



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1560

(09/2003)

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

**Parámetros de calidad de funcionamiento
de conexiones con protocolo de control de
transmisión en presencia de dispositivos
intermedios**

Recomendación UIT-T Y.1560

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.1560

Parámetros de calidad de funcionamiento de conexiones con protocolo de control de transmisión en presencia de dispositivos intermedios

Resumen

En la presente Recomendación se describe la calidad de funcionamiento del protocolo de control de transmisión (TCP) extremo a extremo en cuanto a velocidad, precisión y fiabilidad en una red basada en el protocolo Internet con dispositivos intermedios, que son realmente nodos de terminación de conexiones TCP.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1560 fue aprobada por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8 el 13 de septiembre de 2003.

Palabras clave

Calidad de funcionamiento del TCP, disponibilidad, Protocolo de control de transmisión (TCP), Protocolo Internet (IP).

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2004

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	1
4 Abreviaturas.....	2
5 Modelo de referencia	2
5.1 Modelo de capas	2
5.2 Configuración de referencia	3
5.3 Eventos de referencia	4
6 Parámetros de calidad de funcionamiento	5
6.1 Parámetros de velocidad.....	5
6.2 Parámetros de precisión y fiabilidad	6
6.3 Parámetros de disponibilidad	7
Apéndice I – Dispositivo intermedio	7
I.1 Introducción.....	7
I.2 Factores que afectan la calidad de funcionamiento del TCP.....	7
I.3 Referencias	8
Apéndice II – Eficacia de los dispositivos intermedios	9
Apéndice III – Información relativa al caudal de tráfico	9
III.1 Cuestión para definir el caudal del protocolo TCP	9
III.2 Caudal de comunicación de datos	10
III.3 Caudal de comunicación total	10
Apéndice IV – Bibliografía.....	10

Recomendación UIT-T Y.1560

Parámetros de calidad de funcionamiento de conexiones con protocolo de control de transmisión en presencia de dispositivos intermedios

1 Alcance

En esta Recomendación se describe la calidad de funcionamiento del protocolo de control de transmisión (TCP, *transmission control protocol*) extremo a extremo, punto a punto, en cuanto a velocidad, precisión y fiabilidad en una red basada en IP con dispositivos intermedios, que son realmente nodos de terminación de conexiones TCP. La calidad de funcionamiento del protocolo TCP se describe con ayuda de un diagrama temporal extremo a extremo de las conexiones TCP que consta de tres fases: establecimiento de la conexión, comunicación de datos y liberación de la conexión. La característica de disponibilidad también es un parámetro de la calidad de funcionamiento de TCP. La calidad de funcionamiento de una conexión TCP que percibe un usuario a través de una aplicación se puede medir supervisando la red basada en IP. La interacción de la calidad de funcionamiento entre las capas TCP e IP queda 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 citas 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.

- [1] Recomendación UIT-T I.350 (1993), *Aspectos generales de calidad de servicio y de calidad de funcionamiento en las redes digitales incluidas las redes digitales de servicios integrados*.
- [2] Recomendación UIT-T Y.1540 (2002) (ex Rec. UIT-T I.380), *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*.
- [3] Recomendación UIT-T Y.1541 (2002), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet*.
- [4] IETF RFC 793 (1981) – *Transmission Control Protocol (TCP)*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes:

3.1 calidad de funcionamiento de TCP extremo a extremo: Calidad de funcionamiento en la capa TCP del computador principal de origen (SRC, *source host*) al computador principal de destino (DST, *destination host*).

3.2 puertos: Parte de un zócalo (socket TCP) que especifica qué entrada lógica o canal de salida de un proceso está asociado con los datos.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ACK	Acuse de recibo (<i>acknowledgment</i>)
DST	Computador principal de destino (<i>destination host</i>)
FIN	Terminar (<i>finish</i>)
FTP	Protocolo de transferencia de ficheros (<i>file transfer protocol</i>)
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto (<i>hypertext transfer protocol</i>)
IETF	Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
LL	Capas inferiores, protocolos y tecnología de soporte de la capa IP (<i>lower layers, protocols and technology supporting the IP layer</i>)
MP	Punto de medición (<i>measurement point</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
SMTP	Protocolo de transferencia de correo simple (<i>simple mail transfer protocol</i>)
SRC	Computador principal de origen (<i>source host</i>)
SYN	Bandera de inicio de la conexión TCP (<i>initiation flag of TCP connection</i>)
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones

5 Modelo de referencia

5.1 Modelo de capas

En la figura 1 se ilustra el carácter por capas de la calidad de funcionamiento de una conexión TCP con un dispositivo intermedio que termina las conexiones TCP. La conexión TCP es un trayecto de comunicación lógico que se establece entre un par de puertos y se puede inicializar en cualquiera de los dos extremos. La calidad de funcionamiento que se ofrece a los usuarios del servicio TCP depende de la calidad de funcionamiento de la capa IP y de otras capas.

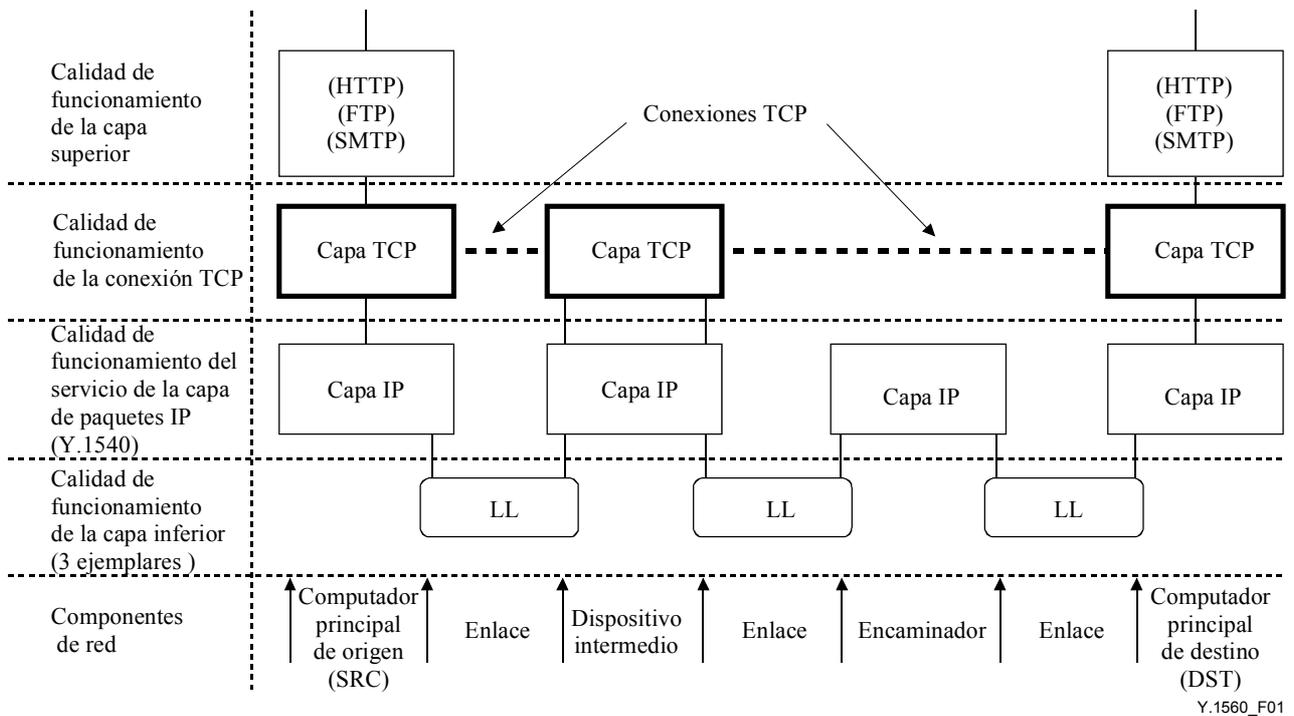


Figura 1/Y.1560 – Ejemplo del modelo por capas de la calidad de funcionamiento de una conexión TCP con un dispositivo intermedio

5.2 Configuración de referencia

En la figura 2 se presenta la relación entre los eventos de referencia y los puntos de medición de una conexión TCP. Cuando no hay un dispositivo intermedio, se dispone únicamente de dos puntos de medición en el borde de la red.

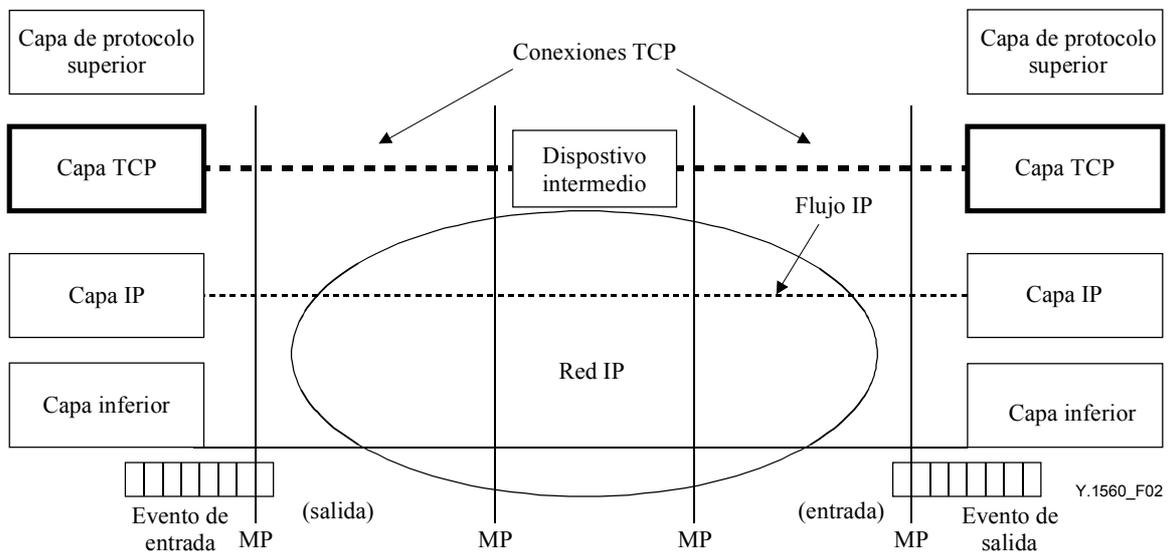


Figura 2/Y.1560 – Relación entre los eventos de referencia y los puntos de medición

5.3 Eventos de referencia

En la figura 3 se ilustran los diagramas temporales extremo a extremo de algunas conexiones TCP. Cada uno incluye una fase de establecimiento de conexión, fase de comunicación de datos y fase de liberación de conexión.

La fase de establecimiento de conexión es el tiempo entre el envío de un paquete SYN del MP de entrada al dispositivo intermedio, y la recepción del paquete ACK del dispositivo intermedio al MP de salida.

La fase de comunicación de datos es el tiempo entre el envío de un primer paquete de petición de datos del MP de entrada al dispositivo intermedio, y la recepción en el dispositivo intermedio de un paquete ACK del MP de entrada relativo al último paquete de transferencia de datos.

La fase de liberación de conexión es el tiempo entre el envío del paquete FIN del MP de entrada al dispositivo intermedio, y la recepción en el MP de salida del paquete FIN+ACK del dispositivo intermedio.

La fase completa de comunicación es el tiempo entre el envío del paquete SYN del MP de entrada al dispositivo intermedio, y la recepción en el MP de salida del paquete FIN+ACK del dispositivo intermedio. La fase completa de comunicación consiste en la fase de establecimiento de comunicación, fase de comunicación de datos y fase de liberación de conexión.

Los eventos y parámetros de referencia de calidad de funcionamiento TCP se definen basándose en estas fases y flujos. El diagrama temporal extremo a extremo de las conexiones TCP depende de la versión del protocolo TCP. Para definir el diagrama temporal extremo a extremo, se debería especificar la versión de TCP utilizada.

NOTA 1 – Versión de TCP significa el documento IETF RFC 793, modificación en Reno, modificación en Tahoe, y así sucesivamente.

NOTA 2 – La figura 3 es un ejemplo de diagrama temporal. En el dispositivo intermedio se realiza el tratamiento de algunos mensajes ACK. Véase el apéndice I.

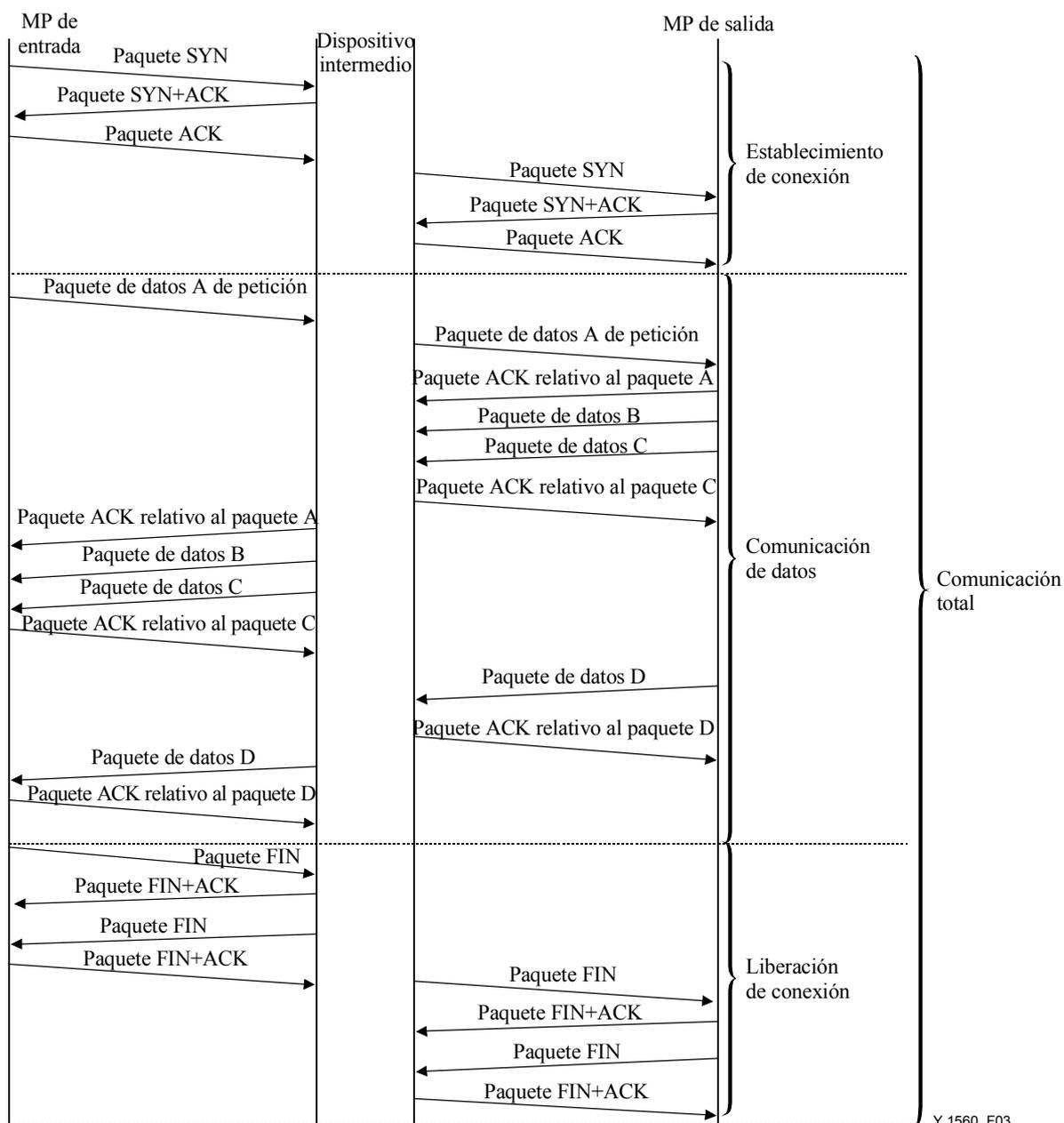


Figura 3/Y.1560 – Diagramas temporales extremo a extremo de las conexiones TCP

6 Parámetros de calidad de funcionamiento

En el cuadro 1 se ilustra la aplicación de los tres criterios de calidad de funcionamiento genéricos para cada una de las tres funciones TCP. La característica de disponibilidad también es uno de los parámetros de calidad de funcionamiento TCP que se deduce de los tres parámetros de calidad de funcionamiento genéricos.

6.1 Parámetros de velocidad

6.1.1 Tiempo (retardo) de establecimiento de conexión

El tiempo de establecimiento de conexión es la duración entre el envío del paquete SYN del MP de entrada al dispositivo intermedio y la recepción del paquete ACK del dispositivo intermedio en el MP de salida.

El tiempo de establecimiento de conexión es la duración de la fase de establecimiento de conexión de la figura 3.

6.1.2 Caudal de comunicación de datos

La definición de los parámetros del caudal de comunicación de datos queda en estudio.

NOTA – Véase el apéndice III.2.

Cuadro 1/Y.1560 – Criterios de calidad de funcionamiento genéricos para las funciones de conexión de TCP

		Velocidad		Precisión	Fiabilidad
Conexión TCP	Establecimiento de conexión	Tiempo de establecimiento de conexión	Caudal de comunicación total	Probabilidad de error durante el establecimiento de conexión	Probabilidad de fallo durante el establecimiento de conexión
	Comunicación de datos	Caudal de comunicación de datos		–	–
	Liberación de conexión	Tiempo de liberación de conexión		Probabilidad de desconexión prematura	Probabilidad de fallo durante la liberación de conexión

6.1.3 Tiempo de liberación de conexión

El tiempo de liberación de conexión es el que transcurre entre el envío del paquete FIN del MP de entrada al dispositivo intermedio y la recepción del paquete FIN+ACK del dispositivo intermedio en el MP de salida.

El tiempo de liberación de conexión es la duración de la fase de liberación de conexión de la figura 3. La definición de tiempo de liberación está en función de la versión del TCP y queda en estudio.

6.1.4 Caudal de comunicación total

La definición de los parámetros de caudal para la comunicación total queda en estudio.

NOTA – Véase el apéndice III.3.

6.2 Parámetros de precisión y fiabilidad

6.2.1 Probabilidad de error durante el establecimiento de conexión

La probabilidad de error durante el establecimiento de conexión es el cociente entre el número de intentos que dan por resultado un error de establecimiento de conexión y el número total de intentos de establecimiento de conexión, en un determinado periodo de medición.

6.2.2 Probabilidad de fallo durante el establecimiento de conexión

La probabilidad de fallo durante el establecimiento de conexión es el cociente entre la cantidad de intentos que fracasan para establecer una conexión y el número total de intentos de establecimiento de conexión, durante un periodo determinado de medición.

6.2.3 Probabilidad de desconexión prematura

La definición de probabilidad de desconexión prematura queda en estudio.

6.2.4 Probabilidad de fallo durante la liberación de conexión

La probabilidad de fallo durante la liberación de conexión es el cociente entre los fallos de liberación de conexión y el número total de intentos de liberación de conexión, durante un determinado periodo de medición.

6.3 Parámetros de disponibilidad

Las decisiones sobre los parámetros de calidad de funcionamiento primarios apropiados, el umbral de indisponibilidad y los algoritmos para su definición requieren un estudio pormenorizado. La indisponibilidad del servicio TCP puede ser uno de los parámetros de calidad de funcionamiento de disponibilidad.

Apéndice I

Dispositivo intermedio

I.1 Introducción

Los dispositivos intermedios se encuentran en estudio en el IETF [1]. Los dispositivos intermedios principales son: i) el cortafuegos de filtrado de paquetes, ii) el mandatario de aplicación y iii) el dispositivo de traducción de dirección de red (NAT, *network address translation*).

- i) El cortafuegos de filtrado de paquetes descarta los paquetes que no tienen autorización de pasar. Las conexiones TCP no se terminan.
- ii) Un mandatario de aplicación termina una conexión TCP, e interviene durante la conexión al exterior. El mandatario HTTP, el protocolo de aplicación inalámbrica (WAP, *wireless application protocol*) y el mandatario de mejora de calidad de funcionamiento (PEP, *performance enhancing proxy*) son ejemplos de mandatarios de aplicación.
- iii) Los dispositivos intermedios tipo NAT traducen las direcciones IP privadas en direcciones IP mundiales o a partir de ellas. Las conexiones TCP no se terminan.

I.2 Factores que afectan la calidad de funcionamiento del TCP

Los siguientes factores afectan la calidad de funcionamiento del protocolo TCP cuando hay dispositivos intermedios en la red:

- a) Un aumento de tiempo provocado por el paso a través de un dispositivo intermedio (figura I.1).
- b) Un aumento del caudal como resultado del funcionamiento del dispositivo intermedio (figura I.2).

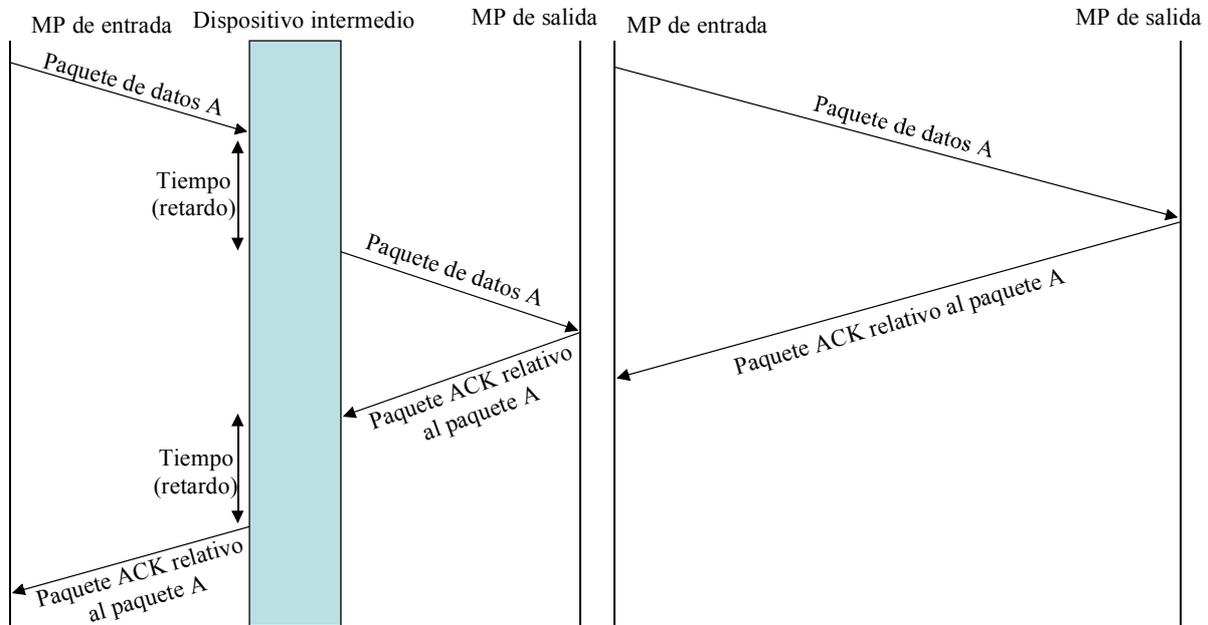
En el caso de los dispositivos intermedios referidos en I.1:

- i) los cortafuegos de filtrado de paquetes se relacionan con el factor a);
- ii) los mandatarios de aplicación se relacionan con los factores a) y b);
- iii) los NAT tienen que ver con el factor a).

Otros dispositivos intermedios también se relacionan con esos dos factores.

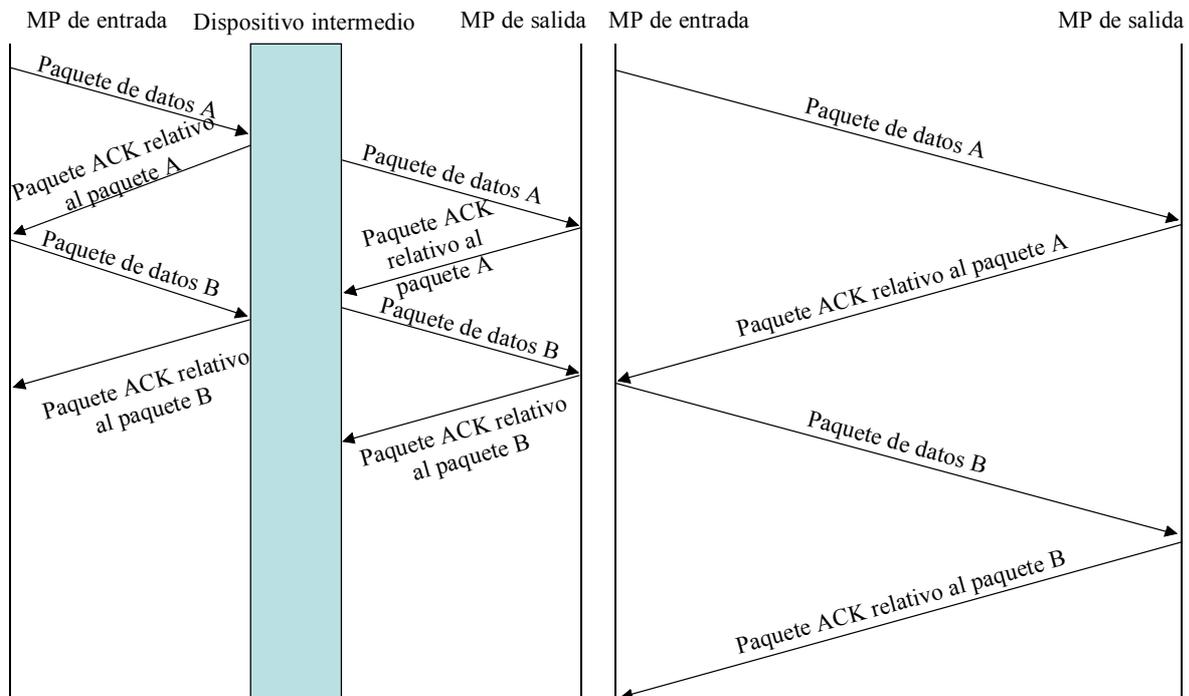
I.3 Referencias

- [1] RFC 3234 (2002), *Middleboxes: Taxonomy and Issues*.
- [2] RFC 3303 (2002), *Middlebox communication architecture and framework*.
- [3] RFC 3135 (2001), *Performance Enhancing Proxies Intended to Mitigate Link-Related Degradations*.
- [4] WAP, Home Pages, <http://www.wapforum.org/>.



Y.1560_FI.1

Figura I.1/Y.1560 – Aumento de tiempo



Y.1560_FI.2

Figura I.2/Y.1560 – Efecto del mandatario de mejora de la calidad de funcionamiento (PEP)

Apéndice II

Eficacia de los dispositivos intermedios

La eficacia de los dispositivos intermedios se logra comparando distintos casos con la utilización de dispositivos intermedios en la red y sin la utilización de los mismos. Por consiguiente, es importante considerar el caso sin dispositivos intermedios, que se presenta en la figura II.1. Los parámetros descritos en la cláusula 5 deberían determinarse y evaluarse cuando no hay dispositivos intermedios en la red.

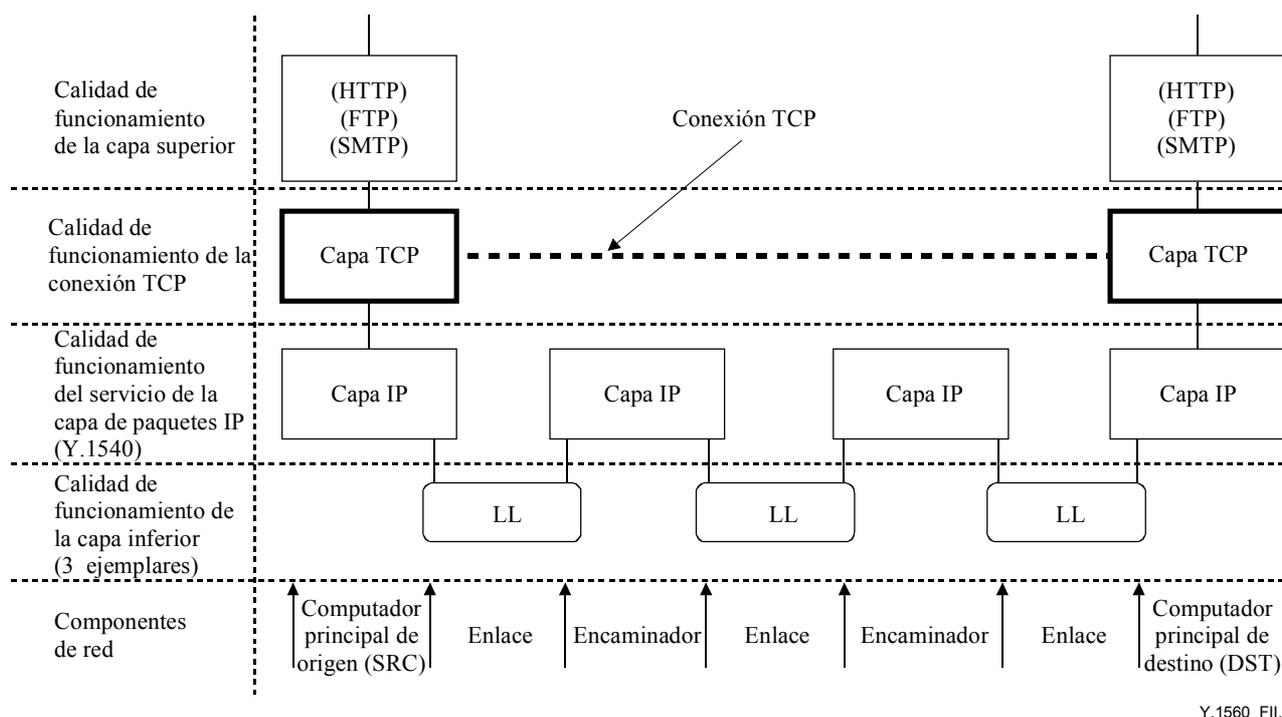


Figura II.1/Y.1560 – Ejemplo de modelo de capas de la calidad de funcionamiento de la conexión TCP sin un dispositivo intermedio

Apéndice III

Información relativa al caudal de tráfico

III.1 Cuestión para definir el caudal del protocolo TCP

Para definir el caudal de tráfico del protocolo TCP se tienen en cuenta las siguientes cuestiones:

Dependencia de la versión

Existen varias versiones del protocolo TCP, y cada una de ellas se comporta de manera diferente en la fase de comunicación de datos. Por consiguiente, para definir el caudal de TCP, es necesario definir el caudal individualmente. Esta cuestión queda en estudio.

Condiciones del cliente

El caudal de TCP depende de la configuración y la calidad de funcionamiento del cliente. Para definir el caudal de TCP se deben considerar las condiciones del cliente y esto queda fuera del alcance de esta Recomendación.

III.2 Caudal de comunicación de datos

El caudal de comunicación de datos se expresa dividiendo el número total de bytes transmitidos en la fase de comunicación de datos por el tiempo desde la emisión del primer paquete hasta la llegada del último paquete. Se especifican los caudales de comunicación de datos en los sentidos hacia el origen y hacia el destino. Además, también son necesarios los parámetros de calidad de funcionamiento para evaluar la variación durante la comunicación de datos, como es el caso de las transmisiones en grandes cantidades de FTP.

III.3 Caudal de comunicación total

El caudal de comunicación total se expresa dividiendo el número total de bytes transmitidos durante la comunicación total por el tiempo desde la emisión del primer paquete en el establecimiento de conexión hasta la llegada del último paquete en la liberación de conexión. Se especifican los caudales de conexión de los sentidos hacia el origen y hacia el destino. El caudal de comunicación total es una medida de la calidad de funcionamiento de toda la conexión incluyendo el establecimiento de la misma, la comunicación de datos y la liberación de conexión.

Apéndice IV

Bibliografía

RFC 2330 (1998), *Framework for IP Performance Metrics*.

RFC 3148 (2001), *A Framework for Defining Empirical Bulk Transfer Capacity Metrics*.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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