



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

M.2301

(07/2002)

SERIE M: RGT Y MANTENIMIENTO DE REDES:
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, CIRCUITOS
TELEFÓNICOS, TELEGRAFÍA, FACSIMIL Y
CIRCUITOS ARRENDADOS INTERNACIONALES

Red de transporte internacional

**Objetivos de rendimiento y procedimientos
para establecer y mantener redes basadas
en el protocolo Internet**

Recomendación UIT-T M.2301

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE M

RGT Y MANTENIMIENTO DE REDES: SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, CIRCUITOS TELEFÓNICOS, TELEGRAFÍA, FACSIMIL Y CIRCUITOS ARRENDADOS INTERNACIONALES

Introducción y principios generales de mantenimiento y organización del mantenimiento	M.10–M.299
Sistemas internacionales de transmisión	M.300–M.559
Circuitos telefónicos internacionales	M.560–M.759
Sistemas de señalización por canal común	M.760–M.799
Circuitos internacionales utilizados para transmisiones de telegrafía y de telefotografía	M.800–M.899
Enlaces internacionales arrendados en grupo primario y secundario	M.900–M.999
Circuitos internacionales arrendados	M.1000–M.1099
Sistemas y servicios de telecomunicaciones móviles	M.1100–M.1199
Red telefónica pública internacional	M.1200–M.1299
Sistemas internacionales de transmisión de datos	M.1300–M.1399
Designaciones e intercambio de información	M.1400–M.1999
Red de transporte internacional	M.2000–M.2999
Red de gestión de las telecomunicaciones	M.3000–M.3599
Redes digitales de servicios integrados	M.3600–M.3999
Sistemas de señalización por canal común	M.4000–M.4999

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

Recomendación UIT-T M.2301

Objetivos de rendimiento y procedimientos para establecer y mantener redes basadas en el protocolo Internet

Resumen

En esta Recomendación se estipulan los objetivos de rendimiento y los procedimientos para establecer y mantener redes basadas en el protocolo Internet (IP). La atención se centra en los parámetros que afectan significativamente la calidad de servicio percibida por el cliente y en sus métodos de medición van incluidos los parámetros que afectan el comportamiento del retardo en la capa de aplicación. En esta Recomendación no se tratan los límites de rendimiento de los enlaces de acceso de conexión telefónica temporal, las partes propiedad del cliente y las redes MPLS que quedan en estudio. Pero sí se trata el rendimiento de los enlaces de acceso fijo, cuyo encaminamiento no sufre modificaciones.

Orígenes

La Recomendación UIT-T M.2301, preparada por la Comisión de Estudio 4 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 14 de julio de 2002.

Palabras clave

Base de información de gestión, calidad de servicio, dominio de operador IP, encaminador de pasarela de frontera, encaminador de pasarela en frontera de operador, establecimiento, mediciones intrusivas, mediciones no intrusivas, objetivos de rendimiento, procedimiento de mantenimiento, procedimiento de puesta en servicio, protocolo de pasarela de frontera, red de referencia, sistema autónomo, supervisión MIB.

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 2002

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	2
4 Acrónimos	3
5 Red de referencia y procedimientos	4
5.1 Definiciones de disponibilidad	5
5.2 Redes privadas virtuales	6
5.3 Procedimiento de puesta en servicio	6
5.4 Procedimiento de mantenimiento	6
6 Métodos de medición.....	6
6.1 Medición intrusiva del rendimiento (con paquetes de prueba)	7
6.2 Medición no intrusiva del rendimiento (con supervisión MIB)	7
7 Medición intrusiva del rendimiento.....	7
7.1 Retardo de la transferencia de paquetes IP en un sentido (IPTD).....	8
7.2 Variación del retardo de paquetes IP en un sentido (IPDV)	8
7.3 Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR)	8
7.4 Tasa de errores en los paquetes IP (IPER)	8
8 Medición de la calidad de funcionamiento no intrusiva con supervisión MIB.....	9
8.1 Eventos de rendimiento IP.....	10
8.1.1 Total de paquetes IP recibidos.....	10
8.1.2 Total de paquetes IP transmitidos.....	10
8.1.3 Tasa de errores en los paquetes IP (IPER)	11
8.1.4 Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR)	11
8.1.5 Tasa de descarte de paquetes IP (IPDR).....	11
9 Objetivos de rendimiento para las redes IP	12
9.1 Flujo IP extremo a extremo	12
9.2 Flujo IP a través de un solo IPOD	13
9.3 Un solo enlace entre dos IPOD adyacentes.....	14
9.4 Enlaces de acceso	14
9.5 Cálculo de la distancia de la ruta.....	15
Anexo A – Procedimientos para leer los registros MIB de los encaminadores.....	16
Apéndice I – Rendimiento dentro de un IPOD.....	17
I.1 Un solo enlace entre dos encaminadores adyacentes	17

Introducción

En esta Recomendación se presentan los objetivos de rendimiento y los procedimientos para establecer y mantener redes basadas en el protocolo Internet (IP) pertenecientes a distintos operadores. No se tiene en cuenta la tecnología de transporte que soporta la red IP ni las capas superiores que se implementan mediante IP. Los objetivos son: funcionamiento con error, funcionamiento con retardo y disponibilidad. En esta Recomendación se definen los parámetros y sus objetivos conexos basándose en los principios de la Rec. UIT-T Y.1540. En la presente Recomendación se utiliza un modelo de referencia basado en el concepto dominio de operador IP (IPOD) y los enlaces de interconexión. Un IPOD consiste en uno o más sistemas autónomos (AS) y los enlaces de interconexión. Los enlaces de interconexión entre los IPOD conllevan una modificación de la responsabilidad jurisdiccional.

En esta Recomendación se ofrecen también, en apéndice, orientaciones sobre los objetivos y los límites de rendimiento para los recursos de red IP (por ejemplo, encaminadores, subredes, etc.) propiedad de un solo operador, que los gestiona. Si bien su asignación dentro del dominio o parte de red incumbe al operador de red IP, éste debe cumplir los límites de esta Recomendación.

En la Rec. UIT-T Y.1540 se da un marco general para aplicar estos límites. En esta Recomendación se ofrecen métodos y procedimientos para aplicarlos al establecimiento y el mantenimiento de la red.

En la presente Recomendación se utilizan ciertos principios fundamentales para el mantenimiento de una red digital:

- es recomendable efectuar mediciones continuas durante el servicio. En algunos casos, quizás se necesite hacer mediciones fuera de servicio;
- los límites de rendimiento de los flujos IP son independientes del soporte de transporte, pero su asignación a secciones de red puede depender del medio de transporte utilizado.

Recomendación UIT-T M.2301

Objetivos de rendimiento y procedimientos para establecer y mantener redes basadas en el protocolo Internet

1 Alcance

En esta Recomendación se presentan los objetivos de rendimiento y los procedimientos para establecer y mantener redes basadas en el protocolo Internet (IP) pertenecientes a distintos operadores. No se tiene en cuenta la tecnología de transporte que soporta la red IP ni las capas superiores que se implementan mediante IP. Los objetivos son: funcionamiento con error, funcionamiento con retardo y disponibilidad. En esta Recomendación se ofrece también, en apéndice, orientaciones sobre los objetivos y los límites de rendimiento para los recursos de red IP (por ejemplo, encaminadores, subredes, etc.) propiedad de un solo operador, que los gestiona. En esta Recomendación no se tratan el rendimiento de los enlaces de acceso de conexión telefónica temporal, las partes propiedad del cliente final y las redes MPLS, que quedan en estudio. Pero sí se trata de los enlaces de acceso fijo, cuyo encaminamiento no sufre modificaciones.

En esta Recomendación se estipulan las clases de calidad de servicio (QoS) de red necesarias para soportar las categorías QoS orientadas a los usuarios. Por consiguiente, esta Recomendación es coherente con el marco general para la definición de la calidad de los servicios de comunicación de la Rec. UIT-T G.1000 [1] y con las categorías QoS de usuario final multimedios necesarias para soportar las aplicaciones de usuario de la Rec. UIT-T G.1010 [2].

NOTA – En esta Recomendación se utilizan los parámetros definidos en la Rec. UIT-T Y.1540 [4] que pueden servir para caracterizar el rendimiento de la red IP proporcionado por IPv4. Su aplicabilidad o extensión a otros protocolos (por ejemplo IPv6) 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 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.

- [1] Recomendación UIT-T G.1000 (2001), *Calidad de servicio de las comunicaciones: Marco y definiciones.*
- [2] Recomendación UIT-T G.1010 (2001), *Categorías de calidad de servicio para los usuarios de extremo de servicios multimedios.*
- [3] Recomendación UIT-T M.60 (1993), *Terminología y definiciones relativas al mantenimiento.*
- [4] Recomendación UIT-T Y.1540 (1999), *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de rendimiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes de protocolo internet.*
- [5] Recomendación UIT-T Y.1541 (2002), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo internet.*
- [6] IETF RFC 1213 (1991), *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II.*

- [7] IETF RFC 1267 (1991), *A Border Gateway Protocol 3 (BGP-3)*.
- [8] IETF RFC 2011 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the Internet Protocol using SMIPv2*.
- [9] IETF RFC 2012 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the Transmission Control Protocol using SMIPv2*.
- [10] IETF RFC 2013 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the User Datagram Protocol using SMIPv2*.

3 Términos y definiciones

Los términos y definiciones generales relacionados con el mantenimiento se presentan en la Rec. UIT-T M.60 [3] y los relacionados con el funcionamiento IP, en la Rec. UIT-T Y.1540 [4]. En esta Recomendación se definen los terminos siguientes.

3.1 pasarela de acceso (AG, *access gateway*): Equipo de red IP que proporciona el acceso al AS y termina el protocolo de acceso del usuario.

3.2 sistema autónomo (AS, *autonomous system*): Red IP controlada y gestionada por una única autoridad e identificada por un número AS específico en toda la red Internet. Un operador de red IP puede ser propietario de uno o más AS y gestionarlos.

3.3 protocolo de pasarela de frontera (BGP, *border gateway protocol*): Protocolo de encaminamiento sistema interautónomo definido en RFC 1267 [7], que permite a un AS intercambiar información de encaminamiento con otros AS.

3.4 encaminador de pasarela de frontera (BGR, *border gateway router*): Encaminador perteneciente a un AS, que intercambia información de accesibilidad de red (o sea, una lista de prefijos IP que se están retirando del servicio) con los AS circundantes.

3.5 conectividad: Aptitud de un AS de proporcionar una cierta cantidad de rutas para el tráfico de sus clientes. Un AS logra conectividad con toda la red Internet gracias a la interconexión con otros AS.

3.6 equipo en las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*): Cualquier equipo de red situado en las instalaciones del cliente y utilizado para conectarse a un AS. Puede consistir en módems simples, por ejemplo DSL, multiplexores, encaminadores, conmutadores o redes de área local completas del cliente.

3.7 dominio de operador IP (IPOD, *IP operator domain*): Cualquier subconjunto de AS conectado junto con todos los enlaces que los interconectan, que están bajo una sola jurisdicción. El término IPOD se puede aplicar a un solo AS o a cualquier número de AS y sus enlaces de interconexión. También puede representar una red IP completa de un solo operador y se define entre dos OBGR.

3.8 base de información de gestión (MIB, *management information base*): Base de datos de un elemento de red, que contiene datos de configuración, eventos y rendimiento accesible a través de un sistema de gestión.

3.9 punto de medición (MP, *measurement point*): Punto físico o lógico en el cual se pueden efectuar mediciones y al cual se refieren los datos obtenidos. En el contexto de esta Recomendación, esto generalmente se hace en un OBGR.

3.10 interfaz de red (NI, *network interface*): Interfaz entre la red de acceso y la instalación del cliente.

3.11 encaminador de pasarela externa del operador (OBGR, *operator border gateway router*): Encaminador que pertenece a un IPOD, que intercambia información de accesibilidad de red con los IPOD circundantes. Está situado en el borde de un IPOD.

3.12 establecimiento: Instalación, asignación y puesta en servicio (incluidas las pruebas de puesta en servicio) de los recursos de red.

4 Acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AG	Pasarela de acceso (<i>access gateway</i>)
AL	Línea de acceso (<i>access line</i>)
AS	Sistema autónomo (<i>autonomous system</i>)
BGP	Protocolo de pasarela de frontera (<i>border gateway protocol</i>)
BGR	Encaminador de pasarela de frontera (<i>border gateway router</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
EGP	Protocolo de pasarela exterior (<i>edge gateway protocol</i>)
GbE	Ethernet Gigabit (<i>gigabit Ethernet</i>)
ICMP	Protocolo de gestión de control Internet (<i>Internet control management protocol</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPDR	Tasa de descarte de paquetes IP (<i>IP packet discard rate</i>)
IPDV	Variación del retardo de paquetes IP (<i>IP packet delay variation</i>)
IPER	Tasa de errores en los paquetes IP (<i>IP packet error ratio</i>)
IPLR	Tasa de pérdida de paquetes IP (<i>IP packet loss ratio</i>)
IPOD	Dominio de operador IP (<i>IP operator domain</i>)
IPTD	Retardo de transferencia de paquetes IP (<i>IP packet transfer delay</i>)
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MP	Punto de medición (<i>measurement point</i>)
MPEG	Grupo de expertos en codificación de imágenes en movimiento (<i>motion picture experts group</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
NI	Interfaz de red (<i>network interface</i>)
OBGR	Encaminador de pasarela externa de operador (<i>operator border gateway router</i>)
OC	Canal óptico (<i>optical channel</i>)
PO	Objetivo de rendimiento (<i>performance objective</i>)
QoS	Objetivo de calidad de funcionamiento (<i>quality of service</i>)
R	Encaminador (<i>router</i>)
RFC	Petición de comentarios (<i>request for comment</i>)
RGT	Red de gestión de las telecomunicaciones

RPV	Red privada virtual
SNMP	Protocolo simple de gestión de red (<i>simple network management protocol</i>)
STM	Módulo de transporte síncrono (<i>synchronous transport module</i>)
STS	Señal de transporte síncrona (<i>synchronous transport signal</i>)
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>transmission control protocol</i>)

5 Red de referencia y procedimientos

En la figura 1 se muestra un flujo típico del tráfico de un cliente IP por una red IP, que atraviesa varios IPOD hasta el extremo distante.

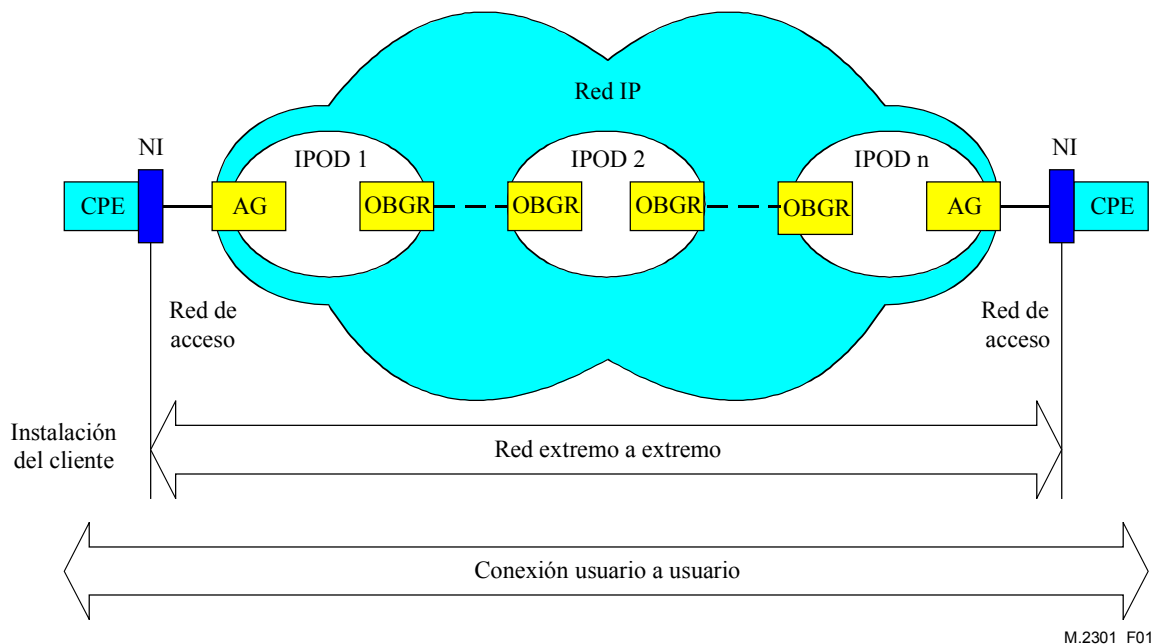


Figura 1/M.2301 – Ejemplo de un flujo IP de extremo a extremo

El CPE está conectado a la red IP del operador mediante, por ejemplo, una línea alquilada.

NOTA – El CPE puede o no contener un encaminador, y la NI puede estar o no ubicada con un encaminador, según el acuerdo de conexión del operador. Conforme al tipo de tecnología del enlace de acceso utilizado, puede que a este enlace haya que asignarle un límite de rendimiento mayor que el de otros enlaces. Obsérvese que el IPOD puede o no incluir la parte de red de acceso.

A partir de ese punto (pasarela de acceso), el encaminamiento se delega a las políticas de encaminamiento del operador. La NI es normalmente el punto físico en el cual se ubica el límite de jurisdicción. Puede resultar difícil llevar a cabo mediciones en la NI.

En la figura 2 se ilustra cómo un IPOD puede contener más de un sistema autónomo (AS), y la posición de los OBGR con relación a los BGR entre AS.

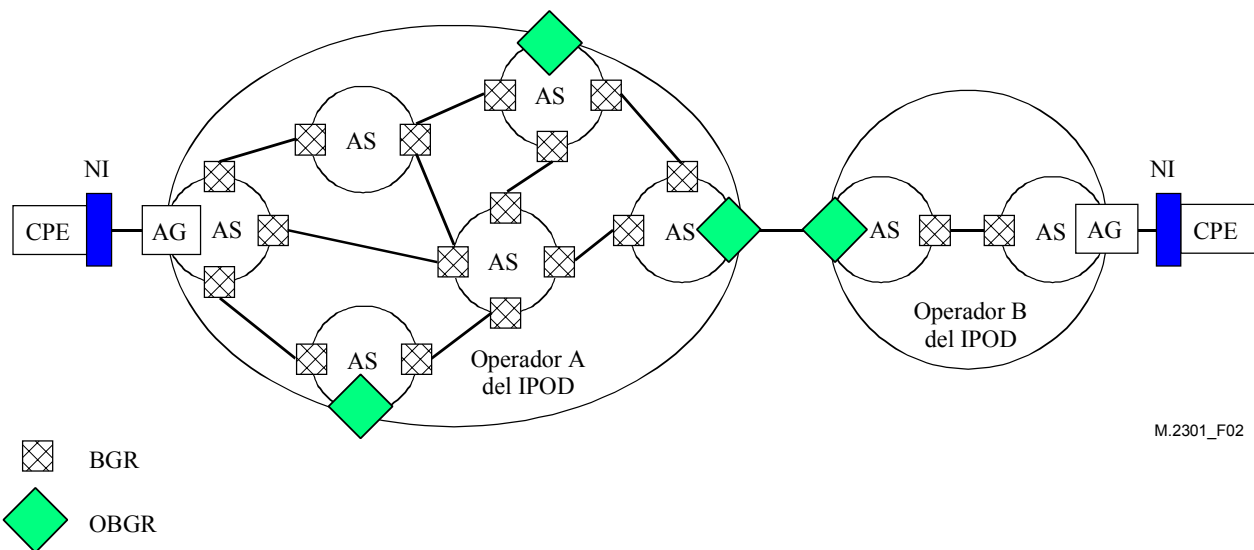


Figura 2/M.2301 – Ejemplo de composición de un IPOD

La figura 3 amplía la figura 2 para mostrar con mayor detalle la red de referencia; se indican las partes de red y los puntos de medición (MP). Se muestra cómo se interconectan los AS vecinos y que cada uno contiene cierto número de encaminadores y BGR interconectados.

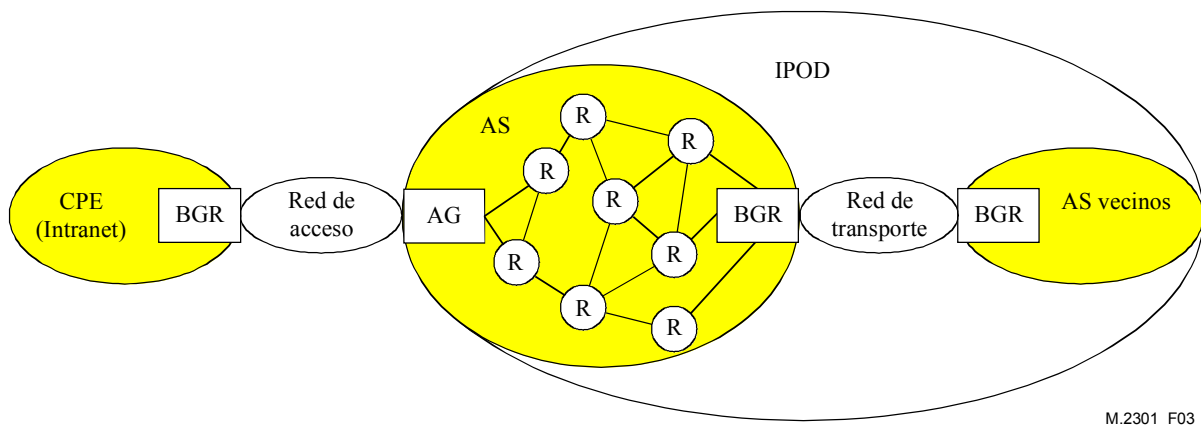


Figura 3/M.2301 – Ejemplo de topología de red para un cliente IP típico

El modelo de referencia hipotético utilizado en esta Recomendación es una red formada por dos enlaces de acceso y ocho IPOD. Para las clases QoS más rigurosas (0 y 2), el número de IPOD se reduce a tres. En la cláusula 9 se proporcionan mayores detalles.

5.1 Definiciones de disponibilidad

Conviene que las mediciones definidas en esta Recomendación se realicen en una red o parte de una red sólo durante los periodos de disponibilidad. La definición y los criterios de disponibilidad están en estudio y pueden depender de la aplicación que soporta la red IP. Para mayor información véase la Rec. UIT-T Y.1540 [4].

Cuando para verificar la disponibilidad se necesita el tráfico de prueba hay que limitar el tráfico generado específicamente para este fin para que no provoque congestión. La congestión podría afectar a otros tipos de tráfico y/o podría aumentar significativamente la probabilidad de que se excedan los criterios de interrupción. No obstante, cabe señalar la posibilidad de que esta prueba no

indique la verdadera disponibilidad para volúmenes mayores de tráfico de cliente. La especificación del tren de paquetes de prueba está en estudio.

5.2 Redes privadas virtuales

Se probará cada uno de los IPOD que soporta una red privada virtual (RPV), que deben cumplir los valores del cuadro 3. Las pruebas extremo a extremo llevadas a cabo en la RPV deben cumplir los valores del cuadro 2. Los límites de rendimiento para las RPV pueden ser diferentes (por ejemplo, más rigurosos) en función de los acuerdos de nivel de servicio entre el proveedor de servicio y el cliente.

5.3 Procedimiento de puesta en servicio

Al poner en servicio un nuevo AS o nuevos recursos de red se aplicará el siguiente procedimiento para verificar que a través de un IPOD cumple los límites de esta Recomendación.

Las pruebas de flujo extremo a extremo se realizarán conforme a la cláusula 7 entre cada combinación de pares de OBGR. Cada par de prueba debe cumplir los objetivos de rendimiento del cuadro 3. Si el AS o los recursos de red pasan esta prueba se pueden poner en servicio.

Las pruebas descritas en la cláusula 7 se debe repetir 24 horas después de puestos en servicio el AS o los recursos de red para comprobar que su introducción no ha degradado el rendimiento extremo a extremo.

Si fallan la prueba inicial o sus repeticiones, se iniciarán los procedimientos de gestión de fallos apropiados.

Igualmente, cuando se pone en servicio un nuevo enlace entre dos IPOD (pares de OBGR), hay que aplicar el mismo procedimiento y debe cumplir los límites del cuadro 4. Los enlaces de acceso deben cumplir los límites del cuadro 5.

5.4 Procedimiento de mantenimiento

Es conveniente supervisar regularmente el rendimiento de un IPOD y de los enlaces entre los IPOD para verificar que no se ha degradado el rendimiento y para indicar posibles condiciones de congestión o de fallo. A tal efecto, se puede utilizar el conjunto completo o un subconjunto de las mediciones especificadas en las cláusulas 7 y 8. Este procedimiento puede incluir la aplicación de umbrales de mantenimiento a uno o más parámetros de rendimiento. Si se exceden, hay que iniciar acciones de mantenimiento correctivas. También se utilizarán para mantenimiento los límites de los cuadros 3, 4 y 5.

Después del trabajo de mantenimiento en un AS, hay que probar los recursos de red que han sido reparados (encaminadores o enlaces de transmisión) para cerciorarse de que aún se cumple el rendimiento extremo a extremo. En el apéndice I se da más orientación para probar los encaminadores y el enlace único.

6 Métodos de medición

Son los dos métodos básicos para medir el rendimiento que se definen en esta Recomendación. Se trata de los métodos "intrusivo" y "no intrusivo", que corresponden a los términos "activo" y "pasivo" utilizados por el IETF. Algunos parámetros de rendimiento se pueden medir solamente de forma intrusiva, mientras que otros, sólo de forma no intrusiva, y algunos se pueden medir de ambas maneras como se ilustra en el cuadro 1, por ejemplo mediante la supervisión MIB¹:

¹ Nótese que hay otros métodos de medición no intrusiva.

Cuadro 1/M.2301 – Medición intrusiva y no intrusiva de los parámetros de rendimiento

Parámetro	Intrusiva	No intrusiva
IPTD	√	
IPDV	√	
IPER	√	√
IPLR	√	√
IPDR		√

6.1 Medición intrusiva del rendimiento (con paquetes de prueba)

Las mediciones intrusivas del rendimiento consisten en insertar paquetes de prueba intercalados con los flujos de tráfico normal entre dos MP. Esta clase de medición permite un estudio más detallado de ciertos parámetros de rendimiento específicos, por ejemplo el retardo en un sentido mediante paquetes con sellos de tiempo y el efecto del tamaño y de la cantidad de paquetes en el rendimiento.

Cabe señalar que la medición intrusiva del rendimiento crea tráfico adicional en la red, por lo que hay que poner cuidado para que esta prueba no cause congestión y la pérdida consiguiente de paquetes de cliente. También es importante no hacerla cuando el tráfico de cliente sea tan bajo que sus resultados no sean válidos.

Conviene que el tren de paquetes de prueba y el periodo de medición sean apropiados al servicio de la aplicación al que darán soporte. La longitud y las características de los paquetes, así como los intervalos entre los periodos de medición, quedan en estudio.

6.2 Medición no intrusiva del rendimiento (con supervisión MIB)

El rendimiento se puede evaluar al pedir a todos los encaminadores las estadísticas de rendimiento con lo que se obtiene una visión en tiempo real del efecto de la red sobre el tráfico que la atraviesa. Los datos disponibles se enumeran en RFC 1213 [6] y RFC 2011 [8]. La RFC 1213 [6] se ha actualizado mediante las RFC 2011 [8], 2012 [9] y 2013 [10], pero sólo la RFC 2011 [8] es aplicable a esta Recomendación. Las RFC 1213 [6] y 2011 [8] incluyen estadísticas de las interfaces, y de IP, ICMP, TCP, EGP y SNMP. En la medición del rendimiento sólo se utilizan las estadísticas de interfaz y de IP, pues se refieren a todos los tipos de tráfico y no se verán afectadas por las diferencias entre los distintos protocolos (por ejemplo, la retransmisión de paquetes con TCP).

Esta clase de medición tiene la ventaja de que reduce las repercusiones en el tráfico del cliente y prueba cada ruta a través de la red. Además, permite identificar rápidamente los problemas en los enlaces o en los encaminadores. Ahora bien, cabe observar que las mediciones no intrusivas se pueden efectuar de forma realista sólo dentro de un IPOD, ya que sería difícil o poco recomendable para un operador acceder a los encaminadores de otro IPOD. Los operadores que dan conexión por una interfaz X de RGT podrían intercambiar los resultados de las de mediciones no intrusivas.

En el apéndice I se describe cómo se aplica la supervisión MIB dentro de un IPOD.

Las mediciones se efectúan en pares con intervalos de 15 minutos, excepto para aquellas interfaces que funcionan a 1 Gbit/s o velocidades superiores. En el último caso, las lecturas se separarán por el tiempo indicado en el cuadro A.1 u otro menor.

7 Medición intrusiva del rendimiento

Las técnicas de medición intrusiva se utilizan cuando es difícil o imposible utilizar la medición no intrusiva. Son casos en la medición del retardo de transferencia de paquetes en un sentido (IPTD) y

de la variación del retardo de paquetes (IPDV). La medición de IPTD necesita un reloj de gran resolución con precisión de frecuencia y de fase. Otro caso se da durante el proceso de establecimiento y puesta en servicio, antes de aplicar tráfico real a los recursos de red pertinentes. También se puede utilizar la medición intrusiva para evaluar el rendimiento con error, por ejemplo, la tasa de paquetes con error (IPER) y la tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR). Es imposible medir la tasa de descarte de paquetes mediante esta técnica, ya que los paquetes descartados no se pueden identificar en forma independiente de los paquetes perdidos. Por ello, se han aumentado los objetivos de rendimiento IPLR del cuadro 3 para abarcar los paquetes descartados por los encaminadores. En general, sólo los BGR y OBGR hacen intrusivas debido a los problemas prácticos que conlleva hacer mediciones en cada encaminador.

7.1 Retardo de la transferencia de paquetes IP en un sentido (IPTD)

Esta prueba se efectúa en todas las combinaciones de pares de OBGR dentro de un IPOD. Todos los pares de OBGR tienen que producir resultados IPTD dentro de los objetivos de rendimiento especificados en el cuadro 3. La prueba consiste en enviar de un OBGR a otro, un tren de paquetes con sello de tiempo distribuidos en todo el tráfico. Se registra el tiempo en que se recibe cada paquete. El tiempo en que cada paquete fue transmitido se resta del tiempo en que fue recibido para obtener el retardo en un sentido resultante para ese paquete. Hay que registrar el IPTD para el caso más desfavorable; la cantidad de paquetes de prueba utilizados debe ser suficiente para obtener un 95% de confianza. Además, hay que hacer la misma prueba en el enlace de conexión entre los OBGR de IPOD vecinos y extremo a extremo. Los resultados de estos dos casos se debe conformar a los límites de los cuadros 4 y 2, respectivamente.

7.2 Variación del retardo de paquetes IP en un sentido (IPDV)

Esta prueba se efectúa en todas las combinaciones de pares de OBGR dentro de un IPOD mediante un tren de paquetes de prueba similar al de IPTD. Todos los pares de OBGR tienen que producir un IPDV dentro de los objetivos de rendimiento especificados en el cuadro 3. Se transmite de un OBGR al otro una secuencia de paquetes de prueba. El retardo en un sentido se calcula como en el caso anterior. El valor más pequeño de IPTD se resta del valor mayor para obtener la variación de retardo; la cantidad de paquetes de prueba utilizados debe ser suficiente para obtener un 95% de confianza (es decir, no se registra menos del 5% de la población de valores IPTD). El resultado se debe conformar a los límites especificados en el cuadro 3. Hay que hacer la misma prueba en el enlace de conexión entre los OBGR de IPOD vecinos y extremo a extremo. Los resultados de estos dos casos se deben conformar a los límites de los cuadros 4 y 2, respectivamente.

7.3 Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR)

Esta prueba se efectúa en todas las combinaciones de pares de OBGR dentro de un IPOD. Todos los pares de OBGR tienen que producir resultados IPLR dentro de los objetivos de rendimiento especificados en el cuadro 3. La prueba consiste en enviar de un OBGR al otro un tren de paquetes numerados distribuidos en todo el tráfico. En el OBGR de recepción se verifican los paquetes para determinar si faltan algunos. Se registra el número total de paquetes faltantes, junto con el número total de paquetes enviados. La relación entre los dos valores es el IPLR. La cantidad de paquetes de prueba utilizados debe ser suficiente para obtener un 95% de confianza. Además, hay que hacer la misma prueba en el enlace de conexión entre los OBGR de IPOD vecinos y extremo a extremo. Los resultados de estos dos casos se deben conformar a los límites de los cuadros 4 y 2, respectivamente.

7.4 Tasa de errores en los paquetes IP (IPER)

Esta prueba se efectúa en todas las combinaciones de pares de OBGR dentro de un IPOD. Todos los pares de OBGR tienen que producir resultados IPER dentro de los objetivos de rendimiento especificados en el cuadro 3. La prueba consiste en enviar de un OBGR al otro un tren de paquetes

distribuido en todo el tráfico. Cada paquete contiene bits de verificación de errores. En el OBGR de recepción se verifican los errores de cada paquete. Se registra el número total de paquetes con error, junto con el número total de paquetes recibidos. La relación entre los dos valores es el IPER. La cantidad de paquetes de prueba utilizados debe ser suficiente para obtener un 95% de confianza. Además, hay que hacer la misma prueba en el enlace de conexión entre los OBGR de IPOD vecinos y extremo a extremo. Los resultados de estos dos casos se deben conformar a los límites de los cuadros 4 y 2, respectivamente.

8 Medición de la calidad de funcionamiento no intrusiva con supervisión MIB

Como se describió más arriba, el rendimiento de un IPOD (incluido un solo AS) se puede evaluar al pedir información de rendimiento, a todos los encaminadores de ese sistema con lo que se obtiene una visión en tiempo real del efecto de la red en el tráfico que la atraviesa. Se pueden medir IPER e IPLR en cualquier enlace establecido entre dos encaminadores cualesquiera.

Se pueden efectuar mediciones en cada enlace del IPOD o en enlaces específicos. Dichos enlaces, seleccionados para una medición particular, se denominan "población de interés". Para obtener el rendimiento del enlace de conexión entre IPOD vecinos se pide a la MIB de un OBGR que haga una comparación con la MIB del OBGR próximo.

A la MIB de cada encaminador se le pedirá los conteos necesarios:

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts;
- ifInDiscards;
- ifInErrors;
- ifInUnknownProtos;
- ifOutUcastPkts;
- ifOutNUcastPkts;
- ifOutDiscards;
- ifOutErrors.

Para las definiciones de estos conteos, véase la RFC 1213 [6]. Estas lecturas se efectuarán dos veces, separadas por un intervalo de tiempo especificado. Este intervalo de tiempo entre lecturas dependerá de la velocidad de datos de la interfaz cuyas estadísticas se están recogiendo. En el anexo A se indica el intervalo de tiempo para cada velocidad binaria y los procedimientos aplicables cuando el contador vuelve a cero.

En la figura 4 se ilustra el paso de los paquetes de un encaminador al siguiente y los tres puntos en los que puede ocurrir pérdida de paquetes o paquetes con errores, que se pueden encontrar mediante la supervisión MIB.

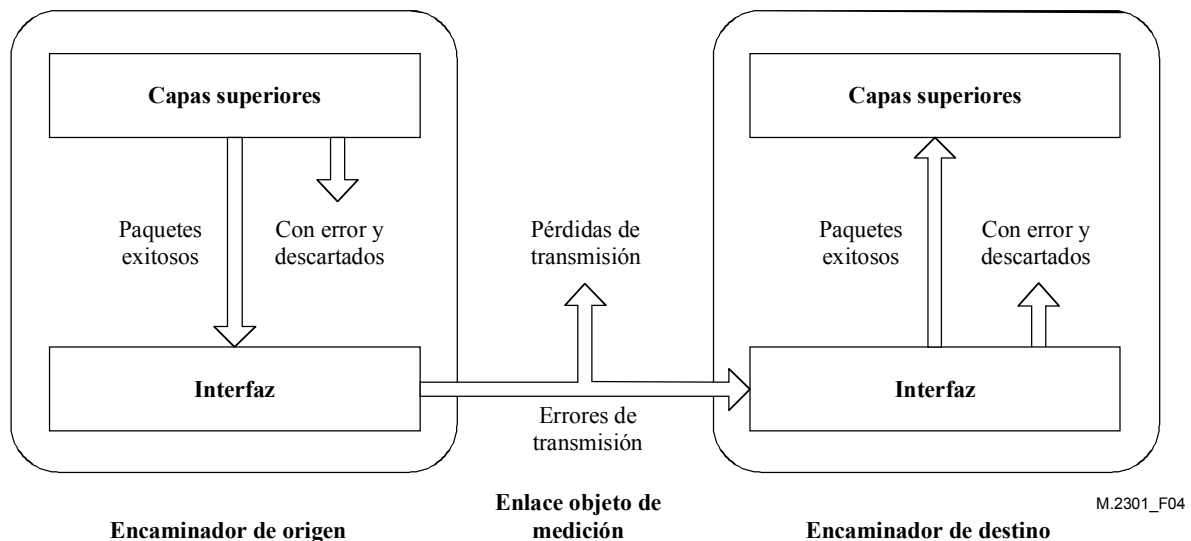


Figura 4/M.2301 – Puntos en los que puede ocurrir pérdida de paquetes y paquetes con errores

8.1 Eventos de rendimiento IP

8.1.1 Total de paquetes IP recibidos

El total de los paquetes IP recibidos es un conteo de la cantidad de paquetes recibidos en una interfaz.

La cantidad total de paquetes recibidos a través de una interfaz se obtiene mediante la suma de

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts;
- ifInDiscards;
- ifInErrors;
- ifInUnknownProtos.

Sea esta suma ifInTotal.

La cantidad entregada con éxito a un protocolo de capa superior viene dada por la suma de

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts.

Sea esta suma ifInOk.

Esto se puede definir matemáticamente como sigue:

Defínase:

$$\text{ifInTotal} = \text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts} + \text{ifInDiscards} + \text{ifInErrors} + \text{ifInUnknownProtos}$$

$$\text{ifInOK} = \text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts}$$

Defínase:

$$\text{ifInErrored} = \text{ifInErrors} + \text{ifInUnknownProtos}$$

8.1.2 Total de paquetes IP transmitidos

El total de paquetes IP transmitidos es un conteo de la cantidad de paquetes enviados a una interfaz para su transmisión hacia adelante.

El total de paquetes enviados a una interfaz viene dado por la suma de

- ifOutUcastPkts;
- ifOutNUcastPkts.

Sea esta suma ifOutTotal.

La cantidad transmitida con éxito por el enlace viene dada por la suma de

- ifOutUcastPkts;
- ifOutNUcastPkts.

menos la suma de:

- ifOutDiscards;
- ifOutErrors.

Sea esto ifOutOk.

O expresado matemáticamente:

$$\text{ifOutTotal} = \text{ifOutUcastPkts} + \text{ifOutNUcastPkts}.$$

Entonces:

$$\text{ifOutOK} = \text{ifOutTotal} - (\text{ifOutDiscards} + \text{ifOutErrors}).$$

8.1.3 Tasa de errores en los paquetes IP (IPER)

La tasa de paquetes IP con error es la relación del total de paquetes IP con error y total de transferencia exitosa de paquetes IP más los paquetes IP con error de una población de interés.

La cantidad de paquetes recibidos con error viene dada por la suma de

- ifInErrors;
- ifInUnknownProtos.

Sea esta suma ifInErrored.

La tasa de paquetes con error es la relación de ifInErrored e ifInTotal.

O expresado matemáticamente:

$$\text{IPER} = (\text{ifInErrors} + \text{ifInUnkownProtos})/\text{ifInTotal}.$$

8.1.4 Tasa de pérdida de paquetes IP (IPLR)

La tasa de pérdida de paquetes IP es la relación del total de paquetes IP perdidos y total de paquetes IP transmitidos de una población de interés.

La tasa de pérdida de paquetes es la relación de los paquetes recibidos y entregados a la capa superior y la cantidad de paquetes enviados para transmisión, es decir ifInOk e ifOutTotal.

O expresado matemáticamente:

$$\text{IPLR} = (\text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts})/\text{ifOutTotal}.$$

8.1.5 Tasa de descarte de paquetes IP (IPDR)

La tasa de descarte de paquetes IP es la relación del total de paquetes IP descartados y total de paquetes IP transmitidos de una población de interés. Los paquetes descartados son los perdidos en forma deliberada, aunque no tengan error. En general, los paquetes se descartan porque no hay espacio suficiente en la memoria tampón para almacenar los paquetes que esperan su procesamiento. Entonces, la tasa de descarte de paquetes IP es una medida de la congestión de la red.

La cantidad de paquetes descartados viene dada por la suma de:

- ifInDiscards;
- ifOutDiscards.

Sea esta una ifDiscardTotal.

La tasa de descarte de paquetes es la relación de ifDiscardTotal e ifOutTotal.

O expresado matemáticamente:

$$IPDR = (ifInDiscards + ifOutDiscards)/ifOutTotal.$$

9 Objetivos de rendimiento para las redes IP

Los valores indicados en los siguientes cuadros se basan en un modelo de referencia hipotético formado por dos enlaces de acceso y ocho IPOD conectados por siete enlaces OBGR a OBGR, en una longitud total de 27 500 km. Ya que en distancias tan largas no se pueden garantizar los objetivos IPTD rigurosos de las clases QoS 0 y 2, se utiliza para ellas un modelo de referencia reducido, que consiste en dos enlaces de acceso y tres IPOD conectados por dos enlaces OBGR a OBGR, en una longitud total de 10 000 km.

Se ha asignado dos tercios del objetivo total de rendimiento extremo a extremo a los IPOD y un tercio, a los enlaces de conexión. *A cada uno* de los enlaces de acceso se le ha asignado 17,5% de la asignación total de enlace de conexión (es decir 5,83% del objetivo total de rendimiento extremo a extremo). Los objetivos de rendimiento para un solo IPOD o un solo enlace de conexión entre los IPOD adyacentes se obtienen mediante prorrateo de los objetivos de rendimiento extremo a extremo. En el caso de IPER, esto puede producir una visión ligeramente pesimista de la tasa de paquetes con error, especialmente para valores crecientes de IPER. Esto depende de las estadísticas de error de su relación con las estadísticas de longitud de paquete.

9.1 Flujo IP extremo a extremo

Se estipulan los siguientes objetivos de rendimiento para un flujo IP extremo a extremo que atraviesa dos o más IPOD:

Cuadro 2/M.2301 – Definiciones de clase QoS para IP y objetivos de rendimiento de red para un flujo IP extremo a extremo

Parámetro / Clase QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Clase 0	100 ms	50 ms	5×10^{-4} (nota 1)	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Clase 1	400 ms	50 ms	5×10^{-4} (nota 1)	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Clase 2	100 ms	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Clase 3	400 ms	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Clase 4	1 s	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Clase 5	U	U	U	U	U

NOTA 1 – Algunas aplicaciones (por ejemplo, MPEG-2) pueden necesitar $IPLR < 5 \times 10^{-5}$.

NOTA 2 – "U" significa "no especificado" o "no acotado". Cuando el rendimiento relativo a un parámetro particular se clasifica por "U", la UIT-T no establece ningún objetivo para este parámetro y no se tienen en cuenta los objetivos por defecto de Rec. UIT-T Y.1541 [5]. Cuando el objetivo de un parámetro se fija a "U", el rendimiento con respecto a ese parámetro puede, algunas veces, ser arbitrariamente mediocre.

9.2 Flujo IP a través de un solo IPOD

Se estipulan los siguientes objetivos de rendimiento para un flujo IP que atraviesa un solo IPOD. Hay 8 IPOD en el modelo de referencia y, por lo tanto, el objetivo de rendimiento para un IPOD se obtiene mediante las siguientes fórmulas:

Objetivo para un IPOD = objetivo extremo a extremo $\times 2/3 \times 1/8$ (para las clases QoS 1, 3, 4 y 5).

Objetivo para un IPOD = objetivo extremo a extremo $\times 2/3 \times 1/3$ (para las clases QoS 0 y 2).

Cuadro 3/M.2301 – Definiciones de las clases QoS para IP y objetivos de rendimiento de red para un flujo IP que atraviesa un solo IPOD

Parámetro / Clase QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Clase 0	11 + P ms (Nota 3)	En estudio	$1,1 \times 10^{-4}$ (Nota 1)	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$ (Nota 1)
Clase 1	22 + P ms (Nota 3)	En estudio	$4,2 \times 10^{-5}$ (Nota 1)	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$ (Nota 1)
Clase 2	11 + P ms (Nota 3)	U	$1,1 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$
Clase 3	22 + P ms (Nota 3)	U	$4,2 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$
Clase 4	72 + P ms (Nota 3)	U	$4,2 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$
Clase 5	U	U	U	U	U

NOTA 1 – Algunas aplicaciones (por ejemplo, MPEG-2) pueden necesitar un IPLR más riguroso.

NOTA 2 – "U" significa "no especificado" o "no acotado". Cuando el rendimiento relativo a un parámetro particular se clasifica por "U", la UIT-T no establece ningún objetivo para este parámetro y no se tienen en cuenta los objetivos por defecto de la Rec. UIT-T Y.1541 [5]. Cuando el objetivo de un parámetro se fija a "U", el rendimiento con respecto a ese parámetro puede, algunas veces, ser arbitrariamente mediocre.

NOTA 3 – Cuando la ruta entre los OBGR que atraviesan el IPOD excede de 200 km, se añade el retardo de propagación, P, que se obtiene multiplicando la distancia de la ruta (en km) por 5, dividido por 1000 y redondeado hacia abajo a un entero. Esto permite 1 ms por cada múltiplo entero de 200 km. Véase el cuadro 6 para el cálculo de la distancia de la ruta cuando sólo se conoce la distancia aérea.

NOTA 4 – Los límites de rendimiento con retardo se obtienen con las fórmulas indicadas antes del cuadro después de haber suprimido del IPTD total extremo a extremo el retardo resultante de la longitud de la red (137 ms para las clases QoS 1, 3, 4 y 5; 50 ms para las clases QoS 0 y 2). El factor P, que depende de la distancia, puede hacer que un gran IPOD no cumpla los objetivos de rendimiento del flujo total extremo a extremo. Por ejemplo, en los casos geográficos muy grandes o con un salto de satélite, puede que no sea posible cumplir los límites totales de rendimiento con retardo extremo a extremo. Por ello, algunos servicios basados en IP altamente interactivos pueden no ser viables.

9.3 Un solo enlace entre dos IPOD adyacentes

Se estipulan los siguientes objetivos de rendimiento para un solo enlace entre los dos OBGR en la frontera de dos IPOD. En el modelo de referencia, hay 8 IPOD y, por lo tanto, el objetivo de rendimiento para un solo enlace de conexión entre los IPOD adyacentes viene dado por las fórmulas:

Objetivo para un enlace = objetivo extremo a extremo $\times 1/3 \times 0,65 \times 1/7$
(para las clases QoS 1, 3, 4, 5).

Objetivo para un enlace = objetivo extremo a extremo $\times 1/3 \times 0,65 \times 1/2$
(para las clases QoS 0 y 2).

Cuadro 4/M.2301 – Definiciones de las clases QoS para IP y objetivos de calidad de funcionamiento de red para un solo enlace entre OBGR

Parámetro / Clase QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Clase 0	5 + P ms (Nota 1)	En estudio	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Clase 1	8 + P ms (Nota 1)	En estudio	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 2	5 + P ms (Nota 1)	U	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Clase 3	8 + P ms (Nota 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 4	27 + P ms (Nota 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 5	U	U	U	U	U

NOTA 1 – Cuando la ruta entre los OBGR de IPOD adyacentes excede de 200 km, se añade el retardo de propagación, P, que se obtiene multiplicando la distancia de la ruta (en km) por 5, dividido por 1000 y redondeado hacia abajo a un entero. Esto permite 1 ms por cada múltiplo entero de 200 km. Véase el cuadro 6 para el cálculo de la distancia de la ruta cuando sólo se conoce la distancia aérea.

NOTA 2 – Los límites de rendimiento con retardo se obtienen con las fórmulas indicadas antes del cuadro después de haber suprimido del IPTD total extremo a extremo el retardo resultante de la longitud de la red (137 ms para las clases QoS 1, 3, 4 y 5; 50 ms para las clases QoS 0 y 2). El factor P, que depende de la distancia, puede hacer que un gran IPOD no cumpla los objetivos de rendimiento del flujo total extremo a extremo. Por ejemplo, en los casos geográficos muy grandes o con un salto de satélite, puede que no sea posible cumplir los límites totales de rendimiento con retardo extremo a extremo. Por ello, algunos servicios basados en IP altamente interactivos pueden no ser viables.

9.4 Enlaces de acceso

Se estipulan los siguientes objetivos de rendimiento para el enlace de acceso entre la NI y la AG. El objetivo de rendimiento para un enlace de acceso viene dado por la fórmula:

Objetivo de enlace de acceso = objetivo extremo a extremo $\times 1/3 \times 0,175$

Cuadro 5/M.2301 – Definiciones de clases QoS para IP y objetivos de rendimiento de red para un solo enlace de acceso

Parámetro Clase QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Clase 0	3 + P ms (Nota 1)	En estudio	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Clase 1	15 + P ms (Nota 1)	En estudio	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Clase 2	3 + P ms (Nota 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Clase 3	15 + P ms (Nota 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Clase 4	50 + P ms (Nota 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Clase 5	U	U	U	U	U

NOTA 1 – Si la distancia de la ruta de un enlace de acceso excede de 200 km se añade el término de retardo de propagación, P. Éste se calcula al multiplicar la distancia de la ruta (en km) por 5, dividiéndolo por 1000 y redondeándolo hacia abajo a un entero. Esto permite en forma efectiva 1 ms por cada múltiplo entero de 200 km. Véase el cuadro 6 para el cálculo de la distancia de la ruta cuando sólo se conoce la distancia aérea.

NOTA 2 – Los límites del rendimiento con retardo se derivan de las fórmulas antes del cuadro después de haber suprimido, del IPTD extremo a extremo total, el retardo resultante de la longitud de la red (137 ms para las clases 1, 3, 4 y 5 de QoS; 50 ms para las clases 0 y 2 de QoS). Debido al factor P que depende de la distancia, podrían no ser factibles los objetivos de rendimiento del flujo extremo a extremo total para el caso de enlaces de acceso largos. Por ejemplo, en algunos casos geográficos extremos o con un salto de satélite, podría no ser posible cumplir con los límites de rendimiento con retardo extremo a extremo total. Como resultado, pueden no ser viables algunos servicios basados en IP altamente interactivos.

9.5 Cálculo de la distancia de la ruta

El cuadro 6 contiene las fórmulas para calcular la distancia de la ruta cuando sólo se conoce la distancia aérea.

Cuadro 6/M.2301 – Distancia de la ruta calculada

Distancia d de la ruta aérea	Distancia de la ruta calculada
$d < 1000$ km	$d \times 1,5$ km
$1000 \leq d < 1200$ km	1500 km
$d \geq 1200$ km	$d \times 1,25$ km

Anexo A

Procedimientos para leer los registros MIB de los encaminadores

Este anexo contiene los procedimientos para leer los registros MIB de los encaminadores. El cuadro A.1 indica el intervalo de tiempo entre las lecturas de los valores MIB, que depende de la velocidad binaria de la interfaz.

Cuadro A.1/M.2301 – Tiempo transcurrido entre las lecturas de los valores MIB

Designación UIT	Designación T1 ATIS	Velocidad de datos (Mbit/s)	Intervalo de tiempo
IEEE 802.2 Ethernet	IEEE 802.2 Ethernet	10	24 hrs
E3		34	12 hrs
	DS3	45	12 hrs
IEEE 802.3u Ethernet	IEEE 802.3u Ethernet	100	140 mins
STM-1	STS-3/OC-3	155	3 hrs
STM-4	STS-12/OC-12	622	50 mins
IEEE 802.3z GbE	IEEE 802.3z GbE	1000	14 mins
STM-16	STS-48/OC-48	2488	10 mins
IEEE 802.3ae GbE	IEEE 802.3ae GbE	10 000	1 min

Cuando se efectúan mediciones no intrusivas, se lee dos veces la MIB de cada encaminador, una al comienzo del periodo de medición y la otra al fin. Normalmente la lectura final es mayor que la inicial. Si es así, la lectura inicial se resta de la final para obtener el valor del parámetro objeto de medición. A veces, el contador "vuelve a cero" (cuando alcanza el conteo máximo vuelve a empezar de cero). Los valores del cuadro A.1 se han elegido de forma que esto no suceda dos veces durante un periodo de medición.

Cuando el contador vuelve a cero, la lectura final es menor que la inicial. Antes de calcular el valor correcto es necesario determinar si el contador es de 32 o de 64 bits. Todas las MIB que interroga SNMP v1 utilizan contadores de 32 bits, pues v1 no soporta contadores de 64 bits. Si se utiliza SNMP v2c o v3 puede que algunos de los contadores sean de 64 bits. Los contadores de 64 bits llevan la sigla "HC" (que significa "gran capacidad", *high capacity*) en el nombre. Por ejemplo el contador ifHCInUcastPkts tiene 64 bits, mientras que el ifInUcastPkts tiene 32 bits.

A continuación, hay que consultar la figura A.1 para determinar cómo calcular los valores que arroja la lectura de dos contadores.

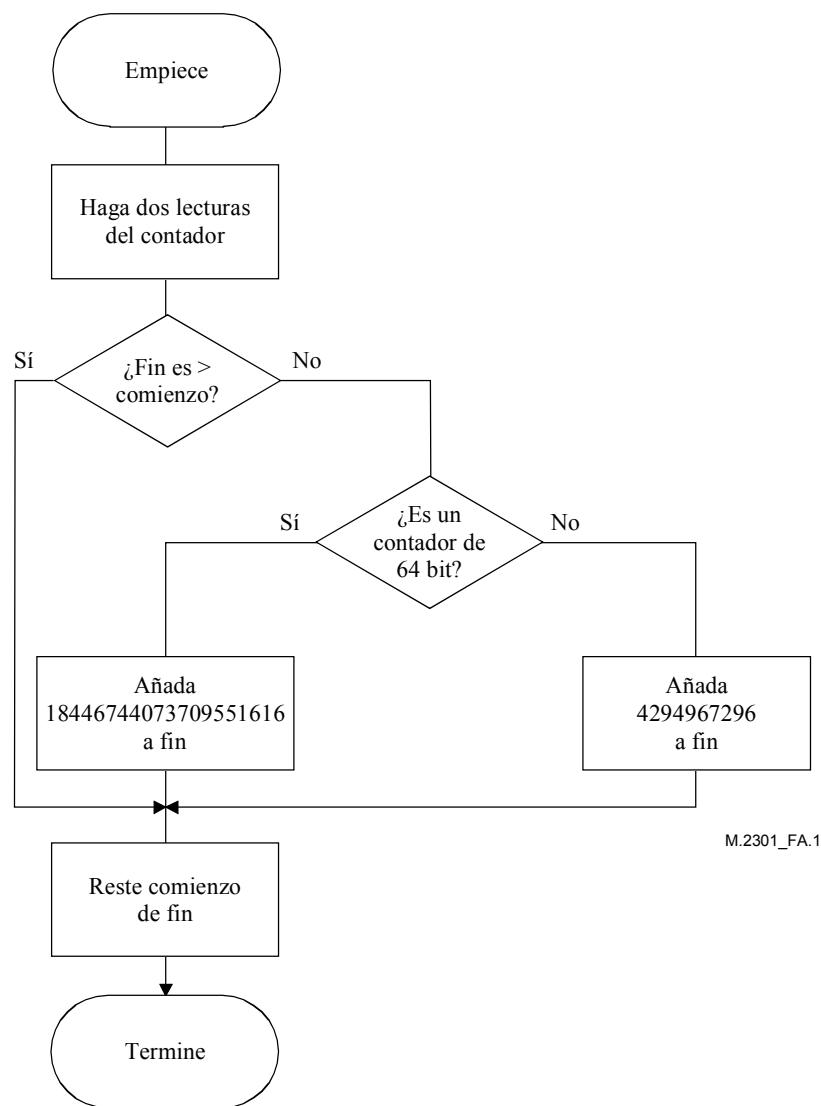


Figura A.1/M.2301 – Flujograma para determinar los valores de contador MIB

Cabe señalar que la mayoría de los equipos de red IP utilizan una interfaz de gestión SNMP, pero no se excluyen otros tipos de protocolo.

Apéndice I

Rendimiento dentro de un IPOD

I.1 Un solo enlace entre dos encaminadores adyacentes

Cuando se añade un enlace o un encaminador a un AS existente, se puede probar con los métodos definidos en esta Recomendación. Un operador de red IP puede usar el método no intrusivo de medición del rendimiento definido en la cláusula 8 para supervisar su red periódicamente. Así, identificará rápidamente los enlaces y los encaminadores con rendimiento mediocre, una alerta oportuna de que tiene que rediseñar la red para hacer frente al incremento de tráfico. Entonces, se encontrarán los puntos problemáticos y se los tratará antes de que afecten seriamente el tráfico de usuario.

Los objetivos de rendimiento para un enlace de conexión entre encaminadores se obtienen mediante el prorrateo de los objetivos de calidad de funcionamiento extremo a extremo. En el caso de IPER, esto puede producir una visión ligeramente pesimista de la tasa de paquetes con error, especialmente para valores crecientes de IPER. Esto depende de las estadísticas de error y de su relación con las estadísticas de longitud de paquetes.

En el cuadro I.1 se estipulan los objetivos de rendimiento para cada enlace entre encaminadores adyacentes dentro del mismo AS:

Cuadro I.1/M.2301 – Definiciones de clases QoS para IP y objetivos de rendimiento de red para un solo enlace entre encaminadores

Parámetro Clase QoS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Clase 0	5 + P ms (Nota 1)	En estudio	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Clase 1	8 + P ms (Nota 1)	En estudio	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 2	5 + P ms (Nota 1)	U	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 3	8 + P ms (Nota 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 4	27 + P ms (Nota 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Clase 5	U	U	U	U	U

NOTA 1 – Si la distancia de la ruta entre los encaminadores excede de 200 km, se añade el término de retardo de propagación, P. Éste se calcula al multiplicar la distancia de la ruta (en km) por 5, dividiéndolo por 1000 y redondeándolo hacia abajo a un entero. Véase el cuadro 6 para el cálculo de la distancia de la ruta cuando sólo se conoce la distancia aérea.

NOTA 2 – Debido al factor P que depende de la distancia, podrían no ser factibles los objetivos de rendimiento del flujo extremo a extremo total para el caso de grandes IPOD. Por ejemplo, en algunos casos geográficos extremos o con un salto de satélite, podría no ser posible cumplir los límites de rendimiento con retardo extremo a extremo total. Como resultado, pueden no ser viables algunos servicios basados en IP altamente interactivos.

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 y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación