



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica

TRABAJO DE DIPLOMA

Calidad de Servicio (QoS) en Redes IP

Autor: Dudley Arthur Nicholson

Tutor: Ing. Roberto Carlos Álvarez Valderas

Santa Clara

Curso 2008-2009



"Año del 50 Aniversario del Triunfo de La Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



TRABAJO DE DIPLOMA

Calidad de Servicio (QoS) en Redes IP.

Autor: Dudley Arthur Nicholson

e-mail: dudley_arthur@uclv.edu.cu

e-mail: eng_telenicholson@hotmail.com

Tutor: Ing. Roberto Carlos Álvarez Valderas

Esp. Grupo Comercial CT-Santa Clara. ETECSA.

e-mail: robertoc.alvarez@etecsa.cu

Santa Clara

Curso 2008-2009

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de La Revolución”



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

Pensamiento

PENSAMIENTO

“La felicidad no está en la ciencia, sino en la adquisición de la ciencia”.

Edgar Allan Poe

Dedicataria

DEDICATORIA

En memoria de Dwayne Anthony Nicholson

Siempre Juntos.

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

Esta memoria, resultado de varios años de duro estudio e intensa dedicación, no habría sido posible sin la ayuda y los consejos de diferentes personas a las que me gustaría darles las gracias.

En primer lugar, a mi mamá por su esfuerzo y el ánimo que siempre me ha dado.

A mi tutor, Ing. Roberto Carlos Álvarez Valderas, por su inestimable ayuda, colaboración y sus valiosos consejos.

A mi novia, Suzette Smith, por su amor, comprensión y ayuda.

A mi padrastro por su eterno y profundo apoyo.

A Dwayne, que aunque no está presente, recuerde que aún así, esté conmigo.

A mi Padre, por sus conocimientos, ayuda y amor.

A mis amigos Juan Leonel, Evroy, Dean, Shaun, Ricardo y por su amistad.

A todos compañeros del aula, en especial a Goderich, Rosquete, Vismar, Miedel y Jean Manuel, por haber compartido sus conocimientos conmigo y con los que tantas horas de estudio he compartido.

A todos los profesores que tan importante papel desempeñaron en mi vida de estudiante.

Desde mi corazón, a todos porque aunque sus nombres no estén escritos aquí, si han quedado grabados en él.

Resumen

RESUMEN

Actualmente, la red de Internet se ha convertido en una de las mejores herramientas para el desarrollo tecnológico al incluir desde la investigación pura hasta las aplicaciones de negocios.

En este trabajo de diploma se estudian los diferentes tipos de requerimientos en protocolos de la arquitectura de Calidad de Servicio en las redes IP que soporta las necesidades de los usuarios actuales y los proveedores de servicios.

Así como sus principales características, aplicaciones y efectos que causan con respecto a otros protocolos.

Tabla de Contenidos

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN.	i
INTRODUCCIÓN	1
Organización del informe	3
CAPÍTULO 1.	5
DETERMINAR LAS RECOMENDACIONES QUE ESTAN DESTINADOS A LA QoS EN REDES IP.	5
1.1 Introducción a la Calidad de Servicio (QoS).....	5
1.2 ¿Qué es la Calidad de Servicio (QoS)?	6
1.3 Calidad de Servicio.....	6
1.3.1 Conceptos de QoS.....	7
1.3.2 Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS).....	7
1.4 Servicios de Tiempo Real sobre IP.....	8
1.5 Especificaciones del servicio de VoIP.	9
1.5.1 Codecs de audio.	10
1.5.1.1 Codecs de forma de onda.	10

1.5.1.2	Codecs vocales.....	11
1.5.2	Supresión de silencios y VAD (Voice Activity Detection).	11
1.5.3	Tamaño de los paquetes de voz.	12
1.5.5	Protocolos de Tiempo Real sobre IP.	14
1.6	Especificaciones del Servicio de Video IP.	14
1.7	E-Modelo.	15
1.8	Definición de Clase de Servicio.	16
1.9	Definición de Tipo de Servicio.	16
1.10	Clasificación de Calidad de Servicio.	17
1.10.1	QoS muy sensible al retardo.	17
1.10.2	QoS muy sensible a pérdidas.	18
1.10.3	QoS nada sensible.	18
1.11	Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP).	19
1.13	Protocolo MPLS (Multiprotocolo de Etiquetado de Conmutación).	22
1.13.1	Arquitectura MPLS.	24
CAPÍTULO 2.		26
COMO SE APLICAN ESTAS NORMAS DE QoS EN REDES IP.		26
2.1	Introducción al Capítulo.	26
2.2	Las Aplicaciones de Normas de QoS.	27
2.2.1	Estándares que Regulan el uso de la Tecnología.	27
2.2.1.1	RFC2211: Control de carga en Redes.	28
2.2.1.2	RFC2212: Garantía de la Calidad de Servicio.	28
2.2.1.3	RFC2386: Enrutamiento basado en QoS.	28
2.3	Control de Admisión.	30

2.3.1 Conformado del Tráfico (Traffic Shaping).....	30
2.3.2 Conformado en Redes IP.	31
2.4 Clasificación y Marcación de Paquetes.....	31
2.4.1 Toma de Decisiones.....	31
2.5 Mecanismos de Prioridad y Gestión.	32
2.6 Manejo de Congestión y Tráfico.....	32
2.6.1 FIFO (First In, First Out).....	32
2.6.2 PQ (Priority Queuing).	33
2.6.3 CQ (Custom Queuing).....	33
2.6.4 WFQ (Weighted Fair Queuing).	34
2.6.5 Funcionamiento de CBWFQ.	35
2.6.5.1 Definición de Clases.....	36
Figura 2.5: Esquema de LLQ se comporta como una Cola Prioridad.....	37
2.7 Control de Tráfico.....	37
2.7.1 WRED (Weighted Random Early Detection).	37
2.7.2 RED (Random Early Detection).....	38
2.7.3 GTS (Generis Traffic Shaping).	39
2.8 Principales Aplicaciones de MPLS.....	39
2.8.1 Ingeniería de Tráfico (TE).	39
2.8.2 Clase de Servicio (CoS).....	39
2.8.3 Redes privadas virtuales (VPN).	40
2.9 Incremento de la Eficiencia del Enlace.	40
2.9.1 LFI (Link Fragmentation and Interleaving).....	40
2.9.1.1 Ejemplo de uso de LFI.	41

CAPÍTULO 3.....	44
IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).....	44
3.1 Introducción al Capítulo.....	44
3.2 Expectativas del usuario final.....	45
3.3 Expectativas de la Administración de Redes.....	45
3.4 Beneficios al aplicar QoS en Redes IP.....	46
3.4.1 Ventajas para las aplicaciones.....	46
3.5 Ventajas de la aplicación de Servicios Diferenciados.....	47
3.6 Ventajas y desventajas de MPLS.....	48
3.7 Ventajas de la aplicación de DiffServ y MPLS.....	48
3.8 Impacto que causa MPLS contra la Latencia.....	49
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	56
Anexo 1: Campo Tipo de Servicio de IPv4.....	56
Anexo 2: Valores recomendados para TOS (RFC 1812).....	57
GLOSARIO DE ACRONIMOS.....	58

Introducción



INTRODUCCIÓN

Ha habido un crecimiento rápido de las transformaciones de Internet en una infraestructura comercial en el mundo, causado principalmente por el costo reducido y el ancho de banda. La Calidad de Servicio ha tenido un desarrollo acelerado y han surgido varias clases para brindarles a los usuarios según las necesidades de sus aplicaciones un mejor servicio. Los proveedores de VoIP que usan la red privada del IP pueden alcanzar teóricamente una mejor calidad que el PSTN, garantizando así una mejor Calidad de Servicio (QoS).

La Calidad del Servicio (QoS) en las redes IP es un sistema de métodos que permite un mejor funcionamiento siendo más confiable para las redes de hoy y de mañana. Cuando los datos se transmiten en tiempo real tales como: la telefonía IP, video y la difusión del IP, es imprescindible que los datos sean transmitidos rápidamente y sin retraso. El retraso trae consigo problemas en la comunicación, la transferencia de datos varía y los paquetes son entregados demasiado tarde para su utilización. Las exigencias en el uso de la red crecen cada día, por lo que las redes deben cambiar para dar más posibilidades a los usuarios que la utilicen.

La Calidad de Servicio (QoS) puede solucionar muchos de estos problemas tales como: la reserva de los canales privados a través de una red, o distinguiendo clases de tráfico para dar la prioridad a los datos sensibles. QoS también contiene métodos para acelerar la transferencia de datos planeando las rutas completas sobre una red, y evitando conexiones congestionadas o rotas.

Algunos prefieren que el acceso a sus sitios Web sea rápido pues realizan negocios sobre el Web y deciden pagar cierto precio extra para hacer sus servicios confiables y dar una percepción rápida de sus sitios Web a sus usuarios.

Otros prefieren una atención especial al bajo retardo y mínima variación en la entrega de sus servicios, estos principalmente a los que realizan telefonía y videoconferencia sobre Internet, finalmente queda también el mejor esfuerzo para aquellos usuarios que se conforman con solo tener conectividad con la red, fuera este último de cualquier compromiso de calidad en el servicio.

Aunque la necesidad de la QoS es evidente al menos para redes IP, se ha convertido en un problema calurosamente discutido. Una opinión es que la fibra óptica como canal de transmisión y el Multiplexado por División de Longitud de Onda creará un ancho de banda tan abundante y barata que la QoS se entregará al usuario como algo ya implícito en el servicio y de lo cual no habrá que preocuparse. La otra opinión es que no importa cuánto ancho de banda puedan proporcionar las redes, pues se inventarán nuevas aplicaciones para consumirlo, por consiguiente, todavía se necesitarán los mecanismos para proporcionar Calidad de Servicio.

De ahí que gran cantidad de investigaciones se han ejecutado en la última década buscando soluciones de diseño para la Calidad de Servicio en Internet. Entre ellos los Organismos IETF (Internet Engineering Task Force), ITU-T (International Telecommunication Union) & ETSI (European Telecommunications Standards Institute) han trabajado y propuesto muchos estándares de modelos de servicio y mecanismos para encontrar solución a la demanda de QoS. Notablemente entre ellos están las recomendaciones E.800 [ITU-TE.800], Servicios Integrados, Protocolo de Reservación de Recursos (RSVP), los Servicios Diferenciados (DS) y el Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas (MPLS) además de también usarse la Ingeniería de Tráfico (TE) y el Enrutamiento basado en la restricción de capacidad.

Los objetivos específicos de este trabajo responden a las tareas técnicas a realizar, entre ellos se destacan:

- Determinar las recomendaciones de la ITU-T, IETF y ETSI los organismos de estándar para Calidad de Servicio en Telecomunicación.
- Investigar cómo se aplican estas normas de Calidad de Servicio(QoS) en redes IP

- Realizar un estudio del impacto que causan las aplicaciones de estas normas de (QoS).

Dentro de los posibles resultados de este proyecto está el estudio de la Calidad de Servicio en redes IP, motivando a empresas, instituciones u otras entidades a hacer uso de los mismos. Favorecerá el análisis de las diferentes recomendaciones de los organismos teniendo presente las potencialidades que brinda y proporcionando un servicio económico y aceptable más eficiente. Los resultados de la investigación poseen una aplicación teórica y práctica de gran trascendencia para todos los especialistas, investigadores y diseñadores de redes IP. Estas aplicaciones ofrecen una gran variedad de servicios principalmente al usuario y su costo muy competitivo frente a otras alternativas.

Organización del informe

El desarrollo del informe se organizó en introducción, capitulo, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

- El capítulo 1. Determinar las recomendaciones que están destinadas a la Calidad de Servicio (QoS) en redes IP.

Se dedica a la caracterización de las recomendaciones de calidad de servicio, sobre el cual se desarrolla el trabajo, así como sus aplicaciones con respecto a la ITU-T, ETSI e IETF.

- El capítulo 2. Como se aplican estas normas de Calidad de Servicio (QoS) en redes IP.

Se ofrecen diversas recomendaciones, principalmente las relacionadas con la IETF, ITU-T, y ETSI.

- El capítulo 3. Impacto que causan las aplicaciones de esta norma en la Calidad de Servicio (QoS).

Capítulo 1



CAPÍTULO 1.

DETERMINAR LAS RECOMENDACIONES QUE ESTAN DESTINADOS A LA QoS EN REDES IP.

1.1 Introducción a la Calidad de Servicio (QoS).

En la actualidad, existe un gran desafío en las redes, que es proveer a todos los usuarios un servicio integrado de mejor calidad. La realización de este fin depende tanto de las aplicaciones desarrolladas por los organismos para el mercado masivo como de las recomendaciones destinadas a soportar tales servicios. Los servicios de telefonía sobre Internet (VoIP), videoconferencias, telemedicina y telecontrol están siendo optimizados para proveer servicios integrados de banda ancha.

La cantidad de usuarios que demandan servicios de telecomunicaciones, como telefonía y acceso a Internet, van en constante crecimiento. La Calidad de Servicio (QoS) para las redes es un sistema a nivel industrial de estándares y de mecanismos para asegurar el funcionamiento de alta calidad para los usos críticos. Usando los mecanismos de QoS, los administradores de la red pueden utilizar recursos existentes eficientemente y asegurar un nivel requerido del servicio. [1]

La meta de QoS es proporcionar un servicio de entrega preferencial para los usuarios que lo necesitan asegurando suficiente ancho de banda, controlando la latencia, el jitter y reduciendo las pérdidas de los datos. La QoS tiene, básicamente, cuatro variantes estrechamente relacionadas: la QoS que el usuario desea, la que el proveedor ofrece, la que el proveedor consigue realmente y la que, finalmente, percibe el usuario.

1.2 ¿Qué es la Calidad de Servicio (QoS)?

El concepto de QoS (Quality of Service) representa hoy en día un elemento fundamental a la hora de hablar de venta y consumo de servicios. Si bien no es un concepto nuevo, es muy fácil escuchar cada vez más la palabra QoS. La razón es simple: los consumidores de servicios son cada día más exigentes y la necesidad de poder cuantificar la calidad ofrecida se ha tornado un tema fundamental. Pero ¿qué significa exactamente QoS? Podría definirse QoS como el valor de un conjunto de parámetros de performance (funcionamiento, rendimiento, ejecución, etc.) que aseguran al usuario de un servicio niveles aceptables de calidad o desde el ámbito de la telemática.

QoS es la capacidad de un elemento de red (ejemplo. una aplicación, un servidor, un enrutador, un conmutador) de asegurar que su tráfico y los requisitos del servicio previamente establecidos puedan ser satisfechos. Como distintos tipos de servicio mantienen características particulares, cada uno tendrá su propia QoS.

Para lograr el más alto grado de calidad, las técnicas y procedimientos de QoS deben ser implementadas en todos los dispositivos de la red.

1.3 Calidad de Servicio.

En el caso de Internet, las características heterogéneas de los distintos servicios que transportan hacen del tema Calidad de Servicio un problema mayor. Es difícil identificar en cada caso cuales son los parámetros de performance que aseguran niveles aceptables de calidad. Los parámetros que normalmente se utilizan hoy en día en Internet son la pérdida de paquetes, los retardos, la variación del retardo (jitter) y el ancho de banda disponible entre otros. Las metodologías de medida que se utilizan trabajan principalmente con valores medios de estos parámetros. Sin embargo, resulta bastante claro que los valores medios de estos parámetros no son necesariamente los más adecuados.

Por último, es importante resaltar el trabajo que se ha venido desarrollando en la estandarización de estos conceptos. En unos esfuerzo por definir claramente los parámetros de calidad de servicio para Internet el IETF (Internet Engineering Task Force), ITU-T (International Telecommunication Union) y ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

En particular alguno de los grupos de trabajo (el grupo IPPM-Internet Protocol Performance Metrics, el grupo SG12 [2]) ha redactado varias recomendaciones al respecto. Usando los mecanismos de QoS, los administradores de la red pueden utilizar recursos existentes eficientemente y asegurar el nivel requerido del servicio.

1.3.1 Conceptos de QoS.

En esta sección se introducen los conceptos básicos de Calidad de Servicio (QoS) en servicio multimedia de tiempo real sobre IP. El concepto de QoS es uno de los requisitos de algunas aplicaciones y usuarios, lo cual significa que cierto tráfico necesita un tratamiento preferencial asegurando suficiente ancho de banda, controlando la latencia, retardo y reducción de pérdida de los datos. La tabla 1.1 describe estas características de la red.

1.3.2 Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS).

Los servicios comerciales de voz sobre IP (VoIP) son a menudo competitivos con los servicios telefónicos tradicionales en términos de la calidad de la llamada, aunque los mecanismos de QoS no están generalmente en uso en la conexión del usuario a su ISP y la conexión del proveedor de VoIP a ISP. Sin embargo, bajo altas condiciones de carga la calidad de VoIP se degrada a la calidad de la telefonía celular o peor. Los resultados que se obtienen del tráfico de paquetes indican que una red con QoS puede manejar cuatro veces mejor los requisitos de la variación del retardo (jitter) que una red que no contenga QoS.

Características de la Red	Descripción
Ancho de Banda	Una medida de la capacidad de transmisión de datos (el tráfico) llevado por la red.
Latencia	Retraso en la transmisión de datos de la fuente al destino.
Jitter	Es cuando los paquetes transmitidos en una red no llegan a su destino en debido orden o en la base de tiempo determinada, varían en latencia.
Confiabilidad	El porcentaje de paquetes desecho por un enrutador.

Tabla 1.1: Características de la red manejadas por QoS.

El Internet Engineering Task Force (IETF) define dos modelos importantes de QoS basadas en redes IP: Integrated Service (Intserv) y Differentiated Service (Diff-serv). Estos modelos abarcan varias categorías de los mecanismos que proporcionan el tratamiento preferencial al tráfico especificado.

1.4 Servicios de Tiempo Real sobre IP.

En este capítulo se introducen los conceptos generales de calidad de servicio (QoS) en servicios multimedia de tiempo real sobre IP. Los parámetros tradicionales de Calidad de Servicio se presentan en las secciones 1.11, 1.12 y 1.13. Al mismo tiempo y motivados en lograr un mayor entendimiento de la gran cantidad de elementos que componen estos servicios multimedia, se describen en las secciones 1.5 y 1.6 las características fundamentales de los servicios de voz y video sobre IP.

1.5 Especificaciones del servicio de VoIP.

En esta sección se introducen los conceptos básicos para comprensión del servicio de voz sobre IP [3]. Al conjunto de tecnologías que hacen posible la transmisión de la voz sobre redes que utilizan el protocolo IP se llama VoIP.

Se pueden distinguir dos categorías dentro de estas tecnologías:

- Las que se encargan del tratamiento de la señal de voz. Digitalización, compresión, paquetizado, etc.
- Las encargadas de la configuración de la llamada (call setup).

En la primera categoría encontramos las que hacen posible la transmisión eficiente de la señal de voz por la red. El primer paso es pasar la señal del dominio analógico al dominio digital. Luego esta señal es codificada para reducir la tasa de información a transmitir. La señal codificada de manera eficiente es paquetizada para enviarla por la red. En el receptor el proceso es el inverso.

En la segunda categoría se ubican las tecnologías de intercambio de información sobre la configuración de la llamada. Existen dos estándares en la actualidad: H.323 de ITU-T y SIP de IETF. Esta información es utilizada para autorización, autenticación, resolución de direcciones, etc. H.323 es una recomendación del ITU-T que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación en cualquier red de paquetes. Es puesto en ejecución extensamente por los fabricantes de equipo de la voz y utilizado dentro varios usos en tiempo real. Desplegado extensamente por todo el mundo por los proveedor de servicio y las empresas de servicio para las redes excesivas de los servicios de voz y redes IP. [4]

Un alternativo al H.323, es el protocolo iniciación de la sesión (SIP, Session Initiation Protocol) del IETF. Diseñado por la comunidad de ingeniería software. SIP es un protocolo al nivel de aplicación que define la iniciación, la modificación y la terminación de interactivo, multimedia comunicación entre usuarios (IETF RFC 2543 SIP). SIP es una caja de herramientas que se cambia una telefonía o una sesión de los multimedia en una aplicación de web que

pueda integrar con otros servicios del Internet. Considera la localización del usuario, capacidades del usuario, disponibilidad del usuario, la disposición de llamada (call setup), la dirección de llamada (call handling).

Un resumen agradable está disponible del SIPCenter <http://www.sipcenter.com> y conseguir un sentido del grado de actividad comercial ver la página principal <http://www.sipcenter.com>. La diferencia entre SIP y H.323 es en el nivel fundamental: en SIP, “la inteligencia” que distribuido hacia los clientes (es decir, sus computadoras) es una arquitectura distribuida, como contrario al modelo H.323 que es un sitio colectivo de estándares.

1.5.1 Codecs de audio.

Una de los factores determinantes a la hora de transmitir una señal de voz por la red es el codec. El codec a utilizar determina la tasa de bits necesaria, y junto con esto la calidad de la voz. Podemos dividirlos en tres categorías según su principio de funcionamiento:

- Codecs de forma de onda (waveform)
- Codecs vocales
- Codecs híbridos

1.5.1.1 Codecs de forma de onda.

Estos codecs se basan en almacenar información sobre la forma en el tiempo de la señal. Por lo general son los que más ancho de banda consumen, dado que no utilizan ninguna característica especial de la señal. Pueden ser utilizados para transmitir cualquier tipo de señal, no solamente voz (música, fax).

1.5.1.2 Codecs vocales.

Este tipo de codecs se basan en un modelo de cómo el sonido fue creado. Reconstruyen la señal solamente con la información del modelo, la forma de la señal es descartada por completo. El modelo es construido teniendo en cuenta el sistema vocal humano, básicamente un resonador y un tubo. Las desventajas que introducen estos codecs son: alta complejidad y dado que procesan la señal en tramas introducen un retardo significativo. Este tipo de codecs utilizan muy poco ancho de banda (2.4 Kb/s) pero se pierde completamente la naturalidad de voz debido a la simplificación del modelo.

1.5.1.3 Codecs híbridos.

Dentro de esta categoría se encuentran los codecs que están a medio camino entre los anteriores. Incorporan elementos de los dos, resultando en tasas de transmisión más alta que los vocales y mayor que los de forma de onda. En términos de calidad se aproximan a los codificadores de forma de onda.

1.5.2 Supresión de silencios y VAD (Voice Activity Detection).

Es un mecanismo complementario al empleo de codecs compresores para reducir el ancho de banda. Se pretende detectar periodos de silencio durante la conversación (mecanismos VAD, Voice Activity Detection) suprimiendo el envío de paquetes de voz mientras dure la situación. Como en la conversación telefónica cada interlocutor sólo habla la mitad del tiempo y realiza pausas entre frases, se pueden obtener reducciones de hasta el 60% en el flujo de paquetes. La señal de silencio igualmente se codifica, pero el software de supresión evita que se envíen dichos bloques de datos.

Par evitar que el interlocutor piense que se ha cortado la comunicación durante los intervalos de silencio la ITU-T especifica dos posibles soluciones:

- Enviar periódicamente paquetes de silencio (SID, Silence Insertion Description) durante la pausa. Estos paquetes proporcionan una indicación del nivel de ruido que existe en el origen para que el receptor lo simule en el terminal remoto mediante un algoritmo de CNG (Comfort Noise Generation) o generador de ruido. Recomendación ITU-T I.366.2.
- Para evitar el envío de paquetes SID es posible marcar el bloque generado como NOTX (No Transmisión). En el receptor se genera ruido ambiente a partir de una señal de ruido blanco o del muestreo del auricular.

1.5.3 Tamaño de los paquetes de voz.

La elección del tamaño de los paquetes de voz es otro factor a tener en cuenta, dado que las cabeceras que se añaden a los paquetes generan un extra a la tasa normal del códec. Si se desea minimizar el impacto de las cabeceras en el tráfico, es preciso enviarlas el menor número de veces posible y para ello se envían paquetes de gran tamaño con varios bloques de datos en cada paquete. Esta solución presenta un gran inconveniente porque cuanto mayor es el número de bloques de voz por paquete, mayor es el tiempo de empaquetado (tiempo que hay que esperar para llenar el paquete).

El retardo extremo a extremo es uno de los aspectos más críticos de los sistemas de voz empaquetada y será lo que determine el máximo tamaño de paquete posible. Como la compresión de voz aumenta el tiempo de empaquetado, cuanto más complejo sea el algoritmo de compresión, menor deberá ser el tamaño de los paquetes para que el retardo no sea excesivo.

1.5.4 Ancho de banda para VoIP.

Al estimar el ancho de banda necesario para VoIP es necesario tener en cuenta el tamaño de carga útil y la sobrecarga por cabeceras. El tamaño de carga útil viene determinado por el tamaño de los bloques de información que entrega el codificador y por el número de bloques que se desean transportar en un paquete. En el

CAPÍTULO 1. DETERMINAR LAS RECOMENDACIONES QUE ESTAN DESTINADAS A LA QoS EN REDES IP.

cálculo de la sobrecarga por cabeceras se tienen en cuenta las cabeceras que añaden los sucesivos protocolos (RTP, UDP, IP y capas inferiores). En el caso más sencillo, por ejemplo en una sesión de voz entre dos terminales VoIP, la cabecera RTP se compone de 12 octetos, a los que hay que sumar los 8 de la cabecera UPD y los 20 de la IP. Los octetos de los niveles inferiores dependen de la tecnología concreta utilizada (por ejemplo 6 octetos para PPP).

En la tabla 1.2 se presenta el ancho de banda necesario para una llamada de voz en dos casos diferentes: G.711 de 64Kbit/s (clásico de la red telefónica) y el G.729 de 8Kbit/s (código de baja velocidad utilizado en el acceso a una red IP vía módem)

Código	Tasa nominal (Kbit/s)	Retardo empaquetado (ms)	Tamaño carga útil (octetos)	Tasa real (Kbits/s)		
				IP	IP/PPP	IP/AAL5
G.711	64	5	40	128	137.6	169.6
		10	80	96	100.8	127.2
		20	160	80	82.4	106
G.729	8	10	10	40	44.8	84.8
		20	20	24	26.4	42.4
		40	40	16	17.2	21.2

Tabla 1.2: Tasa de envío nominal y real de dos codecs normalizados.

En la tabla se observa claramente la influencia del tamaño total de la carga útil en la tasa total de envío y en el retardo de empaquetado. Cuanto mayor es la carga útil, menor es la tasa de envío (se reduce la sobrecarga por cabecera) pero mayor es el retardo (aumenta el tiempo de construcción del paquete). Para reducir la sobrecarga agregada en las distintas capas se utilizan algoritmos de compresión de cabeceras. Los mecanismos de compresión de cabeceras se aplican en el enlace, es decir que si un extremo utiliza este método el extremo remoto es responsable de la descompresión. Un ejemplo típico es el enlace de acceso vía módem desde un PC hasta el servidor de acceso remoto de un ISP.

Existen varios estándares de compresión de cabeceras (RFCs2508, CRTP y 3095, ROCH) que permiten la compresión cabeceras IP, UDP y RTP.

1.5.5 Protocolos de Tiempo Real sobre IP.

El protocolo de Transporte en Tiempo Real es un protocolo usuario-usuario (host to host) usado para llevar las nuevas aplicaciones multimedia, incluyendo audio y vídeo sobre redes IP. Los protocolos de tiempo real para la transmisión de audio y vídeo por Internet se definen dentro de la RFC1889 (actualizada en la RFC3550). Esta recomendación incluye dos protocolos que constituyen el estándar de hecho: RTP (Real Time Protocol) y RTCP (Real Time Control Protocol). El RTP regula el intercambio de información en diferentes formatos (audio y video). El RTCP regula la comunicación de control que se establece entre los extremos, en paralelo con la transmisión de información.

La norma no establece qué protocolos deben utilizarse en las capas inferiores, por debajo de RTP/RTCP; sin embargo, en la mayor parte de los casos se emplea UDP.

1.6 Especificaciones del Servicio de Video IP.

En sección se introducen los básicos para la comprensión del servicio de video sobre IP [5]. La continuación se presenta los codecs más utilizados en video:

Codecs de Video

- **H.261** Es un códec pensado para utilizarse con teleconferencias sobre ISDN. Consume un ancho de banda múltiplo de 64 kbps, cuenta con un mecanismo para controlar la calidad en función del movimiento de la secuencia.
- **H.263** Es una versión mejorada del H.261. Mejora la compensación de movimiento, tiene una mayor configurabilidad. Soporta una mayor variedad de

resoluciones que su antecesor, por lo que su uso se extiende más allá de la videoconferencia.

- **MJPEG** Se utiliza muy a menudo una sucesión de cuadros codificados con el formato JPEG. O sea, no se utiliza compresión temporal de ningún tipo.
- **MPEG-1** Genera datos a una tasa entre 1 y 1.5 Mbps. También tiene la calidad del VHS. Está pensado para utilizarse en medios como el CD-i, por lo que utiliza ancho de banda sin mayor cuidado. Además, tiene una susceptibilidad a las pérdidas por su extenso uso de cuadros tipo P y B.
- **MPEG-2** Es una extensión de MPEG-1, pero soporta mayores resoluciones aún y mejores prestaciones en audio. Esto trae como contrapartida un mayor ancho de banda consumido (4 hasta 15 Mbps). Es enviar una transmisión base con lo necesario para que la calidad sea aceptable, y además enviar otras transmisión (capas superiores) con la información extra necesaria para que la calidad sea la requerida.

1.7 E-Modelo.

El E-Modelo, abreviado de European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Computational Model, definido en el ETSI Technical Report ETR [6] 250 y luego estandarizado en la ITU-T Recomendación G.107 [7]. Es un modelo empírico matemático, un conjunto de formulas que tienen como entrada parámetros de la red tradicional de circuitos conmutados (SCN, Switch Circuits Network) y de la red de paquetes conmutados (PSN, Packet Switch Network). Surge como una herramienta para la planificación de redes telefónicas híbridas (PSN, Packet Switch Network y SCN, Switch Circuits Network).

Esta herramienta permite a los proyectistas ver como los distintos parámetros de transmisión afectan la calidad que percibirán los usuarios finales. El E-Modelo está siendo ampliamente utilizado como un método no intrusivo para estimar la calidad de servicio (QoS) en aplicaciones de voz sobre IP (VoIP). El E-Modelo será utili-

zado en una red de conmutación de paquetes, simplificándose así el modelo implementado. De esta forma el resultado sólo dependerá de los parámetros de transporte de red IP.

1.8 Definición de Clase de Servicio.

Debido a que no todos los paquetes son iguales, ni sus requerimientos del desempeño de la red, es que se hace necesario clasificarlos (distinguir un paquete con distintas necesidades de servicio de otro) para que la red les dé un tratamiento diferencial. Clase de Servicio es un esquema de clasificación con que son agrupados los tráficos que tienen requerimientos de rendimiento similares, de manera de diferenciar diferentes tipos de tráficos y por ende poder priorizarlos. Cada nivel de prioridad está diseñado para soportar tipos específicos de tráficos. Los rasgos de la QoS pueden ser especificados mediante los números de las clases de servicio.

1.9 Definición de Tipo de Servicio.

El tipo de servicio se reserva ancho de banda con antelación y después se asigna el tráfico que necesite preferencia, como el de voz o una clase de servicio (CoS) con prioridad, de modo que este tráfico pueda utilizar el ancho de banda reservado. TOS está incluida como uno de los campos en la tecnología de QoS denominada Diffserv (servicio diferenciado), también es conocido como Diffserv codepoint (DSCP o punto de código Diffserv) [8]. Parte del protocolo IP versión 4 (IPv4) reserva un campo en el paquete IP para el tipo de servicio (IP TOS). En este campo se pueden especificar los atributos de fiabilidad, capacidad de procesamiento y retardos del servicio, donde se ve en la siguiente Figura 1.1. (en el anexo 1 se presenta una figura para la precedencia de TOS de IPv4).

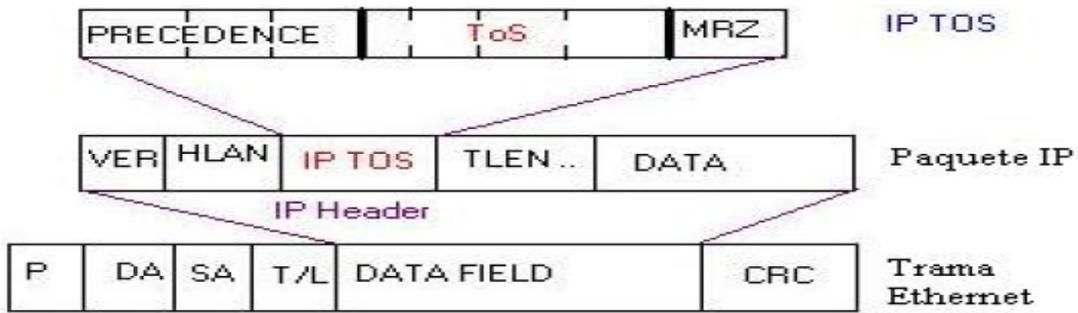


Figura 1.1: Campo TOS en IPv4.

1.10 Clasificación de Calidad de Servicio.

En este momento existen principalmente dos tipos de tecnologías que proporcionan Calidad de Servicio. La primera se basa en la **reserva**, y asigna recursos basándose en flujos de tráfico. Alternativamente, un segundo tipo de calidad de servicio se caracteriza por la **priorización** de determinado tipo de tráfico. Es posible realizar una clasificación de Calidad de Servicio bajo distintas especificaciones, podríamos diferenciarla según el tipo de tráfico, dónde aplicarla, la reserva de recursos de la red y otros parámetros. Teniendo en cuenta la variedad de tráfico existente y los requerimientos de retardo, latencia, ancho de banda para cada tipo.

1.10.1 QoS muy sensible al retardo.

Es el tráfico de vídeo comprimido, para este caso es necesario garantizar la disponibilidad de una determinada y gran cantidad de ancho de banda reservado para este tráfico y un valor de retardo mínimo que asegure la correcta transmisión del mismo.

1.10.2 QoS muy sensible a pérdidas.

Como sucede con el tráfico tradicional. Si se garantiza un nivel de pérdidas de valor cero entonces nunca se descartarán paquetes ni se desbordarán los buffers de almacenamiento del flujo, lo que facilitará el control de transmisión, por otra parte, esta garantía se hace a nivel de acceso al medio (MAC).

1.10.3 QoS nada sensible.

El tráfico de servicio de noticias. La filosofía de este tipo de QoS es usar en cualquier oportunidad de transmisión restante y asumir que la capacidad de los buffers posteriores es suficiente para llevarla a cabo, asignándole a este tipo de tráfico la prioridad más baja.

En la figura 1.2 se diferencia de forma gráfica los tipos de tráfico y sus exigencias de ancho de banda y de sensibilidad a la latencia.

QoS y aplicaciones

Usuarios y administradores demandan niveles de servicio y tiempos de respuesta adecuados para aplicaciones críticas.

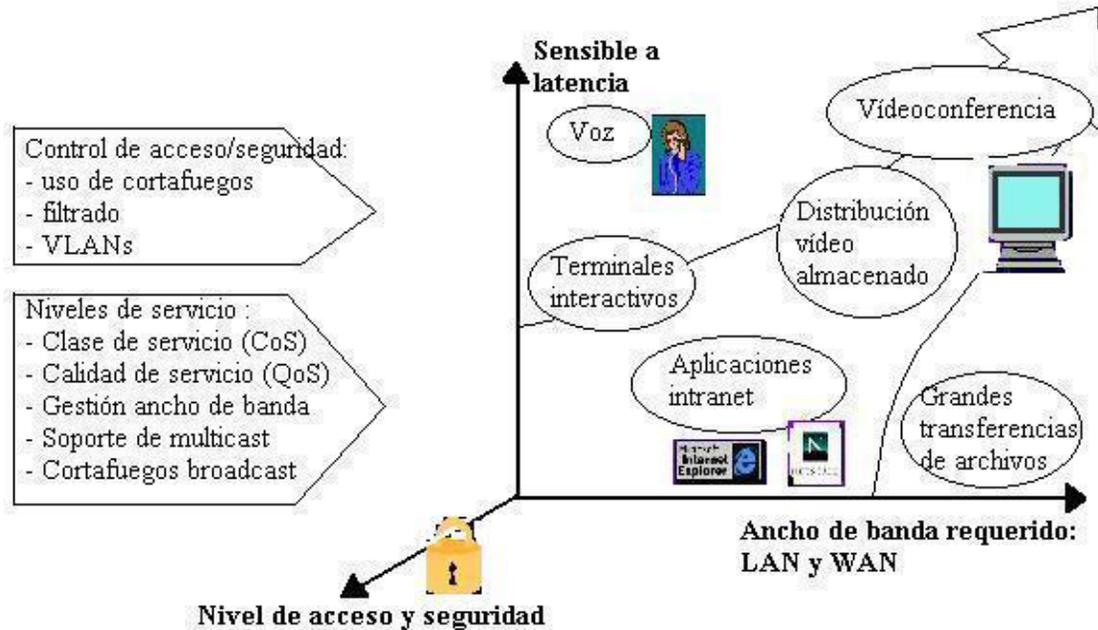


Figura 1.2: QoS y Las Aplicaciones

1.11 Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP).

Reserva de Recursos (RSVP) fue creado por IETF, definiendo un modelo de asignación de QoS en el que cada receptor fuese responsable de elegir su propio nivel de reserva de recursos, iniciando la reserva y manteniéndola activa tanto tiempo como desee. El protocolo de Reserva de Recursos [RFC2205] es un protocolo de señalización que proporciona un control para la reserva, orientado fundamentalmente a redes IP. Es un componente clave de la arquitectura de los Servicios Integrados (Intserv) en Internet, en la que se define el funcionamiento y la forma de petición e intercambio de información entre y para cada elemento de la red y así realizar un control de la Calidad de Servicio. [9]

RSVP se ha diseñado para permitir a los emisores, receptores y routers de las sesiones de comunicación (tanto multicast como unicast) comunicarse con el resto para establecer una ruta que pueda soportar la calidad de servicio requerida. La reserva de recursos se realiza en los enrutadores intermedio situados a lo largo de toda la ruta de datos de la aplicación. Es la más compleja de todas las tecnología de QoS para las aplicaciones (Host) y para los distintos elementos de la red (conmutadores y enrutadores).

Se representa el mayor estándar creado desde el mejor esfuerzo de las redes IP, proporcionando el mayor nivel de QoS en términos de servicio garantizado, granularidad de localización de recursos y el mayor detalle sobre la forma de actuación de aplicaciones y usuarios que proporcionan Calidad de Servicio. RSVP permite que las aplicaciones soliciten una Calidad de Servicio específica a la red.

1.12 Protocolo de Servicios Diferenciados (DIFFSERV).

Es un protocolo de Calidad de Servicio propuesto por Internet Engineering Task Force, IETF [RCF 2475 y RCF2474] que permite distinguir diferentes clases de servicio por marcando los paquetes. Para esto es necesario definir un SLA (Service Level Agreement) entre el cliente y el proveedor de servicio. Los servicios diferenciados (Diffserv) proporcionan mecanismos de Calidad de Servicio para reducir la carga en dispositivos de la red a través de un mapeo entre flujos de tráfico y niveles de servicio. Los paquetes que pertenecen a una determinada clase se marcan con un código específico (DSCP-Diffserv CodePoint). Este código es todo lo que necesitamos para identificar una clase de tráfico.

La diferenciación de servicios se logra mediante la definición de comportamientos específicos para cada clase de tráfico entre dispositivos de interconexión, hecho conocido como PBH (Per Hop Behavior). De esta manera a través de Diffserv planteamos asignar prioridades a los diferentes paquetes que son enviados a la red. Los nodos intermedios (routers) tendrán que analizar estos paquetes y tratar-

los según sus necesidades. Esta es la razón principal por la que Diffserv ofrece mejores características de escalabilidad que Intserv. **[10]**

Para proporcionar los diferentes niveles de servicio utiliza **[11]** el campo ToS (Tipo de Servicio) o DSCP (Diffserv Codepoint) de cabecera del estándar Internet Protocol Version 4 (IPv4) e Internet Protocol Version 6 (IPv6). Este tipo de funcionamiento de QoS se ve sustentado con los SLA (Acuerdos Nivel de Servicio) entre el cliente y su proveedor ISP (Internet Service Provider). Un SLA especifica las clases de servicio soportadas y la cantidad de tráfico permitida en cada clase.

1.12.1 Limitaciones.

- Ante estados de congestión de la red, pueden haber bloqueos de flujos con prioridades bajas (por ejemplo de un servicio “bronce” frente a un “gold”).
- Es necesario establecer contratos de “peering” entre proveedores para asegurar una QoS en el servicio cuando se transita por más de una red.
- El mantenimiento de las configuraciones en los nodos agrega complejidad a la gestión.
- Los clientes tienden a sobreestimar sus necesidades de tráfico, por lo que el proveedor termina realizando un “overprovisioning” de su red para soportar los servicios vendidos.

1.12.2 Funciones de los Enrutadores de Frontera y Hosts

- Clasificación: Marca los paquetes de acuerdo con las reglas de clasificación especificadas.
- Medición: Comprueba cuando el tráfico se ajusta al perfil negociado.
- Marcado: Marca el tráfico que se ajusta al perfil.
- Acondicionado: Retarda y luego envía, descarta o remarca otros tráfico.

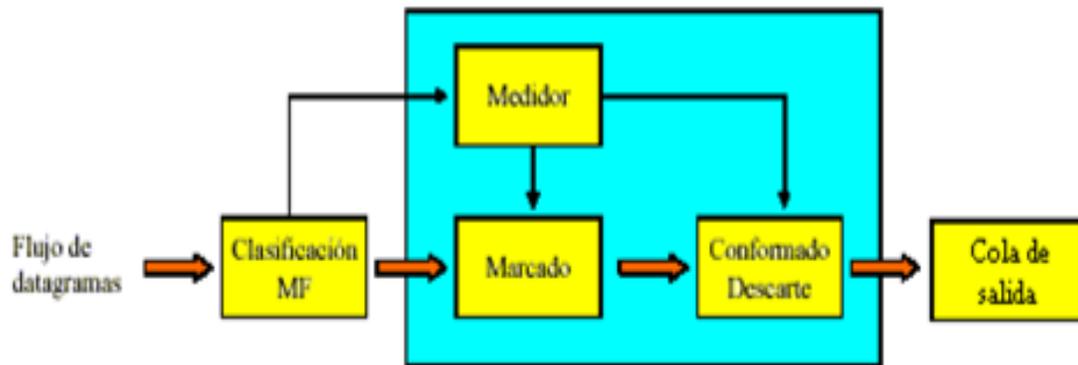


Figura 1.3: Arquitectura de un nodo exterior.

1.13 Protocolo MPLS (Multiprotocolo de Etiquetado de Conmutación).

El Multiprotocolo de Etiquetado de Conmutación (MPLS) es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por el IETF (definido en el RFC3031). Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP. Ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tráfico, así como aplicaciones de voz y multimedia. Y todo ello en una única red. Contamos con distintas soluciones, una completamente gestionada que incluye el suministro y la gestión de los equipos en sus instalaciones. [12][13]

MPLS QoS

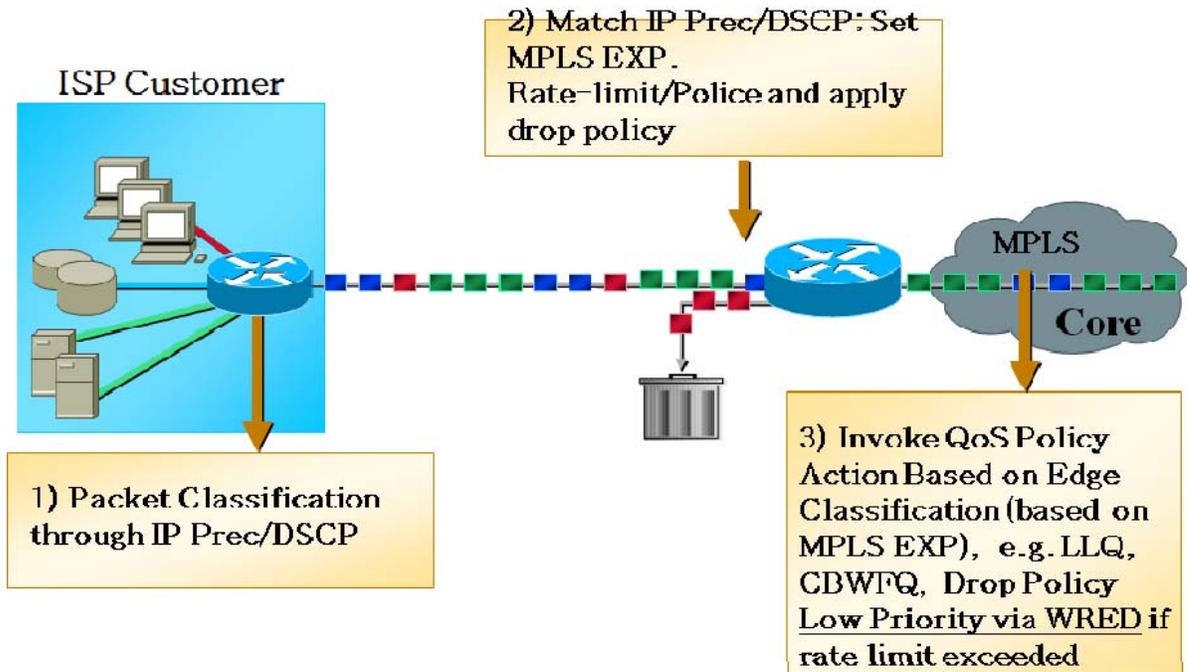


Figura 1.4: Esquema de una red con QoS MPLS.

Es una nueva tecnología de conmutación creada para proporcionar circuitos virtuales en las redes IP, sobre las que introduce una serie de mejoras:

- Redes privadas virtuales.
- Ingeniería de tráfico (TE).
- Mecanismos de protección frente a fallos.

MPLS funciona anexando un encabezado a cada paquete. Dicho encabezado contiene una o más “etiquetas”, y al conjunto de etiquetas se le llama pila o “stack”. Cada etiqueta consiste de cuatro campos:

- Valor de la etiqueta de 20 bits.

- Prioridad de Calidad de Servicio (QoS) de 3 bits. También llamados bits experimentales.
- Bandera de “fondo” de la pila de 1 bit.
- Tiempo de Vida (TTL) de 8 bits.

1.13.1 Arquitectura MPLS.

LER (Label Edge Router): elemento que inicia o termina el túnel (pone y quita cabezales). Es decir, el elemento de entrada/salida a la red MPLS. Un router de entrada se conoce como Ingress Router y uno de salida como Egress Router. Ambos se suelen denominar Edge Label Switch Router ya que se encuentran en los extremos de la red MPLS.

LSR (Label Switching Router): Es el elemento que conmuta etiquetas.

LSP (Label Switched Path): nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC), es decir, del túnel MPLS establecido entre los extremos. A tener en cuenta que un LSP es unidireccional.

LDP (Label Distribution Protocol): un protocolo para la distribución de etiquetas MPLS entre los equipos de la red.

FEC (Forwarding Equivalence Class): nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta. Subconjunto de paquetes tratados del mismo modo por el conmutador.

CAPÍTULO 1. DETERMINAR LAS RECOMENDACIONES QUE ESTAN DESTINADAS A LA QoS EN REDES IP.



Donde:

Label (20 bits): Es la identificación de la etiqueta.

Exp (3 bits): Llamado también bits experimentales, también aparece como CoS en otros textos, afecta al encolado y descarte de paquetes.

S (1 bit): Del inglés stack, sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay mas etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía.

TTL (8 bits): Time-to-Live, misma funcionalidad que en IP, se decrementa en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

Capítulo 2



CAPÍTULO 2.

COMO SE APLICAN ESTAS NORMAS DE QoS EN REDES IP.

2.1 Introducción al Capítulo.

En el capítulo anterior se presentó el concepto de QoS como un conjunto de parámetros que garantizan un cierto nivel de performance. Los protocolos de Calidad de Servicio son los que proveen enlaces de mayor calidad. Existen varias formas de aplicar esta tecnología de Calidad de Servicio ya sea en software como en hardware. En este capítulo se introducen las características y el funcionamiento de las principales normas utilizadas para la obtención de Calidad de Servicio tanto en los nodos de la red IP, así como las técnicas de coordinación de QoS extremo a extremo entre los citados nodos.

2.1.1 Como Clasificar a las Aplicaciones.

Cada tipo de información requiere de un trato especial para mejorar la calidad de su servicio, los enrutadores hoy en día han colaborado en gran parte a mejorar el desempeño de las redes para hacer más eficiente el flujo de la información, gracias a la gestión que hacen del tráfico, selección de mejores rutas y reserva de recursos durante el trayecto de una transmisión de datos. Las diferentes aplicaciones en las redes requieren de diferentes recursos de la red como el ancho de banda, los niveles de latencia, los niveles de jitter y la tolerancia a la pérdida de datos, el balanceo de estos recursos sobre la red es lo que permite a un paquete tener un tratamiento de una u otra manera.

Dentro del modelo de Calidad de Servicio, existen dos grandes grupos de tipos de servicios, el primero está enfocado a los Servicios Integrados, que manejan tres

categorías de aplicaciones: Aplicaciones Elásticas (EA), Aplicaciones Tolerantes al Tiempo Real (RTT) y las Aplicaciones Intolerantes al Tiempo Real (RTI). Dentro del modelo de Servicios Integrados se destaca el protocolo de Reserva de Recursos o RSVP que es el encargado de manejar los estándares de Calidad de Servicio dentro de los enrutadores con mecanismos como Garantía de Servicio (GQoS) y Control de Carga (CLQoS). Finalizando con un protocolo de Control de Admisión para coordinar las rutas y caminos que debe utilizar un paquete que desee ser tratado con calidad.

2.2 Las Aplicaciones de Normas de QoS.

Para el manejo de toda la red existen políticas de servicio dentro del Punto de Aplicación de Políticas (PEP) en donde están descritos los procedimientos para el tratado de cada información y como debe ser manejada en casos especiales a través del Punto de Decisión de Políticas (PDP). Uno de los casos más comunes y que son de alta problemática para la red, son las congestiones y existen técnicas para la gestión de las colas como el First In First Out (FIFO), Weighted Fair Queuing (WFQ), Custom Queuing (CQ) y Priority Queuing (PQ), y técnicas para evitar las congestiones como Tail Drop (TD), Random Early Dropping (RED) y Weighted Random Early Dropping (WRED) que buscan reducir esta problemática.

Posteriormente existe el modelo de Servicios Diferenciados que nació un par de años después del modelo de Servicios Integrados, en donde a diferencia del anterior, los paquetes son ubicados en comportamientos definidos previamente por la red, y su comportamiento no es a través de rutas previamente definidas, sino es evaluado en cada salto gracias a las Políticas por Salto (Per Hop Behaviors - PHB) y los Convenios de Condiciones del Tráfico (Traffic Condition Agreement -TCA).

2.2.1 Estándares que Regulan el uso de la Tecnología.

Dentro de la reglamentación internacional de las tecnologías de networking, son bien conocidos los Request For Comments (RFC) que buscan definir los conceptos

básicos del networking, y en este caso específico el tema de QoS y los procesos que esta involucra. Los RFCs cuentan con la documentación de mecanismos y técnicas para el manejo de la información. Dentro de los más representativos, se encuentran los siguientes:

2.2.1.1 RFC2211: Control de carga en Redes.

Esta recomendación define los requerimientos para elementos de la red que soporten el servicio de cargas controladas, adicionalmente define la prestación de servicio de manera tal, que un flujo de datos tenga la misma calidad de servicio como si la red no estuviese cargada, así la carga de la red en realidad sea máxima.

2.2.1.2 RFC2212: Garantía de la Calidad de Servicio.

Esta recomendación define el comportamiento necesario para garantizar una calidad de servicio óptima en la suite de protocolos de Internet. Mediante este documento se estandariza unos tiempos de retraso mínimos así como las consideraciones de ancho de banda pertinentes. El servicio garantizado puede ser proporcionado de diferentes maneras, pero frecuentemente es a través de un protocolo de configuración y reserva tal como RSVP (Resource ReReservation Protocol, RFC 2205).

2.2.1.3 RFC2386: Enrutamiento basado en QoS.

Esta recomendación establece un marco de trabajo en el cual se incluyen todos los ítems de enrutamiento considerando las características de QoS. Los principales objetivos de esta recomendación están ligados a la determinación dinámica de rutas fehacientes, a la optimización de los recursos usados y el incremento del desempeño del enrutamiento.

2.2.1.4 RFC2676: Mecanismos de Enrutamiento QoS.

Esta recomendación es una extensión del RFC2386 en donde se toca con mayor profundidad el tema del enrutamiento ligado con las extensiones OSPF, planteando un protocolo en el cual se integran la infraestructura existente, junto con las nuevas redes que provean un mejor tratamiento al QoS.

2.2.1.5 RFC3644: Políticas de Calidad de Servicio.

Esta recomendación establece un modelo de información orientado a objetos, para las políticas del manejo de la red usando calidad de servicio, basado en la documentación propuesta por la IETF. Los modelos soportados en esta recomendación son el modelo de servicios integrados y el de servicios diferenciales.

2.2.1.6 RFC3670: Modelo de información para la descripción de mecanismos de dispositivos de red con caminos de datos (Data-path).

Esta recomendación define un modelo de información para describir los mecanismos de Calidad de Servicio inherentes a los diferentes dispositivos de red, como los Host, Routers, entre otros. Adicionalmente describen las propiedades comunes para el acondicionamiento de tráfico en los caminos de datos. Estos acondicionamientos cubren las arquitecturas de servicios diferenciales y de servicios integrados. Entre las más importantes definiciones de este RFC están:

- **QoS routing:** Analiza una ruta origen-destino con todos los elementos involucrados a lo largo de esta, definiendo su capacidad para determinar si cumple con los requerimientos mínimos para el transporte de la información.

- **Best Effort:** Funciona sobre protocolos que no tienen bien definido y estructurado el QoS dentro su arquitectura y por lo tanto no se pueden tomar todas las medidas necesarias. Se denomina Best Effort ya que se delega el problema al protocolo el cual debe hacer su mejor esfuerzo para el manejo de información.
- **Reserva de Recursos:** Se genera una petición de reserva de recursos ya sea ancho de banda, priorización de paquetes, búsqueda de la mejor ruta, etc. con el fin de garantizar el mejor tratamiento de la información. Esto no siempre es posible ya que se asume que el dispositivo tiene los medios para reservar dichos recursos y se puede presentar el caso que el dispositivo no cuente con el nivel requerido de hardware o simplemente esté muy congestionado y no pueda expropiar los recursos de otras transmisiones.

2.3 Control de Admisión.

El control de admisión determina si una petición de conexión puede ser llevada a cabo por la red. las consideraciones tras esta decisión son la carga del tráfico actual, la Calidad de Servicio que se puede lograr, el perfil de tráfico pedido, la QoS solicitada, el precio y otras consideraciones de política. Para QoS en redes IP esta técnica podría aplicarse en la escena de intercambio de flujos en RSVP o en los caminos de MPLS.

2.3.1 Conformado del Tráfico (Traffic Shaping).

La aplicación del conformado del tráfico en redes IP es un mecanismo de control del flujo del tráfico en un interfaz determinado. Reduciendo la circulación de salida para evitar la congestión obligando a determinado tráfico a una tasa de bit particular mientras se encolan las ráfagas del citado tráfico.

2.3.2 Conformado en Redes IP.

En redes IP con QoS es necesario especificar el perfil de tráfico para una conexión para decidir cómo asignar los distintos recursos de la red. El conformado del tráfico asegura que el tráfico entrante en un extremo o en un nodo central se adhiere al citado perfil. El mecanismo se usa para reducir las grandes ráfagas de tráfico entrantes. Implicando la toma de decisión entre los beneficios que puede dar el conformado y el retardo que forma.

2.4 Clasificación y Marcación de Paquetes.

En proporcionar la QoS solicitada es crítico clasificar los paquetes para permitir el tratamiento de diversos tipos de QoS. Esto se puede conseguir mediante marcas en los paquetes, sumándolos a un tratamiento particular de obtención de QoS en la red IP como resultado de una monitorización del tráfico o de una discriminación del mismo. En la red IP el marcar de los paquetes se realiza utilizando el octeto de Tipo de Servicio (Type of Service, ToS) en la cabecera para IPv4 y el octeto de Clase de Servicio (Class of Service, CoS) para IPv6.

2.4.1 Toma de Decisiones.

Para la toma de decisiones de QoS asociadas a los paquetes de una aplicación, RSVP interactúa con las entidades denominadas packet classifier (clasificador de paquetes) y packet scheduler (programador de paquetes) instaladas en el host. El clasificar de paquetes determina la ruta del paquete y el programador toma las decisiones de envío para alcanzar la QoS deseada, negociando si es necesario con aquellos host que tengan capacidad propia de gestión de QoS, para proporcionar la calidad solicitada por RSVP.

2.5 Mecanismos de Prioridad y Gestión.

Para satisfacer las necesidades de QoS de las diferentes conexiones, los nodos necesitan aplicar mecanismos de prioridad y gestión. La prioridad hace referencia a la capacidad de proporcionar diferentes tratamientos al retardo. Los nodos implementan diferentes técnicas, (Por ejemplo para que se sufran menos pérdidas con los paquetes de mayor prioridad). Los nodos también necesitan utilizar algún mecanismo de gestión para asegurarse que algunas conexiones obtengan los recursos prometidos.

2.6 Manejo de Congestión y Tráfico.

En esta sección se relacionan los distintos tipos de herramientas que se disponen para asegurar una QoS dentro de una red IP. Se trata de mecanismos que previenen o manejan una congestión, distribuyen en el tráfico o incrementen la eficiencia de la red.

2.6.1 FIFO (First In, First Out).

El primer mensaje en entrar es el primero en salir. Este es el mecanismo de QoS que se suele utilizar por Defecto en las redes IP. El algoritmo FIFO se encarga de almacenar paquetes cuando hay congestión en la red y enviarlos, cuando tiene la posibilidad, manteniendo el orden de llegada. El más importante es que no toma decisiones sobre la prioridad de los paquetes, es el orden de llegada que determina el ancho de banda y el buffer a asignar. El tráfico a ráfagas puede causar grandes retardos en la entrega del tráfico basado en aplicaciones sensibles al tiempo, como al control de la red y a los mensajes de señalización que circulan por ella.

2.6.2 PQ (Priority Queuing).

Este mecanismo asegura que el tráfico importante sea administrado más rápidamente en cada punto donde se utilice. Fue diseñado para dar mayor prioridad al tráfico importante. En PQ cada paquete es colocado en una de las cuatro colas de prioridad (alta, media, normal, baja) basándose en la prioridad ya asignada, asignándose prioridad normal para aquellos paquetes que no tengan ninguna prioridad asignada.

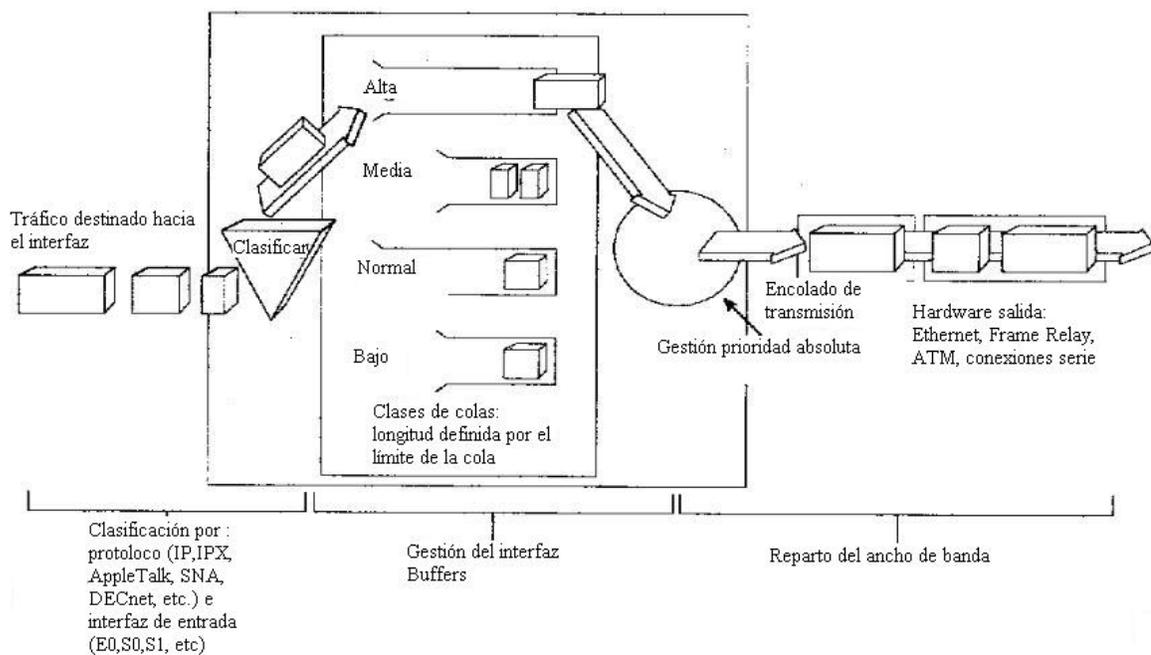


Figura 2.1: Algoritmo PQ. Encolamiento basado en prioridad de paquetes.

2.6.3 CQ (Custom Queuing).

Este mecanismo (como se ve en la figura 2.2) se basa en garantizar el ancho de banda mediante una cola de espera programada. El operador reserva un espacio de buffer y una asignación temporal a cada tipo de servicio. CQ fue diseñado para

permitir que varias aplicaciones compartan la red. En estos entornos debe compar- tirse proporcionalmente el ancho de banda entre las aplicaciones y los usuarios.

2.6.4 WFQ (Weighted Fair Queuing).

Este mecanismo asigna una ponderación a cada flujo de forma que determina el orden de tránsito en la cola de paquetes. La ponderación se realiza mediante dis- criminadores disponibles en TCP/IP (dirección de origen y destino y tipo de protoco- lo en IP, número de socket-port de TCP/UDP) y por el ToS en el protocolo IP. En este esquema la menor ponderación es servida primero. Con igual ponderación es transferido con prioridad el servicio de menor ancho de banda. El protocolo de re- servación RSVP utiliza a WFQ para localizar espacios de buffer y garantizar el ancho de banda.

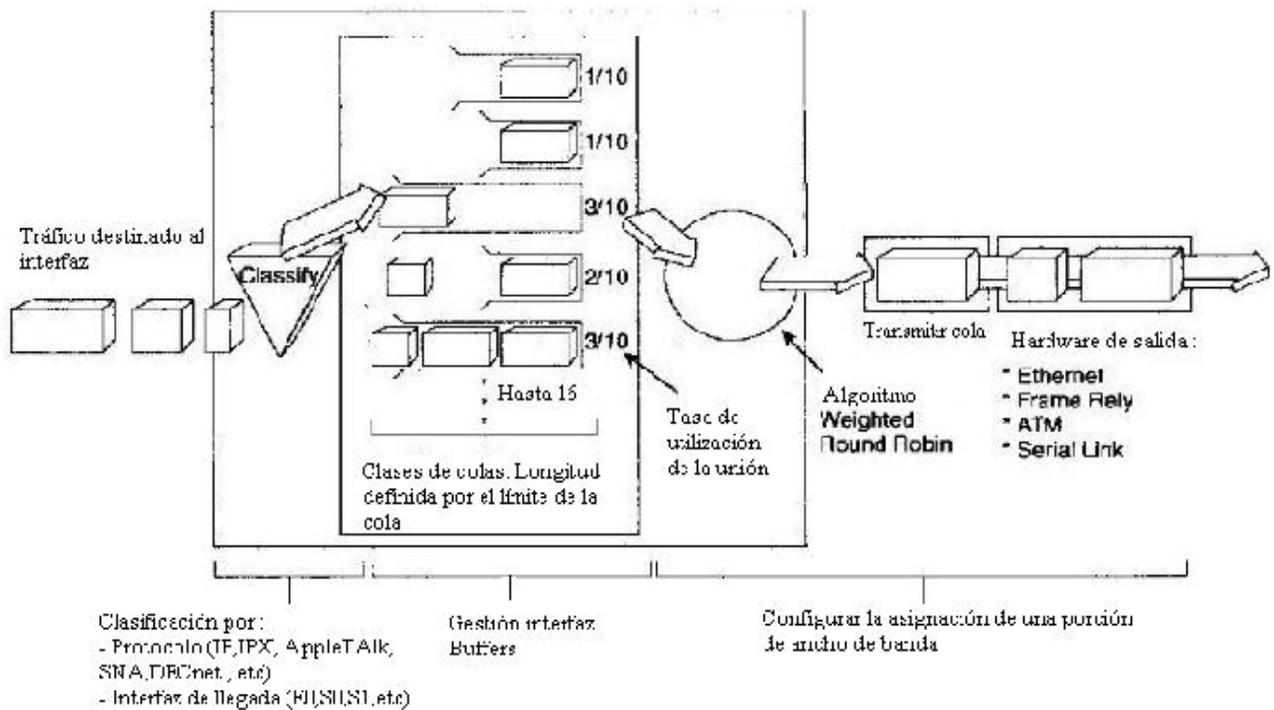


Figura 2.2: Algoritmo CQ. Maneja el tráfico asignado una cantidad específica de espacio de la cola a cada clase de paquetes.

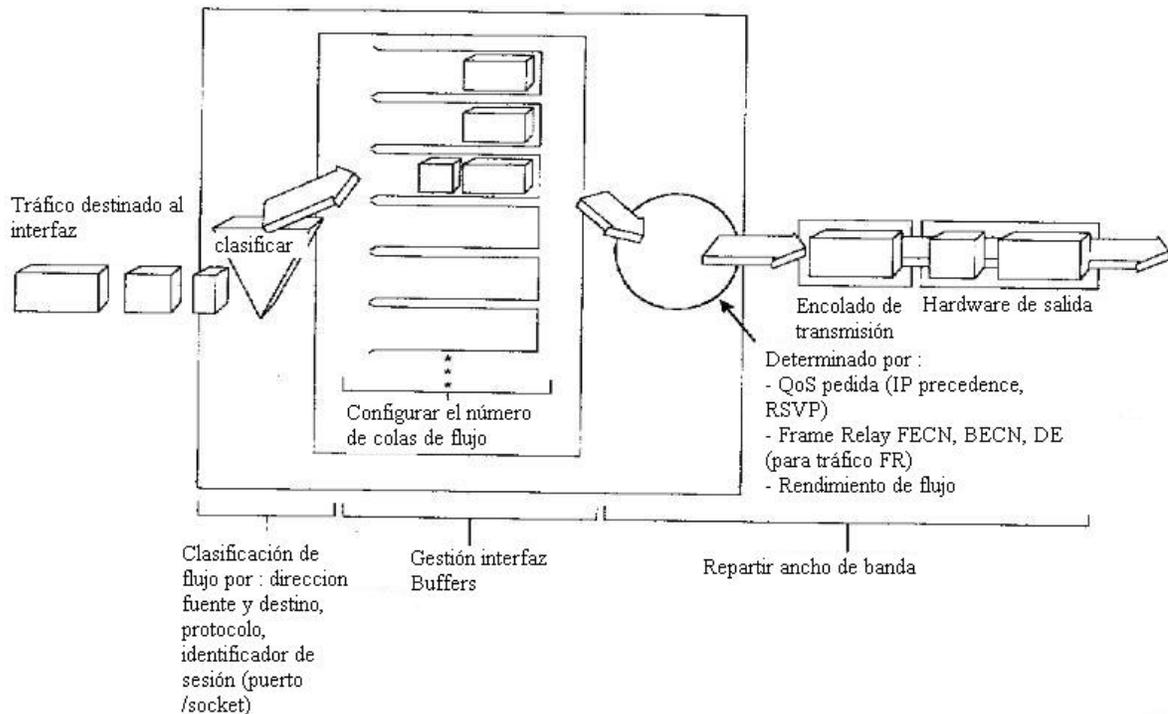


Figura 2.3: WFQ (Weighted fair queuing): Algoritmo para redes inteligentes.

2.6.5 Funcionamiento de CBWFQ.

La falta de escalabilidad de WFQ se soluciona con Class Base WFQ.

Estructura interna del interfaz de salida que se ve en la figura 2.4.

CBWFQ Configuración.

I. Crear las clases del tráfico.

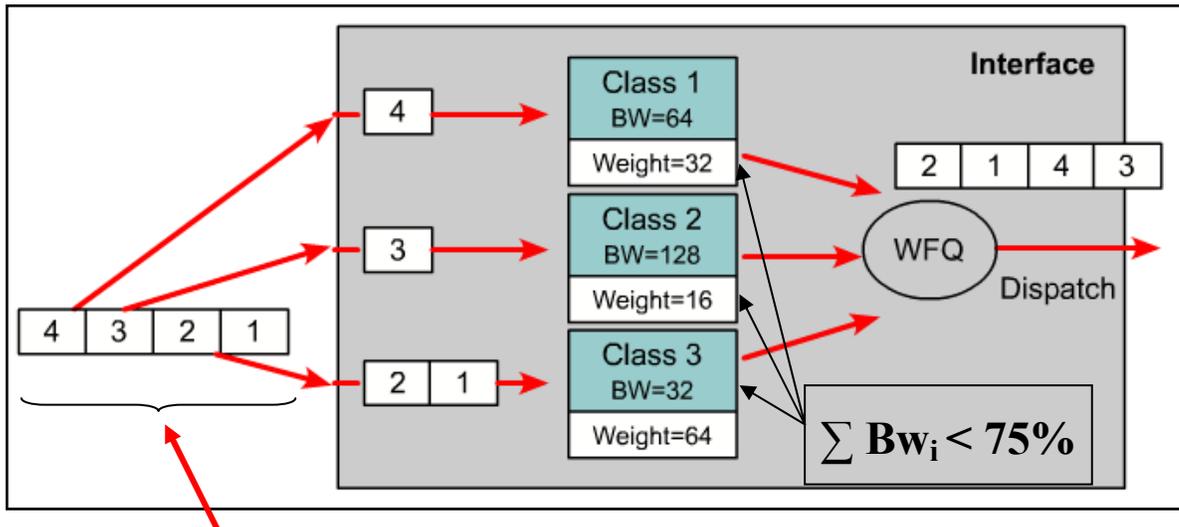
Donde especifica qué tipo del tráfico está en cada clase.

II. Crear la Política.

Decir qué hacer con cada clase.

III. Aplicarse a un Interfaz.

Mantener la política, de entrada o de salida.



Los paquetes llegan clasificados, ya no tenemos en cuenta los flujos independientes, **solo la clase.**

Figura 2.4: Esquema de Clase Base Weighted Fair Queuing.

2.6.5.1 Definición de Clases.

Las clases utilizadas en CBWFQ pueden asociarse a:

- Flujos (direcciones origen a destino, protocolo, puertos)
- Prioridades (campos DS differentiated service, otras etiquetas)
- Interfaces de entrada/salida
- VLAN

Estas clases se implementan filtrando el tráfico con filtros en los routers. El servicio recibido en función de la clasificación se asocia a la política de servicio.

Low Latency Queue

- LLQ es recomendable para tráfico multimedia (VoIP) que requiere de unas características muy especiales: bajo retardo y jitter.
- Se puede configurar junto al resto de colas CBWFQ como una cola más asociada a una clase determinada.

LLQ se comporta como una *Priority Queue*.

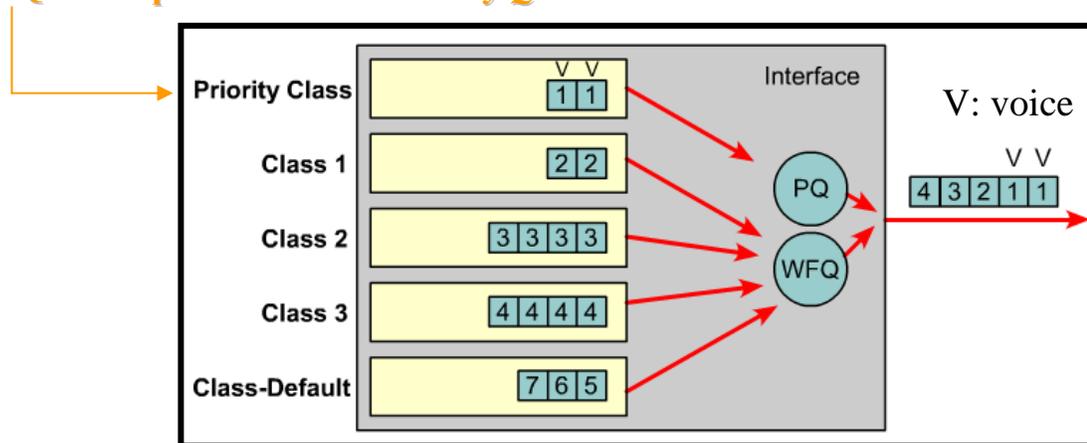


Figura 2.5: Esquema de LLQ se comporta como una Cola Prioridad.

2.7 Control de Tráfico.

2.7.1 WRED (Weighted Random Early Detection).

Trabaja monitoreando la carga de tráfico en algunas partes de las redes y descarta paquetes en forma aleatoria si la congestión aumenta. Está diseñada para aplicaciones TCP debido a la posibilidad de retransmisión. Esta pérdida en la red obliga a TCP a un control de flujo reduciendo la ventana e incrementándola luego en forma paulatina. Un proceso de descarte generalizado, en cambio, produce la retransmisión en "olas" y reduce la eficiencia de la red. La versión ponderada WRED realiza la pérdida de paquetes de forma que no afecta al tráfico de tipo RSVP. Pero

WRED también permite RSVP, ofreciendo servicios integrados de QoS de carga controlada.

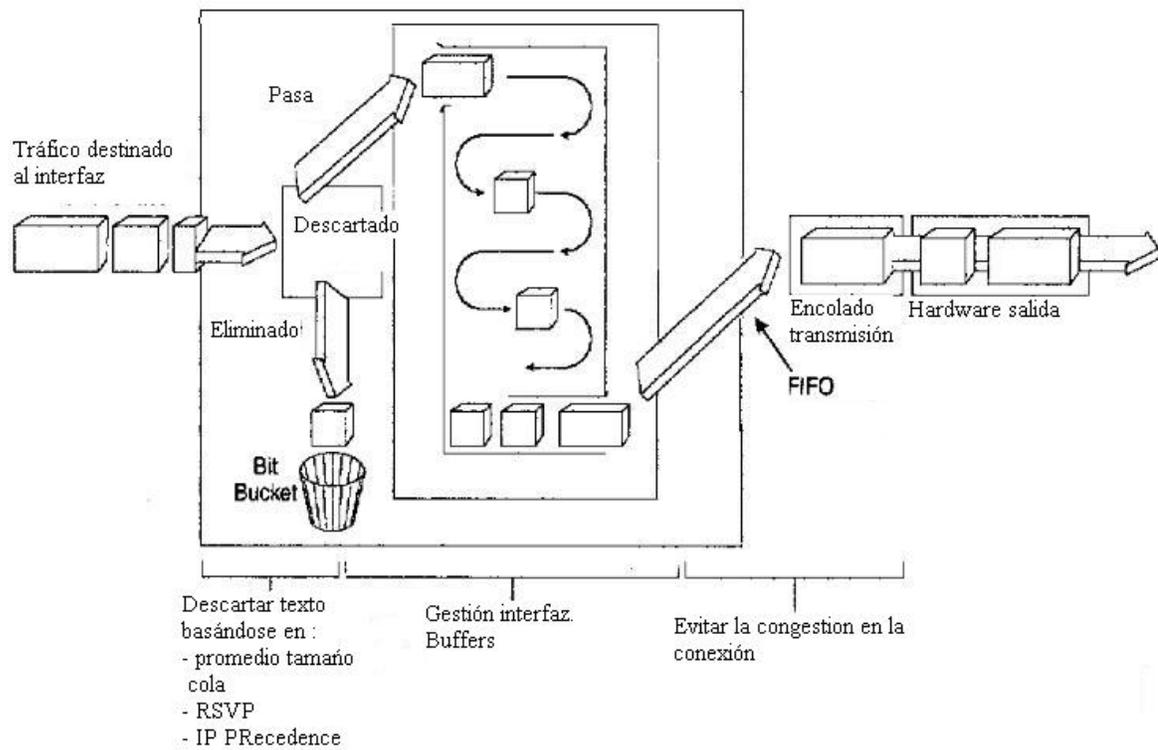


Figura 2.6: WRED proporciona un método que descarta paquetes si la congestión aumenta.

2.7.2 RED (Random Early Detection).

Algoritmos de detección temprana al azar son diseñados para evitar la congestión entre redes antes de que esta se vuelva un problema. RED supervisa la carga de tráfico en diferentes puntos de la red y descarta paquetes de forma estocástica si aumenta el nivel de congestión. RED fue diseñada para trabajar en entornos TCP e IP.

2.7.3 GTS (Generis Traffic Shaping).

Provee un mecanismo para el control del flujo de tráfico en una interfaz en particular. Trabaja reduciendo el tráfico saliente limitando el ancho de banda de cada tráfico específico y enviándolo a una cola de espera. De esta forma permite una mejor performance en topologías con tasa de bit diferentes. Este control de tráfico se relaciona con **CAR** (Committed Access Rate).

2.8 Principales Aplicaciones de MPLS.

Las principales aplicaciones que hoy en día tiene MPLS son:

- Ingeniería de tráfico.
- Diferenciación de niveles de servicio mediante clases (CoS).
- Servicio de redes privadas virtuales (VPN).

2.8.1 Ingeniería de Tráfico (TE).

El objetivo básico de la ingeniería de tráfico es adaptar los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red. La idea es equilibrar de forma óptima la utilización de esos recursos, de manera que no haya algunos que estén supera utilizados, con posibles puntos calientes y cuellos de botella, mientras otros puedan estar infrautilizados.

2.8.2 Clase de Servicio (CoS).

MPLS está diseñado para poder cursar servicios diferenciados, según el Modelo DiffServ del IETF. Este modelo define una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico en un reducido número de clases de servicio, con diferentes prioridades. Según los requisitos de los usuarios, DiffServ permite diferenciar servicios tradicionales tales como el www, el correo electrónico o la transferencia de ficheros

(para los que el retardo no es crítico), de otras aplicaciones mucho más dependientes del retardo y de la variación del mismo, como son las de vídeo y voz interactiva.

2.8.3 Redes privadas virtuales (VPN).

El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones intranet y extranet, integrando aplicaciones multimedia de voz, datos y vídeo sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables. La seguridad supone aislamiento, y "privada" indica que el usuario "cree" que posee los enlaces. Las IP VPNs son soluciones de comunicación VPN basada en el protocolo de red IP de la Internet. La forma de utilizar las infraestructuras IP para servicio VPN (IP VPN) ha sido la de construir túneles IP de diversos modos.

El objetivo de un túnel sobre IP es crear una asociación permanente entre dos extremos, de modo que funcionalmente aparezcan conectados. Lo que se hace es utilizar una estructura no conectiva como IP para simular esas conexiones: una especie de tuberías privadas por las que no puede entrar nadie que no sea miembro de esa IP VPN.

2.9 Incremento de la Eficiencia del Enlace.

2.9.1 LFI (Link Fragmentation and Interleaving).

LFI reduce el retardo y el jitter en los enlaces de menor velocidad rompiendo los paquetes grandes y entrelazando los paquetes de menor retardo obteniendo así paquetes más pequeños. El tráfico interactivo como Telnet y VoIP es susceptible de sufrir latencia y jitter con grandes paquetes en la red o largas colas en enlaces de baja velocidad. Se basa en la fragmentación de datagrama y el intercalado de los paquetes de tráfico.

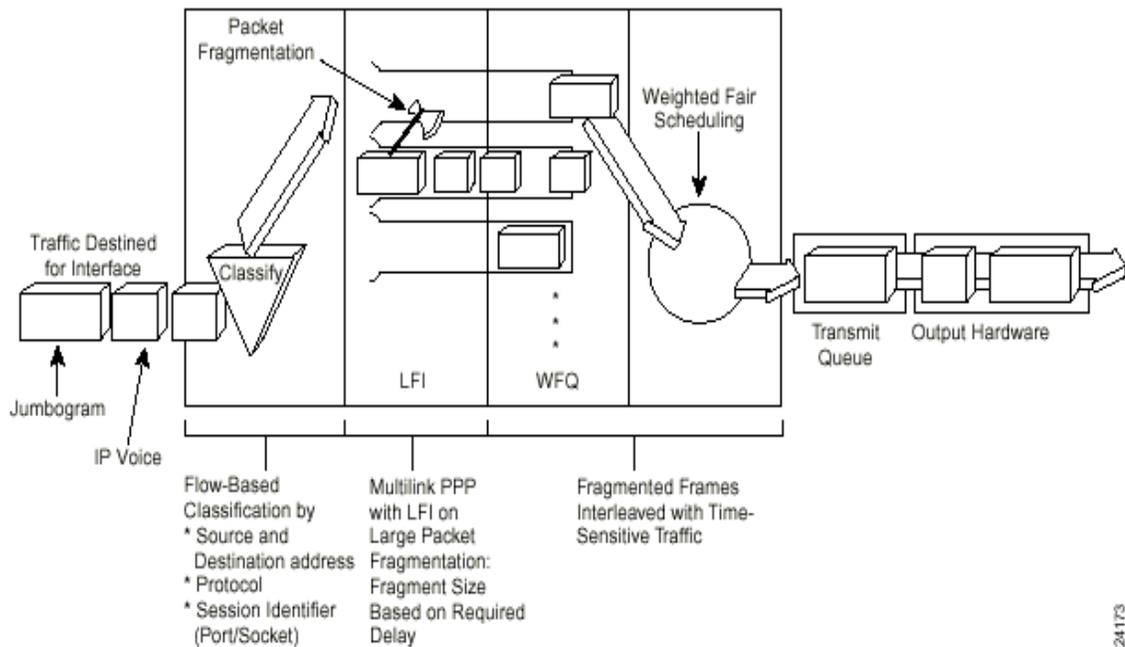


Figura 2.7: Esquema de LFI.

2.9.1.1 Ejemplo de uso de LFI.

Llegada de un paquete IP a su cola de prioridad (estando está vacía) mientras está saliendo de router en ese momento otro paquete perteneciente a otra clase → retardo.

El producido por un paquete con tamaño de 1500 bytes en línea de 64 Kbps puede llegar:

$$\text{Retraso} = (1500 \text{ bytes} * 8 \text{ bits/byte}) / 64.000 \text{ bps} = 187.5 \text{ ms}$$

Solución: Troceamos los paquetes de datos en ‘cuadrados’ de 10ms, es decir, que el tamaño de un paquete será igual al máximo flujo de información que se pueda enviar por la línea en 10 ms. Los paquetes de VoIP deberán ser insertados entre estos paquetes, asegurando un retraso mucho menor. Los paquetes VoIP no deben fragmentarse.

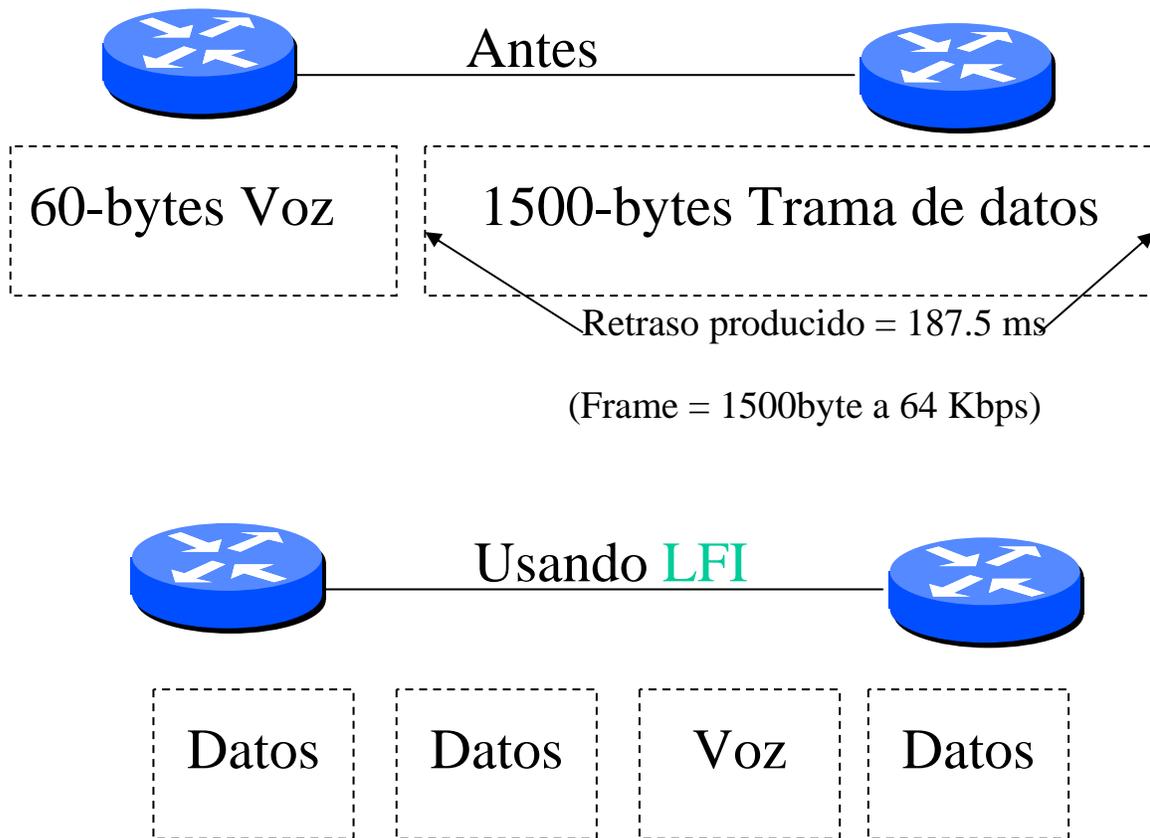


Figura 2.8: Uso de Link Fragmentation and Interleaving.

Capítulo 3



CAPÍTULO 3.

IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

3.1 Introducción al Capítulo.

Inicialmente, las redes IP (Internet Protocol) fueron creadas sin considerar mecanismos de QoS debido a que la red de Internet no fue planeada para proveer voz o cualquier otro servicio con requerimientos estrictos de ancho de banda, retardo y jitter. La primera solución que emplearon los Proveedores de Servicios (SP's) fue añadir más ancho de banda para reducir los niveles de congestión conforme el volumen de tráfico de Internet aumentaba. Dicha solución, comenzó a representar pérdidas económicas significantes para los SP's debido a que los incrementos de ancho de banda realizados para solventar las necesidades de las aplicaciones, no fueron directamente proporcionales a las ganancias por los servicios prestados en la red, lo cual originó un modelo de negocios desventajoso para las empresas.

Posteriormente, los Proveedores de Servicios de Internet (ISP's) comenzaron a desarrollar de manera conjunta con los grupos de trabajo de la IETF, ITU-T y ESTI mecanismos y esquemas para controlar de forma diferencial los servicios en las redes de datos. Los motivos fueron muy claros: solucionar la congestión agregando sólo ancho de banda no era suficiente, los cambios en la distribución del tráfico por fallas en los enlaces se convertían de nuevo en congestión (generalmente los “cuellos de botella” suceden en las redes de acceso) los ISP's comenzaron a prestar nuevos servicios de valor agregado para retener a sus clientes y finalmente el punto de análisis: convergencia de voz, video y datos en redes IP.

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

Para lograr los beneficios deseados, éstos nuevos servicios requieren una arquitectura de red IP que brinde las capacidades de diferenciación de tráfico, manejo y monitoreo para reforzar las demandas de las actuales SLA's (Service Level Agreements o Acuerdos de Niveles de Servicio) implementadas.

3.2 Expectativas del usuario final.

La percepción de QoS del usuario final es puramente subjetiva [14] y no es fácilmente mensurable. El usuario se percata de la calidad de la red mediante su dispositivo final y tiene ciertas expectativas de lo que es un apropiado nivel del servicio. El usuario no tiene conocimientos y muy poco interés en las capacidades de la red, salvo cuando la calidad de la red se degrada o se pierde por completo. Generalmente, el usuario realiza una apreciación de la QoS mediante comparación con las prestaciones de otro servicio similar y por el costo.

3.3 Expectativas de la Administración de Redes.

La administración de la red percibe la calidad de la red mediante estadísticas tales como velocidad, desempeño, pérdida de paquetes y satisfacción del cliente. Las expectativas y "problemas de calidad" tienden a ser más absolutos y mensurables. Los proveedores de servicio formalizan estas expectativas mediante acuerdos de niveles de servicio (SLA), en los cuales se establecen los límites aceptables del desempeño de la red.

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

3.4 Beneficios al aplicar QoS en Redes IP.

Para tal fin uno de los principales conceptos acompañados a la tecnología QoS es la priorización, esto es darle de alguna manera más importante a algunas conexiones que a otras.

Veamos algunos beneficios que podemos encontrar al implementar QoS en un sistema de redes IP:

- Control sobre recursos.
- Permite usar más eficientemente los recursos de la red.
- Menor latencia.

3.4.1 Ventajas para las aplicaciones.

Hoy en día, todas las empresas están considerando Internet como una nueva vía para incrementar su negocio y en consecuencia, las expectativas que se tienen para garantizar una calidad son las mismas que si se tratase de una red privada o controlada. Internet está siendo utilizada para la formación y el crecimiento de intranet dentro de la empresa y extranet que permiten el comercio electrónico con los socios del negocio. Es evidente por tanto, que se está incrementando el acercamiento de los negocios hacia la Web, siendo cada vez más importante que los administradores de las redes aseguren que éstas entreguen unos niveles apropiados de calidad. Es aquí donde las tecnologías de QoS cobran especial importancia, proporcionando a los administradores las utilidades para la entrega de datos críticos del negocio en los periodos y con unas garantías determinadas.

3.4.2 Beneficios para las Empresas.

Las aplicaciones están consiguiendo ser cada vez más exigentes. Las denominadas críticas requieren cada vez más calidad, confiabilidad, y asegurar la puntualidad en

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

la entrega. Un ejemplo claro son las aplicaciones de voz o vídeo, éstas deben ser manejadas cuidadosamente dentro de una red del IP para preservar su integridad. Además es necesario tener en cuenta que el tráfico no es predecible, ni constante, si no que funciona a ráfagas, produciéndose en ocasiones picos máximos de tráfico que son los causantes, en parte, de la saturación de la red.

Las tecnologías de QoS permiten a los administradores de red:

- Manejar las aplicaciones sensibles al jitter, como las que manejan audio y vídeo.
- Manejar el tráfico sensible al retardo, como la voz en tiempo real.
- El control de pérdidas en los momentos en los que la congestión sea inevitable.

3.4.3 Beneficios para los Proveedores de Servicio.

Las empresas y las corporaciones se están convirtiendo en negocios con requerimientos de “misión-crítica” sobre la red pública. Están delegando los servicios de sus redes a proveedores de servicio (outsourcing), lo que les permite centrarse más en el negocio interno y así reducir costosos capitales. Esto significa que los proveedores de servicio son quienes podrán ofrecer las garantías de calidad para el tráfico extremo-a-extremo (end-to-end) de la empresa. Las tecnologías de QoS permitirán a los proveedores de servicio ofrecer muchas más prestaciones, como el soporte del tráfico en tiempo real, o como la asignación específica de ancho de banda, que se suele especificar en los acuerdos de nivel de servicio (SLAs).

3.5 Ventajas de la aplicación de Servicios Diferenciados.

Los servicios basados en suscripción cobran especial importancia. Debido al hecho de ser el origen el encargado de realizar la reserva, servicios Pagar Por Ver (Pay Per View), canales de radio, canales de televisión, podrían aparecer en el modelo

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

de negocio Diffserv. En este caso el proveedor de contenidos recibiría cierto ingreso por cada evento distribuido, y sería el mismo el encargado de seleccionar la calidad de servicio que recibirían los usuarios.

3.6 Ventajas y desventajas de MPLS.

Ventajas de MPLS

- Mejora desempeño de re-envío de paquetes en la red.
- Soporta QoS y CoS (clases de servicio) para diferencias servicios.
- Suporta escalabilidad de la red.
- Integra IP y ATM en la red Construye redes inter-operables.

Desventajas de MPLS

- Se agrega una capa adicional.
- Los router deben entender MPLS.

3.7 Ventajas de la aplicación de DiffServ y MPLS.

DiffServ y MPLS resuelven gran parte de los problemas de QoS en redes IP. DiffServ se apoya del campo Tipo de Servicio (ToS) clasificando los tráficos en diferentes clases en los nodos de ingreso al domino DiffServ. MPLS realiza en cierta manera una clasificación similar a DiffServ, sólo que éste los clasifica y agrupa en FEC (Forwarding Equivalence Class) para garantizar QoS [15]. Ambos emplean etiquetas, la etiqueta MPLS determina la ruta que un paquete tomará, lo cual permite optimizar el ruteo dentro de una red. Para DiffServ, el valor (DSCP)

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

DiffServ Code Point determina el comportamiento de los nodos de acuerdo a esquemas de colas (Queuing).

Al emplear esquemas de Calidad de Servicio en redes IP con DiffServ y MPLS, es muy importante tener en cuenta un adecuado esquema de colas. El seleccionar erróneamente uno de estos esquemas, podría ser la causa principal de bajo desempeño en nuestras aplicaciones sensibles a retardo. Existen muchas aproximaciones y propuestas para mejorar los esquemas actuales de colas como los propuestos en [16] [17] [18] [19].

3.8 Impacto que causa MPLS contra la Latencia.

La contribución de MPLS a QoS en las redes IP se basa primordialmente en el manejo de sus etiquetas. La conmutación de etiquetas MPLS es una excelente herramienta para combatir a latencia y el jitter debido a la rapidez con la cual se logra analizar el destino en los paquetes procesados. Con esta simple operación se logra disminuir la latencia en la red, lo cual mejora en mucho el jitter final, no obstante ello, la conmutación de etiquetas no representa la solución real para aquellas aplicaciones sensibles al retardo. Si tenemos una conexión de bajo ancho de banda, MPLS no provee más ancho de banda, pero mejora de manera significativa los problemas de retardo inherente en las redes actuales [20].

Si reunimos las características más importantes que brinda MPLS en redes IP, se podrían resumir en las siguientes:

- Ingeniería de tráfico.
- VPN.
- Eficiente transporte de capa dos.
- Eliminación de múltiples capas.
- Transforma direcciones IP a etiquetas.
- Soporte para RSVP y protocolos de ruteo.

CAPÍTULO 3. IMPACTO QUE CAUSAN LAS APLICACIONES DE ESTA NORMA EN LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

- Evita costo (overhead).
- Incrementa la escalabilidad de redes y servicios.

Conclusiones



CONCLUSIONES

Con la culminación del presente trabajo de diploma se ha arribado a los siguientes resultados:

1. Se han especificado las características de los principales protocolos para QoS según las organizaciones ITU, ETSI e IETF, para garantizar un servicio de mejor calidad. Se han propuesto 3 protocolos, RSVP, Diff-serv y MPLS.
2. El protocolo MPLS es el más recomendable a usar porque puede crear las redes privadas virtuales, en favor del IP en redes de Backbone.
3. Las normas de Tipo de Servicio y Clase de Servicio aseguran que las aplicaciones de Tiempo Real, sean un éxito en redes de QoS.
4. La adopción de la estrategia de Calidad de Servicio (QoS) en las redes han sido introducidas en orden para proveer una guía a los proveedores de servicios sobre cómo realizar el desarrollo de una infraestructura acertada utilizando redes con QoS.
5. Se puede decir que las redes con QoS mejora no sólo los recursos del backbone del hardware de la red, sino que al mismo tiempo ayuda a mejorar la organización en los negocios.
6. Estos mecanismos proporcionan un servicio mejorado a los usuarios de red, al mismo tiempo que permiten al administrador de la red administrar los recursos de la red de forma eficaz.

Recomendaciones



RECOMENDACIONES

Por el alto contenido de actualidad de este trabajo se recomienda:

1. A Ingenieros, Administradores de redes y Técnicos, seguir de cerca la garantía que brinda la Calidad de Servicio en redes de servicios interactivos.
2. Las Redes IP tendrán que reconvertirse aún más para poder transmitir información de nuevas aplicaciones.
3. Es recomendable usar los protocolos de Diffserv y MPLS para garantizar una Calidad de Servicio en redes IP, en el marcaje y clasificación de los datos de la red.
4. Incorporar el estudio de estos mecanismos de Calidad de Servicio para la implementación del Internet de Próxima Generación (Next Generation Internet).

Referencias Bibliográficas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] IEFET “Intserv Working Group”

Disponible en: <http://www.ietf.org/html.charters>

Última visita: Mayo 2009.

[2] ITU-T “Study group 12”

Disponible en: [http:// www.itu.int/ITU-T/study_group/com_12/index.asp](http://www.itu.int/ITU-T/study_group/com_12/index.asp)

Última visita: Mayo 2009.

[3] Caetano M., Mateos G., y Morales F., Sip y Asterix- Implementaciones de VoIP vacadas en SIP: un estudio enfocado a la QoS utilizando Asterix, Proyecto de fin de carrera Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, UDELAR.

[4] Fuente abierta sobre H.323

Disponible en: [http:// www.openh323.org](http://www.openh323.org)

Última visita: Abril 2009.

[5] Aspirot L., Belzarena P., Casas P., González V., y Larroca F., Proyecto PDTs/CO/P/17/2: Medición de performance de punta a punta en servicios de voz y video sobre IP, Informe de avance1, Noviembre 2004.

- [6] ETSI, "Speech Communication Quality from Mouth to Ear of 3.1 KHz Handset Telephony across Networks", Technical Report.ETR 250, 1996.
- [7] ITU-T, Recommendation G.107, "The E-Model A Computational Model for Use in Transmission Planning", Marzo 2005.
- [8] Awduche D., Hannan A., Xiao X., "Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP- Tunnels", RFC 3210, December 2001.
- [9] Sanjay J., y Mahbub H., "Engineering Internet QoS", Artech House Inc, 2002.
- [10] IETF Diffserv Working Group
Disponible en: <http://www.ietf.org/html.charters/diffserv-charter.html>
Última visita: Abril 2009.
- [11] Nichols K., Blake S., Baker F., y Black D., "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", RFC 2474, December 2005.
- [12] Protocolo MPLS
Disponible en: <http://omar1985.wordpress.com/2008/10/18/mpls>
Última visita: Abril 2009.
- [13] MPLS
Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/MPLS>
Última visita: Abril 2009.

[14] Sziget C., y Hattingh C., "End to End QoS Network Design" Cisco Press 2005.

[15] Black U., MPLS and Label Switching Networks, vol. 1, 2 ed. New Jersey: Prentice Hall PTR, 2002.

[16] Sun W., y Shin K., "End-to-End Delay Bounds for Traffic Aggregates under Guaranteed-Rate Scheduling Algorithms," University of Michigan, 2003.

[17] Arora A., "Performance Management in ATM Networks," in Department of Electrical and Computer Engineering, vol. PhD. University of Maryland, 2002,pp.115.

[18] Xu P., Devetsikiotis M., y Michailidis G., "Adaptive Scheduling using Online Measurements for Efficient Delivery of Quality of Service," University of Michigan North Carolina State University, NC 2004.

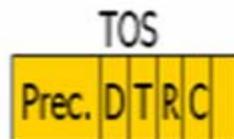
[19] Tamayo R., Caballero X., Rivera R., y Preciado J., "Modelado de Servicios Diferenciados para Implantación de Calidad de Servicio en Internet 2," presentado en Reunión de Otoño de Comunicaciones, Computación y Electrónica ROC&C 2002, Acapulco, Guerrero, 2002.

[20] Alwan B., "MPLS: Beyond Connectivity," in MPLScon 2004. New York, 2004.

Anexos

ANEXOS

Anexo 1: Campo Tipo de Servicio de IPv4



- Precedencia
 - 111 Control de Red
 - 110 Control encaminamiento
 - 101 Crítico
 - 100 Muy urgente
 - 011 Urgente
 - 010 Inmediato
 - 001 Prioridad
 - 000 Rutina
- TOS
 - 1000 Minimizar retardo
 - 0100 Maximizar throughput
 - 0010 Maximizar fiabilidad
 - 0001 Minimizar coste
 - 0000 Servicio normal

Anexo 2: Valores recomendados para TOS (RFC 1812)

Protocolo	Minimizar retardo	Maximizar throughput	Maximizar fiabilidad	Minimizar coste	Servicio normal
Telnet	X				
FTP: control	X				
FTP: datos		X			
IGP/EGP			X		
SNMP			X		
BOOTP					X
NNTP				X	

Glosario

GLOSARIO DE ACRONIMOS

ATM (Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrono).

CAR (Committed Access Rate).

CBWFQ (Class Base Weighted Fair Queuing).

CLQoS (Control Load Quality of Service, Control de Carga Calidad de Servicio).

CNG (Comfort Noise Generation, Generador de Ruido).

CoS (Class of Service, Clase de Servicio).

CQ (Custom Queuing).

Diffserv (Differentiated Service, Servicios Diferenciados).

DS (Differentiated Service, Servicios Diferenciados).

DSCP (Diffserv codepoint, Punto de código Diffserv).

EA (Elastic Application, Aplicaciones Elásticas).

ETSI (European Telecommunication Standard Institute, Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo).

FEC (Forwarding Equivalence Class, Clase Equivalente hacia Adelante).

FIFO (First In First Out, Primer en Entrar es Primero en Salir).

GQoS (Guarantee Quality of Service, Garantía Calidad de Servicio).

GTS (Generis Traffic Shaping, Conformador del Tráfico de Generis).

IETF (Internet Engineering Task Force).

Intserv (Integrated Service, Servicio Integrado).

IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet).

IPPM (Internet Protocol Performance Metrics).

IPv4 (Internet Protocol version 4, Protocolo de Internet versión 4).

IPv6 (Internet Protocol version 6, Protocolo de Internet versión 6).

ISP (Internet Service Provider, Proveedores de Servicios de Internet).

ITU-T (International Telecommunication Union, Unión Internacional de Telecomunicaciones).

LDP (Label Distribution Protocol).

LER (Label Edge Router).

LFI (Link Fragmentation and Interleaving).

LLQ (Low Latency Queue,).

LSR (Label Switching Router).

MAC (Acceso al Medio).

MJPEG (Motion Joint Photograph Expert Group, Grupo Experto Fotografía Fija en Movimiento).

MPEG (Motion Picture Expert Group, Grupo Experto en Imágenes en Movimiento).

MPLS (Multiprotocol Label Switching, Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas).

NOTX (No Transmission, No Transmisión).

OSI (Open System Interconnection).

PBH (Per Hop Behavior, Políticas por Salto).

PC (Personal Computer, Computadora Personal).

PDP (Punto de Decisión de Políticas).

PEP (Performance Enhancing Proxy, Punto de Aplicación de Políticas)

PQ (Priority Queuing, Cola Prioritaria).

PSN (Packet Switch Network, Red Conmutada de Paquete).

PSTN (Public Switch Telephone Network, Red Pública de Telefonía Conmutada).

QoS (Quality of Service, Calidad de Servicio).

RED (Random Early Detection).

RFC (Request For comments).

RSVP (Protocolo de Reservación de Recursos, Resource ReSerVation Protocol).

RTCP (Real Time Control Protocol, Protocolo Control de Tiempo Rea

RTI (Real Time Intolerance, Aplicaciones Intolerantes al Tiempo Real).

RTP (Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real).

RTT (Real Time Tolerance, Aplicaciones Tolerantes al Tiempo Real).

SCN (Switch Circuit Network, Red Circuito Conmutación).

SG12 (Study Group 12, Grupo de Estudio 12).

SID (Silence Insertion Description, Paquetes de Silencio durante la Pausa).

SIP (Session Initiation Protocol, Protocolo Iniciación de la Sesión).

SLA (Service Level Agreement, Acuerdos Niveles de Servicio).

SP (Service Provider, Proveedor de Servicio).

TCA (Traffic Condition Agreement, Convenios de Condiciones del Tráfico).

TD (Tail Drop, Pérdida de último Paquete de la Cola).

TE (Traffic Engineering, Ingeniería de Tráfico).

TTL (Time To Live, Tiempo de Vida).

ToS (Type of Service, Tipo de Servicio).

UDP (User Datagram Protocol).

VAD (Voice Activity Detection, Detección de Voz Activa).

VoIP (Voice over IP, Voz sobre IP).

VPN (Virtual Private Network, Redes Privadas Virtuales).

WFQ (Weighted Fair Queuing).

WRED (Weighted Random Early Detection).