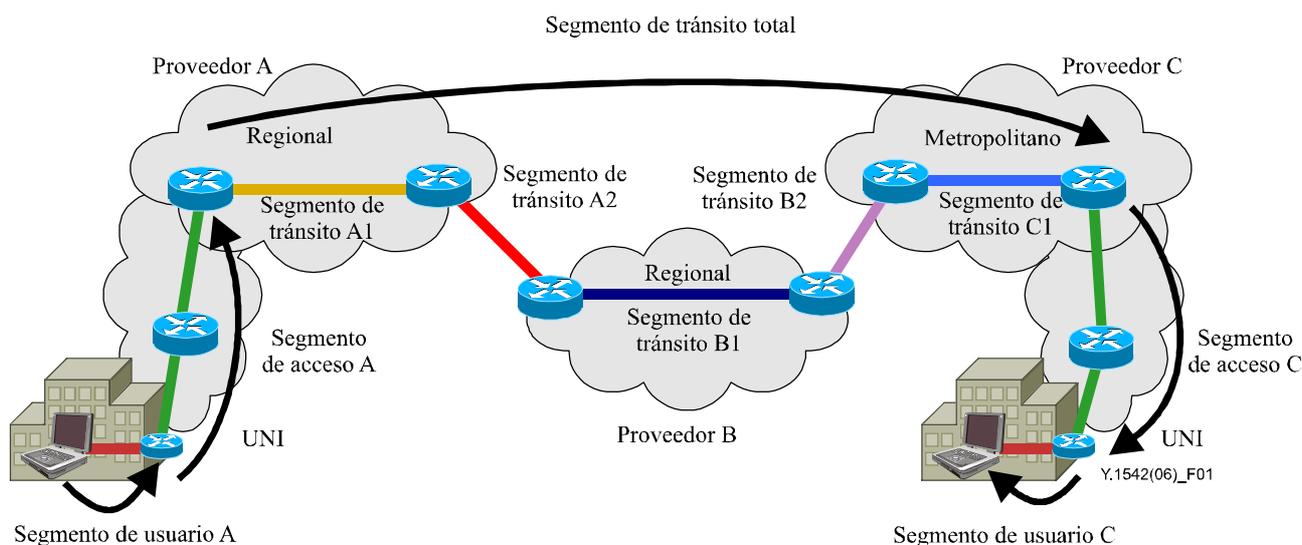


Figura 1/Y.1542 – Ejemplo de topología para la atribución de degradaciones

En algunos casos se requieren distancias del segmento de tránsito para evaluar los parámetros dependientes de la distancia como el retardo medio. Se puede estimar rápidamente la distancia a nivel del suelo entre dos puntos (usuarios) cualesquiera aunque la señal de tráfico se esté transmitiendo a una altitud variable, a pesar de la forma no esférica de la tierra, etc. Un encaminamiento ineficiente por múltiples segmentos puede dar lugar a una transmisión del tráfico a través de una distancia significativamente mayor que la esperada entre dos puntos de usuario. También se pueden caracterizar los casos para tener en cuenta estas imprecisiones mediante la cantidad de información compartida entre segmentos.

Independientemente del caso, no existen garantías de que se cumplan los objetivos de extremo a extremo deseados. Cualquier planteamiento puede fracasar a la hora de conseguir un determinado conjunto de objetivos en un trayecto muy congestionado, a través de una topología de red compleja

y/o para distancias extremadamente largas. Por lo tanto, un atributo fundamental es cómo se acomodan estos fallos en cada caso y si la respuesta a los fallos es aceptable para los usuarios.

5.1 Casos estáticos

5.1.1 Caso de divisor estático

Este caso "divide" el trayecto de UNI-a-UNI en un número fijo de segmentos y evalúa la degradación de forma que el objetivo total en principio se cumpla. Requiere que cada segmento individual conozca la distancia y las características del tráfico entre los extremos de su dominio, puesto que estas propiedades del segmento afectan a las atribuciones resultantes. Por ejemplo, el balance de retardo atribuido a un segmento de red depende de si es de acceso o de tránsito, y de si la distancia de tránsito es metropolitana o regional. De forma similar, la pérdida de paquetes y la variación de retardo deberán atribuirse en función de si el segmento es de acceso o de tránsito, puesto que los aspectos de tráfico pueden diferir de forma significativa.

El apéndice I proporciona ejemplos de este caso.

Un aspecto importante de la atribución estática es su dependencia del número de proveedores, puesto que la atribución se tiene que realizar con este criterio. Esto puede dar lugar a una sobrestimación o infravaloración del objetivo puesto que los trayectos pueden tener un número de segmentos de red diferente al de diseño.

Los proveedores de servicio pueden reatribuir objetivos de degradación entre los segmentos que controlan.

5.1.2 Caso de atribución de referencia estática

Este caso requiere que cada segmento individual conozca la distancia entre los extremos en sus dominios. En este caso se utilizan los valores de retardo de encaminamiento del ejemplo del apéndice III/Y.1541 y la conversión de la distancia por el aire o por la superficie de G.826, que tienen en cuenta las principales contribuciones al retardo de cada proveedor. Este caso calcula el margen de retardo y atribuye una parte de dicho margen a cada proveedor, de la forma siguiente:

- Paso 1: Cálculo del retardo de propagación para cada proveedor atribuible a la distancia.
- Paso 2: Cálculo de los retardos de procesamiento y de colas de cada proveedor utilizando los valores del ejemplo del apéndice III/Y.1541.
- Paso 3: Cálculo del margen de retardo restando la suma de los retardos de propagación de los proveedores a los objetivos de las clases de QoS de red Y.1541.
- Paso 4: Cálculo de la fracción proporcional de los retardos de procesamiento y de colas de cada proveedor para la suma de los retardos de procesamiento y de colas de todos los proveedores.
- Paso 5: Para cada proveedor, el retardo atribuido es igual a su retardo de propagación más esa fracción proporcional del margen de retardo de ese proveedor.

Para el modelo de atribución de referencia, sus valores y ejemplos detallados véase el apéndice II.

Cabe destacar que este caso se aplica entre las UNI y excluye los segmentos de usuario.

5.1.3 Caso de segmento ponderado

Este caso atribuye una parte significativa del balance de degradación a cada segmento de acceso, teniendo cada segmento interno una cantidad fija inferior. Este caso también atribuye un balance fijo para los segmentos de red internos, independientemente del número de segmentos de red internos en cualquier servicio resultante. Esta cantidad de segmentos de red internos se puede concatenar dentro de los límites para crear servicios de extremo a extremo que tengan una alta probabilidad de seguir perteneciendo a objetivos globales de clases de extremo a extremo.

También es posible una atribución adicional para retardos de propagación en segmentos de red largos. En este caso, los segmentos internos tienen que conocer la distancia entre sus extremos, cuando la distancia total entre extremos de cualquier segmento de red interno supera una distancia de trayecto aérea con una longitud determinada, por ejemplo, 1200 km.

Puesto que este caso corre el riesgo de confundir IPTD con IPDV (ya que las proporciones ponderadas pueden no concordar), queda en estudio.

5.2 Caso seudoestático

En un caso "seudoestático", cada proveedor debería conocer cuantos proveedores están presentes en el trayecto de tráfico y realizar la distribución entre ellos de toda la degradación. Los proveedores de servicio pueden volver a asignar su objetivo de degradación entre los segmentos que controlan. Este caso también queda en estudio.

5.3 Casos con señalización

Dada la flexibilidad de los casos con señalización, se ofrecen múltiples ejemplos para su estudio. Para cada caso señalado se presupone el uso de gestión de recursos y de señalización para la distribución de la degradación.

5.3.1 Caso de atribución negociada

En algunas situaciones, para los casos estáticos y seudoestáticos, ciertos segmentos no cumplen los objetivos formulados, mientras que otros sí, por lo que tienen un exceso de "balance de degradación".

Los proveedores de acceso que requieran una atribución de degradación menor de la normal pueden asignar una parte inutilizada de su propia atribución a un enlace de tránsito o de usuario. Pueden reasignar la atribución de degradación que controlan o negociar la parte que no utilizan con otros segmentos.

Un proveedor de tránsito puede negociar la parte no utilizada o ponerla a disposición de otros segmentos.

De la misma forma, en un segmento de usuario gestionado, el usuario puede necesitar una mayor o menor atribución de degradación en función del subtipo de acceso, por ejemplo, por categorías (empresa, domicilio, sin hilos) o por capacidades específicas (802.11 g, 100 Mbit/s Ethernet) y negociar con su proveedor de acceso.

Comenzando con objetivos iniciales de degradación de segmentos, que podrían estar basados en las atribuciones estática y seudoestática de esta Recomendación, el uso distribuido de negociaciones entre proveedores ofrece la oportunidad de negociar cualquier exceso de "balance de degradación" y de informar a las diversas partes interesadas por si pueden proporcionar un servicio de red que se encuentre en su balance de degradación colectivo.

En primer lugar, hay que suponer que una ampliación a BGP puede albergar múltiples avisos en un prefijo, en función de qué clases de red se soportan a lo largo del trayecto. Posteriormente se empieza con el proveedor más cercano al destino, el aviso se transmite condicionalmente dependiendo de si se cumple un objetivo de degradación colaborativo para la clase de red.

Como se indica en la figura 1 el proveedor C propone una clase de red en tiempo real al proveedor B indicando que el proveedor C puede cumplir su cuota de degradación para dicha clase. Si el proveedor B puede cumplir su balance de degradación, entonces indicará el trayecto al proveedor A.

No obstante, si el proveedor B no puede cumplir el objetivo de degradación que se le ha fijado, puede negociar con el proveedor C el derecho de utilizar cualquier exceso de degradación

disponible del proveedor C. De forma similar, el proveedor A puede a su vez establecer negociaciones particulares con el proveedor B.

Se pueden producir negociaciones entre propietarios de segmentos mediante señalización o manualmente y se supone que los cambios no son frecuentes.

Este planteamiento soporta múltiples conexiones entre proveedores y las políticas de avisos BGP del proveedor influirían en la solución.

5.3.2 Caso de atribución acotada

Con el fin de cumplir el objetivo global de degradación así como de optimizar la utilización de recursos, esta cláusula proporciona otro ejemplo de caso con señalización, la atribución acotada.

En este caso, la gama entre el mínimo y el máximo del balance de degradación asignado para cada segmento a lo largo del trayecto de datos se negocia y se calcula mediante la gestión de recursos y la señalización entre los segmentos. Cualquier valor dentro de la gama de valores de degradación de segmentos, cuando se añade a los de los demás segmentos, puede cumplir el objetivo total del balance de degradación para todo el trayecto de datos. De esta forma cada segmento por sí mismo puede elegir un valor adecuado dentro de su gama de valores atribuidos con la condición de optimizar la utilización de los recursos.

Las características fundamentales de la atribución acotada son que, en primer lugar, se negocia el valor mínimo del balance de degradación atribuido para cada segmento a lo largo del trayecto de datos; en segundo lugar, la degradación restante a lo largo de todo el trayecto de datos es igual al objetivo total del balance de degradación menos las cantidades de los mínimos del balance de degradación de segmentos atribuidos; en tercer lugar, la relación entre el máximo y el mínimo es igual a la degradación mínima total atribuida dividida por el objetivo total del balance de degradación a lo largo de todo el trayecto de datos, y finalmente, se calcula el máximo del balance de degradación atribuido para cada segmento a lo largo del trayecto de datos.

En este ejemplo tres proveedores de red están interconectados (proveedores A, B y C) como se muestra en la figura 1. El proveedor A y el proveedor C tienen segmentos de red de acceso. El proceso está compuesto de los pasos siguientes:

- 1) El usuario determina los objetivos de calidad de funcionamiento UNI-UNI deseados y solicita al proveedor A el objetivo de degradación total (por ejemplo, IPTD).
- 2) El proveedor A:
 - a) calcula las degradaciones restantes sustrayendo sus propias degradaciones mínimas para los paquetes del objetivo UNI-UNI, e inserta el número de AS y su degradación mínima en el mensaje de petición;
 - b) envía el mensaje de petición, con las degradaciones restantes, el objetivo UNI-UNI y la lista previa de degradaciones mínimas del segmento, al siguiente proveedor B a lo largo del trayecto de datos.
- 3) El proveedor B calcula la nueva degradación restante de la misma forma que lo hizo el proveedor A y envía entonces a su vez la nueva petición al siguiente proveedor a lo largo del trayecto de datos.
- 4) Finalmente, el proveedor C, que es el último proveedor a lo largo del trayecto,
 - a) calcula la nueva degradación restante;
 - b) calcula la degradación total atribuida restando la nueva degradación restante del objetivo de degradación total;
 - c) calcula la proporción de degradación asignada dividiendo la degradación atribuida total por el objetivo UNI-UNI;

- d) calcula su degradación máxima dividiendo su degradación mínima por la relación de degradación atribuida,
degradación máxima = degradación mínima/relación de degradación atribuida;
y elige la degradación adecuada entre el mínimo y el máximo;
 - e) envía la porción atribuida de nuevo al proveedor anterior B.
- 5) El proveedor B elige la degradación adecuada, como el proveedor C, y envía entonces la porción atribuida a su anterior proveedor A.
 - 6) Finalmente, el proveedor A también puede elegir su porción, y envía entonces el mensaje de aceptación al usuario.
 - 7) Si el proveedor (por ejemplo el proveedor C) a lo largo del trayecto de datos detecta que el trayecto no cumple los objetivos requeridos, porque su degradación mínima es inferior que la degradación remanente recibida del proveedor anterior, envía un mensaje de fallo a su proveedor anterior (por ejemplo, B). El proveedor anterior envía a su vez el mensaje de fallo a su proveedor anterior. Finalmente, el primer proveedor (por ejemplo el proveedor A) no negocia con el usuario la clase de servicio alternativa o unos objetivos menos exigentes. Una posibilidad alternativa para la negociación es la negociación de trayecto que podría proponer un trayecto alternativo, precisando un cambio de encaminamiento basado en las degradaciones mínimas indicadas por esos proveedores.

5.4 Caso de acumulación de degradación

Los casos de acumulación se definen aquí como los que incluyen peticiones de los niveles de calidad de funcionamiento que puede ofrecer cada proveedor, seguidas por decisiones basadas en las estimaciones calculadas de la calidad de funcionamiento UNI-UNI. El solicitante puede ser sólo el proveedor que trata con el cliente (modelo en estrella) o incluir a todos los proveedores a lo largo del trayecto (modelo en cascada). El que responde puede ser un proveedor o su apoderado.

En este caso:

- 1) El proveedor que trata con el cliente:
 - a) determina el trayecto que seguirán los paquetes (por ejemplo, basándose en la información de encaminamiento entre dominios);
 - b) solicita a cada proveedor el nivel de calidad de funcionamiento al que se puede comprometer para cada segmento del trayecto para los paquetes identificados por el par origen/destino, utilizando, por ejemplo, un protocolo de señalización QoS en el trayecto.
- 2) Recibe un compromiso de cada proveedor (que podría haber sido obtenido mediante uno de los casos descritos en esta Recomendación) que se considera adecuado para la sesión (a menos que se modifique).
- 3) El proveedor que trata con el cliente:
 - a) combina los niveles de calidad de funcionamiento de los segmentos (siguiendo las reglas definidas en la Rec. UIT-T Y.1541); y
 - b) compara la calidad de funcionamiento estimada con la clase u objetivos de QoS UNI-a-UNI deseados.

Si el trayecto no cumple los objetivos solicitados, existen dos posibilidades de negociación:

- 1) Negociación de trayecto: se podría buscar un trayecto alternativo, lo que implica un cambio de encaminamiento basado en solicitudes en paralelo o subsiguientes de otros proveedores.

- 2) Negociación de usuario: se podría ofrecer al usuario una clase de servicio alternativa u objetivos menos exigentes. (Cabe destacar que, en muchos casos, el proceso de estimación dará como resultado un total que se encuentra ligeramente por debajo de los objetivos de una determinada clase pero será considerablemente mejor que el nivel de calidad de funcionamiento objetivo de una clase de servicio diferente.)

Las ventajas de este caso son:

- Para utilizar este caso no se requieren acuerdos de atribución de degradación mediante fórmulas.
- No se requiere un conocimiento explícito de la distancia.
- Es totalmente coherente con el objetivo de lograr los objetivos de calidad de funcionamiento UNI-UNI (clases de QoS de red Y.1541) con protocolos de señalización que automatizan el proceso de reservar anchura de banda y de acumular niveles de degradación. El Suplemento 51 (sobre señalización de QoS IP) a la serie Q codifica un conjunto de requisitos para esta tarea, aunque se pueden encontrar temas similares en servicios integrados/RSVP y en la plantilla Qspec siguiente paso en señalización (NSIS, *next step in signalling*).
- Puesto que no se realizan atribuciones, no es un problema el hecho de que no se conozca cómo descomponer ciertos parámetros (en particular IPDV).

Los inconvenientes de este caso son:

- no se tienen en cuenta las degradaciones de los segmentos de los usuarios;
- si fracasa el proceso inicial, puede ser necesario repetir el ciclo petición/estimación;
- requiere la presencia del cliente o del apoderado del cliente (agente regulador o equivalente);
- hay que calcular previamente los compromisos de cada segmento de red teniendo en cuenta la distancia;
- los compromisos para "todo el tiempo" pueden resultar demasiado conservadores en circunstancias de baja utilización.

En el apéndice III se ofrece un ejemplo detallado del caso de acumulación de degradaciones.

Los operadores de red que implementan el caso de acumulación de degradación normalmente obtienen los incentivos de diseño de la calidad de funcionamiento a partir de directrices generales, en lugar de mediante objetivos de diseño numéricos que formen parte de otros casos. El apéndice IV ofrece directrices detalladas tanto para las fases de diseño como de operación diaria de un ciclo de vida de red de proveedor.

6 Ventajas e inconvenientes de los casos considerados

Los cuadros 1 y 2 indican las ventajas e inconvenientes de los casos de atribución y de acumulación considerados, respectivamente.

Cuadro 1/Y.1542 – Resumen de los casos de repartición de la degradación de la calidad de funcionamiento

Caso	Descripción	Información necesaria en cada segmento	Ventajas	Inconvenientes
Estático (más sencillo/menos flexible) – no se requiere compartir información entre segmentos.	Se supone un número fijo de segmentos. La atribución se hace mediante fórmulas entre usuarios, accesos y segmentos de tránsito.	La información necesaria es: a) tipo de enlace; b) clase de servicio de tráfico; y c) distancia de tránsito.	No se requiere compartir información entre segmentos. Los proveedores pueden volver a hacer atribuciones entre sus segmentos de usuario, de acceso y de tránsito.	Sobredimensionado cuando el número de segmentos es inferior al número supuesto. No se consideran los trayectos con un número de segmentos superior al supuesto. Sin negociación. Funciona mejor con encaminamiento estático, que ya no es corriente.
Seudoestático – Es necesario compartir parte de la información entre los segmentos.	Se determina el número exacto de proveedores de tránsito. La atribución de degradaciones se realiza mediante fórmulas entre los segmentos de usuario, de acceso y de tránsito.	La información necesaria es: a) tipo de enlace; b) clase de servicio de tráfico; c) distancia de tránsito; d) dirección de destino; e) tablas de BGP.	La atribución de degradación puede ser eficiente y se puede cuantificar.	Se necesita señalización entre proveedores para determinar el número de proveedores de tránsito en cada trayecto de tráfico, por ejemplo, a partir del número BGP de AS. No soporta negociación. Funciona mejor con encaminamiento estático.
Con señalización (el menos sencillo aunque el más flexible) – Se necesita compartir parte de la información entre segmentos y probablemente con los usuarios.	Se puede conocer el número exacto y el subtipo de todos los segmentos, por ejemplo, si el segmento de usuario es inalámbrico o alámbrico. La repartición de degradaciones se puede negociar entre segmentos y con los usuarios.	La información necesaria es: a) tipo de enlace; b) clase de servicio de tráfico; c) dirección de destino; d) tablas de BGP u otros medios para determinar los trayectos y el nivel de operador; e) información sobre la calidad de funcionamiento de extremo a extremo de la red. La información adicional necesaria puede ser: f) distancia de tránsito.	Soporta negociación lo que permite una mayor flexibilidad en la repartición entre segmentos. Puede no ser necesaria la distancia de tránsito. Permite considerar casos en los que el usuario no puede cumplir el objetivo para objetivos poco exigentes. Es coherente con la propuesta de usar métodos automatizados mediante señalización de QoS (por ejemplo, RSVP/NSIS).	Se requiere señalización para distribuir cantidades a cada segmento y para negociar con el usuario cuando no se puede cumplir el objetivo requerido. Se tiene que indicar información de calidad de funcionamiento y de encaminamiento para determinar identidades de proveedores de tránsito en cada trayecto (por ejemplo, de BGP, número de AS) y sus calidades de funcionamiento. No obstante, existen formas alternativas para determinar el trayecto y algunos proveedores dan información de la calidad de funcionamiento en tiempo real.
NOTA – Todos los casos de atribución adolecen de capacidad para descomponer la variación de retardo IP siguiendo los métodos acordados (la técnica de combinar la variación de retardo IP se acordó únicamente en 2005).				

Cuadro 2/Y.1542 – Caso de repartición de degradaciones basado en acumulación

Caso	Descripción	Información necesaria para cada segmento	Ventajas	Inconvenientes
Acumulación de degradación cuando se requiere compartir información entre segmentos	Se determina el trayecto a través de diversos dominios de operador de red. Pueden ser necesarios niveles de degradación y otros parámetros para diversos segmentos de red o sus apoderados, combinados y comparados con los objetivos deseados. Si no se cumple, entonces tiene lugar una negociación de trayectos o usuarios, o se rechaza la petición.	La información requerida es: a) clase de servicio de tráfico, b) dirección de destino (siempre conocida), c) tablas BGP, u otros medios para determinar el trayecto entre operadores, d) calidad de funcionamiento de extremo a extremo de red.	No se requieren atribuciones, por lo que no hay procedimientos para lograr acuerdos. La acumulación de degradación es sencilla y cuantificable. No se requieren la distancia ni factores de conversión entre la superficie y el aire. Soporta la negociación. Es coherente con los métodos automatizados mediante señalización de QoS (RSVP/NSIS). No se precisa acuerdo de cómo descomponer IPDV.	Se tiene que intercambiar entre proveedores información sobre la calidad de funcionamiento y el encaminamiento para determinar las identidades de los proveedores en cada trayecto de tráfico (por ejemplo a partir del número BGP de AS) y su calidad de funcionamiento. No obstante, existen formas alternativas para determinar el trayecto y muchos proveedores publican información sobre calidad de funcionamiento en tiempo real. No se puede garantizar que los objetivos se cumplirán (cierto en todos los casos).

7 Resumen de los casos en función de los retos en el enunciado del problema

El enunciado del problema en la cláusula 5 enumera los retos en la consecución de la QoS UNI-UNI y reconoce retos adicionales para las soluciones en el proceso de desarrollo de normas. Con los diversos casos descritos, ahora es posible compararlos en función de esos retos. El cuadro 3 proporciona una comparación para los retos de consecución de QoS. (Como se indica en la introducción, se supone un encaminamiento entre AS dinámico mediante BGP.)

Cuadro 3/Y.1542 – Resumen de los casos en función de los retos en el enunciado del problema

	Redes múltiples	Número variable de redes	Funciona con distancias desconocidas	Niveles de degradación variables	Con estimación de la calidad de funcionamiento	Respuesta a petición	Automatizado
Estático	Sí	No	No	No	No	No	Puede ser
Seudoestático	Sí	En cierta manera	En cierta manera	Puede ser	No	No	Puede ser
Distribución con señalización	Sí	Sí	En cierta manera	En cierta manera	Puede ser	Sí	Sí
Acumulación de degradación	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Cada caso requerirá el desarrollo y acuerdo de nuevos instrumentos y capacidades, lo que representa retos al proceso de normalización. El cuadro 4 resume los diversos aspectos del nuevo desarrollo necesario para este caso.

Cuadro 4/Y.1542 – Comparación de los casos en términos de retos en el desarrollo de normas

	¿Es necesaria la atribución de objetivos UNI-UNI?	¿Son necesarios métodos de descomposición?	¿Son necesarios factores de ponderación de segmentos?	¿Se precisa protocolo de señalización?	¿Soporta la recopilación de medidas de segmento?	¿Son necesarios métodos de composición?
Estático	Sí	Sí	No	No	Sí	No
Seudoestático	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
Repartición con señalización	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Es posible. Si es así, ya está desarrollado
Acumulación de degradación	No	No	No	Sí, aunque opcional a pequeña escala	Sí	Sí, ya desarrollado

Apéndice I

Ejemplo detallado de un caso de divisor estático

Para hacerse una idea del aspecto que tiene un esquema de atribución estática, se considera un máximo de tres proveedores de servicio en un trayecto que interconecta segmentos de usuario.

Los balances de degradación del segmento de usuario dependen de la naturaleza y el tamaño de la empresa, la casa, etc., pero en una primera aproximación, se hace una atribución estática del 1% a los segmentos de usuario para pérdidas de paquetes y variación de retardo (se asigna 2 ms de retardo al segmento de usuario).

Las siguientes atribuciones de degradación corresponden a los segmentos de usuario, de acceso y de tránsito (independientes de la aplicación). Los porcentajes son sobre el total de los objetivos de degradación entre emplazamientos para cada clase de servicio.

Cuadro I.1/Y.1542 – Atribuciones para las porciones de usuario, de acceso y de tránsito

Parámetro	Segmentos de usuario (cada uno)	Segmentos de acceso (cada uno)	Segmento de tránsito (total)
Pérdida de paquetes	1%	47,5%	5%
Variación de retardo	1%	40%	40%
Retardo medio	2 ms	30 ms	Dependiente de la distancia (véase el texto siguiente)

Es preciso asignar un balance para cada parámetro y para cada una de las tres redes de proveedor que constituyen el segmento de tránsito total. Para la pérdida de paquetes es del 33% y para la variación del retardo es del 40%. Para el retardo, la previsión para cada proveedor de tránsito se basa en la distancia geográfica. Cada uno tiene asignado hasta el 33% del retardo de tránsito enumerado en el cuadro I.2, en función de la categoría del segmento de tránsito.

Cuadro I.2/Y.1542 – Retardo de tránsito total por distancia

Categorías	Distancia (km)	Retardo de propagación del trayecto más corto (ms)	Retardo de tránsito total (ms)
Metropolitano	< 100	0,56	5
Regional	< 1000	5,6	15
Continental	< 5000	27,8	45
Internacional	< 20 000	111,2	140

NOTA – Retardo de tránsito total = Retardo de propagación del trayecto más corto + margen para topología ineficiente + margen para los retardos de colas.

El cálculo de la longitud del encaminamiento utilizado aquí se basa en la Rec. UIT-T G.826, únicamente para las distancias enumeradas.

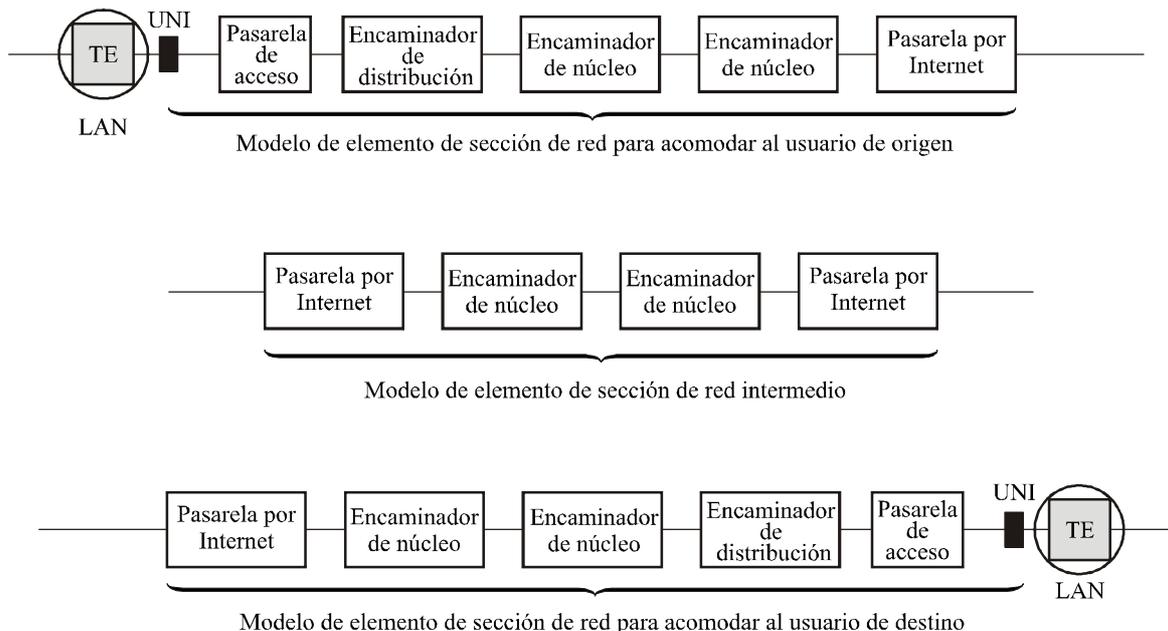
Apéndice II

Ejemplo detallado del caso de atribución de referencia estática

El caso de atribución de referencia estática utiliza los pasos siguientes para determinar el tiempo de retardo IP.

- i) Establecimiento del modelo de sección de red de interconexión (por ejemplo, trayecto de referencia UNI-a-UNI Y.1541).
- ii) Establecimiento del modelo de elementos de red para cada sección de red (véase la figura II.1).
- iii) Cálculo del retardo de propagación para cada distancia de sección de red (utiliza los factores de escala de las distancias por la superficie y por el aire de la Rec. UIT-T G.826).
- iv) Cálculo del retardo de procesamiento y de colas de cada sección de red utilizando modelos de elemento de red y tiempos de retardo por elemento. El cuadro I/Y.1541 del apéndice III indica este cálculo.
- v) Resta de la suma de los retardos de propagación (paso iii) del objetivo de retardo Y.1541. Este valor es el margen de retardo.
- vi) División del retardo de procesamiento y de colas de cada sección de red (paso iv) mediante la suma de todos los retardos de procesamiento y de colas de cada sección. Así se obtiene la fracción promediada del retardo de procesamiento y de colas que se asigna a cada sección. Se multiplica esta fracción por el margen de retardo total (paso v) para obtener el margen de retardo promediado para cada sección.
- vii) El tiempo de retardo atribuido a cada sección de red es la suma de su retardo de propagación (paso iii) y su fracción promediada del margen de retardo (paso vi).

La figura II.I es un ejemplo de cada modelo de elemento de red y el cuadro II.1 proporciona la contribución de retardo típica por cometido de encaminador. Estos modelos y valores deberían ser coherentes con Y.1541.



Y.1542(06)_FII.1

Figura II.1/Y.1542 – Ejemplo de modelo de elemento de red para cada sección de red

Cuadro II.1/Y.1542 – Ejemplo de la contribución de retardo típica por la función del encaminador (cuadro III.1/Y.1541)

Función	Retardo total promedio (suma de colas y procesamientos)	Variación de retardo
Pasarela de acceso	10 ms	16 ms
Pasarela de interfuncionamiento	3 ms	3 ms
Distribución	3 ms	3 ms
Núcleo	2 ms	3 ms

Ejemplo detallado

En este ejemplo, se interconectan tres proveedores de red (figura II.2) con las hipótesis siguientes:

- Se conectan tres proveedores de red (proveedores A, B y C).
- Los proveedores de red A y C tienen una red de acceso que admite usuarios directos.
- La distancia por el aire de la red del proveedor A es de 1500 km; de la del proveedor B 4000 km y 900 la del proveedor C.
- No se precisan redes IP en UNI a UNI.
- El límite en el tiempo del retardo de UNI-a-UNI es de 100 ms (tiempo de retardo de clase 0 y 1 de la Rec. UIT-T Y.1541).

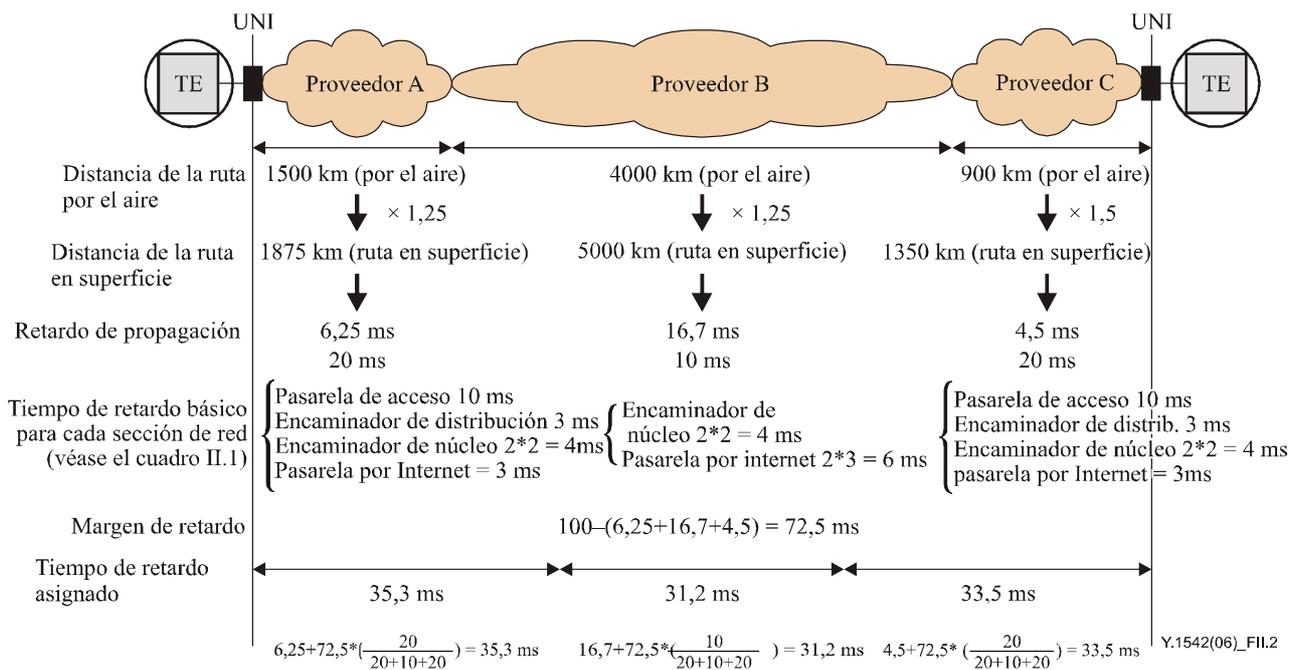


Figura II.2/Y.1542 – Ejemplo de asignación de referencia estática

Apéndice III

Ejemplo detallado del caso de acumulación de degradación

Este apéndice describe un proceso para acumular niveles de calidad de funcionamiento de red a lo largo de un trayecto de extremo a extremo y comparar la estimación de la calidad de funcionamiento combinada con los objetivos especificados, en coherencia con los procedimientos considerados con protocolos de señalización de calidad de servicio tales como los que cumplen los requisitos del Suplemento 51 de la serie Q de Recomendaciones UIT-T en QoS de IP. No se incluyen aquí los aspectos de reserva de capacidad, o de suscripción, autorización y contabilidad, aunque también son aspectos críticos de una prestación de servicio adecuada.

Los pasos siguientes destacan el proceso a alto nivel:

- 1) Determinación de los objetivos de calidad de funcionamiento UNI-UNI deseados y cualesquiera alternativas aceptables (por ejemplo, la clase de QoS de red Y.1541 deseada).
- 2) Determinación de las interfaces usuario-red (UNI, *user network interfaces*) y de las interfaces red-red (NNI, *network-network interfaces*) que aparecen en el trayecto de extremo a extremo.
- 3) Determinación de la calidad de funcionamiento de cada segmento del trayecto (cada dominio de operador de UNI a NNI, de NNI a NNI, etc.) para cada parámetro con un objetivo de extremo a extremo. Si existe incertidumbre sobre qué NNI se utilizará entre diversas posibilidades, se puede tener en cuenta cada una de ellas mediante cálculos diferenciados (aunque se deberían reducir al mínimo estos casos, en particular cuando las diferencias de calidad de funcionamiento son importantes).
- 4) Combinación de los niveles de calidad de funcionamiento de segmento en función de las relaciones de composición.
- 5) Determinación de si la estimación de calidad de funcionamiento combinada cumple los objetivos deseados.
- 6) Si no se logran los objetivos, es necesario actuar de la forma siguiente:
 - a) Negociación de usuario: se podría ofrecer al usuario una clase de QoS alternativa o modificar los objetivos.
 - b) Negociación de trayecto: se puede considerar un trayecto alternativo en paralelo o a petición de otros proveedores lo que probablemente requerirá un cambio de ruta.

Sólo se intercambian tres tipos de información entre las redes de proveedor:

- Los objetivos de extremo a extremo.
- La lista de UNI y de NNI de trayecto, incluidas las identificaciones de operador.
- La calidad de funcionamiento de cada segmento del trayecto entre interfaces de borde específicas.

En el supuesto de que este proceso sea automático (con señalización en el trayecto) entonces puede jugar el papel fundamental el encaminador de borde de entrada en cada UNI/NNI para cada sistema autónomo (AS, *autonomous system*) en el trayecto origen-destino (paso 3 anterior). Cuando se introduce una señalización de QoS en un AS, podrían tener lugar las operaciones siguientes:

- 1) El encaminador de borde identifica el paquete como uno que precisa procesamiento excepcional (probablemente después de inspeccionar el número de protocolo en el encabezamiento IP), y envía el paquete al procesador central (el paquete no se ha procesado con anterioridad en este AS).

- 2) El procesador de encaminador inspecciona la dirección de destino y determina el siguiente paso BGP (u otro punto de salida equivalente) para este AS. Esto proporciona las direcciones de bucle local de los encaminadores de borde de entrada y de salida en NI.
- 3) Los puntos de entrada y de salida de AS se pueden hacer corresponder con una matriz de mediciones de calidad de funcionamiento (probablemente almacenada en algún lugar del servidor conocido por el encaminador, de forma que el encaminador podría encapsular el paquete de señalización con puntos de entrada/salida en un paquete y enviarlos al servidor de medición). La matriz de calidad de funcionamiento se actualizaría con frecuencia cuando surjan nuevas mediciones de pérdidas, retardo y variación del retardo, y se utilizan siempre las mediciones válidas más recientes.
- 4) El paquete de señalización se incrementa con el número de AS y con las mediciones de calidad de funcionamiento de extremo a extremo (de nuevo, el servidor de medición podría realizar esta función y puede encapsular el paquete de señalización en un encabezamiento IP para enviarlo a su vez al encaminador de borde.
- 5) El encaminador de borde (extrae y) envía el paquete de señalización ampliado a lo largo del trayecto normal.
- 6) Encaminadores interiores del mismo AS podrían inspeccionar el paquete, encontrar que su AS ya está anotado y no tomar ninguna medida en los campos de calidad de funcionamiento.

Cabe destacar que éste es un proceso que utiliza la calidad de funcionamiento en el dominio del operador como elementos de construcción. Otros procesos utilizan elementos de red y los enlaces entre ellos como elementos de construcción, como los previstos para servicios integrados soportados mediante señalización RSVP. Puede ser posible realizar la gestión de capacidad/tráfico de elemento a elemento, gestionando a su vez los aspectos de la calidad funcionamiento en el dominio mientras esté disponible suficiente capacidad en el trayecto a través del dominio.

Ejemplo de cálculo

La figura III.1 ofrece un ejemplo de trayecto con tres segmentos de red.

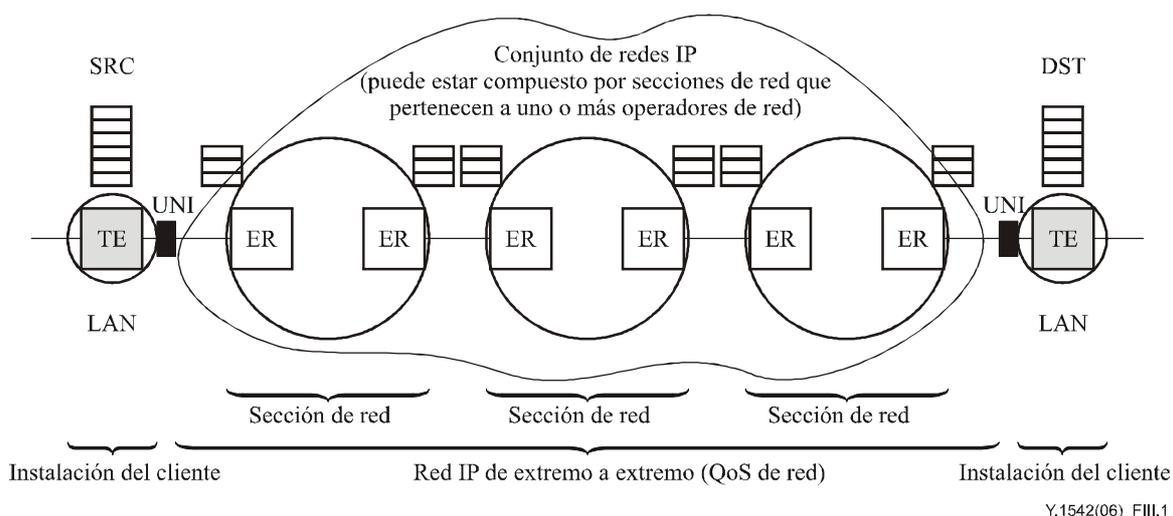


Figura III.1/Y.1542 – Ejemplo de trayecto UNI-UNI de acumulación de degradación

En este ejemplo, el usuario ha solicitado una clase 0 de QoS y se determinan las secciones de red anteriores para componer el trayecto UNI-UNI. El paso siguiente consiste en solicitar los niveles (de degradación) de la calidad de funcionamiento para cada segmento en el trayecto. Los resultados se muestran en el cuadro III.1 siguiente:

Cuadro III.1/Y.1542 – Ejemplo de acumulación y estimación de la calidad de servicio UNI-UNI

	Requerida	Red 1	Red 2	Red 3	UNI-UNI Estimada
Clases de QoS	Clase 0				Clase 0
Retardo de transferencia medio (IPTD)	100 ms	22,4 ms	10,6 ms	32,4 ms	65,4 ms
Variación de retardo mínima 99,9% (IPDV)	50 ms	25 ms	2 ms	25 ms	47,5 ms
Retardo de transferencia mínimo	–	10 ms	10 ms	20 ms	–
Varianza del retardo de transferencia	–	52,4 ms	0,23 ms	55,1 ms	–
Pérdida (IPLR)	10^{-3}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	3×10^{-4}
Paquetes con errores (IPER)	10^{-4}	3×10^{-5}	3×10^{-5}	3×10^{-5}	9×10^{-5}

Los niveles de calidad de funcionamiento de las redes 1 a 3 están combinados de acuerdo con las relaciones de composición de la cláusula 8/Y.1541 para obtener una calidad de funcionamiento UNI-UNI estimada.

En el primer ejemplo, los objetivos de calidad de funcionamiento de clase 0 se conseguirán en el trayecto, de forma que la respuesta al usuario confirma la petición para la clase 0 y puede facultativamente indicar los valores UNI-UNI estimados para este trayecto.

En el segundo ejemplo siguiente ilustramos los pasos cuando el trayecto no cumple los objetivos deseados. De nuevo, el usuario ha solicitado la clase 0 de QoS y se determinan las 3 secciones de red anteriores para componer el trayecto UNI-UNI. El paso siguiente consiste en solicitar los niveles (de degradación) de la calidad de funcionamiento a partir de cada segmento del trayecto. Los resultados se muestran en el cuadro III.2.

Cuadro III.2/Y.1542 – Ejemplo de acumulación y estimación de la calidad de servicio UNI-UNI

	Requerida	Red 1	Red 2	Red 3	UNI-UNI Estimada
Clases de QoS	Clase 0				Clase 1
Retardo de transferencia medio (IPTD)	100 ms	42,4 ms	20,6 ms	42,4 ms	105,4 ms
Variación de retardo mínima 99,9% (IPDV)	50 ms	25 ms	2 ms	25 ms	47,5 ms
Retardo de transferencia mínimo	–	30 ms	20 ms	30 ms	–
Varianza del retardo de transferencia	–	52,4 ms	0,23 ms	55,1 ms	–
Pérdida (IPLR)	10^{-3}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	3×10^{-4}
Paquetes con errores (IPER)	10^{-4}	3×10^{-5}	3×10^{-5}	3×10^{-5}	9×10^{-5}

En este ejemplo, el retardo estimado supera el límite para la clase 0. El proceso permite dos alternativas cuando se produce un fallo.

La negociación de usuario requiere que la respuesta rechace la petición de clase 0, aunque puede ofrecer la clase 1 con el compromiso de cumplir un IPTD de 105,4 ms, haciendo mucho más atractiva la respuesta a la clase 1.

Las negociaciones de trayecto requieren que el operador de red solicitante busque trayectos alternativos entre las UNI de origen y de destino. El proceso vuelve a las solicitudes de niveles de calidad de funcionamiento para los nuevos segmentos de trayecto y la repetición de los cálculos para estimar la calidad de funcionamiento UNI-UNI.

Apéndice IV

Directrices de calidad de funcionamiento para proveedores

IV.1 Directrices cualitativas

La composición de los objetivos de extremo a extremo destaca los temas de calidad de funcionamiento más importantes. Cuando se trabaja para lograr clases Y.1541 con variaciones de retardo no especificadas, se utilizan técnicas para lograr estos objetivos diferentes de las que podrían utilizarse para las clases 0 ó 1 (con límites en la variación de retardo).

Las directrices de calidad de funcionamiento no necesitan ser cuantitativas (por ejemplo, X ms/km de retardo permitido) para ser útiles. Directrices generales como: "minimizar el retardo manteniendo la relación de distancias entre la superficie y el aire tan pequeña como sea posible" debería conseguir aproximadamente el mismo resultado. No se pueden ignorar factores económicos en este ejercicio. Estos factores normalmente insisten en reducir los gastos cuando se intenta mejorar la calidad de funcionamiento en cualquier ámbito.

Otras declaraciones sencillas aunque significativas de directrices de calidad de funcionamiento son:

"Minimizar el retardo aportando suficiente capacidad de enlace para mantener la ocupación de colas baja."

"Minimizar la variación del retardo dando prioridad en el programador de colas al tráfico que sea sensible a la variación, o alterando o conformando ese tráfico."

"Minimizar la pérdida de paquetes planificando una capacidad de enlace suficiente para evitar pérdida de colas."

Se espera que se desarrollen nuevas directrices adicionales, por lo que este conjunto es únicamente el principio.

IV.2 Circunstancias en las que son útiles las directrices

Existen varias fases en la vida de una red, como cuando se está realizando una nueva construcción o ampliación. Una fase estable sería en la que están fijados los activos geográficos de la red y los clientes están conectados al nodo existente más próximo. Se puede añadir capacidad en cualquier fase. La adición de enlaces desde ubicaciones de red para alcanzar emplazamientos de clientes distantes es sencillamente el crecimiento esperado en condiciones de explotación normales y estables, a menos que se construyan nuevos nodos de red (puntos de presencia o concentración). Durante la construcción o ampliación, el cuadro IV.1 indica como pueden influir las directrices en el diseño de la red.

Cuadro IV.1/Y.1542 – Áreas para directrices de diseño cualitativas activas

Área de ampliación de la calidad de funcionamiento	Aspectos de diseño		
	Retardo	Ubicación de los nodos	Capacidad (para evitar colas)
Variación de retardo	Capacidad (para evitar colas)	Aprovisionamiento de mecanismos de QoS	
Tasas de pérdidas	Tiempo de restablecimiento para la protección contra fallos	Capacidad (para evitar saturación de colas = cortes)	Tipos de instalaciones de transporte (errores en los bit producen pérdidas)

Durante el funcionamiento estable, las tres directrices se convierten en:

- supervisión y mantenimiento de la red de conformidad con los niveles de diseño con algún margen adicional,
- gestión de carga para evitar cuellos de botella o congestiones,
- capacidad adicional cuando sea necesario.

En un entorno competitivo, los operadores de red se encuentran presionados para seguir estas directrices.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
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