

**TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS
REDES LAN-PARTE II.**

CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO

COD. 9704020

ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS

COD. 0105858

MINOR EN COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORAS

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

FACULTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA

2003

**TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS
REDES LAN-PARTE II.**

CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO

COD. 97040802

ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS

COD. 0105858

**MONOGRAFÍA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**MONOGRAFÍA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

DIRECTOR

ISAAC ZÚÑIGA SILGADO

Ingeniero de Sistemas

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

FACULTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA

2003

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, 17 de Noviembre de 2003

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H., Noviembre 17 de 2003

Nosotros CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO y ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS, identificados con números de cédulas 9.098.912 de Cartagena y 78749834 de Montería, respectivamente, autorizamos a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

CRISTIAN VILLADIEGO ANGULO

ALEX PAYARES VANEGAS

Noviembre 17 de 2003.

Señores:

COMITÉ PROYECTO DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad.

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito someter a su consideración y estudio de la monografía titulada "TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS REDES LAN-PARTE II." por el estudiante **CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO**, quien lo presenta a ustedes para optar al título de Ingeniero Electrónico.

ISAAC ZÚÑIGA SILGADO

Ingeniero de Sistemas

Director del proyecto de grado.

Noviembre 17 de 2003.

Señores:

COMITÉ PROYECTO DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad.

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito someter a su consideración y estudio de la monografía titulada "TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS REDES LAN-PARTE II." por el estudiante **ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS**, quien lo presenta a ustedes para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

ISAAC ZUÑIGA SILGADO

Ingeniero de Sistemas

Director del proyecto de grado.

Noviembre 17 de 2003.

Señores:

COMITÉ PROYECTO DE GRADO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad.

Estimados Señores:

Por medio de la presente me permito someter a su consideración y estudio de la monografía titulada "TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS REDES LAN-PARTE II." por el estudiante **CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO**, quien lo presenta a ustedes para optar al título de Ingeniero Electrónico.

CRISTIAN ENRIQUE VILLADIEGO ANGULO

Noviembre 17 de 2003.

Señores:

COMITÉ PROYECTO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
Ciudad.

Estimados Señores:

Por medio de la presente me permito someter a su consideración y estudio de la monografía titulada "TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS REDES LAN-PARTE II." por el estudiante **ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS**, quien lo presenta a ustedes para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

ALEX RAFAEL PAYARES VANEGAS

Primero que todo a Dios, por iluminarme y acompañarme a lo largo de mi carrera, quien me dió fuerza y salud para superar todos los obstáculos que se atravesaban en mí camino logrando conseguir mis objetivos y mis metas y quien siempre estuvo cuando lo necesitaba.

A mis padres Evelia Angulo y Diego Villadiego que siempre me apoyaron y confiaron en mí en todo momento; ellos durante el transcurso de mi carrera fueron mi apoyo moral y familiar. A mi querida abuela Esperanza Caraballo (Q.E.P.D.) que gracias a sus sacrificios logre alcanzar mis objetivos y metas a corto plazo y poder culminar mi carrera, a ellos los debo todos mis sueños y todos mis triunfos académicos.

A mis hermanos Elías y Edgar Villadiego que gracias a su apoyo y comprensión me demostraron que a pesar de las dificultades siempre hay una pequeña esperanza para salir adelante.

A Brenda Lizzett que gracias a su constante dedicación, sus consejos y su amor, me enseñó que para conseguir lo que se quiere se deben hacer

muchos sacrificios, que a la larga son todas nuestras experiencias en la vida; a ella le debo mis sentimientos y todo el amor que una persona puede sentir por otra, en especial a la persona de quien se esta enamorado y todos los consejos que me ayudaron a lograr mis metas.

CRISTIAN ENRIQUE.

Le doy gracias a dios por haberme guiado por un buen camino y por ser la luz de mi sendero...

Gracias les doy a mis padres por haberme brindado la oportunidad de seguir con una carrera profesional, por haber creído en mí y porque siempre tuvieron una fe ciega en un hijo que siempre los amo y los amara por la eternidad...

Le doy gracias a mis hermanos porque a pesar de muchos inconvenientes que tuvieron que soportar, creyeron en nuestra familia...

Le doy gracias a mi esposa Mónica por estar siempre apoyándome inclusive cuando creí que ya no podía seguir...

Dios sabe que a todos los quiero mucho, pero hoy desearía tener a alguien muy especial conmigo, y esto va dedicado a esa persona y a alguien que hubiese querido que conociese...

Mi abuela Mela y mi bebe Samuel.

ALEX RAFAEL

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

DIOS, por ser él nuestro guía y nuestro apoyo en la realización de éste trabajo.

A Isaac Zúñiga Silgado, Ingeniero de Sistemas y director de la investigación, por sus valiosas orientaciones, su apoyo y por depositar su confianza en nosotros.

A Gonzalo Garzón, Ingeniero de Sistemas y Decano de la facultad de Ingeniería de Sistemas de la CUTB, por su colaboración.

A Oscar Segundo Acuña, Ingeniero Eléctrico y Decano de la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la CUTB, por su colaboración.

A todos los docentes quienes impartieron sus conocimientos en el transcurso del menor de comunicaciones y redes.

RESUMEN

En nuestro primer capítulo hacemos referencia a la calidad de servicios **QoS** como una alternativa para la optimización del ancho de banda en las redes de área local LAN, haciendo especial énfasis en los aspectos de Latencia y Granularidad y el manejo que ésta presenta tanto en aplicaciones cotidianas como en las situaciones más críticas que pueden ocurrir en nuestro entorno de red.

También hacemos énfasis en los métodos existentes para una óptima implementación de ésta técnica, como lo son las configuraciones, las políticas, características, servicios, entre otras, incluyendo el estudio de la latencia y granularidad como factores que intervienen en el congestionamiento del ancho de banda en las redes LAN.

Nuestro segundo capítulo toca el tema referente al ancho de banda, ya que es el eje central de nuestra investigación, como sabemos, el ancho de banda es la capacidad que tiene nuestro canal de enviar y/o transmitir ya sea datos, voz e imágenes; una congestión de nuestro ancho de banda implicaría la pérdida de información o el aumento en el

tiempo de espera de la aplicación que en ese instante se esté efectuando. Las técnicas empleadas en éste capítulo nos ayudan a mejorar todos estos factores que aquejan nuestra red. Analizamos las técnicas de manejo de colas, el monitoreo del trafico en nuestra red y la administración de la congestión en los puertos de los switches, incluyendo las técnicas de señalización del tráfico, mencionando en nuestra investigación los servicios diferenciados y los servicios garantizados.

En nuestro tercer capítulo nos referimos a los mecanismos de control que existen para un mejor utilización del ancho de banda de nuestra red de área local; entre estos mecanismos tenemos el de admisión de conexión, adecuación del tráfico, el control de la congestión y el control de prioridad de perdida de celda. También consideramos importante mencionar las ventajas que tiene la implementación de la calidad de servicios.

El cuarto capítulo de nuestra investigación hace referencia a la IP sobre QoS, donde mencionamos la calidad de servicio de extremo a extremo, el mejor esfuerzo, los servicios integrados y los servicios diferenciados y Por último el capítulo quinto en el cual efectuamos varias prácticas.

TABLA DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.....	19
1. CAPÍTULO 1. CALIDAD DE SERVICIOS (QoS).....	24
1.1. Características y Servicios de la Calidad de Servicios (QoS).....	25
1.2. Desarrollo de Políticas y Configuraciones de QoS	27
1.2.1 Seleccionando un Grupo para el Despliegue.....	28
1.2.2. Validando la antigüedad del Grupo de Despliegue.....	28
1.2.3. Seleccionando y Previsualizando los Dispositivos para el Despliegue.....	31
1.2.4. Entrando en los Detalles del Trabajo para el Despliegue.....	31
1.2.5. Confirmando la Información del despliegue mágico.....	32
1.3. Tipos de Análisis.....	32
1.3.1. Históricos.....	33
1.3.2. Tiempo Real.....	34
1.4. QoS dentro de elemento único de la red.....	34
1.4.1. La administración de la Congestión (Congestion Management).....	34
1.4.2. Administración de colas, (Queue Management).....	35
1.4.3. Eficiencia del Enlace, (Link Efficiency).....	35

1.4.4. Adecuación de tráfico y vigilancia.....	36
1.5. Latencia.....	38
1.6. Granularidad.....	41
2. CAPÍTULO 2. ANCHO DE BANDA.....	45
2.1. Monitoreo del Tráfico para Limitar el Ancho de Banda y Señalización del Tráfico.....	45
2.2. Adecuación del Tráfico para Controlar el Ancho de Banda.....	47
2.3. Técnicas de Encolado para la Administración de la Congestión para el Tráfico Fuera de los Límites.....	49
2.3.1. Encolado Equitativo Ponderado Distribuido (DWFQ): Altas Velocidades WFQ para Interfaces VIP.....	49
2.3.2. Encolado Equitativo (FQ): Flujo Basado en Encolado.....	50
2.3.3. Prioridad de Encolado (PQ): Trafico Común con Priorización en Routers	52
2.3.4. Encolado Común (CQ): Tráfico Avanzado con Priorización en Routers	52
2.3.5. Encolado Equitativo Ponderado (WFQ): Priorización Inteligente del Tráfico en Routers	53
2.3.6. Encolado Primera en Entrar, Primera en Salir (FIFO): Negociación Básica y Adelantada en Routers	55

2.3.7. Cálculo de la Longitud Promedio de Cola.....	55
2.3.7.1. Limites para la Longitud de cola.....	56
2.3.7.2. Cálculo de la probabilidad P.....	57
2.3.7.3. Sintonización del RED.....	58
2.3.8. Administración de la Congestión en los Puertos de los Switches.....	58
2.3.8.1. 2 colas, 2 Umbrales (2Q2T).....	59
2.3.8.2. 1 Cola de prioridad, y 2 Colas 2 Umbrales (1P2Q2T).....	60
2.3.8.3. 4 colas, 2 Umbrales (4Q2T).....	61
2.4. Técnicas de Señalización.....	61
2.4.1. Antecedentes de la IP y Valores DSCP: Servicios Diferenciados.....	62
2.4.2. Protocolo para Reservar los recursos (RSVP): Servicios Garantizados.....	63
3. CAPÍTULO 3. MECANISMOS DE CONTROL.....	65
3.1. Control de Admisión de Conexión (CAC).....	65
3.2. Adecuación del tráfico (Traffic Shaping).....	66
3.3. Control de Prioridad de pérdida de celda.....	67
3.4. Control de Congestión.....	68
3.5. VENTAJAS DE QoS.....	69

4. CAPÍTULO 4. IP QUALITY OF SERVICE , IP QoS.....	71
4.1. Calidad de Servicio de extremo a extremo.....	71
4.1.1. Servicios de Mejor Esfuerzo (Best Effort).....	72
4.1.2. IntServ, Servicios Integrados.....	72
4.1.3. DiffServ, Servicios Diferenciados.....	75
4.1.4. MPLS aided DiffServ.....	78
5. CAPÍTULO 5. APLICACIONES PRÁCTICAS.....	79
5.1. Encolado Equitativo Ponderado (WFQ).....	79
5.2. Prioridad de Encolado (PQ).....	80
5.3. Encolado Común (CQ).....	81
5.4. Configuración de baja latencia en colas.....	82
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA.	
ANEXOS.	

INTRODUCCIÓN.

Dentro del conjunto de aspectos primordiales que intervinieron para la escogencia de éste tema de monografía fueron los siguientes:

- La saturación del ancho de banda en las redes de computadoras por su inadecuado uso.
- La influencia de factores como: la Latencia y Granularidad como recursos para la optimización del ancho de banda las redes.
- La necesidad de obtener la información de forma clara y en tiempo real para que al tomar decisiones, estas sean lo más acertadas posible.
- Los altos costos que se pagan por el alquiler de los canales, los cuales no se ven reflejados en el servicio que prestan los proveedores.

- Las inversiones que en algunos casos se torna innecesaria como lo es la compra de equipos de mayor potencia para aumentar el ancho de banda de la red y/o el cambio del cableado que se venia empleando, siendo esta una decisión muy costosa y que a la larga podría evitarse.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Realizar un estudio de las técnicas utilizadas para la optimización del ancho de banda en las redes LAN.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un estudio de los posibles problemas que influyen en el mal uso del ancho de banda en las redes de computadoras.
- Proponer soluciones acorde con el problema que se esté presentado en una red de área local (LAN).
- Beneficiar a las empresas y los campus, por medio de éste estudio realizado, para que se ponga en práctica las soluciones que en éste trabajo se proponen, optimizando sus redes (LAN).
- Disminuir los costos debido a la compra innecesaria de equipos por el mal uso del ancho de banda de la red, basando nuestro estudio específicamente en los switches de capa 2, 3 e inclusive capa 4.

- Analizar por medio de ejemplos prácticos las técnicas y las características utilizadas en ésta monografía de los dispositivos empleados en una red de área local.

- Documentar la configuración de los equipos de capa 2, 3 y 4, que se emplean en las redes de área local.

JUSTIFICACIÓN.

La importancia de éste trabajo radica en que éste tema es aun desconocido en la mayoría de las empresas que emplean redes (LAN), ya que logramos apreciar el mal uso del ancho de banda de dichas redes y debido a la falta investigación en éste campo las empresas se ven afectadas en la toma de algunas decisiones, las cuales dependen de la velocidad y el tiempo en el cual se esta presentando ésta, reflejándose el los costos que generan algunas decisiones tomadas en forma incorrecta.

Debido a esta investigación, los beneficios que obtendrían las empresas como nuestra universidad, la Tecnológica de Bolívar, se ven reflejados en la relación costo / beneficio; es decir mayores ingresos debido al ahorro en la compra innecesaria de equipos y un mejor manejo del ancho de su red.

La satisfacción del cliente al prestársele un óptimo servicio, lo cual se ve reflejado en la confianza y la seguridad que brinda el proveedor y que al momento que el cliente decida utilizar la red, no se presente inconvenientes que se puedan generar por el mal uso de ancho de banda de la misma.

1. CAPÍTULO 1. CALIDAD DE SERVICIO (QoS).

QoS agiliza el manejo de aplicaciones críticas, mientras comparte los recursos de la red y las aplicaciones no críticas. QoS también asegura el ancho de banda disponible y los retrasos mínimos de tiempo requeridos por el multimedia y las aplicaciones de voz. También los administradores controlan las aplicaciones de la red, mejora la relación costo eficacia de las conexiones WAN, y habilita los servicios diferenciando los avanzados. Las tecnologías de QoS son los primeros escalones para otros Cisco IO que habilitan la particularidad de los servicios para los datos convergidos y redes de voz (LAN-/WAN + la telefonía), la video conferencia sobre IP, e IBM conectando una red de computadoras, y para las aplicaciones futuras en un campus, WAN, y las redes de proveedor de servicio. Ver figura 1.



Figura 1. Configuración de las redes del proveedor de servicio

1.1. Características y Servicios de la Calidad de Servicio (QoS).

La tasa de acceso comprometido (CAR) Realiza dos funciones de QoS:

- La administración del ancho de banda limite promedio, que le permita controlar la tasa máxima del tráfico enviado o recibido en una interfaz.

- La clasificación de los Paquetes a través de la anterior IP y envío del grupo QoS lo que permite compartir la red en múltiples niveles de prioridad o clases de servicio (CoS).

Servicios Diferenciados (DiffServ).

Esta arquitectura QoS divide el tráfico en pequeñas clases de números y proporciona QoS a los grandes tráficos tratando mejor el tráfico que el resto (aprovechado con más rapidez, mayor ancho de banda en promedio, disminuyendo las pérdidas promedio). Ésta es una preferencia estadística, no es una rígida y rápida garantía.

Servicios Integrados (IntServ).

Una arquitectura de QoS en que cada elemento de la red se exige identificar la coordinación de la información enviada de las características de QoS que proporciona por lo que se refiere a las

funciones que realiza, la información que requiere, y la información que exporta.

Por el Flujo: (IntServ - RSVP).

Los datos individuales, unidireccionales vierten entre dos puntos. Singularmente identificado por un 5-tuple (el protocolo de transporte, la dirección de la fuente, el número de puerto de fuente, la dirección del destino, el número de puerto de destino). No descascare porque cada dispositivo guarda por la información de flujo.

Descarte Aleatorio Temprano (RED).

En lugar de esperar a que se llene la cola, se descarta cada paquete de entrada con alguna probabilidad de descarte, cada vez que la cola excede algún nivel de descarte. El monitoreo de los niveles de tráfico en las grandes redes previene la congestión y garantiza la prioridad en el tráfico entregado.

Protocolo de Reservación de recurso (RSVP).

Un protocolo que apoya la reservación de recursos a través de una red IP.

Los Rasgos Claves.

- Provee la supervisión de línea de fondo de los perfiles del tráfico para los grandes y pequeños grupos de aplicaciones antes de desplegar QoS.

- Validación de los despliegues QoS obteniendo la regeneración detallada en los modelos de tráfico luego QoS diferencia los puntos en la red.

- Provee las estadísticas relacionando las políticas de QoS que incluyen tráfico de pares NBAR los filtros y estadísticas de acción.

- las plantillas de telefonía IP proporcionan políticas de QoS predefinidas que aseguran la prioridad estricta para el tráfico de voz en las redes de las Empresas.

1.2. Desarrollo de Políticas y Configuraciones de QoS.

QPM mantiene las opciones de políticas de despliegue y configuraciones de QoS para conectar los dispositivos una red de computadoras. Usando el Despliegue mágico, usted puede desplegar una corriente o la versión histórica de un grupo desplegado. Si un trabajo de despliegue falla,

podemos reorganizar algunos o todos sus dispositivos que estén fallando. El Despliegue mágico lo guía a través de los pasos requeridos para desplegar un grupo. Usted selecciona su grupo, introduzca los detalles del trabajo y selecciona las opciones del despliegue. El mago recoge y valida toda la información que usted ingresa, y le permite ver un resumen de la información del trabajo. Usted puede confirmar o puede revisar esta información antes de desplegar. **Ver Anexo A.**

Las secciones siguientes describen los procedimientos paso a paso como crear un despliegue del trabajo, mientras se usa el despliegue mágico.

Los temas siguientes describen los pasos los mágicos:

1.2.1. Seleccionando un Grupo para el Despliegue.

El primer paso en el proceso del despliegue es seleccionar el grupo de despliegue. Mientras el valor predeterminado es seleccionado, uno del despliegue actualmente manejado se agrupa, usted puede seleccionar una versión histórica del grupo que se desplegó.

1.2.2. Validando la antigüedad del Grupo de Despliegue.

Siempre que una versión anterior de un grupo de despliegue se restaure, deben hacerse los chequeos de aprobación en el grupo de

despliegue. El proceso de aprobación se activa automáticamente después de seleccionar históricamente el despliegue de un grupo.

El sistema a continuación efectúa los chequeos y automáticamente proporciona un informe de violaciones dónde nos muestra:

- ✚ Perdida de elementos en la red: éste procedimiento de aprobación verifica para la coordinación de los protocolos y manejo de los dispositivos. Si el procedimiento de aprobación descubre elementos de la red que están extraviados del grupo del dispositivo actual, ellos se anexaran en el informe. Las asignaciones de los protocolos que conectan una red de computadoras con los elementos del grupo de despliegue restaurado se eliminará de forma automática.
- ✚ Asignaciones no válidas: éste procedimiento de aprobación verifica los elementos asignados de la red que ya no agrupan en sus protocolos de grupo. Cualquier asignación no válida se mostrará en el informe. Los elementos de la red podrán ser eliminados de su asignación.

✚ Las Violaciones de los Componentes reutilizables: éste procedimiento de aprobación verifica la coordinación de los protocolos y componentes de la biblioteca (los seudónimos de IP, seudónimos de la aplicación y las plantillas del protocolo de grupo). Si el proceso de aprobación descubre algunos componentes de la biblioteca en la versión restaurada que sean diferentes que los de las bibliotecas actuales, esto será mostrado. El proceso de aprobación sobrescribe los componentes de la biblioteca actuales con los originales y los agrega localmente al grupo de despliegue. En éste caso, el enlace dinámico de los componentes de la biblioteca no existirá.

✚ Las Violaciones de cuellos de botella: éste chequea la validez de los protocolos en los cuellos de botella de los dispositivos del grupo contra las limitaciones de cuellos de botella predefinidas. Estas limitaciones podrían cambiar de vez en cuando causando que alguno de los protocolos del grupo de cuellos de botella no sea válido. Los grupos en los que los protocolos no son válidos se mostrarán y se quitarán a lo largo de con sus asignaciones.

1.2.3. Seleccionando y Previsualizando los Dispositivos para el Despliegue.

En éste paso del mago, Seleccionamos los dispositivos a los cuales que se quieren desplegar sus protocolos. También se puede ver de antemano los comandos de CLI que se configurarán por prioridad de los dispositivos al desplegarse. Esta página despliega una lista de todos los dispositivos que están disponibles para el despliegue y sus configuraciones. Dispositivos cuyas configuraciones han cambiado desde que el último despliegue se realizo con el chequeo que junto a ellos se seleccionó. Usted puede aceptar la selección predefinida, o usted puede hacer su propia selección de dispositivos.

1.2.4. Entrando en los Detalles del Trabajo para el Despliegue.

En éste paso del mago, usted introduce un nombre (se proporciona un nombre predefinido) y, opcionalmente, una descripción para el trabajo se quiere desplegar.

En esta página, se debe seleccionar la configuración de los dispositivos que se van a emplear usando Telnet. Esta opción activa despliegue real del grupo de dispositivos.

QPM también despliega las configuraciones de los archivos QoS. Éste proceso no configura los dispositivos, pero genera archivos en la configuración que pueden enviarse manualmente al dispositivo. Se crean los archivos individuales por el dispositivo y el juego completo de archivos puede guardarse en su disco duro. Cuando se requiera, usted puede transmitir estos archivos como un solo archivo comprimido a su escritorio.

1.2.5. Confirmando la Información del despliegue mágico.

La última página del despliegue mágico presenta un resumen de todos los datos almacenados a través del despliegue mágico para usted pueda verificar. Después de que usted está satisfecho con la información del trabajo, usted puede desplegar el grupo a la red.

1.3. *Tipos de Análisis.

QPM le permite realizar el siguiente análisis del tráfico de su red:

Usted puede realizar un análisis básico para determinar cómo está fluyendo el tráfico en la red. Para más información, vea la Representación Básica del Análisis de QoS. Usted puede analizar el efecto de QoS en la red. Usted puede usar esta información para evaluar

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

la efectividad de los QoS y los planes de cambios de protocolos. Para más información, vea la Comprensión de los Tipos de Análisis de QoS. Solo los protocolos que se despliegan por la red pueden ser monitoreados por QPM. Para la información sobre la supervisión de QoS que usted configuró sin usar QPM, vea el uso del Análisis de QoS con la Configuración de QoS Existente.

Hay dos tipos de análisis de QoS en QPM:

1.3.1. Históricos.

El análisis histórico que supervisa el tráfico para los protocolos de QPM que usted selecciona sobre una o más interfaces, mientras se registran en una base regular y guardando los datos recogidos.

Supervisando históricamente los trabajos se recogen los datos entre un tiempo de inicio y tiempo de salida que usted define. Todos los datos recogidos pueden desplegarse en los informes históricos. Usaríamos típicamente la supervisión histórica como una herramienta del funcionamiento. Es útil para supervisar la operación de la configuración de QoS de su red en una base continua, durante un período de tiempo.

1.3.2. Tiempo Real.

El análisis en tiempo real supervisa el tráfico de todos los protocolos de QPM continuamente en una interfase, en tiempo real. Ninguno de los datos histórico se guarda. Empleamos tiempo real, por que supervisa inmediatamente los efectos de cambio de QoS, solucionando los problemas de QoS, o investigando las nuevas configuraciones de QoS en un ambiente típicamente de laboratorio.

1.4. QoS dentro de elemento único de la red.

Estos elementos se dividen en cuatro que son:

1.4.1. La administración de la Congestión (*Congestion Management*).

Éste se presenta porque en determinadas ocasiones el tráfico es mayor que la velocidad del enlace, debido a la naturaleza de éste (voz, datos y vídeo). En éste punto, el Enrutador debe resolver diversos problemas tales como son: enviar el tráfico en una sola cola; permitir que su primer paquete sea el primer paquete en salir, o, colocar paquetes en diferentes colas y atender ciertas colas más a menudo.

1.4.2. Administración de colas, (*Queue Management*).

Aunque las colas no son de tamaño infinito, pueden llenarse y ocasionar desbordamiento (***overflow***). Cuando esto sucede cualquier paquete adicional no puede ingresar en la cola y es eliminado. El problema radica en que el Enrutador no puede prevenir la eliminación de éste paquete, aunque sea prioritario, así que, se requiere de un mecanismo que pueda asegurarse que la cola no se sature, y además, debe tener alguna clase de criterio para eliminar paquetes que son de prioridad más baja antes que eliminar paquetes de alta prioridad.

1.4.3. Eficiencia del Enlace, (*Link Efficiency*).

En varias ocasiones los enlaces de baja velocidad presentan un problema para los paquetes más pequeños. Si un paquete de voz estuviera detrás de éste gran paquete, la demora presupuestada para la voz se excedería antes de que el paquete dejara el Enrutador.

La fragmentación del enlace y entrelazo (***interleave***) permite que un gran paquete se segmente en paquetes más pequeños entrelazándose con el paquete de voz. Entrelazar es tan importante como la fragmentación. No tiene sentido fragmentar el paquete y tener el paquete de voz desplazándose detrás de todos los paquetes fragmentados.

1.4.4. Adecuación de Tráfico y Monitoreo.

La Adecuación de tráfico se emplea para crear un flujo de tráfico limitado para evitar la saturación del ancho de banda de flujo y evitar así el desbordamiento. La Adecuación de tráfico es la mejor forma de evitar el desbordamiento en el enlace remoto.

Los parámetros del tráfico permiten describir las características del mismo en una fuente. Tenemos los siguientes:

- ◆ Tasa Pico o de Cresta (***Peak Cell Rate, PCR***).

- ◆ Tasa media o sostenida (***Sustainable Cell Rate, SCR***).

- ◆ Longitud máxima de la ráfaga (***Maximum Burst Size, MBS***).

- ◆ Tasa mínima (***Minimum Cell Rate, MCR***).

En la figura siguiente, mostramos el proceso de control del tráfico junto con la serie de funciones asociada a éste.

Ver figura 2.

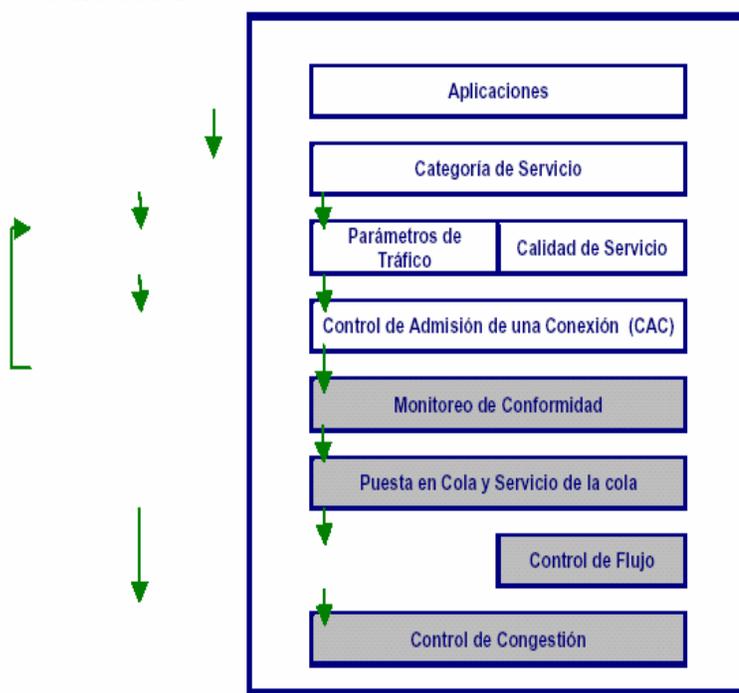


Figura 2. Control de Tráfico.

Durante el establecimiento de la conexión, el nodo solicitante informa a la red del tipo de servicio requerido, de los parámetros de tráfico del flujo de datos en cada dirección, la CDVT (***Cell Delay Variation Tolerance***) o Tolerancia de Variación del retardo de Celdas y de la QoS solicitados para cada dirección.

1.5. Latencia.

*La latencia corresponde a el tiempo transcurrido entre el momento que un paquete (o trama) ingresa al Switch, y el momento en que sale totalmente hacia la ruta apropiada, éste tiempo esta directamente relacionado con la capacidad de procesamiento del Switch (Hardware, Software y método de conmutación) y lo encuentran medido en la forma de pps o Packets per second o en tiempos de microsegundos; también se le conoce como **Round Trip Time**.

Normalmente, la latencia se mide empleando el protocolo ICMP (**Internet Message Control Protocol**) a través de terceras aplicaciones, como el PING (**Packet Internet Groper**), donde se envían 100 paquetes ICMP con un tamaño de 100 bytes, en un lapso máximo de tiempo de 120 segundos, desde una máquina UNIX en una red LAN adyacente a los routers que componen el **backbone**. Para medir la latencia se dispone de aplicaciones que en forma periódica (cada 15, 30, minutos o cada 2 horas o hasta días) generan paquetes ICMP, y esperan las correspondientes respuestas de la interfase remota de los PITs e ISPs conectados. Estos resultados son posteriormente presentados en forma gráfica.

* Fuente de información Ing. Jaime Rueda.

Ver figura 3.

Promedio de 15 minutos.

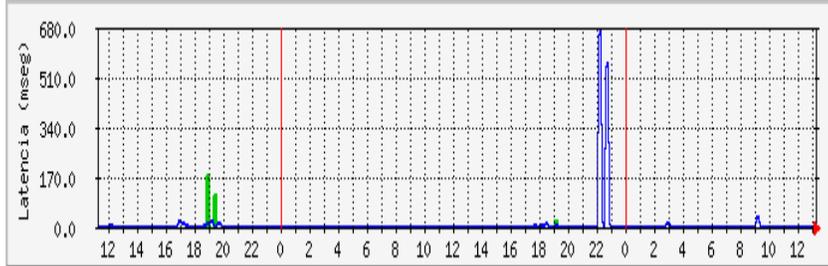


Figura 3. Latencia Promedio 15 minutos.

Ver tabla 1.

Max Lat. Cache	190.0 - (1.6%)	Average Lat. Cache	3.0 - (0.0%)	Current Lat. Cache	0.0 - (0.0%)
Max Lat. Origen	669.0 - (5.6%)	Average Lat. origen	16.0 - (0.1%)	Current Lat. Origen	1.0 - (0.0%)

Tabla 1. Latencia Promedio 15 minutos.

Ver figura 4.

Promedio de 2 horas.

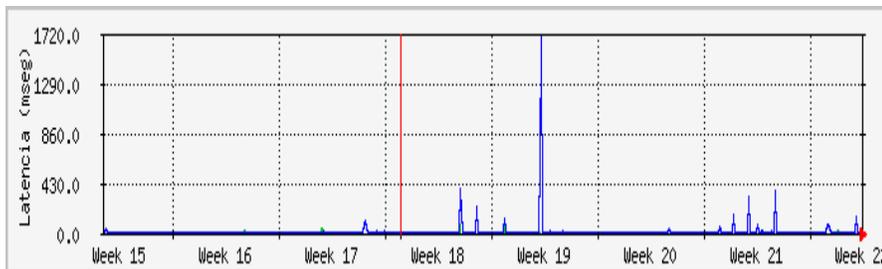


Figura 4. Latencia Promedio 2 horas.

Ver tabla 2.

Tabla 2. Latencia Promedio 2 horas.

Max Lat. Cache	94.0 - (0.8%)	Average Lat. Cache	2.0 - (0.0%)	Current Lat. Cache	0.0 - (0.0%)
Max Lat. Origen	1701.0 - (14.2%)	Average Lat. Origen	27.0 - (0.2%)	Current Lat. Origen	5.0 - (0.0%)

Color Verde	Latencia(mseg) de peticiones obtenidas de cache(s)
Color Azul	Latencia(mseg) de peticiones obtenidas de origen

El valor de la latencia depende fundamentalmente de la tecnología de transmisión empleada. Como por ejemplo, un enlace de fibra óptica de mediana longitud presenta tasas de latencia entre 1 y 5 milisegundos. O un enlace satelital presenta latencias del orden de 500 milisegundos o más.

*Latencia baja en colas (LLQ) se usa con la clase basada en QoS por la estricta prioridad de cola. El prioridad estricta de cola permite que los datos sensibles como la voz puedan ser decodificados y enviados primero (antes los paquetes en otras colas son decodificados), dando el trato preferente de los datos sensible por encima de otro tráfico. LLQ no se limita al número de puertos de UDP, como la prioridad es IP RTP.

Usando LLQ se reduce el retraso y el ruido en las conversaciones de voz. LLQ se habilita cuando usted configura el estado de prioridad con clase basada en las políticas de QoS. Cuando se configuran varios tipos de tráfico en una interfaz como las clases de prioridad, todos estos tipos de tráfico son los codificados a la misma, estricta cola de prioridad.

* Fuente de Información pagina Web Low Latency Queueing for the Versatile Interface Processor.htm y CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

1.6. Granularidad.

Es el tamaño, la escala y nivel de detalle relativo, o nivel de profundidad que caracteriza a un objeto o actividad. *Respecto de la granularidad hay varios enfoques, uno de ellos consiste en restringir los flujos de datos en Switches Ethernet de manera que no se asigne la totalidad de un canal como por ejemplo 100 Mbps, sino que sea posible asignar anchos de banda inferiores en cantidades típicamente de 500 Kbps e incrementos de manera que en un switch ethernet/fast ethernet se pueden asignar a un puerto una ancho de banda granular por ejemplo de 500 Kbps en TX y de 1500Kbps en RX.(En switches avanzados es posible asignar en incrementos de 1 Kbps) Los switches metropolitanos como por ejemplo el Alpine de Extreme Networks permiten asignar estos anchos de banda por puerto en cada sentido. Otro enfoque esta dado en el RFC 2914 (Request for Comments) que son propuestas del IETF para mejorar los estándares en Internet y que son adoptados por algunos fabricantes. **Ver Anexo B.**

La granularidad de sincronización, o frecuencia, entre procesos en el sistema, es la mejor forma de caracterizar los multiprocesadores y ubicarlos en un contexto con otras arquitecturas. Se pueden distinguir

* Fuente de Información Ing. Jaime Rueda.

cinco categorías de paralelismo que difieren en el grado de granularidad. Estas categorías se encuentran resumidas en la siguiente tabla:

Ver tabla 3.

Tamaño de grano	Descripción	Intervalo de sincronización (instrucciones)
Fino	Paralelismo inherente en un único flujo de instrucciones.	< 20
Medio	Procesamiento paralelo dentro de una aplicación individual.	20-200
Grueso	Multiprocesamientos de procesos concurrentes en un entorno multiprogramado.	200-2000
Muy Grueso	Proceso distribuido por los nodos de una red para formar un solo entorno de computación.	2000-1M
Independiente	Varios procesos no relacionados.	(N/A)

Tabla 1. Latencia Promedio 15 minutos.

- **Paralelismo de Grano Fino:** El paralelismo de grado fino representa un uso mucho más complejo del paralelismo que es encontrado en el uso de hebras. Aunque muchos trabajos han sido hechos en aplicaciones altamente paralelas, es un área especializada y fragmentada, con muchos enfoques diferentes.

➤ **Paralelismo de Grano Medio:** Una aplicación puede ser efectivamente implementada como una colección de hebras con un paralelismo simple. En éste caso, el paralelismo potencial de una aplicación debe ser explícitamente especificado por el programador. Generalmente se necesitará un alto grado de coordinación e interacción entre las hebras de una aplicación, llevando a un nivel medio de sincronización. Mientras que el paralelismo independiente, de gran grueso y de grano muy grueso puedan verse respaldados tanto en un monoprocesador multiprogramado como en un multiprocesador con poco o ningún impacto sobre la función de planificación, se debe revisar la planificación cuando se trata de la planificación de hilos.

➤ **Paralelismo de Grano Grueso y muy grueso:** Con esta clase de paralelismo existe sincronización entre procesos pero a nivel muy alto. Esta clase de situación es fácilmente entendible como un grupo de procesos concurrentes ejecutándose en un monoprocesador multiprogramado y puede ser soportado en un multiprocesador con un pequeño o no cambio al software del usuario.

➤ **Paralelismo Independiente:** Entre los procesos no existe una sincronización explícita. Cada uno representa una separación, una aplicación independiente. El uso típico de éste tipo de paralelismo es en los sistemas de tiempo compartido.

Es posible alcanzar un aumento similar de rendimiento proporcionado a cada usuario un computador personal o una estación de trabajo. Si van a compartirse archivos o alguna información, entonces se deben conectar los sistemas individuales en un sistema distribuido soportado por una red. Por otro lado, un único sistema multiprocesador ofrece, en muchos casos, un coste mejor que un sistema distribuido, pudiendo así mejorar los discos y otros periféricos.

2. CAPÍTULO 2. ANCHO DE BANDA.

2.1. Monitoreo del Tráfico para Limitar el Ancho de Banda y Señalización del Tráfico.

El monitoreo del tráfico nos permite controlar la proporción de tráfico enviada o recibida en una interfaz. El tráfico vigilando se configura a menudo en los extremos de las interfases de una red para limitar el tráfico dentro y fuera de la red.

Podemos especificar una de las siguientes acciones para el tráfico que conforma o excede la proporción especificada (dependiendo del tipo de monitoreo):

- ❖ Transmite que el paquete se envía.

- ❖ Deseche que El paquete está descartado.

- ❖ Marcado y transmisión: Los bits de ToS se encuentran en el encabezado del paquete estos se vuelven a escribir. Entonces se envía el paquete.

Uno de los usos principales de las políticas del monitoreo es asegurar que el tráfico que entra en nuestra red no exceda las proporciones establecidas. Si usted define una política de monitoreo para el tráfico entrante, podemos darle mal uso al tráfico antes de que entre en nuestra red. Porque nosotros controlamos la proporción del tráfico que entra en la interfaz, el tráfico debe comportarse bien mientras está en nuestra red.

En QPM, podemos definir las siguientes políticas de monitoreo:

Microflow que monitorea el QoS aplicado al ancho de banda especificado limitando cada flujo por separado en el tráfico encontrado.

Monitoreando los flujos agregados en la misma interfaz del QoS y se aplica al ancho de banda especificado limitando todo el tráfico de la interfaz.

Monitoreando la interfase cruzada de flujos agregados del QoS aplicado a los ancho de banda especificados limitando el tráfico de todas las interfases de los dispositivos de un grupo.

2.2. Adecuación del Tráfico para Controlar el Ancho de Banda.

Controlar la formación del tráfico en cuanto al ancho de banda de la interfaz, debe asignarse para los flujos del tráfico.

Los esfuerzos para reducir la formación del flujo del tráfico de éste, se deben conocer los requisitos para proporcionar los paquetes al **buffering**. Esto mejora el ancho de banda disponible para ese tráfico, asegurando que el resto del ancho de banda de la interfaz está disponible a otros tipos de tráfico.

Ver figura 5.

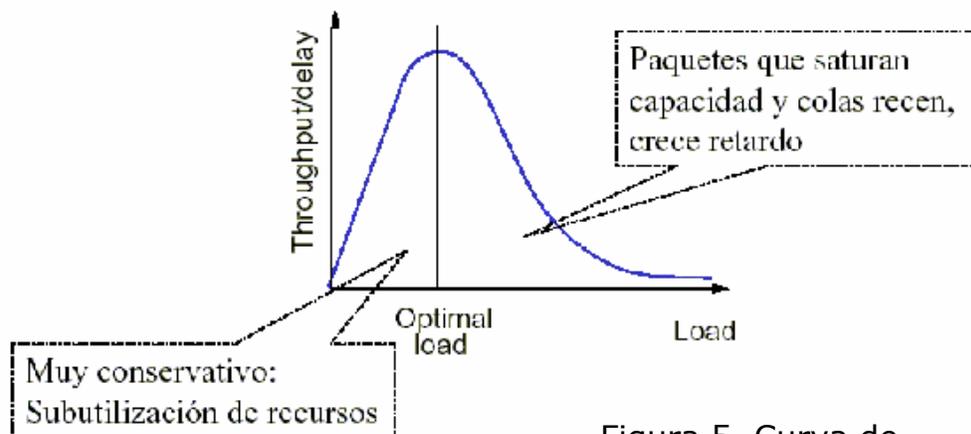


Figura 5. Curva de óptimo rendimiento.

Estos valores definen la cantidad de datos que se envían al buffer en un intervalo de tiempo. Cuando el buffer está lleno, se pierden los paquetes. En QPM, podemos configurar los siguientes tipos de adecuaciones:

- ♦ **Generic traffic shaping** (GTS) forma el tráfico reduciendo el flujo que sale para evitar la congestión reprimiendo el tráfico a una proporción de bit en particular que usa el mecanismo del token.

- ♦ **Frame relay traffic shaping** (FRTS) le Permite especificar un medio y clasificar el ancho de banda según tamaño del FRTS de los circuitos virtuales (VC), definiendo un promedio para el VC. FRTS emplea un buffer para mantener los paquetes mientras transmite el flujo de información a la proporción especificada (CIR). Estos valores se definen en cuánto datos FRTS pueden enviarse del buffer en un intervalo de tiempo. Después que el buffer está lleno, se pierden los paquetes.

- ♦ **Distributed traffic shaping** (DTS) apoya toda la funcionalidad proporcionada por GTS y FRTS. DTS usa las colas del tráfico del buffer que pueden congestionar la red. Los datos en el buffered son enviados a la red a una proporción regulada. Esto asegura que el tráfico se comportará según la descripción configurada.

2.3. Técnicas de Encolado para la Administración de la Congestión para el Tráfico Fuera de los Límites.

Podemos emplear una técnica para la formación de colas en espera para controlar la interfase de un dispositivo cómo hacen cola los paquetes para ser enviado a través de la interfase. Algunas técnicas de la formación de colas de espera usan el paquete marcado, mientras otras los ignoran.

Se usan las técnicas de cola principalmente para la administración de la congestión del tráfico en una interfaz, es decir, ellos determinan la prioridad en que van a ser enviados los paquetes cuando hay más datos que puede enviarse inmediatamente.

2.3.1. Encolado Equitativo Ponderado Distribuido (DWFQ):

Altas Velocidades WFQ para Interfaces VIP.

*En los dispositivos con versiones de software IOS no apoyan las clases basadas en QoS, las clases basadas en la formación de colas se llevan a cabo a través de WFQ (DWFQ). Con DWFQ, se asignan los paquetes a colas diferentes basadas en grupos de QoS o a la anterior IP en el campo de ToS. Los grupos de QoS le permiten personalizar sus políticas

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

de QoS. Un grupo de QoS tiene una clasificación interior de los paquetes empleada por el router para determinar cómo los paquetes son tratados por ciertos rasgos de QoS, como DWFQ y comprometiendo la tasa de acceso (CAR).

Como la clase basada en la formación de cola en el QoS, DWFQ utiliza WFQ procesando una mayor capacidad de tráfico de mayor prioridad, pero esta sujeta a las clases que son creadas. Estas clases son similares a las colas de costumbre estas son basadas en sus políticas, identificando el tráfico basándose en las características del mismo (el protocolo, la fuente, el destino, y todo lo demás), y asigna un porcentaje del ancho de banda de la interfaz al flujo de tráfico.

El uso eficaz de DWFQ nos garantiza el ancho de banda en las aplicaciones críticas y nos asegura la ejecución de la aplicación.

2.3.2. Encolado Equitativo (FQ): Flujo Basado en Encolado.

*Explícitamente segrega tráfico basado en los flujos (varias colas) y asegura que ningún flujo tomará más de su cuota de capacidad. En la formación de colas de espera con paquetes, todos tienen igual capacidad

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

y todas las colas se asignan igual al ancho de banda. Con FQ, los paquetes son clasificados por el flujo. Los paquetes con la misma fuente IP, el mismo destino IP, fuente TCP o el puerto de Usuario del Protocolo de Datagrama (UDP), destino TCP o puerto UDP, protocolo, y ToS pertenecen al mismo flujo. (Todos los paquetes no IP se tratan como flujo 0.) Cada flujo corresponde al rendimiento de una cola por separada. Cuando un paquete se asigna a un flujo, se pone en la cola para ese flujo. También podemos considerar FQ en términos de clases de tráfico usando campo ToS de IP, se usan tres bits 0= mejor esfuerzo, 7 mayor prioridad); Puede ser combinado con varias políticas de descarte.

Ver figura 6.

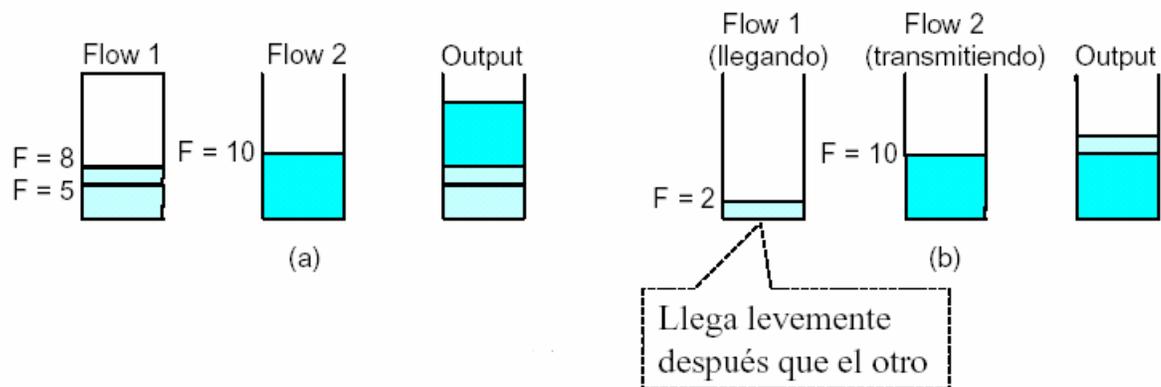


Figura 6. Políticas de descarte.

2.3.3. Prioridad de Encolado (PQ): Tráfico Común, Priorización en Routers.

*Es un esquema que ordena el tráfico rígido: si un paquete A tiene una prioridad más alta que el paquete B, el paquete A siempre pasa por la interfaz antes del paquete B. El uso eficaz de la prioridad de encolado sería para colocar el tiempo crítico, reduciendo el tráfico del ancho de banda pero aumentando las colas. Esto asegura que éste tráfico se transmita inmediatamente, pero debido al bajo ancho de banda requerido, las colas más bajas serían tomadas como improbables.

La desventaja de la prioridad de cola es que la cola de mayor capacidad siempre va a estar por encima de las colas de menor capacidad.

2.3.4. Encolado Común (CQ): Tráfico Avanzado, Priorización en Routers.

*La formación de colas de espera personalizada (CQ) es un esquema de ordenación de tráfico flexible que asigna un ancho de banda mínimo a los tipos específicos de tráfico. Podemos crear más de 16 de estas colas personalizadas. Para la interfaz de cola de costumbre, el dispositivo repara las colas, mientras envía los paquetes de una cola hasta la

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

continuación del byte en la cola, mientras sigue a la próxima cola. Esto asegura que ninguna cola se pierda, en comparación a la prioridad de cola. El uso eficaz de formación de colas de espera de costumbre sería garantizar el ancho de banda para unas aplicaciones críticas y asegurar la ejecución de la aplicación.

Las colas personalizadas que se definen constituyen una asignación del ancho de banda mínimo para el flujo especificado. Si hay más ancho de banda disponible en la interfaz debido a una carga ligera, una cola puede usar el ancho de banda extra. Esto se maneja dinámicamente por el dispositivo. Si no creamos las políticas en la formación de colas para una interfaz de formación de colas Personalizada, todo el tráfico se pone en una sola cola (la cola predefinida), y se procesa primera en entrar, primera en salir, de la misma manera como una interfase de cola FIFO.

2.3.5. Encolado Equitativo Ponderado (WFQ): Priorización Inteligente del Tráfico en *Routers*.

*La formación de colas con igual capacidad (WFQ) reconoce y usa la prioridad de un paquete sin los paquetes de prioridad baja acaparando el ancho de banda. La formación de colas con igual capacidad divide los

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

paquetes en dos clases: coloca el tráfico interactivo al frente de la cola para reducir tiempo de respuesta; el tráfico no interactivo que toma proporcionalmente el ancho de banda restante, Porque el tráfico interactivo es típicamente para ancho de banda bajo, su prioridad más alta no altera el tráfico restante. Un algoritmo complejo se usa para determinar la cantidad del ancho de banda asignado a cada flujo del tráfico. El paquete marcado es considerado al hacer esta determinación. La formación de colas con igual capacidad es muy eficaz y requiere una configuración pequeña, por ende no se necesitan definir las políticas de formación de colas de espera porque WFQ prioriza los paquetes automáticamente según su anterior IP o valor de DSCP.

Cuando aplicamos WFQ automáticamente, considera todo el tráfico marcado que entra en el dispositivo (o marca el tráfico al punto dónde entra en su red, para asegurar que los paquetes reciben el nivel de servicio que usted piensa. Por otra parte, el organizador del tráfico, u otro dispositivo de la red a lo largo del trayecto del tráfico, determina el nivel de servicio para dicho tráfico.

2.3.6. Encolado Primera en Entrar, Primera en Salir (FIFO):

Negociación Básica y Adelantada en *Routers*.

*Primera en entrar, Primera en salir (FIFO) hacer cola es la técnica de la formación de colas de espera básica. Si un paquete A llega a la interfaz antes del paquete B, el paquete A sale a la interfaz antes del paquete B. Esto es cierto aun cuando el paquete B tiene una IP anterior más alta que el paquete A desde que el FIFO hace cola ignora las características del paquete.

La desventaja de hacer cola en FIFO es que cuando una estación empieza el traslado de un archivo, puede consumir todo el ancho de banda del enlace al decremento de sesiones interactivas. Éste fenómeno se refiere a los trenes de paquetes porque una fuente envía un tren de paquetes a su destino y otros paquetes e quedan en otras estaciones. Usted no necesita definir ningún parámetro de la formación de colas de espera por el FIFO.

2.3.7. Cálculo de la Longitud Promedio de Cola.

$$\text{AvgLen} = (1 - \text{Weight}) * \text{AvgLen} + \text{Weight} * \text{SampleLen}$$

$$0 < \text{Weight} < 1 \text{ (Generalmente } 0.002)$$

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

SampleLen: es le largo de la cola cada vez que un paquete llega.

Ver figura 7.

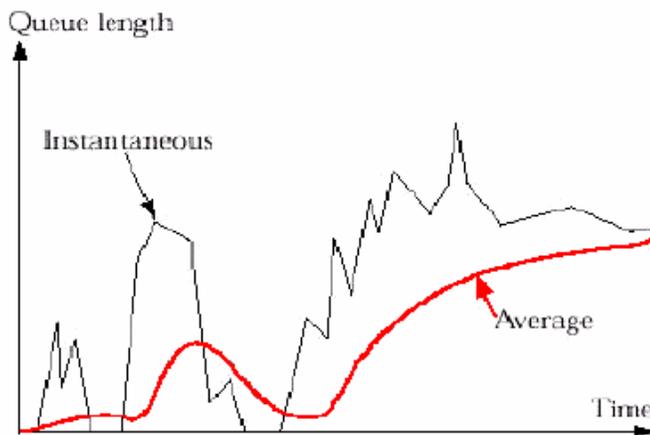


Figura 7. Longitud de cola vs. Tiempo.

2.3.7.1. Límites para la Longitud de cola.

- Si $AvgLen \leq MinThreshold$ entonces el paquete se va a la cola.
- Si $MinThreshold < AvgLen < MaxThreshold$ entonces calculamos la probabilidad P , descartando el paquete entrante con esta probabilidad P .
- Si $MaxThreshold \leq AvgLen$ entonces se descarta el paquete entrante.

Ver figura 8.

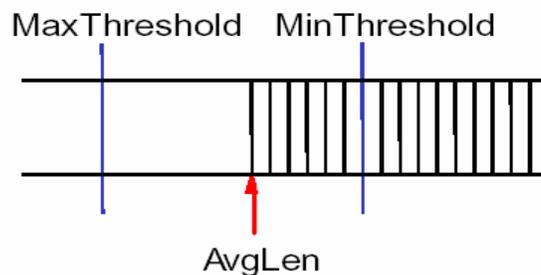


Figura 8. Descarte de Paquetes.

2.3.7.2. Cálculo de la probabilidad P

$$\text{TempP} = \text{MaxP} * (\text{AvgLen} - \text{MinThreshold}) / (\text{MaxThreshold} - \text{inThreshold})$$

$$P = \text{TempP} / (1 - \text{count} * \text{TempP})$$

- **Count**: cuenta el número de paquetes encolados mientras que el AvgLen esté entre los dos umbrales como lo vemos en la Curva de probabilidad de descarte. Ver figura 9.

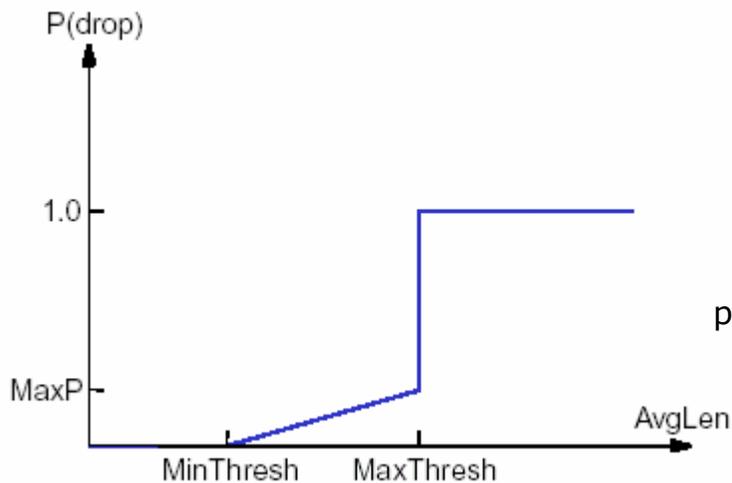


Figura 9. Curva de probabilidad de descarte.

2.3.7.3. Sintonización del RED.

- La probabilidad de descartar un flujo particular de paquetes es aproximadamente proporcional a la parte del ancho de banda que el flujo está obteniendo.
- **MaxP** es generalmente fijado en 0.02, es decir cuando el tamaño promedio de la cola se encuentra en la mitad de los dos umbrales, el gateway descarta más o menos uno de cada 50 paquetes.

- Si el tráfico está dado por ráfagas, entonces **MinThreshold** tiene que ser suficientemente grande para permitir que el empleo del enlace sea mantenido a un nivel aceptablemente alto.
- La diferencia entre los dos umbrales debe ser mayor que el incremento típico en la longitud promedio de cola calculada en un RTT; fijar **MaxThreshold** a dos veces **MinThreshold** es razonable para el tráfico de hoy en Internet.

2.3.8. Administración de la Congestión en los Puertos de los Switches.

*Los métodos para hacer cola en los puertos del switch usan un paquete precedente que coloca para determinar cómo ese paquete se repara en el puerto. Los métodos de la formación de colas de espera usan las colas múltiples de prioridad diferente, con uno o más umbrales para cada cola, para determinar el ancho de banda permitido para el tráfico basado en el valor de cada Clase de Servicio (CoS).

Se reparan estas colas y umbrales usando el **weighted round robin (WRR)** las técnicas para asegurar una oportunidad justa de transmisión

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

a cada clase de tráfico. Estos métodos para hacer cola favorecen el tráfico prioritario sin que el tráfico de prioridad baja se vea afectado.

QPM apoya los métodos de la formación de colas de espera siguientes para los puertos del switch. **Ver Anexos C y D.**

2.3.8.1. 2 colas, 2 Umbrales (2Q2T).

2Q2T formación de colas de espera usa dos colas, una prioridad alta, la otra prioridad baja, con dos umbrales para cada cola, para determinar el ancho de banda permitido al tráfico basado en cada valor de la Clase de Servicio (CoS). 2Q2T asigna cada cola con anterioridad específica y el respectivo umbral en esa cola.

Por ejemplo, los paquetes con CoS de valor 0 (la prioridad más baja) se pone en la cola de prioridad baja y usa el más bajo umbral por defecto. Esto asegura que el tráfico menos importante obtiene menor servicio que cualquier otro tráfico.

2.3.8.2. 1 Cola de prioridad, y 2 Hacen cola 2 Umbrales (1P2Q2T).

*Podemos marcar el tráfico de la voz para que se asigne a la cola de prioridad estricta. En la interfase 1P2Q2T, el switch repara el tráfico en la cola de prioridad estricta antes de reparar las colas normales. Cuando el switch está reparando una cola normal, después de transmitir un paquete, éste verifica el tráfico en la cola de prioridad estricta. Si el switch descubre el tráfico en la cola de prioridad estricta, suspende su servicio de la cola normal y completa servicio de todo el tráfico en la cola de prioridad estricta antes de devolver a la cola normal.

1P2Q2T emplea tres colas:

- ◆ Una cola de prioridad estricta, normalmente usada para el tráfico de la voz.

- ◆ Una cola de prioridad alta con dos umbrales.

- ◆ Una cola de prioridad baja con dos umbrales.

1P2Q2T asignan con anterioridad cada una de las colas específicas y el umbral en esa cola.

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

2.3.8.3. 4 colas, 2 Umbrales (4Q2T).

*4Q2T emplea cuatro colas, con dos umbrales para cada cola, para determinar el tráfico en el ancho de banda permitido basado en el valor de cada Clase de Servicio (CoS). 4Q2T asignan cada cola con una anterioridad y el umbral en esa cola.

4Q2T viene con una configuración predefinida para las colas, los umbrales, y asignaciones de tráfico basadas en las configuraciones de CoS. Usted puede cambiar esta configuración si no satisface sus requisitos. Usted puede cambiar el tamaño de las colas, su tamaño relativo WRR, los tamaños de sus umbrales, y la asignación de valores de anterioridad a la cola y umbral apropiado. Usted también puede escoger el método que desee para cada cola. Usted no necesita definir las políticas de la formación de colas de espera para los puertos con 4Q2T. Podemos definir 4 Colas como una cola de prioridad estricta que transmite el tráfico siempre que se descubra.

2.4. TÉCNICAS DE SEÑALIZACIÓN.

Para llevar a cabo calidad de fin a fin del servicio, un flujo de tráfico debe contener o debe usar algún tipo de marca para identificar los

* Fuente de Información CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis Cisco Systems.htm

requisitos del tráfico. Con QPM, usted puede controlar estos tipos de técnicas de la señalización:

2.4.1. Antecedentes de la IP y Valores DSCP: Servicios

Diferenciados.

El formato más simple de señalización es la anterior IP o DSCP que pone en los paquetes de datos: el color del paquete o clasificación. Esta señalización se lleva con el paquete, y puede afectar el manejo del paquete en cada nodo en la red. Las técnicas haciendo cola como WFQ y WRED usan esta señalización automáticamente para proporcionar los servicios diferenciados al tráfico prioritario.

Para usar la anterior IP o DSCP se coloca eficazmente, asegurando que al marcar el tráfico en los bordes de su red la señal afecte al paquete que se está manejando a lo largo de la red.

La anterior IP y DSCP solo pueden proporcionar servicios diferenciados en interfaz que usan una técnica de la formación de colas de espera que es sensible a la anterioridad que pone en el paquete.

2.4.2. Protocolo para Reservar los recursos (RSVP): Servicios

Garantizados.

Un formato más sofisticado de señalización que el anterior IP es el protocolo de reservación de recurso (RSVP). RSVP se usa para las aplicaciones para pedir los recursos del ancho de banda específicos dinámicamente de cada dispositivo a lo largo de la ruta del flujo de tráfico a sus destinos. Después de que las reservaciones son hechas, la aplicación puede empezar el flujo de tráfico con la convicción que los recursos requeridos están disponibles.

RSVP es principalmente usado por aplicaciones que producen el tráfico en tiempo real como la voz, el video, y audio. Los datos normales diferentes trafican, como HTTP, FTP, o Telnet, las aplicaciones en tiempo real son el retraso sensible, y puede quedar inutilizables si se pierden demasiados paquetes de un flujo de tráfico. RSVP ayuda a la aplicación a asegurar que hay ancho de banda suficiente para que puedan evitarse temblor, retraso, y pérdida del paquete.

RSVP se usa típicamente por las aplicaciones del **multicast**. Con el **multicasting**, una aplicación envía un gran flujo de tráfico a varios destinos. Por ejemplo, en Cisco la aplicación de IP/TV puede

proporcionar varios programas del audio-video a los usuarios. Si un usuario accede a uno de los programas provistos, IP/TV envía un Gran flujo de video y audio a la computadora del usuario. Los dispositivos de la red consolidan que los **multicast** trafican para reducir el uso del ancho de banda. Así, si hay diez usuarios para un flujo de tráfico detrás de un router, el router ve fluir un tráfico, no diez. El tráfico en el **unicast**, el router ve diez flujos de tráfico. Aunque RSVP puede trabajar con el tráfico **unicast** (un remitente, un destino), los flujos RSVP **unicast** pueden agotar los recursos de RSVP rápidamente en los dispositivos de la red si muchos usuarios acceden las aplicaciones del **unicast**.

3. CAPÍTULO 3. MECANISMOS DE CONTROL.

3.1. *Control de Admisión de Conexión (CAC).

Representa una serie de acciones tomadas por la red durante la fase de establecimiento (***Call Set-up***) de un SVC, durante el establecimiento de un PVC o durante la fase de renegociación de alguno de éstos con la finalidad de:

- Aceptar o rechazar una nueva conexión VCC (PVC o SVC).

- Cambiar la categoría de servicio o descriptores de tráfico de un VCC existente.

La aceptación de la solicitud de una conexión para una nueva llamada se realiza sólo cuando están disponibles suficientes recursos para llevar esta conexión a través de toda la red con la calidad de servicio (*QoS*) solicitada por la misma y cuando al mismo tiempo es posible mantener las *QoS* de las conexiones ya existentes en la red (esto se aplica también durante la renegociación de los parámetros dentro de una llamada). Durante el establecimiento de la llamada una serie de informaciones, establecidas en un contrato de tráfico, deben ser

* Fuente de Información Ing. Jaime Rueda.

negociadas y acordadas entre el usuario y la red para permitir que el CAC tome las decisiones adecuadas en cuanto a la aceptación o rechazo de la conexión.

La función CAC es responsable de la asignación de recursos de red para una conexión dada. Según los estándares, estos esquemas son específicos del operador de la red. La función CAC asigna un Ancho de Banda a cada conexión y limita la asignación del ancho de banda total a la capacidad de cada recurso (por ejemplo a la velocidad del enlace). CAC considera los recursos del Switch que están disponibles para los diferentes servicios.

3.2. Adecuación del tráfico (*Traffic Shaping*).

El tráfico se adecua para eliminar picos de ráfagas entregando un perfil de tráfico predecible mucho más manejable con menos celdas perdidas y menos congestión en los recursos de la red. ***Traffic Shaping*** es un mecanismo que altera las características de tráfico del flujo de celdas de una conexión para alcanzar una mejor eficiencia en la red mientras se mantienen los objetivos QoS.

El ***Traffic Shaping*** puede ser empleado, por ejemplo, para reducir la velocidad pico, limitar la longitud de la ráfaga o reducir la CDV por

medio del espaciamiento adecuado de las celdas en el tiempo. El uso y ubicación de esta función es específica de la red. El contrato de tráfico entre el cliente y la red, especifica las características negociadas de una conexión. Éste contrato puede consistir de:

- El Descriptor de Tráfico de una conexión.

- Una serie de parámetros *QoS* para cada dirección de la conexión.

- La definición de cumplimiento de la conexión.

- La definición exacta del cumplimiento no está definida en los estándares, es decir, es dependiente de la red. La red, basada en acciones de la función UPC, puede decidir si una conexión es conforme o no. En el caso de que la conexión sea conforme, la red debe soportar la *QoS* para todas las conexiones conformes.

3.3. Control de Prioridad de pérdida de celda.

Cuando las celdas son conmutadas a través de una red, se van formando colas como una consecuencia natural de los retardos de propagación y de los retardos de procesamiento en los nodos de la red.

Las celdas en las colas deben ser colocadas en **buffers** hasta que puedan ser atendidas. Bajo condiciones de congestión (demasiadas celdas en la red), debe existir un mecanismo de prioridad que permita remediar la situación de congestión. El control de prioridad es realizado a través de un bit localizado en el encabezamiento de la celda denominado bit de prioridad de la celda (CLP)

3.4. Control de Congestión.

La congestión se define como un estado de los elementos de la red en el cual, debido a la sobrecarga de tráfico, la red no está en condiciones para garantizar un QoS para conexiones ya establecidas y para solicitudes de nuevas conexiones.

El control de congestión trata de minimizar los efectos de la congestión y evitar la difusión del problema. Existen tres mecanismos basados en tasas de bits para el control de flujo: EFICI (*Indicador de Congestión Adelantado Explícitamente*), ER (*Promedio Explícito*), y GFC (*Control de Flujo Genérico*). Cuando se tiene necesidad de transporte de información de varios puertos de entrada a un puerto de salida, el resultado puede ser congestión. Esta congestión puede producirse en el Switch o el

router y/o en sus puertos de salida, pero si la congestión no se resuelve, puede producir sobrecarga al Switch o al router.

Ver figura 10.

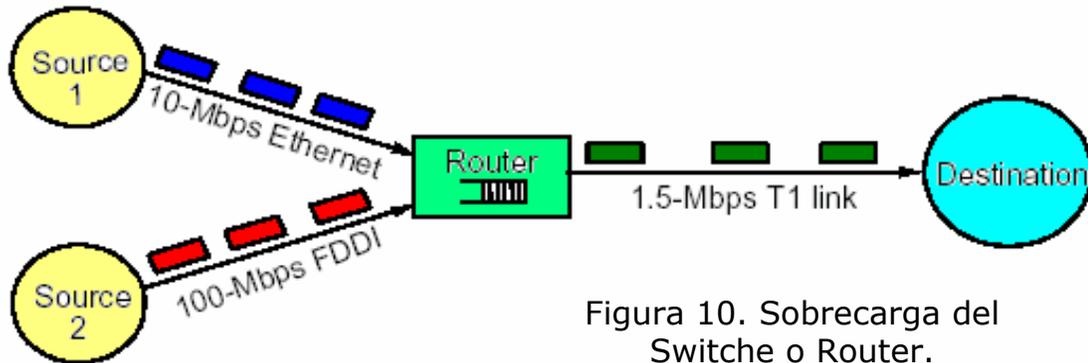


Figura 10. Sobrecarga del Switch o Router.

3.5. VENTAJAS DE QoS.

Inicios para una red integrada: las tecnologías de QoS nos permiten integrar el multimedia requerido por una red la cual maneja diversos tipos de tráfico.

Optimización de los recursos de la red: esto nos permite saber qué es lo que estamos empleando en la red para brindar servicio al tráfico más importante para el negocio o empresa.

Control de los recursos: debemos tener control sobre los recursos que se están empleando como: el ancho de banda, los equipos, etc. Lográndose limitar el ancho de banda consumido sobre un enlace de

backbone mediante transferencia por FTP o brindar prioridad de acceso a una Base de Datos importante.

Alivio a la mayoría de los problemas de congestión, cuando existe un tráfico mayor que el ancho de banda proporcionado.

Servicios a la medida: el control y el monitoreo proporcionado por QoS permite que los Proveedores de Servicio de Internet puedan ofrecernos diferenciación de servicios para sus clientes.

4. CAPÍTULO 4. IP QUALITY OF SERVICE, IP QoS

4.1. *Calidad de Servicio de extremo a extremo.

El objetivo de la construcción de redes con arquitectura de Calidad de Servicio es optimizar el canal que enlaza a los dispositivos de los extremos de manera que incrementen el rendimiento y reduzcan la demora en la red. Para lograrlo, la red debe mejorar los modelos de servicio. Se han propuesto tres modelos de servicio los cuales se han implementado:

1. Los Servicios de **Best Effort** o el mejor esfuerzo.
2. Los Servicios Integrados.
3. Los Servicios Diferenciados.

En la siguiente grafica observamos los tres modelos que se han implementado. Ver figura 11.

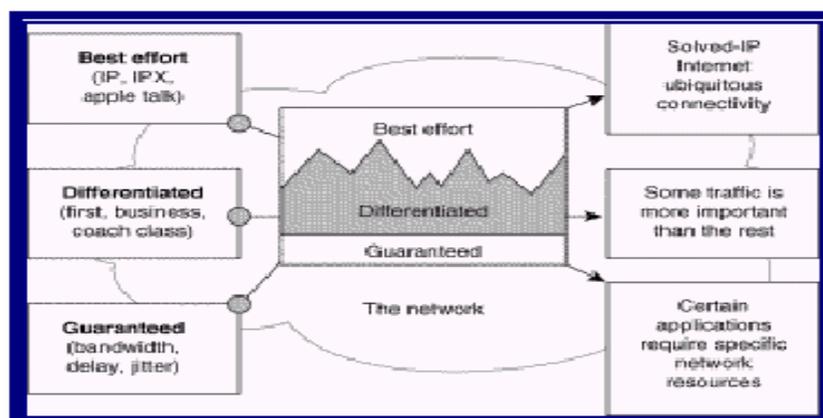


Figura 11. Modelos Implementados.

* Fuente de Información Ing. Jaime Rueda.

4.1.1. Servicios de Mejor Esfuerzo (*Best Effort*).

*En éste modelo, cualquier aplicación que quiera enviar datos cuando lo desee y las veces que quiera sin requerir ninguna clase de permiso. Los elementos de la red tratan de estar a su mejor nivel para enviar los paquetes a su destino sin ninguna limitación en cuanto a demora, latencia o ***jitter***, pero en caso que existan inconvenientes en el proceso de envío, los elementos de red dejarán de realizarlo y no informarán ni al emisor ni al receptor (por ejemplo, si no reciben un reconocimiento de recibo o ACK, después de intentar enviar un paquete o aún después de haber transmitido un cierto número de veces). Por lo que la responsabilidad de asegurar que el paquete llegó a su destino corresponde realmente al sistema final. Un ejemplo de éste servicio es el envío actual de las redes IP.

4.1.2. IntServ, Servicios Integrados.

Éste es un conjunto de estándares permite que múltiples clases de tráfico se pueden enviar en diferentes perfiles de QoS, a través de los elementos de la red. En ***IntServ***, las aplicaciones deben conocer sus características de tráfico antes de señalar hacia los elementos de red intermedios, para que reserven ciertos recursos que cumplan con las

* Fuente de Información Ing. Jaime Rueda y Profesor Raj Jain.

propiedades de su tráfico. De acuerdo a la disponibilidad de los recursos, la red o bien reserva los recursos y envía una respuesta positiva aceptándolo o responde negativamente. Esta parte del estándar se llama Control de Admisión, el cual decide a cuál tráfico le puede garantizar protección y a cual no. De no existir control de admisión, se podrían garantizar todos los recursos disponibles a todas las clases de tráfico, que es lo que se obtiene en las redes de **Best Effort**. Si la red da una respuesta afirmativa, la aplicación envía los datos a los cuales se le adhieren las propiedades de tráfico que se había negociado con la red. Ver figura 12.

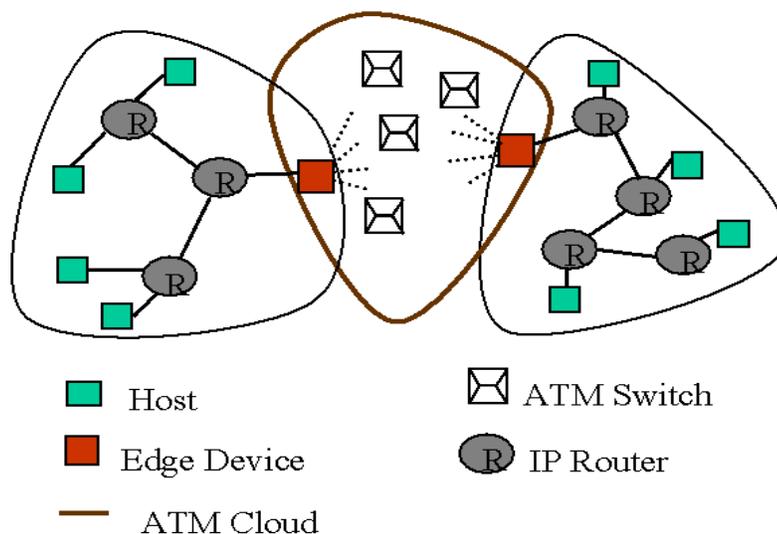


Figura 12.
Negociación con la red.

Intserv apunta a proporcionar servicios en tiempo real y la habilidad de compartir dinámicamente la capacidad del enlace disponible de una manera controlada. Estos servicios están disponibles, además de los servicios de **Best Effort**. QoS en tiempo real es esencial para las

aplicaciones como videoconferencia. Los ISPs necesitan distribuir el ancho de banda disponible en varias clases, asegurando un ancho de banda mínimo para cada una de las clases. Los ISPs requieren asignar cualquier ancho de banda sin usar apropiadamente, si hay usuarios que esperan por él, lo cual requiere de un control compartido de enlaces.

IntServ para Internet tiene dos clases de Calidad de Servicio: Los Servicios Garantizados GS y los Servicios de Carga Controlada CLS.

1. **Servicios Garantizados.** Estos servicios orientados a las aplicaciones RTI, garantizan:

- ◆ El ancho de banda para el tráfico de aplicación.

- ◆ Máximo límite de demora. Es importante para las aplicaciones interactivas o de tiempo real. Las aplicaciones pueden disminuir la demora incrementando las demandas de ancho de banda.

2. **Carga de Servicio Controlado.** Orientadas a los servicios de tráfico RTT. La demora promedio es garantizada, pero la demora extremo a extremo experimentada por algunos paquetes arbitrarios

no se puede determinar de una manera determinística (por ejemplo, el tráfico de tipo H.323 o sea voz sobre IP).

IntServ coloca una mayor cantidad de demanda en los Enrutadores. Los Enrutadores deben almacenar información del estado, la cual se incrementa en proporción directa al número de flujos.

La funcionalidad requerida de los Enrutadores también se incrementa. Los Enrutadores deben comprender el protocolo RSVP, deben tomar más decisiones al aceptar flujos y deben implementar colas para clasificar y proporcionar servicios apropiados a los flujos.

4.1.3. DiffServ, Servicios Diferenciados.

*Los Servicios Diferenciados presentan diferentes categorías de aplicación:

1. **Aplicaciones dinámicas** que no tienen problema en la forma en que sus paquetes alcanzan su destino. Aplicaciones sobre TCP caen en esta categoría ya que TCP hace todo el trabajo de asegurar que los paquetes sean enviados. No existen requerimientos sobre los límites de demora o de ancho de banda (por ejemplo, el Web Browser, el e-mail).

* Fuente de Información Ing. Jaime Rueda y Profesor Raj Jain.

2. Aplicaciones **RTT Real Time Tolerance Application** que son Aplicaciones Tolerantes en Tiempo Real. Estas aplicaciones realizan demandas débiles sobre exigencias acerca del máximo tiempo de demora sobre la red y considera aceptables las pérdidas ocasionales de paquetes (por ejemplo, las aplicaciones de video que utilizan **Buffering** las cuales esconden los paquetes perdidos en la aplicación).

3. Aplicaciones **RTI Real Time Intolerance**, Aplicaciones No Tolerantes en Tiempo Real. Esta clase exige el mínimo tiempo de demora y el mínimo tiempo de **jitter** (por ejemplo, dos personas en una videoconferencia, en donde las demoras son inaceptables).

Los Servicios Diferenciados DiffServ, pretenden proporcionar tratamiento diferencial a flujos mediante el uso de bytes de Tipo de Servicio en la cabecera de IP, en donde 6 de los 8 bits son empleados para marcar las clases de Servicios Diferenciados. Los Clientes negociarán los Acuerdos de Nivel de Servicios (SLA) con su Proveedor de Servicio de Internet. Éste Acuerdo del Nivel de Servicios determinará a cuál nivel de servicios el cliente tiene acceso y será usado por el Proveedor para implementar sus propios Grupos **Per Hop Behavior Groups**. Éstos Acuerdos de Nivel de Servicios pueden ser dinámicos. Los flujos IP requieren el mismo tratamiento **Diffserv**, llamados

Behavior Aggregates (BA). **Diffserv** difiere con **Intserv** principalmente en su nivel de agregación, escalabilidad y complejidad. **Intserv** tiene que mantener el estado de la información en cada uno de los nodos. Esto trae consigo una gran carga sobre todo en redes grandes y rápidas.

Diffserv depende de RSVP como sí lo hace **Intserv**.

La siguiente figura muestra la arquitectura del **Diffserv** e ilustra que la responsabilidad de clasificación y condicionamiento se realiza en los Enrutadores de frontera. Observamos en la siguiente grafica una Arquitectura de **Diffserv**.

Ver figura 13.

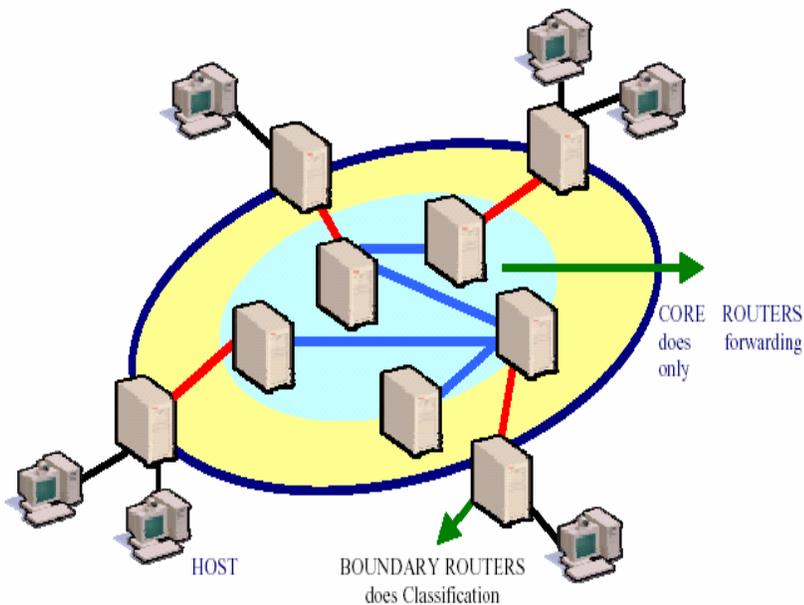


Figura 13.
Arquitectura de red de Diffserv.

4.1.4. MPLS aided DiffServ.

Esta sección considerará cómo los Servicios Diferenciados pueden suministrarse cuando los Enrutadores utilizan mecanismos de Conmutación de Etiqueta para el reenvío de paquetes. El *FEC Forwarding Equivalence Class*, es un concepto de MPLS que agrupa paquetes que necesitan el mismo desempeño de reenvío en ellos. Similarmente el BA o Agregados de Comportamiento y OA Agregados de Ordenamiento son conceptos en *DiffServ* que se refieren a los paquetes que necesitan se les dé el mismo tratamiento y la misma clasificación respectivamente. Por ejemplo, Los Agregados clasificados forman un conjunto de Agregados de Conducta. Ahora cuando paquetes que han sido marcados por *Diffserv* codifican que los puntos llegan a una red de MPLS, allí necesita transferir información proporcionada por los puntos del código hacia la etiqueta MPLS.

Esto sería necesario hacerlo si MPLS tuviera la capacidad de tomar decisiones con respecto a los requerimientos de Servicios Diferenciales, para los cuales, los paquetes han sido marcados, en otras palabras, esto haría que MPLS fuera capaz de ejecutar Servicios Diferenciales.

5. CAPÍTULO 5. APLICACIONES PRÁCTICAS.

Como ya conocemos los conceptos que fueron consignados en los capítulos anteriores, procedemos a realizar una serie de prácticas para poner aterrizar estos conceptos, donde las prácticas 5.1; 5.2 y 5.3, haremos referencia al monitoreo de la Granularidad y la práctica 5.4 destacamos el monitoreo de la Latencia como tal. Las prácticas que realizaremos serán las siguientes:

5.1. Encolado Equitativo Ponderado (WFQ).

El tráfico enviado el cual se basa en los flujos (varias colas) y toma diferentes capacidades, produciendo así la congestión del ancho de banda. Para asegurarnos que ningún flujo tomará más de su capacidad; por lo que en éste caso empleamos esta técnica en la cual los comandos para la programación del router que utilizaremos en dicha práctica son los siguientes. **Ver Anexo E**, para la documentación de los comandos.

```
Router> enable
```

```
Router# configure terminal
```

```
Router(config)# int serial 0/0
```

```
Router(config-if)# fair-queue 128
```

```
Router# end
```

5.2. Prioridad de Encolado (PQ).

Empleamos éste método con el fin de evitar que un paquete de menor prioridad se anteponga a uno que presente una mayor prioridad. El uso eficaz de la prioridad de encolado es la reducción del tráfico a través del ancho de banda pero aumentando las colas. **Ver Anexo F**, para la documentación de los comandos.

```
Router> enable
```

```
Router# configure terminal
```

```
Router(config)#priority-list 1 protocol ipx high
```

```
Router(config)#priority-list 1 interface fastethernet 0/0 medium
```

```
Router(config)#priority-list 1 protocol ip normal
```

```
Router(config)#priority-list 1 default low
```

```
Router(config)#access-list 101 permit tcp any eq 80 any
```

```
Router(config)#interface serial 0
```

```
Router(config-if)#priority-group 1
```

```
Router# end
```

```
Router#disable
```

5.3. Encolado Común (CQ).

Para evitar el mal uso del ancho de banda en la formación de colas, asignamos un ancho de banda específico para dicho tráfico por medio de la personalización de las colas creando más de 16 de estas colas personalizadas, asegurando que ninguna cola se pierda, en comparación a la prioridad de cola. Con este método garantizamos el ancho de banda para unas aplicaciones críticas y asegurar la ejecución de la aplicación. En éste tipo de encolado emplearemos los siguientes comandos de ejecución. **Ver Anexo G**, para la documentación de los comandos.

```
Router> enable
```

```
Router# configure terminal
```

```
Router(config)#queue-list 1 protocol ipx 1
```

```
Router(config)#queue-list 1 interface fastethernet 0/0 2
```

```
Router(config)#queue-list 1 protocol ip 3
```

```
Router(config)#queue-list 1 default 4
```

```
Router(config)#queue-list 1 queue 3 byte-count 3000
```

```
Router(config)#access-list 101 permit tcp any eq 80 any
```

```
Router(config)#interface serial 0/0
```

```
Router(config-if)#custom-queue-list 1
```

```
Router# end
```

5.4. CONFIGURACION DE BAJA LATENCIA EN COLAS.

Para dar la prioridad a una clase dentro de las estructuras en las políticas, empleamos los siguientes comandos en el modo de configuración según la clase de política. **Ver Anexo H**, para la documentación de los comandos.

```
Router>enable
```

```
Router#configure terminal
```

```
Router(config)#policy-map ceva
```

```
Router(config-pmap)#class ceva
```

```
Router(config-pmap-c)#priority 56000
```

```
Router(config-pmap-c)#end
```

```
Router#show policy-map
```

```
Router#show class-map
```

```
Router#disable
```

CONCLUSIONES.

- Mediante el estudio realizado, se determinaron y se comprendieron las frecuentes fallas que reducen el ancho de banda en redes de área local "LAN"; enfocado principalmente en los aspectos de Latencia y Granularidad en switches y routers.
- Se analizaron todas las posibles fallas que aquejan a las redes de área local "LAN", y se propusieron las posibles soluciones para lograr la optimización del ancho de banda utilizando switches y routers.
- Se analizó por medio de ejemplos prácticos y sustentación teórica el aspecto de Latencia y la incidencia que tiene éste factor en las redes de área local "LAN", como lo son la congestión del ancho de banda, pérdida de información, mayores tiempos de respuestas, entre otras en switches y routers.

- Con este proyecto se minimizaran los costos a las empresas y campus, todo esto proveniente del estudio realizado; el cual conducirá a las empresas, e incluso a nuestra universidad como deben aprovechar su ancho de banda, optimizándolo y evitando la compra innecesaria de equipos costosos para desempeñar las mismas funciones que los equipos anteriores, que manejan las redes de área local "LAN" (switches y routers).

- Se beneficiaran las empresas y los campus, ya que al colocar en práctica las soluciones que se presentan en nuestro trabajo, se verán reducidos los gastos que generan la compra de nuevos equipos con el fin de optimizar sus redes de área local "LAN".

- Se analizaron por medio de ejemplos prácticos y sustentación teórica el aspecto de Granularidad y la incidencia que tiene éste factor en las redes de área local "LAN", como lo es: el asignar la totalidad de un canal sobre switches y routers.

- Se comprendió como detectar las fallas que se generan mediante el uso inadecuado de los equipos (switches y routers) que conforman una red de área local "LAN".

- Se facilitara el trabajo de los administradores de red, ya que al implementar las soluciones propuestas, su trabajo se hará mucho más sencillo, provechoso y ventajoso.

- Se realizó la documentación de las configuraciones de los equipos de capa 2, 3 y 4 que se emplean en las redes de área local "LAN".

RECOMENDACIONES.

Para un óptimo aprovechamiento de éste material, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ⇒ Ser concientes de los problemas que está presentando su red de área local "LAN" y las consecuencias a la que estos problemas conllevan.

- ⇒ Identificar el tipo de problema que presenta la red y verificar si este tiene como solución el mejoramiento del ancho de banda.

- ⇒ Examinar que clase de equipos hacen parte de la red a mejorar, y si a estos se les puede aplicar las diferentes características que se mencionan en esta monografía, y sino realizar un estudio de factibilidad para la adquisición de equipos adecuados.

- ⇒ Implementar la respectiva solución basándose en este trabajo investigativo, el cual explica la manera de cómo se debe hacer

dicha implementación para un óptimo rendimiento de su red de área local "LAN".

⇒ Realizar posteriormente una retroalimentación luego de haberse implementado las soluciones pertinentes, aun cuando el funcionamiento de nuestra red de área local sea el óptimo.

BIBLIOGRAFIA.

- ✓ 3com LAN Switching Solutions. Octubre 10, 2003.

- ✓ 3com LAN Switching Technology. Octubre 10, 2003.

- ✓ Chappell Laura. Advanced Cisco Router Configuration Cisco Systems. Indianapolis, IN 46290 USA. Macmillan Technical Publishing. 201 West 103rd Street. 1999. ISBN: 1-57870-074-4.

- ✓ CiscoWorks QoS Policy Manager Deploying QoS Policies. Octubre 12, 2003.

- ✓ CiscoWorks QoS Policy Manager Planning for Quality of Service. Octubre 12, 2003.

- ✓ CiscoWorks QoS Policy Manager Using QoS Analysis. Octubre 12, 2003.

- ✓ CiscoWorks QoS Policy Manager Working with QoS Databases. Octubre 12, 2003.

- ✓ Curso ccna Semestre 1 Cisco (<http://cisco.netacad.net>). Octubre 24, 2003.
- ✓ Curso ccna Semestre 2 Cisco (<http://cisco.netacad.net>). Octubre 24, 2003.
- ✓ LEW, H KIM y colaboradores. Interconectividad. Manual para Resolución de Problemas. PEARSON EDUCATIONS, México, 2000. ISBN: 970-17-0351-0.
- ✓ IP QoS over ATM por Raj Jain professor Ohio State. Noviembre 2, 2003.
- ✓ Low Latency Queuing for the Versatile Interface Processor. Noviembre 2, 2003.
- ✓ Módulo Laboratorio De Redes (Minor Comunicaciones Y Redes), Primer semestre, 2003.
- ✓ Módulo Tópicos Administrativos (Minor Comunicaciones Y Redes), Segundo Semestre, 2003.

- ✓ QoS in Data Networks Protocols and Standards por Raj Jain professor Ohio State. Noviembre 2, 2003.

- ✓ QoS-Policy-Constraint Based Routing por Raj Jain professor Ohio State. Noviembre 2, 2003.

- ✓ Terabit Switches and Routers por Raj Jain professor Ohio State. Noviembre 2, 2003.

- ✓ Up-to-Spec Custom Testing Report. Noviembre 10, 2003.

ANEXOS

ANEXO A. CISCO AUTOQOS FOR VOIP CONFIGURATION.

Cisco **AutoQoS VoIP** es configurado sobre la interfase serial 4/0, y ambas palabras claves **trust** y **fr-dlci** son configuradas:

```
Router> enable
```

```
Router# configure terminal
```

```
Router(config-if)#interface s4/0
```

```
Router(config-if)#auto qos voip trust fr-dlci
```

```
Router(config-pmap-c)# exit
```

Anexo B. **EXTREME NETWORKS' ALPINE 3808 Y 3804.**

Aprovisiona los servicios de switches Ethernet permitiendo a los proveedores servicios para multigigabit. El backbone conecta una red de computadoras con SONET como el resiliency. Combinado con el software ExtremeWare basado en las políticas de Calidad de Servicio (QoS), la serie de switches Alpine 3800 establece la asignación del ancho de banda.

Proveedores de servicio que construyen redes de áreas metropolitanas (MANs), intercambio de Internet o multi arrendatario que construyen las redes con la serie Alpine 3800 pueden proporcionar un puerto Fast Ethernet/IP o un puerto Gigabit Ethernet/IP a clientes específicos. El proveedor de servicio puede entonces segmentar la capacidad del ancho de banda en el Ethernet/IP en valores que van de 500 Kbps a 1 Gbps sin el aprovisionador físico requerido.

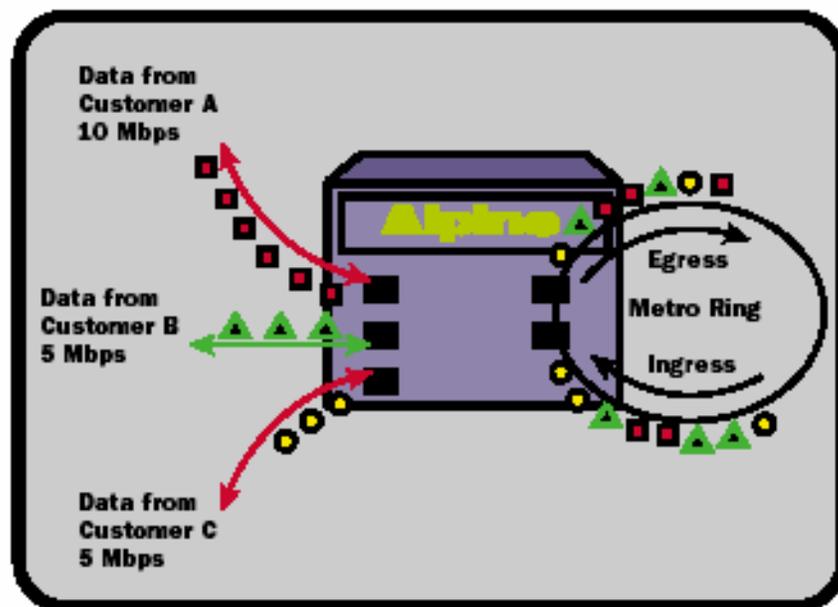
Extreme ha diseñado una única proporción bidireccional que limita la capacidad en cada puerto de un switch de la serie Alpine 3800 para satisfacer las necesidades del mercado de las cuotas para servicios.

Esta tecnología basada en hardware hace posible enfocar las políticas de tráfico, uso de trayectorias y la administración del tráfico concurrente en cada puerto de un switch de la serie Alpine 3800.

¿Por qué es tan importante la limitación proporcional bidireccional? Las aplicaciones con retrasos sensibles como la Voz sobre IP (VoIP) la demanda una alta prioridad en el tráfico identificado y en su administración para altas velocidades cuando entra en el switch. Ésa es la única manera de asegurarse el movimiento a través del switch a una alta velocidad, incurriendo sólo una baja latencia. El ingreso tradicional de encolado se maneja en el software. Eso es demasiado lento para guardar los paquetes de los datos sujetos a lo largo de las velocidades del gigabit.

El diagrama muestra una vista más detallada del sistema de la formación de colas de espera para un switch Alpine. Cuando los paquetes entran en el switch desde el lado del cliente o desde el lado del backbone, ellos se desvían a la cola de ingreso lógico para el procesamiento. Esta cola sirve como un punto de agregación para todo el tráfico asociado con un cliente en particular. También es el punto en que todas las políticas están aplicadas completamente a un modo

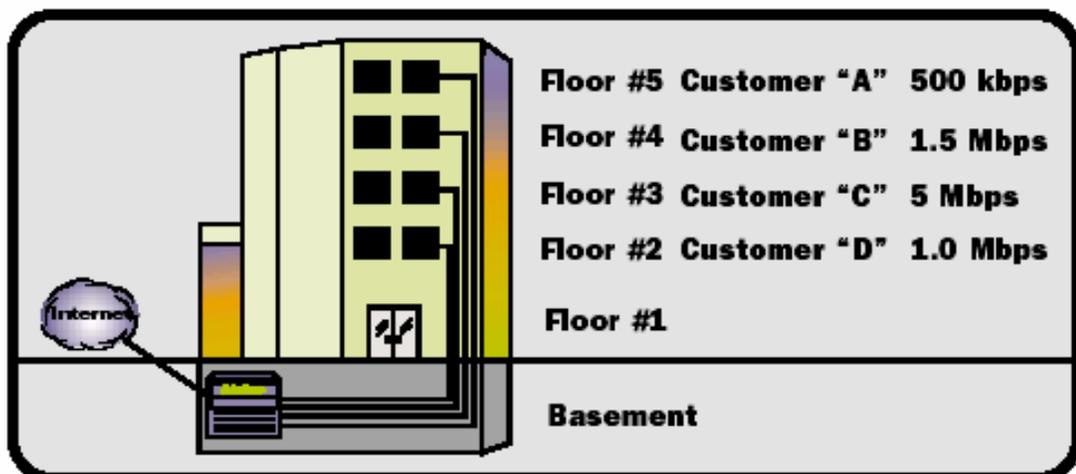
bidireccional. Ésta es una precaución necesaria para las aplicaciones como los navegadores Web que permiten pequeños requerimientos para generar grandes respuestas, como convertir video o grandes gráficos. Para los proveedores de servicio la eficacia de la administración del ancho de banda a lo largo de sus redes, es algo crítico que el tráfico cada cliente se maneje totalmente en ambas direcciones.



Los paquetes hacen cola para procesar cuando estos entran en los puertos de los switch del cliente o los puertos de los proveedores metropolitanos. El ingreso lógico de las colas sirve como un punto de agregación para todo el tráfico asociado con cada cliente. Las políticas son aplicadas en un la manera bidireccional.

En red del área metropolitana dónde el servicio de los proveedores tienen un punto de presencia (POP) en oficinas o los edificios residenciales, ellos pueden instalarse en forma semejante a un switch Alpine serie 3800 y ofrece servicio de Internet a múltiples ISPs con quienes se tengan arreglos. Aquí, ambos proveedores pueden vender el acceso a Internet en incrementos proporcionales de 500 Kbps y también permite a los clientes seleccionar varios ISPs sin tener que cambiar su dirección IP.

Éste diagrama muestra un despliegue típico de Alpine con cuatro clientes atados con Ethernet y cada uno obteniendo diferentes tasas de información.



ANEXO C. **SWITCH CATALYST 4908G-L3.**

El switch cataly 4908g-l3 es un switch ethernet de capa 3 de configuración fija que cuenta con conmutación a velocidad de cable para ip, ipx y multidifusión ip. Éste nuevo switch de cataly proporciona el alto rendimiento que necesitan las backbones de tamaño medio con la densidad de puertos adecuada. Es ideal para agregar tráfico multiprotocolo de varios recintos de cableado o de switches de grupos de trabajo como los switches **cataly** 2900, **cataly** 3500, **cataly** 4000 o **cataly** 5000.

Presentación del switch Catalyst 4908G-L3.

El switch Catalyst 4908G-L3 es un switch Ethernet de Capa 3 de configuración fija con 8 puertos Ethernet Gigabit que utiliza interfaces GBIC modulares. El switch es ideal para la distribución de backbone en redes de tamaño medio que requieran rendimiento de Capa 3, pero no requieren las densidades Gigabit Ethernet que ofrecen las series de switches Catalyst 6000 y Catalyst 8500. Otra aplicación del switch Catalyst 4908G-L3 es la agregación de complejos de servidores en la que se necesitan servicios de Capa 3.

Descripción general del switch Catalyst 4908G-L3.

El switch Catalyst 4908G-L3 proporciona una transferencia agregada cercana a los 12 Mpps para la conmutación de Capa 3 (funciona a velocidad de cable para que sus ocho interfaces produzcan un agregado de 11.904 Mpps). Estas velocidades de datos se aplican no solamente al tráfico de IP e IPX, sino también al tráfico de multidifusión IP y de derivación, y son el resultado de utilizar la tecnología de circuitos integrados de alta velocidad específicos de aplicaciones (ASIC) en cada puerto para llevar a cabo una auténtica conmutación de Capa 3. El Catalyst 4908G-L3 admite una arquitectura de alto rendimiento con ancho de banda de 22 Gbps.



Calidad de servicio.

El switch Catalyst 4908G-L3 incorpora un tejido de conmutación de memoria compartida centralizado sin bloqueo de 22 Gigabits. Las

Completas funciones de QoS de los recursos físicos de conmutación permiten a los administradores de red proteger a las aplicaciones de importancia crítica, ya que admiten tráfico sensible a retrasos, a la vez que gestionan el ancho de banda en la backbone del campus. El tejido de conmutación admite gestión de colas por flujo (Per-Flow Queuing, PFQ), prioridades de retraso diferenciadas utilizando un programador WRR para las aplicaciones sensibles a retrasos y prioridades de pérdidas diferenciadas para gestionar las normativas y la formación de congestiones y tráfico. La memoria rápida de paquetes incrustada en el tejido de conmutación se asigna dinámicamente por cola (flujo). Esta asignación dinámica, que se utiliza en combinación con límites de cola definidos por el usuario y ponderaciones de planificación de cola configurables, garantiza que el tráfico sensible a retrasos se gestione correctamente sin pérdida de paquetes. Estos factores se pueden ajustar dinámicamente con **Cisco Assure Policy Networking**, lo que permite la utilización de una solución QoS de extremo a extremo.

El switch **Catalyst** 4908G-L3 permite limitar la velocidad de entrada por puerto, la velocidad de salida por puerto y la formación de tráfico en las interfaces Gigabit Ethernet y Fast Ethernet. La característica de limitación de velocidad por puerto permite limitar la velocidad del tráfico

de entrada o salida de los puertos. La velocidad del tráfico del puerto se somete a control. Se permite el tráfico que se amolde, mientras que se ignora el que no lo haga. La característica de formación de tráfico por puerto permite formar la salida de los puertos. La velocidad del tráfico de salida del puerto se monitoriza para verificar que el tráfico abandona la interfaz a la velocidad que ha configurado el usuario.

Seguridad.

El switch Catalyst 4908G-L3 tiene la capacidad de evitar brechas de seguridad a través del uso de listas de acceso IP e IPX, lo que es útil para evitar que los usuarios accedan a determinadas aplicaciones o servicios. El switch Catalyst 4908G-L3 admitirá las listas de acceso entrantes y salientes en todas sus interfaces Gigabit Ethernet. Estas listas de acceso pueden definirse de forma parecida en todos los routers Cisco IOS, como listas de acceso IPX estándar o como las listas de acceso estándar y extendidas basadas en IP. Tener un control interno y externo de los paquetes. Cuando llega tráfico sobrante al switch, los módulos presionan al tejido de conmutación y todo el exceso de tráfico se queda en cola en el tejido de conmutación. Si se desbordan las colas del tejido de conmutación, se ignora el tráfico sobrante. La velocidad mínima es de 32 kbps, con una granularidad de 32 kbps.

Especificaciones técnicas.

Rendimiento.

- Tejido de conmutación de 22 Gbps.
- Velocidad de envío a velocidad de cable de 11 millones de paquetes por segundo para paquetes de 64 bytes.
- MIPS RISC CPU- R5000 CPU, 16 MB de memoria Flash, 64 MB de DRAM.
- Entradas del router: 16.000 mínimo/-32.000 máximo.
- Arquitectura de memoria de 12 MB compartida por todos los puertos.
- Velocidad de envío de paquetes para paquetes de 64 bytes:
 - ♦ 1.488.000 PPS a puertos 1000BaseX.
 - ♦ Incluye RIP I y RIP II, OSPF, IGRP, EIGRP.

Estándares.

- Puertos 100BaseFX de dúplex completo IEEE 802.3x.
- Protocolo de árbol de conmutación IEEE 802.1D.
- VLAN IEEE 802.1Q.
- Especificación IEEE 802.3x 1000BaseX.
- 1000BaseX (GBIC).
- 1000BaseSX.
- 1000BaseLX/LH.
- 1000Base ZX.

ANEXO D. **SWITCHES ETHERNET CATALYST 1900 Y 2820**

Los switches ethernet de las series cisco catalyst® 1900 y 2820 son los complementos ideales para la línea de productos de conmutación y enrutamiento de alto rendimiento del líder en conectividad, cisco systems. Los beneficios: mejor rendimiento y capacidad de gestión de la red a un precio excepcionalmente económico. Estos se encuentran disponibles en ediciones **Standard y Enterprise**, los switches **Catalyst** 1900 y 2820 se distinguen por su facilidad de uso, configuración flexible y capacidad de actualización. Los switches de edición Standard están diseñados para trabajar rápidamente y conectar computadoras de sobremesa a servidores de alta velocidad o a una red backbone. El software edición Enterprise añade una capacidad de ampliación sin precedentes, así como una gran flexibilidad en opciones de configuración de la red, incluyendo soporte para redes locales virtuales (VLAN), optimización del ancho de banda, seguridad mejorada y una óptima capacidad de gestión. Puede adquirir ahora el alto rendimiento y las capacidades de gestión de la edición **Enterprise** o bien hacerlo en un futuro; el software viene preinstalado en los switches **Catalyst** 1900 y 2820 edición **Enterprise**, o se encuentra disponible como una actualización para los switches edición Standard.



Edición Standard

Los switches Ethernet de la edición Standard de Cisco, **Catalyst** 1900 y 2820, son una inversión adecuada para aumentar el ancho de banda de la red entre usuarios y servidores, con un costo comparable al de hubs gestionados. Una interfaz de navegador Web, y el soporte incorporado para **Domain Name Service** (DNS) y **Dynamic Host Control Protocol** (DHCP) consiguen que sea extraordinariamente sencillo de usar. El Catalyst 2820 ofrece una flexibilidad adicional gracias a sus dos ranuras y a un conjunto de módulos 100BASE-T, FDDI y ATM. Todos los switches de la edición Standard pueden actualizarse con la compra del kit de actualización a la edición **Enterprise**.

Edición Enterprise

Los switches Cisco de la edición **Enterprise, Catalyst** 1900 y 2820, ofrecen enlaces de alta capacidad y capacidad de interconexión

mediante la agregación de puertos Fast EtherChannel. Fast EtherChannel puede proporcionar hasta 400 Mbps de ancho de banda por enlace en modo dúplex completo, dando un enlace ascendente óptimo a backbones y servidores de alto rendimiento. Asimismo, los switches proporcionan una administración más sencilla, mejoras en la seguridad y control de distribución a través de enlace troncal ISL VLAN. Los switches de la serie Catalyst 1900 y 2820 mejoran la seguridad mediante la implementación de un control de acceso centralizado a través de TACACS+. Las contraseñas de consola multinivel permiten también la implementación de un sistema de acceso flexible y seguro para la consola de conmutación.

Seguridad y redundancia.

- El protocolo de información de enrutamiento (Routed Information Protocol-RIP) permite que el switch averigüe automáticamente las direcciones de pasarela, evitando que los administradores reintroduzcan las direcciones IP de forma manual.
- El soporte para el protocolo de árbol de conmutación IEEE 802.1d, RIP y enlace flexible mejora la tolerancia a los fallos, haciendo que el

switche recupere automáticamente el estado en línea después de una interrupción.

Especificaciones técnicas.

Rendimiento.

- Bus de 1 Gbps.

- Ancho de banda de envío máximo: 370 Mbps.

- Memoria de búfer de paquetes de 3 MB compartida dinámicamente por todos los puertos.

- Opción de conmutación seleccionable:
 - Corte de transferencia FragmentFree: envío después de la ventana de colisión (64 bytes).

 - Almacenamiento y envío: envío después de la recepción del paquete.

- Tasa de envío de paquetes para paquetes de 64 bytes:
 - ❖ 14.880 paquetes por segundo (pps) a puertos de 10 Mbps.

- ❖ 148.800 pps a puertos de módulo 100BASE-T.
- ❖ Hasta 100.000 pps a puertos de módulo FDDI.
- ❖ Hasta 550.000 pps (agregado).
- Latencia (Modo de conmutación Corte de transferencia FragmentFree):
 - 70 microsegundos entre puertos 10BASE-T.
 - 11 microsegundos entre puertos 10BASE-T.
- Direcciones MAC:
 - ❖ 1.024 por sistema (serie Catalyst 1900).
 - ❖ 2.048 ó 8.192 por sistema (Serie Catalyst 2820).
 - ❖ Soporte para un número ilimitado de direcciones MAC en un puerto de red configurable.

Estándares.

- Dúplex completo IEEE 802.3x en puertos 10BaseT y 100BaseT.
- Control de flujo IEEE 802.3x en puertos 100BASE-T.
- Protocolo de árbol de conmutación IEEE 802.1d.
- Compatible con las especificaciones IEEE 802.3u
100BASE-TX y 100BASE-FX.
- Especificación IEEE 802.3 10BASE-T.
- Especificación AUI IEEE 802.3.
- ATM Forum LANE 1.0; UNI 3.0/3.1; RFC 1483.

ANEXO E. **Encolado Equitativo Ponderado (WFQ). Documentación.**

Comando	Propósito
Router(config-if)# fair-queue [<i>congestive-discard-threshold</i> [<i>dynamic-queues</i> [<i>reservable-queues</i>]]]	Configura una interfase para emplear el WFQ.

ANEXO F. **Prioridad de Encolado (PQ). Documentación.**

Asignando Paquetes en La Prioridad de Encolado.

Comandos	Propósito
Router(config)# priority-list <i>list-number</i> protocol protocol-name { high medium normal low } <i>queue-keyword keyword-value</i>	Establece las prioridades de encolado basadas en el tipo de protocolo.
Router(config)# priority-list <i>list-number</i> interface interface-type interface-number { high medium normal low }	Establece las prioridades del encolado para paquetes que entran desde cualquier interfase.
Router(config)# priority-list <i>list-number</i> default { high medium normal low }	Asigna una prioridad de cola para los paquetes que no sean encontrados en ninguna otra regla en la lista de prioridad.

Especificando el Tamaño Máximo en la Prioridad de Encolado.

Comando	Propósito
Router(config)# priority-list list-number queue-limit [<i>high-limit</i> [<i>medium-limit</i> [<i>normal-limit</i> [<i>low-limit</i>]]]]	Especifica el máximo número de paquetes alojados en cada prioridad de cola.

ANEXO G. Encolado Común (CQ). Documentación.

Definiendo la Lista del encolado común.

Para asignar una lista de encolado común a una interfaz, empleamos los siguientes comandos en el modo de la configuración global.

Comandos	Propósito.
Router(config)# interface <i>interface-type interface-number</i>	Especifica la interfase, y luego entra al modo de configuración de la interfase.
Router(config-if)# custom-queue-list <i>list</i>	Asigna una lista de encolado común a una interfaz. La lista toma cualquier valor entre 1-16 esto no se asigna por defecto.

Especificando el Tamaño Máximo del encolado común

Comando	Propósito
Router(config)# queue-list <i>list-number queue-</i> <i>number limit limit-number</i>	Especifica el número máximo de paquetes alojados en cada encolado común. El numero limite especificado, del numero de paquetes puede ser del encolado en cualquier otro instante. El rango es de 0 a 32767.

Router(config)# queue-list list-number queue queue-number byte-count byte-count-number	Designa el número promedio de bytes remitidos por cola. El <i>byte-count-number</i> especifica el número promedio de bytes que el sistema permite ser entregado de una cola dada durante un ciclo en particular.
---	--

Asignando Los Paquetes En El Encolado Común.

Comandos	Propósito
Router(config)# queue-list list-number protocol protocol-name queue-number queue-keyword keyword-value	Establece las prioridades del encolado basadas en el tipo de protocolo.
Router(config)# queue-list list-number interface interface-type interface-number queue-number	Establece el CQ basado en los paquetes entrantes de una interfase.
Router(config)# queue-list list-number default queue-number	Asigna un numero a la cola para aquellos paquetes que no se encuentran en ninguna otra regla el la lista del encolado común.

Monitoreando Las Listas Del Encolado Común.

Comandos	Propósito
Router# show queue interface-type interface-number	Muestra el contenido de los paquetes que están dentro de una cola para una interfase en particular o un circuito virtual (VC).
Router# show queueing custom	Muestra el estado de la lista del CQ.
Router# show interfaces <i>interface-type interface-number</i>	Muestra el estado corriente de las salidas comunes en las colas, cuando es activado el CQ.

ANEXO H. Encolado Común (CQ). Documentación.

Comandos	Propósito.
Router(config)# policy-map "ceva"	Especifica el nombre de la política a configurar. Colocamos como ejemplo "ceva" para este caso en particular.
Router(config-pmap)# class "ceva"	Especifica el nombre de una clase predeterminada incluida en la política de servicio. En este caso "ceva".
Router(config-pmap-c) # priority <i>bandwidth</i> "8-2 millones de Kbps"	Reserva una prioridad de cola para el tráfico CBWFQ. Especificamos un valor dentro de este rango.

Verificando La Baja Latencia En Colas.

Para ver los contenidos de la prioridad que hacen cola (como la profundidad de la cola y el primer paquete en cola), usamos los siguientes comandos en modo EXEC.

Comandos	Propósitos
Router# show policy-map policy map name	Muestra el contenido de las políticas, incluyendo la prioridad establecida en el mapa de una política específica.

Monitoreando Y Manteniendo La Baja Latencia En Colas.

Comando	Propósitos
Router# show policy-map policy map name	Muestra el contenido de las políticas, incluyendo la prioridad establecida en el mapa de una política específica.
Router# show policy interface <i>interface-name</i>	Muestra la configuración de todas las clases configuradas para todos los servicios de monitoreo sobre una interfase específica. Muestra si los paquetes y bytes están perdidos o incompletos para la clase prioritaria en la clase de política de servicio atacada en la interfase.