

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

J.241

(04/2005)

SERIE J: REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE
PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS,
Y DE OTRAS SEÑALES MULTIMEDIOS

Mediciones de la calidad de servicio

**Clasificación y métodos de medición de la
calidad del servicio para servicios de vídeo
digital ofrecidos a través de redes IP de banda
ancha**

Recomendación UIT-T J.241

UIT-T



Recomendación UIT-T J.241

Clasificación y métodos de medición de la calidad del servicio para servicios de vídeo digital ofrecidos a través de redes IP de banda ancha

Resumen

En esta Recomendación se especifican requisitos de calidad de funcionamiento y métodos de medición objetiva de la calidad de servicio (QoS) adecuados para la distribución de servicios de vídeo digital a través de redes IP de banda ancha. Los requisitos de calidad de funcionamiento que se especifican reflejan la clasificación de la QoS del protocolo Internet (IP) en distintos niveles, de "excelente" a "fuera de servicio". Los requisitos se basan en la medición objetiva de extremo a extremo de los valores de un reducido número de parámetros relativos a los trenes IP transportados. Las mediciones se realizan en el equipo situado en las instalaciones del cliente y son transmitidas al extremo de cabecera. Es evidente que los métodos de medición objetiva y los parámetros recomendados influyen en la calidad de servicio que se ofrece al usuario.

Orígenes

La Recomendación UIT-T J.241 fue aprobada el 6 de abril de 2005 por la Comisión de Estudio 9 (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.

© UIT 2005

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, siglas o acrónimos	2
5 Clasificación y métodos de medición de la calidad de servicio para servicios de vídeo digital ofrecidos a través de redes IP de banda ancha.....	2
5.1 Antecedentes.....	2
5.2 Recomendación	2
Anexo A – Modelo de medición de sistema	3
Anexo B – Mediciones de extremo a extremo	5
B.1 Mediciones en el receptor de vídeo	5
B.2 Análisis de la velocidad de tramas	6
Anexo C – Capa IP	7
C.1 Requisitos de transporte del protocolo IP.....	7
C.2 Clase de servicio IP de flujo continuo de vídeo	8
C.3 Mediciones en el transporte IP	8
C.4 Disponibilidad del servicio IP de extremo a extremo	10
C.5 Clasificación del servicio en la red IP	10
Apéndice I – Ejemplo de una clasificación de servicio de red IP	11

Recomendación UIT-T J.241

Clasificación y métodos de medición de la calidad del servicio para servicios de vídeo digital ofrecidos a través de redes IP de banda ancha

1 Alcance

En esta Recomendación se especifican requisitos de calidad de funcionamiento y métodos de medición objetiva de la QoS, adecuados para la distribución de servicios de vídeo digital a través de redes IP de banda ancha. Los requisitos de calidad de funcionamiento se basan en una medición objetiva de los valores de un reducido número de parámetros. Las mediciones son aplicadas a los trenes IP distribuidos en el equipo en las instalaciones del cliente. Es evidente que estos parámetros influyen en la calidad de servicio entregada al usuario y que permiten definir las mediciones necesarias para evaluar la degradación de la calidad de servicio introducida por una red IP.

La definición de un modelo de sistema de televisión digital completo a través de una red IP, incluida la definición de la técnica adecuada de corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*), queda fuera del alcance de esta Recomendación. Es bien sabido que la calidad de vídeo percibida se ve afectada en gran medida por la calidad de funcionamiento de la FEC. Por consiguiente, esta Recomendación no garantiza que la clasificación que se propone sea suficiente para evaluar la calidad percibida en una radiodifusión de televisión a través de un sistema IP, ya que la calidad de funcionamiento de una red IP de extremo a extremo se mide antes de haber aplicado la FEC.

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.1020 (2003), *Definición de parámetros de calidad de funcionamiento para aplicaciones de voz y otras aplicaciones en la banda vocal que utilizan redes del protocolo Internet.*
- 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 (2002), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se define el término siguiente.

3.1 red IP de banda ancha: Brinda acceso a las redes de telecomunicaciones IP ofrecidas por las tecnologías de línea de abonado digital asimétrica (ADSL, *asymmetric digital subscriber line*), ADSL2+, de línea de abonado digital de velocidad muy alta (VDSL, *very high speed DSL*), red de acceso óptico, etc.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</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>)
MPEG	Grupo de expertos en imágenes en movimiento (<i>moving picture experts group</i>)
PLR	Tasa de pérdida de paquetes (<i>packet loss ratio</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RTCP	Protocolo de control en tiempo real (<i>real time control protocol</i>)
RTP	Protocolo en tiempo real (<i>real time protocol</i>)
SLA	Acuerdo de nivel de servicio (<i>service level agreement</i>)
STB	Adaptador multimedia (<i>set top box</i>)
TCP	Protocolo de control de transmisión (<i>transmission control protocol</i>)
UDP	Protocolo de datagrama de usuario (<i>user datagram protocol</i>)
VoD	Vídeo a la carta (<i>video on demand</i>)

5 Clasificación y métodos de medición de la calidad de servicio para servicios de vídeo digital ofrecidos a través de redes IP de banda ancha

5.1 Antecedentes

Los trenes de transporte digital basados en la codificación MPEG2 se han convertido en la tecnología preponderante para aumentar la percepción de los servicios de televisión digital, debido a que permiten combinar la distribución de servicios de televisión digital de calidad superior con la oportunidad de que los usuarios finales disfruten de una interacción en tiempo real con plataformas de servicio multimedios.

En la medida en la que las redes de comunicación fija de banda ancha comienzan a ser instaladas ampliamente en varios países, aparecen oportunidades evidentes para extender esta oferta de servicio mediante el transporte basado en los protocolos IP.

Las capacidades nativas de acceso compartido y bidireccional de una red IP ofrecen, de hecho, un entorno ideal para proporcionar a los clientes una plena interactividad de usuario final y soportar servicios avanzados, lo que representa ventajas con respecto a los servicios de vídeo de flujo continuo tradicionales. Por consiguiente, las redes de comunicaciones de banda ancha basadas en IP ofrecen otro entorno de transporte bidireccional y con calidad de servicio superior para conducir de modo transparente el contenido de vídeo conforme con MPEG2.

5.2 Recomendación

Los métodos para medir la calidad de servicio de los servicios de televisión digital cursados a través de una red IP de banda ancha deben ser adaptados a las características específicas de los servicios de transporte proporcionados por una red de comunicación IP.

El anexo A ilustra un módulo de bloques conceptual de un modelo de medición de sistema para una cadena de transmisión de servicios de televisión por IP.

En este modelo de medición, la calidad de servicio debe medirse de extremo a extremo, concretamente desde el punto de introducción del programa en la red hasta el equipo situado en las instalaciones del cliente (CPE, *customer premises equipment*). Este modelo arroja valores que se aproximan bastante a la calidad de servicio que se entrega al usuario final, y tiene en consideración la influencia de la red IP en el tren de vídeo.

Hay dos clases de mediciones de calidad de servicio que deben realizarse en el receptor de vídeo, las cuales se describen en los anexos B y C.

En el anexo B figuran las mediciones de extremo a extremo recomendadas que han de efectuarse en el tren de vídeo una vez suprimida la estructura de paquetes IP.

En el anexo C aparecen las mediciones que han de realizarse en la capa IP del tren de vídeo.

Anexo A

Modelo de medición de sistema

En su forma más sencilla, el modelo de distribución de servicios de televisión en una red IP, consta de tres partes:

- El extremo de cabecera – Incluye todos los dispositivos y las aplicaciones necesarias para producir las señales de vídeo que son enviadas a la red.
- La red de transporte – Transporta la señal de vídeo a los CPE del usuario final.
- El CPE – Se trata de un punto extremo IP (por lo general un STB) que decodifica la señal de vídeo y permite su visualización en un televisor conectado normalmente al STB.

Entre el proveedor de servicio y el operador de la red de telecomunicaciones habrán de establecerse SLA explícitos para el transporte de los trenes de vídeo entre el extremo de cabecera y la red de transporte.

En la red de transporte IP podrán distribuirse servicios de audio, vídeo, datos e interactivos si el extremo de cabecera y los STB cuentan con la conformidad necesaria. Todos los servicios y normas son compatibles con la pila de protocolos TCP/IP; la red IP debe garantizar el nivel de calidad de funcionamiento exigido y debe disponer de algún punto de prueba donde pueda ser medido dicho nivel.

En esta Recomendación se supone que la calidad de la señal de vídeo de entrada que se entrega a la red IP está bajo la responsabilidad y control del extremo de cabecera.

El extremo de cabecera debe introducir los trenes de vídeo en la red de conformidad con las normas de transporte apropiadas a la red IP. Dichas normas deben estipular:

- La tasa máxima de paquetes por tren.
- El número máximo de trenes sostenibles.
- La máxima anchura de banda por tren (o tasa de paquetes para un tamaño de paquete determinado).
- El protocolo de transporte que va a ser utilizado.
- El tamaño de la trama (capa de transporte).

- El tamaño del paquete.
- El perfil del espacio permitido entre los paquetes.
- El máximo tamaño de ráfaga.

Por otro lado, la red IP debe garantizar el nivel de servicio acordado para la distribución de los trenes de vídeo a los usuarios finales.

En una red IP, los servicios de vídeo a la carta (VoD, *video on demand*) generalmente están asociados con métodos de distribución de contenido en la modalidad de unidifusión mientras que los servicios de televisión son distribuidos utilizando los protocolos basados en multidifusión por IP.

El protocolo de transporte IP utilizado para la distribución en la modalidad unidifusión puede ser UDP o TCP mientras que la distribución multidifusión es transportada por encima del protocolo UDP.

La determinación del nivel de servicio debe basarse en mediciones de extremo a extremo, lo que permitirá obtener información relativa a:

- La calidad ofrecida al usuario.
- La influencia de la red IP en la señal de vídeo.

La figura A.1 muestra el modelo de medición de sistema que resume este método.

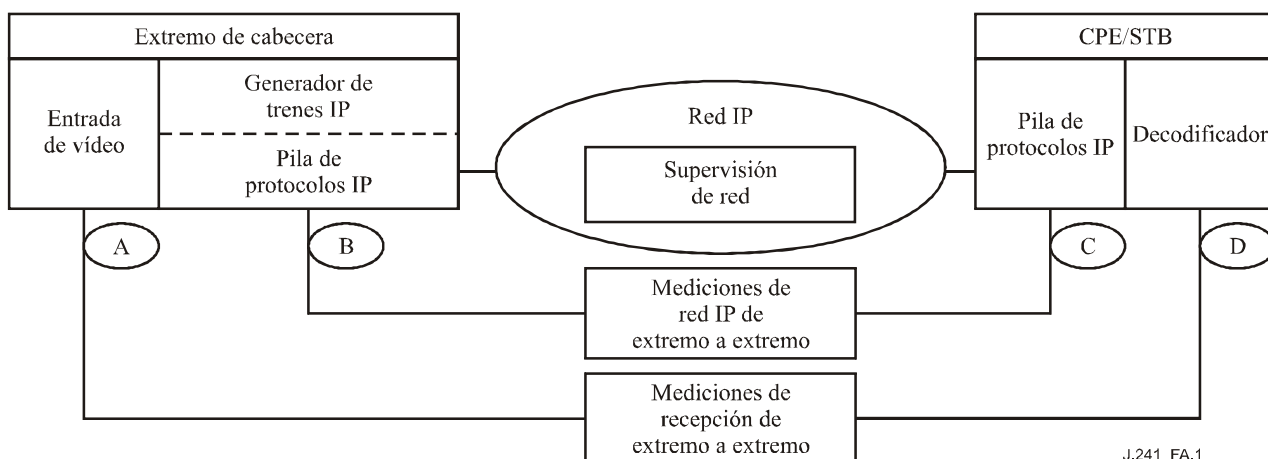


Figura A.1/J.241 – Modelo de medición de sistema

En el siguiente cuadro se describen los puntos de referencia A, B, C y D indicados en la figura A.1.

Punto de referencia	Descripción
A	Codificador de vídeo
B	Capa IP en el extremo de cabecera (datos IP brutos)
C	Capa IP en el CPE (datos IP brutos)
D	Decodificador de vídeo

Anexo B

Mediciones de extremo a extremo

Una red IP permite también que cada CPE (STB) se comporte como un punto extremo de medición. Esto ofrece la magnífica oportunidad de realizar un sondeo de medición en cada equipo de vídeo en las instalaciones del usuario. Las mediciones y la supervisión llevadas a cabo en el CPE son las más aproximadas a la percepción real del servicio por parte del usuario.

Cuando se utiliza un CPE para un sondeo de medición, habrá que tener en cuenta que el CPE no se encuentra bajo el control físico del operador de la red y, en consecuencia, las mediciones podrían verse afectadas por el equipo del usuario (un cable mal conectado, problemas de cableado vertical, utilización inadecuada de la red doméstica, etc.). El STB debe tener la capacidad de proporcionar información adicional sobre la calidad de la señal de vídeo que está siendo decodificada. La saturación de la memoria intermedia del receptor y la velocidad de las tramas son dos indicadores importantes de la disponibilidad del servicio y de la calidad de funcionamiento general. Las mediciones en los CPE deben aprovecharse para:

- Medir la calidad de funcionamiento de la red IP de extremo a extremo.
- Medir la calidad de funcionamiento de la red en cualquier nivel jerárquico o punto de agregación mediante análisis estadístico y tratamiento de los datos aprovechando la correlación entre los datos.
- Estimar la calidad de vídeo ofrecida al usuario final del servicio.
- Realizar sesiones de prueba dedicadas aplicando señales de prueba para la calificación y la localización y reparación de averías.

Como ejemplo, actualmente algunos de los operadores de red efectúan mediciones de extremo a extremo en todos los STB disponibles en su red residencial para evaluar la calidad del servicio de vídeo y la calidad de funcionamiento de la red de extremo a extremo; los STB envían periódicamente informes relacionados con la velocidad de las tramas y la pérdida de paquetes a fin de proporcionar una información continua de la calidad del servicio en curso.

B.1 Mediciones en el receptor de vídeo

En el cuadro que aparece a continuación se muestran los parámetros que deben ser medidos en los receptores de vídeo con objeto de calcular la calidad de vídeo, como se describe en el modelo de medición del sistema. Estas mediciones pueden ser útiles para todas las evaluaciones descritas anteriormente.

Parámetro	Valor	Equipo	Finalidad	Método de supervisión	Trayecto de medición (nota)
Velocidad de las tramas de vídeo	De conformidad con las normas de vídeo	STB	Calidad de la imagen	Durante el servicio mediante los métodos específicos del códec. Muestreo.	De A a D
Infrautilización de la memoria intermedia	No disponible	STB	Calidad de la imagen, reproducción alisada	Durante el servicio mientras se reproduce el vídeo. Muestreo. Permite medir los eventos de infrautilización y el porcentaje del tiempo de servicio que pasa el STB en un estado de "infrautilización".	D
Eventos de saturación de la memoria intermedia	No disponible	STB	Calidad de la imagen, reproducción alisada	Durante el servicio mientras se reproduce el vídeo. Muestreo. Permite medir los eventos de infrautilización y el porcentaje del tiempo de servicio que pasa el STB en un estado de "saturación".	D
Parámetros específicos de codificación	No disponible	STB	Calidad de imagen/servicio	Durante el servicio mientras se reproduce el vídeo. Muestreo	No disponible
NOTA – Véase la figura A.1 "Modelo de medición de sistema" en el anexo A.					

Deben realizarse estudios sobre los parámetros significativos de calidad de vídeo que podrían ser devueltos por el decodificador STB y que serían útiles para evaluar con mayor precisión el proceso de reproducción de vídeo que se realiza en el decodificador.

B.2 Análisis de la velocidad de tramas

Las normas de televisión recomiendan la utilización de 30 ó 25 tramas por segundo.

La salida del decodificador producirá exactamente esta velocidad de tramas, excepto en la presencia de pérdida de información de vídeo. La medición de la velocidad de tramas a la salida del decodificador arroja un cálculo aproximado de la continuidad del servicio.

La figura B.1 ilustra, como ejemplo, la posible información que puede ser obtenida mediante el análisis de la velocidad de las tramas:

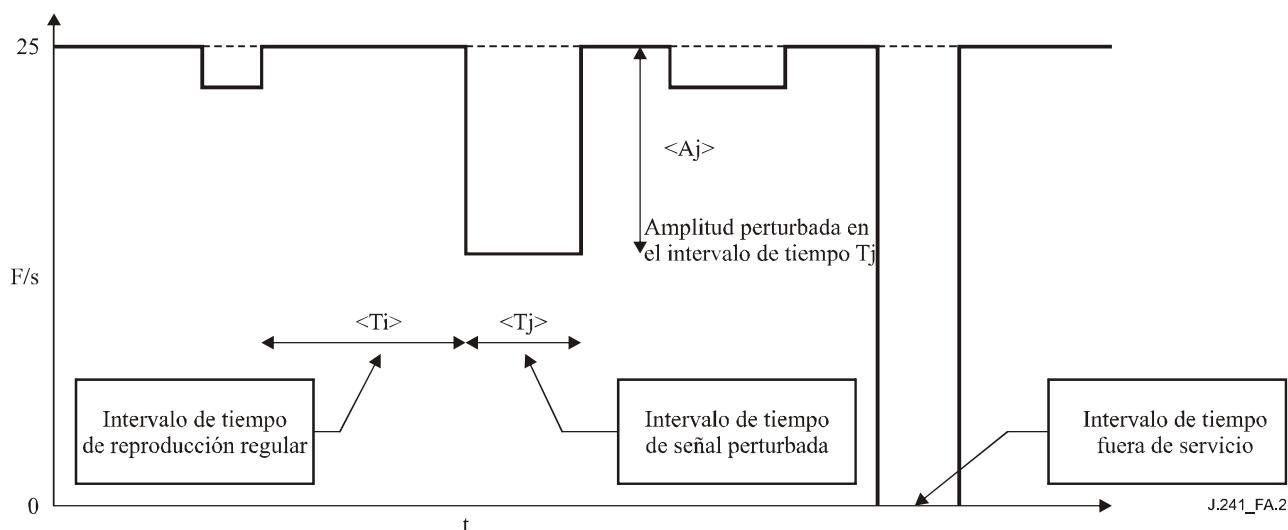


Figura B.1/J.241 – Posible información que puede ser obtenida mediante el análisis de la velocidad de las tramas

Anexo C

Capa IP

C.1 Requisitos de transporte del protocolo IP

Las redes IP están estructuradas por múltiples saltos, pueden ser complejas y generalmente utilizan diferentes tecnologías de transmisión en sus trayectos de red. La pila de protocolos TCP/IP considera todo lo anterior como capas "por debajo de la capa 3".

Las mediciones y los parámetros de calidad en la capa IP hacen posible definir valores de referencia de los requisitos de red que ignoran las tecnologías de transmisión subyacentes y que son recomendables para aplicarlos en la evaluación de la calidad de extremo a extremo.

El ruido introducido en una red de paquetes IP puede describirse mediante los siguientes parámetros:

- Tasa de pérdida de paquetes: Relación entre el número de paquetes perdidos en la red y el número total de paquetes transmitidos¹.
- Latencia: Intervalo de tiempo entre el instante de la transmisión inicial y el instante de la recepción final de un paquete.
- Fluctuación de fase: Variación de la latencia.

¹ De conformidad con el método de medición y la metodología propuestos en esta Recomendación, el número total de paquetes perdidos en el parámetro tasa de pérdida de paquetes es igual a la suma de los paquetes IP perdidos (IPLR) y de la tasa de errores en los paquetes IP (IPER) como se definió en la Rec. UIT-T Y.1541. Una definición más completa de este parámetro figura en la Rec. UIT-T G.1020, cláusula 7.7 en la que se define la "Tasa de pérdida general" de tramas o paquetes. Como la cabecera de medición se encuentra por encima de la capa de transporte, si falla la suma de control de IP o UDP para un paquete IP, éste no será presentado a la capa de medición (o RTP).

La calidad de los trenes de vídeo impondrá un valor mínimo para los requisitos de caudal de tráfico en sentido descendente; los requisitos de caudal de tráfico de extremo a extremo en sentido ascendente dependen de los requisitos de interactividad de la aplicación.

C.2 Clase de servicio IP de flujo continuo de vídeo

Los servicios de vídeo, tales como VoD o TV, pueden ser clasificados también como servicios de flujo continuo. En un entorno de televisión de alta calidad estos servicios tienen los siguientes requisitos de nivel superior:

- buena calidad de audio/vídeo;
- alta disponibilidad;
- interactividad media.

Estos requisitos de nivel superior deben ser traducidos a valores de los requisitos de transporte de una red IP.

Como se especifica en el anexo A, el extremo de cabecera es responsable de introducir contenido de vídeo de buena calidad en la red de conformidad con la máxima anchura de banda y velocidad de paquetes disponibles de extremo a extremo para servicios de vídeo. Cualquier pérdida de paquetes reducirá la calidad del vídeo.

A fin de preservar una buena calidad de imagen resulta indispensable un valor bajo de pérdida de paquetes.

C.3 Mediciones en el transporte IP

La capa de red IP debe ignorar si la señal de vídeo, o cualquier capa superior, está empleando FEC o cualquier técnica de corrección de errores, y únicamente debe garantizar la calidad de funcionamiento necesaria antes de que se aplique cualquier método de corrección de errores en alguna de las capas superiores.

C.3.1 Parámetros

El cuadro a continuación enumera los parámetros de medición en la red IP. Todas las mediciones deben obtenerse del punto B al punto C en el modelo de medición de sistema que se describe en el anexo A.

Parámetro	Equipo	Objetivos	Método de supervisión
Tasa de pérdida de paquetes (PLR)	CPE (STB)	Calidad de la imagen, cálculo del valor de la pérdida de información de vídeo	Durante el servicio o mediante trenes de prueba con RTP/RTCP o números de secuencia disponibles en la cabecera del paquete. Resumen periódico de PLR. Informes con resolución de un minuto. La medición de la PLR exige el análisis de un número de paquetes al menos 10 veces más grande que el número correspondiente al valor de la PLR objetivo. Esto permite determinar la velocidad a la que se notifica la PLR.
Latencia de red	Sonda de prueba en el CPE (STB) del lado del usuario o tan cerca como sea posible del enlace de acceso al usuario.	Reproducción alisada	Tren de prueba
Fluctuación de fase	CPE (STB)	Reproducción alisada	Durante el servicio o mediante trenes de prueba con RTP/RTCP o indicaciones de tiempo disponibles en la cabecera del paquete.
Caudal de tráfico en sentido descendente	CPE (STB)	Calificación del servicio, supervisión	Señal de prueba representativa del caso de codificación más desfavorable, prueba del caudal de tráfico
Caudal de tráfico en sentido ascendente	CPE (STB)	Calificación de servicio, supervisión	Prueba del caudal de tráfico

C.3.2 Valores

Antes de asignar valores de referencia para los requisitos de transporte, es importante tener en cuenta que en la arquitectura de distribución de servicios de vídeo, se emplea una memoria intermedia de recepción en el extremo del CPE (STB) para eliminar (hasta cierto grado) la fluctuación de fase que introduce la red y para lograr una reproducción continua de tramas de vídeo.

En las siguientes subcláusulas se describen y argumentan los valores que deben alcanzarse en la red.

C.3.2.1 Valor de PLR

Es preferible especificar un valor de PLR que sea "independiente del códec" y dimensionado para la hipótesis del caso más desfavorable.

El valor de PLR necesario para garantizar que una red IP pueda distribuir sin problemas los servicios de vídeo es 10^{-5} .

El requisito de $PLR < 10^{-5}$ es considerablemente más riguroso que los objetivos de IPLR especificados actualmente en la Rec. UIT-T Y.1541. Sin embargo, existen planes para soportar el transporte de vídeo digital mediante nuevas clases de QoS con un valor de IPLR $< 10^{-5}$.

Una PLR de 10^{-5} puede resultar un requisito estricto para la PLR. Se puede realizar un cálculo aproximado considerando que potencialmente cualquier pérdida de información de vídeo será detectada por el usuario.

El resultado real de una pérdida de paquetes no es previsible puesto que depende del tipo de trama corrompida o de la parte de la trama que falta en el decodificador (en primer plano, en la parte final, espacial, temporal, etc.). El grado de recuperación de la señal en presencia de una determinada pérdida depende de la potencia del propio códec. Por último, la clase de escena que está siendo reproducida (fija, en movimiento, etc.) influye en gran medida en la posibilidad de que el usuario perciba la degradación de la señal de vídeo.

Para reducir aún más la BER ofrecida al decodificador de vídeo, pueden aplicarse métodos de corrección de errores tradicionales a los trenes de vídeo.

C.3.2.2 Latencia y fluctuación de fase

Los valores de latencia y fluctuación de fase pueden variar de conformidad con las características específicas del servicio multimedia, tales como la interactividad, y según el tamaño de la memoria intermedia destinada a eliminar la fluctuación de fase y el retardo de reproducción aplicado en el lado del CPE (STB).

Por ejemplo, los servicios de flujo continuo de vídeo de calidad superior podrán tolerar una latencia del orden de cientos de milisegundos y una fluctuación de fase del orden de decenas de milisegundos.

Se reconoce que la definición de los valores objetivo correspondientes a las necesidades en materia de fluctuación de fase y de latencia quedan en estudio, aun teniendo en cuenta la evolución de la interactividad de las diferentes aplicaciones, como la videoconferencia, la cual repercutirá en el servicio tradicional de televisión principalmente unidireccional.

C.4 Disponibilidad del servicio IP de extremo a extremo

La disponibilidad del servicio de vídeo depende a su vez de la disponibilidad de todos los elementos que son controlados por el operador y que son importantes para la distribución del servicio de vídeo, desde el dispositivo de red más próximo a la fuente de vídeo hasta el dispositivo de acceso más cercano al usuario.

En la Rec. UIT-T Y.1540 puede encontrarse una clasificación de la disponibilidad del servicio IP, mediante la cual puede definirse una función de disponibilidad de servicios de flujo continuo de vídeo utilizando el mismo método: Si $PLR > PLR_{out}$, el servicio puede considerarse como no disponible.

Se propone un valor de 0,01 para PLR_{out} .

Este valor hace referencia a un sistema en el que no se emplea FEC; un estudio ulterior en el que se defina el método FEC, podrá dar por resultado en el futuro la definición de un valor distinto de PLR_{out} . En esta Recomendación se reflejará esa evolución.

C.5 Clasificación del servicio en la red IP

La calidad de funcionamiento de una red IP, en relación con los servicios de vídeo, puede ser clasificada basándose en el valor de la PLR ofrecida al usuario final. La PLR debe medirse entre los puntos B y C del modelo de medición de sistema descrito en el anexo A.

En relación con la distribución de servicios de vídeo, la inclusión del efecto de latencia y fluctuación de fase para fines de la clasificación de la red IP, así como la evaluación de la repercusión de la definición de un sistema FEC quedan en estudio.

Apéndice I

Ejemplo de una clasificación de servicio de red IP

En este apéndice se presenta, con fines informativos, una descripción de la clasificación de servicio de red IP empleada actualmente por un proveedor de servicios importante para su propia operación.

A continuación se muestra la clasificación utilizada para los servicios de televisión digital:

$PLR \leq 10^{-5}$	calidad de servicio excelente (ESQ, <i>excellent service quality</i>)
$PLR < 2 \times 10^{-4} - 10^{-5} >$	calidad de servicio intermedia (ISQ, <i>intermediate service quality</i>)
$PLR < PLR_out - 2 \times 10^{-4} >$	calidad de servicio deficiente (PSQ, <i>poor service quality</i>)
$PLR < PLR_out - 1 >$	Servicio IP de extremo a extremo no disponible.

En el siguiente cuadro se muestran las clases de servicio de capa IP que están relacionadas con la calidad de servicio percibida por el usuario final. La calidad de la imagen también depende de las condiciones de codificación (velocidad binaria, tamaño de la imagen, método de renovación interna, etc.) y de los parámetros de transmisión (tamaño del paquete, FEC, etc.).

El intervalo de evaluación de la disponibilidad de servicio de extremo a extremo es de 1 a 5 minutos.

La clasificación del servicio de red se fundamenta en un intervalo de evaluación de 30 minutos.

La calidad de funcionamiento de extremo a extremo de una red IP puede calcularse, por consiguiente, sumando los intervalos de tiempo en los cuales la PLR medida se encontraba dentro de los umbrales antes indicados durante el intervalo de tiempo de la notificación. Esto se muestra en el siguiente ejemplo:

Clase	% de tiempo ESQ	% de tiempo ISQ	% de tiempo PSQ	Nota
A	$\geq 99,8$	entre 0 y 0,2	entre 0 y 0,1	Habrà de calcularse durante el servicio
B	$\geq 99,8$	entre 0 y 0,1	entre 0,1 y 0,2	Habrà de calcularse durante el servicio
C	$< 99,8$	/	/	Habrà de calcularse durante el servicio

En el ejemplo anterior no se incluyó el tiempo de servicio de no disponibilidad de extremo a extremo.

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 multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	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