Télématique
ISSN: 1856-4194
jcendros@urbe.edu
Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín
Venezuela

Sulbaran, Yralys
Evaluación de los dispositivos a nivel de la capa 2, 3 y 4 del modelo osi.
Télématique, vol. 4, núm. 1, enero-julio, 2005, pp. 87-123
Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín
Zulia, Venezuela

UNIVERSIDAD
Rafael Belloso Chacín.

Revista Electrónica de
Estudios Telemáticos

TÉLÉMATIQUE

EVALUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS A NIVEL DE LA CAPA 2, 3 y 4 DEL MODELO OSI.

yralysulbaranl@cantv.net

RESUMEN

En el siguiente articulo trata sobre tecnologías de interconexión de redes debido a que en los últimos años se ha notado el progresivo avance que han tenido las tecnologías y la convergencia de las mismas, desapareciendo rápidamente las diferencias para transferir, almacenar y procesar la información ocasionando de esta manera la interoperabilidad de las redes utilizando dispositivos tales como los routers y Switching, donde cada uno de ellos tienen sus propias características en relación al diseño, configuración y funcionamiento, de allí la necesidad de evaluar si los dispositivos de interconexión (Routers y Switches) a nivel de la capa 2, 3 y 4 del modelo OSI, siendo este el titulo y objetivo general planteado en la investigación, el propósito de la investigación fue identificar y evaluar los routers y switch capa 2, 3 y 4 examinando el funcionamiento de los equipos y verificar el uso por parte de los operadores.

Con respecto al tipo de investigación según su propósito es descriptiva y es un diseño de campo y un diseño no experimental se clasifica transeccional o transversal, el tipo de muestra es no probabilística, se utilizó el cuestionario y la observación directa como instrumento de recolección de datos siendo valido y confiable con un valor 0.72.

Por último se dan las conclusiones que según los resultados obtenidos los operadores o administradores de red, tienen la suficiente capacidad para el manejo y control de las posibles fallas que puedan presentarse y disponen de los mecanismos y tecnologías necesarias para el buen funcionamiento de la red, en relación con lo switch capa 4, a un no están muy familiarizados con el mismo, se puede decir que desconocen un poco sobre esta tecnología al contrario de los otros dispositivos router, switch capa 2 y 3.

Las recomendaciones van dirigidas a específicamente a los operadores y administradores de red.

Palabras Claves: Dispositivos de interconexión, switch capa 2, switch capa 3 y switch capa 4.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

INTRODUCCION

Durante los últimos años se ha notado el progresivo avance que han tenido las tecnologías y la convergencia de las mismas, desapareciendo rápidamente las diferencias para transferir, almacenar y procesar o tratar la información ocasionando de esta manera la interoperabilidad de las redes mediante la interconexión de redes con el uso de dispositivos o equipos de conectividad tales como los routers y Switching.

El presente articulo ofrece una alternativa para la solución al rendimiento y uso de los routers y Switches utilizados en empresas que brinden servicios de telecomunicaciones e información, dada la necesidad de optimizar el rendimiento de los mismos para garantizar un mejor servicio a los usuarios, estos dispositivos de interconexión serán evaluados a nivel de la capa 2, 3 y 4 del modelo OSI, donde cada una de ellas definen un grupo de servicio y protocolos que las capas pueden ejecutar en beneficio de sus usuarios tomando en cuenta, que para implementar una red funcional se tienen que afrontar muchos retos con respecto a la conectividad, confiabilidad, administración y flexibilidad se evaluarán dichos dispositivos de interconexión al nivel de la capa 2, capa 3 y capa 4 del modelo OSI, y saber si las empresas que prestan servicios de telecomunicaciones hacen la utilización adecuada de los dispositivos de conectividad router y switch evaluados.

Propósito de la investigación, es ofrecer alternativas de solución al rendimiento o uso de los *routers y switches*, estos dispositivo de interconexión son piezas fundamentales para la implementación de las redes y para llevar a cabo la transmisión de datos del tal forma es importante que darles el mejor uso posible y sacarles el máximo beneficio a estos equipos, y así garantizar un mejor servicio a los usuarios, estas empresas que proveen servicios para el diseño, administración e implementación de redes serán beneficiadas y podrá satisfacer las necesidades de los usuario individuales o compañías que requieren de sus servicios.

Este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: Sección I. Esta sección contiene toda información teórica del artículo las bases que sustenta el mismo, sección II. En esta sección se plantean las conclusiones, Sección III, recomendaciones: Se analizan los resultados de los datos contenidos en el artículo, Sección IV. Las referencias citadas en este artículo

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

INTERCONEXIÓN DE REDES.

Según Shaughnessy y Velte (2000), la interconexión de redes es enlazar computadoras y personas mediante un medio de transmisión, líneas telefónicas y los dispositivos de conectividad. Por lo tanto, la interconexión de redes esta compuesta por Hardware y software, medios de telecomunicaciones y la pericia técnica todo forma el entramado de la interconexión de redes. Además de Conmutadores, concentradores, cortafuegos, paquetes, pasarelas, puertos, servidores de acceso, interfaces, capas, protocolos, líneas serie, RDSI, tramas, topologías, enrutadores entre otros.

Por lo tanto esto nos conduce al enrutamiento, que en esencia solo tiene dos misiones fundamentales estas son: determinar una trayectoria a lo largo de la que se puede realizar un enlace y transmitir paquetes por dicha trayectoria, debido a esta dos funciones que realiza el enrutador la interconexión de redes se convierte en algo fácil de entender.

De tal manera, el enrutador debe reducir toda la complejidad a un nivel con el que se pueda manejar, el hace esto trabajando con todo un paquete IP cada vez, visto de este modo, este dispositivo es la estructura básicas de las redes, de hecho sin enrutador, Internet no podría siquiera existir, y todo se debe a sus capacidades únicas y potentes:

Los enrutadores pueden soportar simultáneamente diferentes protocolos (Ethernet, Token Ring, RDSI y entre otros) sin ningun tipo de problemas, haciendo de forma efectiva virtualmente compatibles a todos los equipos en la capa de Red, los routers son dispositivos que también conectan perfectamente redes de área local (LAN) a redes de área Extensa(WAN), haciendo posible la creación de redes a gran escala con una mínima planificación centralizada, Filtran al exterior el tráfico no deseado aislando áreas en las que los mensajes se pueden difundir a todos los usuario de la red, trabajan con listas de permiso de acceso para comprobar el tráfico de datos es decir trabajan como puerta de seguridad, iIgualmente los routers aseguran fiabilidad, ofreciendo múltiples caminos a través de las redes y aprenden automáticamente nuevas trayectorias y seleccionan las mejores, eliminando restricciones artificiales para esparcir y mejorar las redes.

En conclusión los enrutadores hacen posible la existencia de las redes, lo cual lo logran brindando un entorno unificado y seguro en el que es posible conectarse grandes grupos de personas o usuarios, sin embargo existen obstáculos a la hora de enlazar a los usuarios ya sea una Intranet

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

corporativa, una red privada virtual o en la propia Internet, en este sentido la capacidad de dichos dispositivos para soportar simultáneamente diferentes protocolos es quizás su característica más importante ya que permite a los equipos, que de otra forma sería incompatibles verse uno con otros sin afectar al sistema operativo, el formato de los datos y el medio de transmisión utilizado, la industria de la informática tardo décadas y gasto billones de dólares para lograr la compatibilidad entre sistemas propietarios.

Esto se puede lograr mediante protocolo TCP/IP, ya que ha creado una plataforma común que permite a todos los equipos y todas las arquitecturas de diferentes red puedan intercambiar la información libremente, logrando de esta maneras que se puedan compartir los recursos y comunicarse de una manera rápida y eficiente, sin olvidar la importancia para las redes la capacidad del enrutador de eliminar el tráfico no deseado originado ver Fig.1.

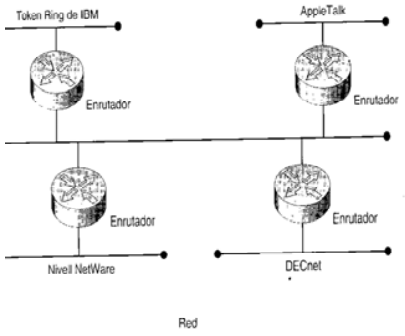

Figura 1, Los enrutadores posibilitan la existencia de redes venciendo los obstáculos, fuente: Cisco (2000)

En esta figura se puede observar de cómo los enrutadores posibilitan la existencia de las redes donde y se observan diferentes protocolos tales como: Token Ring de IBM, Apple Talk, Novell Netware, DECnet, esta claro que el hecho de ser diferentes no impiden que se vean o comuniquen entre ellos, ya que las hace virtualmente compatibles sin importar lo diferentes que sean. por lo tanto al ser diferentes protocolos no impiden que los enrutadores puedan transmitir de un lugar a otro la información estos dispositivos comprenden una arquitectura muy compleja y completa que permite que todos estos mecanismos puedan llevarse a cabo.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN.

Los dispositivos de interconexión son más o menos lo mismo que las computadoras normales como un PC, las diferencias más importantes están en la configuración la mayoría de los tipos de equipos de red no tienen CRT(tubo de rayos catódicos) o disco ya que están diseñados para mover datos, no para almacenarlos y mostrarlos, sin embargo estos dispositivos de red son computadoras en sentido básico, ya que tienen CPU, memoria y sistemas operativo,

Según Huidobro(1999), los dispositivos de interconexión llevan a cabo el interfuncionamiento de las redes, estos son dispositivos físicos / lógicos de interconexión que utilizan la estandarización de una arquitectura de red que tienda a la homogenización de las mismas, tal es el caso de OSI(Interconexión de sistemas abiertos) de la ISO (Organización internacional de normas). Las funciones principales de los dispositivos de interconexión son: establecer el camino físico entre redes para el intercambio de mensajes, Adaptación o conversión de protocolos de acceso a las redes y Enrutamiento de mensajes entre redes.

Enrutador.

Es un dispositivo inteligente que dirige el tráfico basándose en la dirección IP de un mensaje (direcciones lógicas), mientras que los concentradores y los conmutadores tienen puertos donde se conectan los equipos independientes, los enrutadores tienen interfaces a las que se conectan segmentos LAN, en términos sencillos, un trabajo de enrutador es mover paquetes de datos entre segmentos LAN adjuntos, estos equipos conectan redes diferentes y separan dominios de difusión y además son dependientes de los protocolos de enrutamiento .

De igual manera, el enrutador es el tipo de dispositivo independiente más importante en las redes, ellos proporcionan flexibilidad y fortaleza de tomar decisiones que hace posible soportar proporciones complicadas de redes debido a esto podemos decir sin la capacidad lógica que ofrecen los enrutadores, Internet sería ciento de veces más lenta y mucho más cara, para alcanzar estas tareas, un router ejecuta dos funciones:

Crear y mantener una tabla de enrutamiento de cada protocolo de la capa de red. Esta tabla puede ser creada estática o dinámicamente mediante los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF, entre otros.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Identificar el protocolo contenido en cada paquete, extraer la dirección destino de la capa de red y enviar los datos en base a la decisión de enrutamiento.

Los routers seleccionan el mejor camino para enviar los datos basados en la métrica (# de saltos, velocidad, costo de transmisión, retardo y condiciones de tráfico) de las rutas. Adicionalmente, tienen la capacidad de implementar políticas de seguridad y de utilización del ancho de banda, pero, por el contrario, el proceso que debe realizar con los paquetes se refleja en un incremento en la latencia y reducción del rendimiento.

Visto de esta manera los enrutadores son la estructura básica de las redes y todo esto se debe a sus capacidades únicas y potentes para hacer funcionar las redes:

Estos dispositivos pueden soportar simultáneamente diferentes protocolos como (Ethernet, Token Ring, RDSI entre otros), logrando de forma efectiva que virtualmente sean compatible a todos los equipos de la red, Estos dispositivos conectan a la perfección redes LAN a redes de área extensa WAN, haciendo posible la creación de redes de gran escalas con una mínima planificación centralizada, además filtran al exterior el tráfico no deseado aislando áreas en las que los mensajes se pueden difundir a todos los usuarios de la red.

Actúan como puertas de seguridad comprobando el tráfico mediante listas de permiso de acceso, aseguran fiabilidad, ofreciendo múltiples trayectorias a través de las redes, aprenden automáticamente nuevas trayectorias y seleccionan las mejores eliminando restricciones artificiales para expandir y mejorar las redes.

En otras palabras los enrutadores hacen posible la existencia de las redes, lo logran haciendo un entorno unificado y seguro en el que pueden conectar grandes grupos de personas, ahora bien la capacidad que tienen los routers de soportar de forma simultanea diferentes protocolos es quizás su característica más importante, ya que le permite a los equipos que de una u otra son incompatibles hablar uno con otros sin que afecte el sistema operativo, por otra parte vale la pena señalar la arquitectura de red tienen siete capas: los concentradores operan en la capa 1, los conmutadores y switches en la capa 2 y los enrutadores en la capa 3, otras características de los enrutadores es que también pueden filtrar tráfico basándose en las direcciones origen y destino.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Estos dispositivos colocan fronteras entre los segmentos de red porque éstos envían sólo tráfico que está dirigido hacia ellos, eliminando la posibilidad de "tormentas" de *broadcasts*, la transmisión de paquetes de protocolos no soportados y la transmisión de paquetes destinados a redes desconocidas, los routers para alcanzar estas tareas, ejecutan dos funciones: Crear y mantener una tabla de enrutamiento de cada protocolo de la capa de red, esta tabla puede ser creada estática o dinámicamente mediante los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF, entre otros. Identificar el protocolo contenido en cada paquete, extraer la dirección destino de la capa de red y enviar los datos en base a la decisión de enrutamiento, estos dispositivos seleccionan el mejor camino para enviar los datos basados en la métrica (# de saltos, velocidad, costo de transmisión, retardo y condiciones de tráfico) de las rutas.

Adicionalmente, tienen la capacidad de implementar políticas de seguridad y de utilización del ancho de banda, pero, por el contrario, el proceso que debe realizar con los paquetes se refleja en un incremento en la latencia y reducción del rendimiento, referente a los cortafuegos, estos son enrutadores especializados que actúan como controles entre una red, y el exterior ellos funcionan comprobando cada paquete para que cumpla con las políticas de seguridad que ha sido programada, es un punto de comprobación entre una red privada y una o más redes públicas, es una pasarela que decide selectivamente quien debe entrar y quien debe salir de una red privada.

Comunicarse con el enrutador.

Es importante aclarar que las redes no se comunican con los enrutadores sino a través de ellos, sin embargo los administradores de red deben manejar enrutadores independientes para instalarlos y administrarlos. Así mismo, se pueden definir como computadoras construidas a propósito y dedicadas al procesamiento de la interconexión de redes son equipos importantes que sirven independientemente a cientos o miles de usuarios, a diferencia de los computadores personales los routers no incluyen monitor, teclado, ratón.

Por lo que se deben comunicar con ellos de la siguiente manera: desde un terminar que este en la misma ubicación que el enrutador y el cual este conectado al por medio de un cable (el terminar suele ser un PC o una estación de trabajo funcionando en modo terminal) y mediante la red sobre la que esta situado el enrutador, en las grandes redes, los administradores de red están físicamente apartados de los enrutadores y deben acceder a ellos a través una de red, ahora en caso de que el enrutador sea inaccesible

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

por algún tipo de problema en la red o problemas con el mismo enrutador, el operador o técnico debe ir a su ubicación e iniciar una sesión directamente en el enrutador.

Selección del protocolo de encaminamiento.

Según Sacker (2002), los protocolos de enrutamiento constituyen el transporte de las redes basadas en IP, a continuación se enumeran algunos de los protocolos de enrutamiento: Protocolo de información de enrutamiento (RIP), Protocolo de información de enrutamiento 2 (RIP2), Protocolo de encaminamiento interior de pasarela (IGRP), Protocolo de encaminamiento interior de pasarela mejorado(EIGRP), trayecto abierto más corto primero (OSPF) entre otros.

En muy importante tener en cuenta que a la hora de seleccionar un protocolo de ruteo para la red, se deben tener en cuenta las características de los protocolos y servicios de aplicaciones, los diseños de red que permiten un único protocolo de ruteo son los mejores para el rendimiento, mantenimiento y el diagnostico de la red, y se deben considerar seis características de una red cuando se selecciona un protocolo de encaminamiento:

Topología de la red, Realización de resúmenes de direccionamiento y de rutas, Selección de rutas.

Convergencia: es el tiempo que tarda un router en reconocer un cambio en la topología de la red, calcular el cambio en su propia tabla y Escalabilidad *de la red: en cuanto a la* capacidad de los protocolos de ruteo de adaptarse a una red en continuo crecimiento (escalabilidad) no viene limitada por una debilidad del protocolo, sino por los recursos críticos del hardware del routers, los cuales necesitan memoria, CPU(Unidad central de procesamiento) y un ancho de banda preciso para la transmisión y brindar servicio adecuadamente a la red.

Seguridad: se utilizan los protocolos de ruteo para ofrecer un nivel mínimo de seguridad, algunas de las funciones de seguridad disponibles en los protocolos de ruteo son: Filtrado de los anuncios de rutas y autenticación.

Los protocolos de enrutamiento la topología de red de dos maneras planas o jerárquicas, la topología física de red consta de las conexiones de todos los routers de la red, en cuanto a la topología de encaminamiento plana utilizan el direccionamiento de la red física en redes planas más

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

pequeñas interconectadas, ahora bien los protocolos de enrutamiento utilizados en una topología plana no jerárquica caben mencionar:

RIP, RIP2, IGRP y EIGRP, en cambio las redes de encaminamiento OSPF e IS-IS, son de diseño jerárquico.

En cuanto a la selección de rutas cuando las redes requieren elevada disponibilidad y la redundancia como requisito, el algoritmo de selección de rutas del protocolo de enrutamiento se convierte en un ipso muy importante en el mantenimiento y disponibilidad aceptable donde cada uno de los protocolos de ruteo utilizan algún tipo de métrica de ruteo para determinar el mejor trayecto entre el origen y el destino de un paquete, las métricas disponibles se combinan para generar un peso o coste de la eficiencia de la ruta, los protocolos *RIP, RIP2 e IGRP*, son protocolos de encaminamiento vector de distancias, basan las rutas óptimas en el número de saltos o dispositivos que debe atravesar un paquete hasta llegar a su destino.

Conexiones del enrutador.

Los routers son dispositivos que conectan dos o más redes cada una de los cuales deben tener un número de red para que el enrutamiento se produzca con éxito. Donde el número de red exclusivo se incorpora a la dirección IP que se le asigna a cada dispositivo conectado a esa red.

Ejemplo: si una red tiene un número de red exclusivo, A, y tiene cuatro dispositivos conectados a esa red, las direcciones IP de los dispositivos son A2, A3, A4 y A5. Como se considera que la interfaz en la que el router se conecta a la red forma parte de dicha red, la interfaz donde el router se conecta a la red A tiene una dirección IP A1.
Por otro lado, otra red con un número de red exclusivo B, tiene cuatro dispositivos conectados a esa red, esta red también está conectada al mismo router pero en una interfaz distinta, las direcciones IP de los dispositivos de esta segunda red son B2, B3, B4 y B5. La dirección IP de la segunda interfaz del router es B1.

Entonces, si usted desea enviar datos desde una red a otra, La red origen es A; la red destino es B y el router se conecta a las redes A, B, C y D. Cuando los datos (tramas) que vienen desde la red A llegan al router, el router ejecuta las siguientes funciones:

Extrae el encabezado de enlace de datos que transporta la trama. (El encabezado de enlace de datos contiene las direcciones MAC origen y destino). examina la dirección de la capa de red para determinar cuál es la

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

red destino, consulta las tablas de enrutamiento para determinar cuál de las interfaces usará para enviar los datos, a fin de que lleguen a la red destino.

En el ejemplo, el router determina que debe enviar los datos desde la red A a la red B desde su interfaz, con la dirección B1. Antes de enviar realmente los datos desde la interfaz B1, el router encapsula los datos en la trama de enlace de datos correspondiente.

Se observan, cuatro computadoras conectadas a un router a una red A, cada dispositivo esta identificado con una dirección IP, estas son A2, A3, A4, A5, y la interfaz del router con todos los equipo o la red es A1 la cual vendría siendo su dirección IP, en el caso de la red B seria lo mismo pero cambiarían las direcciones IP y la Interfaz de la red B con el router, esto ayudara a que el enrutador sepa hacia donde van dirigidos los paquetes, para esto sirven las direcciones IP, para identificar el destino.

Interfaz / puerto del router.

La interfaz es la conexión de un router con la red, la cual también se puede denominar puerto en el enrutamiento IP denomidad también interfaz de medios, cada interfaz debe tener una dirección de red o subred individual y única, también se puede decir que es la conexión de red a través de la cual los paquetes entran y salen de un router, puede estar en un motherboard o en un módulo de interfaz separado. Ver figura 2

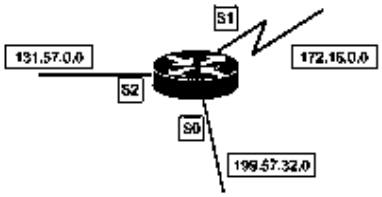

Figura 2. Interfaz del router. Fuente Cisco (2003)

Los routers tienen interfaces para redes LAN y redes WAN o punto de acceso para entrada y salida de datos hacia y desde un dispositivo de comunicación, de hecho las tecnologías para redes de área extensa (WAN) con frecuencia se usan para conectar routers estos dispositivos proporcionan la interconexión entre redes, y se comunican entre sí mediante conexiones WAN y constituyen sistemas autónomos, y el backbone de Internet.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Componentes de los enrutadores cisco.

Otro punto importante que vale la pena citar son sus componentes con respecto a la arquitectura interna del router Cisco, este dispositivos soporta componentes que cumplen un papel fundamental, como ya se sabe los computadores tienen cuatro componentes básicos: una CPU, memoria, interfaces y un bus y los routers también poseen estos componentes y este es el motivo por el cual se dice que un router es un computador.

A diferencia de que en vez de tener, dispositivos de salida como video y audio y dispositivos de entrada ratón, teclado y otros el router se dedica únicamente al enrutamiento de paquetes de datos enviarlos de un segmento LAN a otro.

Por otro lado, también necesitan sistemas operativos para llevar a cabo aplicaciones de Software, en este caso ***IOS***, Cuyas siglas significan sistemas operativo de interconexión de redes, necesarios para ejecutar archivos configuración los que controlan el flujo de tráfico, este software utiliza sus propios estándares y otros estándares internacionales que le permiten la ínteroperación o conectarse con otros medios y dispositivos de diferentes marcas y fabricantes por medio de una red, es un sistema operativo muy flexible ósea es capaz de adaptarse nuevos requisitos de red.

Otra característica, de ***IOS***, es capacidad de escalabilidad o la facilidad de crecimiento que tiene, este utiliza protocolos de encaminamiento escalables, los cuales permiten superar las deficiencias y limitaciones de la red otra característica es el filtrado detallado que realiza para reducir el tráfico de protocolo pesado. En lo referente, a la memoria del enrutador, estos utilizan varias clases de memoria para poder realizar operaciones y administrarse de una manera independiente, estos dispositivos utilizan cuatro tipos de memoria donde cada memoria cumple una tarea definida a continuación se muestra una placa madre con la memorias RAM, DRAM, NVRAM, ROM, CPU.

Seguidamente se muestra la placa madre de un tipo de enrutador cisco 4500 uno de los más utilizados en la actualidad, se puede observar que poseen DRAM, CPU, ROM, NVRAM, donde la cantidad de memoria DRAM y se puede duplicar esto tomando en cuenta el modelo y la cantidad de memoria flash se puede doblar si la carga de tráfico se incrementa con el tiempo la memoria DRAM se puede actualizar ver Fig. 3.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

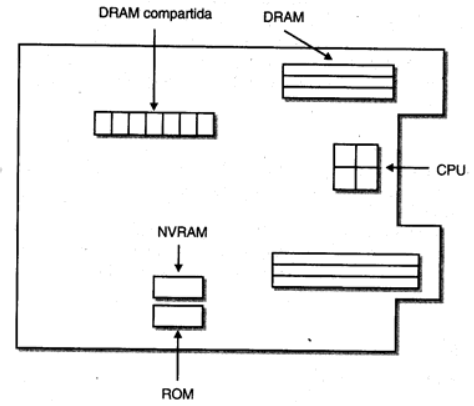

Figura 3, muestra placa madre de un enrutador Cisco, 4500. Fuente Cisco (2000)

A continuación se nombran los componentes internos de la configuración del router estos son los siguientes:

RAM/DRAM: acronimo de (Memoria de acceso aleatorio dinámico)

Conocida también como almacenamiento de trabajo almacena tablas de enrutamiento, utiliza el procesador central del enrutador para hacer su trabajo igual que la memoria de un PC, caché ARP caché de conmutación rápida, búfering de paquetes (RAM compartida) y colas de espera de paquetes.

La RAM también proporciona memoria temporal y/o de ejecución para el archivo de configuración del router, mientras el router se enciende. El contenido de la RAM se pierde cuando se apaga o se reinicia el router.

NVRAM: RAM no volátil. Almacena el archivo de configuración de inicio/copia de respaldo del archivo de configuración de un router, quiere decir que el contenido no se elimina cuando se apaga o se reinicia el router conservara su información después de cortar el suministro de corriente.

Flash: ROM originamelte desarrollada por Itel y es utilizada mucho en computadoras y otros dispositivos, es borrable y reprogramable se puede borrar y volver a programar cuando sea necesario. Contiene la imagen y microcódigo del sistema operativo, permite actualizar el software sin eliminar y reemplazar chips en el procesador, el contenido se conserva cuando se apaga o reinicia el router, se pueden almacenar múltiples versiones del

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

software IOS en la memoria Flash esta es una característica importante permite a los administradores de red copiar nuevas versiones de sistema operativos en los enrutadores,

ROM: Contiene diagnósticos de encendido, un programa bootstrap y software del sistema operativo. Las actualizaciones de software en ROM requieren el reemplazo de chips enchufables en el CPU.

INTERFAZ: Conexión de red a través de la cual los paquetes entran y salen de un router. Puede estar en un motherboard o en un módulo de interfaz separado, estos son los componentes internos de un router, como se observa en las gráficas mostradas anteriormente, los cuales cada uno de ellos cumple una función especifica relacionada una con la otra para que se pueda llevar a cabo el proceso de enrutamiento o encaminamiento a través de las tablas, almacenamiento, actualizaciones, las conexiones de red mediante los paquetes de datos entran y salen del enrutador.

SWITCHES:

Son dispositivos de la capa de enlace de datos que como los puentes, permiten la interconexión de múltiples segmentos físicos de LAN en una sola red de gran tamaño, los switches envían y distribuyen el tráfico con basado en sus direcciones MAC y es por ello que hacen que las LAN sean mucho más eficientes, a pesar de que la función de conmutación se lleva acabo en el Hardware y no en el software, es muchísima más rápida.

Estos dispositivos utilizan tanto la conmutación almacenar y enviar como la conmutación rápida para reenviar el tráfico, a los switches también se les conoce como switch multipuerto, Los switches, tienen varios puertos de conexión dado que una de sus funciones es la concentración de conectividad esto quiere decir que permiten que varios dispositivos se conecten a un punto de la red.

En cuanto al propósito de un switche es concentrar la conectividad haciendo que la transferencia de datos sea más eficiente, además conmutan paquetes desde los puertos (interfaces) entrantes a los puertos salientes suministrando a cada punto el ancho de banda total.

Por lo tanto, switche es una definición general dada que se aplica a un dispositivo electrónico o mecánico que permite que una conexión se establezca según sea necesario y se termine cuando ya no haya ninguna sesión para soportar.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Según Torrent (1998), esta palabra ha ido tomando distintas connotaciones a medida que se plantean nuevos esquemas para mejorar el rendimiento de las redes de área local, Así, cuando hablamos de switch, podemos estarnos refiriendo a: Switch capa 2, Switch capa 3, Switch capa 4.

SWITCHES CAPA 2

Este es el tipo de switch de red de área local (LAN) más básico, el cual opera en la capa 2 del modelo OSI. Su antecesor es el bridge, por ello, muchas veces al switch se le refiere como un bridge multipuerto, pero con un costo más bajo, con mayor rendimiento y mayor densidad por puerto.

Además, el switch capa 2 hace sus decisiones de envío de datos en base a la dirección MAC destino contenida en cada frame. Estos, al igual que los bridges, segmentan la red en dominios de colisión proporcionando un mayor ancho de banda por cada estación.

La configuración de los switches capa 2 y el soporte de múltiples protocolos es totalmente transparente a las estaciones terminales así como igual es el soporte de las redes virtuales (VLAN´s), las cuales son una forma de segmentación que permite crear dominios de broadcasts formando así grupos de trabajo independientes de la ubicación física.

El uso de procesadores especializados (ASIC: Application Specific Integrated Circuit) incrementaron la velocidad de conmutación de los switches, en comparación con los bridges, porque pueden enviar los datos a todos los puertos de forma casi simultánea, estos switch siguen, principalmente, dos esquemas para envío de tráfico, los cuales son:

Cut-trough: comienzan el proceso de envío antes de que el frame sea completamente recibido.

En estos switches la latencia es baja porque sólo basta con leer la dirección MAC destino para comenzar a transferir el frame. La desventaja de este esquema, es que los frames corruptos (corruptos, enanos, con errores, etc.) son también enviados.

Store-and-forward: lee y valida el paquete completo antes de iniciar el proceso de envío. Esto permite que el switch descarte paquetes corruptos y se puedan definir filtros de tráfico. La desventaja de este esquema es que la latencia se incrementa con el tamaño del paquete.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Algunos switches implementan otros esquemas (Fragment free) o esquemas híbridos en base a rendimiento y porcentaje de errores, pasando en un momento de modo Cut-trough al modo Store-and-forward y, viceversa.

SWITCHES CAPA 3

Por otro lado 3Com (1997), Este tipo de switches integran routing y switching para producir altas velocidades (medidas en millones de paquetes por segundo), es una tecnología nueva a los cuales los vendedores se refieren muchas veces como: Netflow, tag switching, Fast IP, este nuevo tipo de dispositivos es el resultado de un proceso de evolución natural de las redes de área local, ya que, combinan las funciones de los switches capa 2 con las capacidades de los routers.

Según Semeria (1995), estos tipos de switch tienen un control del trafico eficiente y de manera nativa este tipo de switch previene el colapso de la red, ante la presencia de tormentas de broadcats y manejan eficientemente el tráfico multicast, un switch capa 3, puede manejar aplicaciones multimedia, voz sobre IP, videoconferencias conectadas en red y tienen mayor capacidad de inteligencia.

Los switch capa 3 participan pueden participar en los mecanismos de control de fallos en los enlaces junto a los enrutadores para recuperar rápida e inteligentemente la conexión entre recursos de la red.

Existen dos tipos de switches capa 3: Packet-by-packet (PPL3), Cut-trough (CTL3). En ambos tipos de switches, se examinan todos los paquetes y se envían a sus destinos, la diferencia real entre ellos es el rendimiento.

PPL3 enruta todos los paquetes, en tanto que los switches CTL3 efectúan la entrega de paquetes de una forma un poco distinta, estos switches investigan el destino del primer paquete en una serie, una vez que lo conoce, se establece una conexión y el flujo es conmutado en capa 2 (con el consiguiente, rendimiento del switching de capa 2).

Funciones de switches capa 3: Procesamiento de rutas: esto incluye construcción y mantenimiento de la tabla de enrutamiento usando RIP y OSPF, envío de paquetes: una vez que el camino es determinado, los paquetes son enviados a su dirección destino.

El TTL (Time-To-Live) es decrementado, las direcciones MAC son resueltas y el checksum IP es calculado y servicios especiales: traslación de paquetes, prioritización, autenticación, filtros, etc.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

SWITCHES CAPA 4

La información en los encabezados de los paquetes comúnmente incluyen direccionamiento de capa 2 y 3, tal como: tipo de protocolo de capa 3, TTL y checksum. Hay también información relevante a las capas superiores, como lo es el tipo de protocolo de capa 4 (UDP, TCP, etc.) y el número de puerto (valor numérico que identifica la sesión abierta en el host a la cual pertenece el paquete).

En el caso de los switches capa 3, éstos son switches capa 2 que utilizan la información del encabezado de capa 3. Lo mismo ocurre con los switches capa 4, son switches capa 3 que procesan el encabezado de la capa. También son conocidos como switches sin capa (Layerless switches). La información del encabezado de capa 4 permite clasificar de acuerdo a secuencias de paquetes manejados por aplicación (denominados "flujos"). Ahora bien, dependiendo del diseño del switch, éste puede prioritizar servicios o garantizar ancho de banda por "flujos". Algunos de los diseños de capa 4 son:

Arquitectura basada en Crossbard: generalmente, sólo proveen prioritización por flujos porque tienen un esquema de buffering y de planificación muy compleja, Switches con memoria compartida y cola de salida: son capaces de manejar múltiples niveles de prioridades. Resultando con problemas en proveer servicios cuando el número de flujos excede el número de colas disponibles.

Switches con colas por "flujos": son capaces de garantizar ancho de banda y manejar bien la congestión y pudiendo hacer la clasificación por flujos porque existe una cola por cada uno.

ALGUNAS CONSIDERACIONES DE SWITCHING Y ROUTING

Los diseñadores y administradores de redes necesitan saber como y cuando usar las tecnologías de las que hemos hablado hasta ahora: Colocar los switches capa 3 en puntos de concentración de la red o como backbone colapsado para eliminar "cuellos de botella", evitar enrutar en los switches capa 2 ubicados en los extremos o fronteras de la red, escoger switches capa 3 que tengan buffers con capacidad desde 50 hasta 100 paquetes por puerto y enviar millones de paquetes por segundo en la capa 3.

Evitar retardos excesivos, limitando los dominios de colisión entre 10 y 20 usuarios, Cuando se escogen switches capa 2, con soporte de VLAN se debe tomar en cuenta que la comunicación inter-vlan se hace usando un

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

router y que, éste puede convertirse en un "cuello de botella" si la red es muy grande, también es muy importante que sepamos, que en el mercado existen switches, entre los que se cuentan los switches ATM, switches LAN (capa2) y switches WAN, cada uno con sus propias características que seguidamente se describirán:

Switches ATM(Modo de Transferencia Asincrona).

Este tipo de switch ofrece una conmutación a alta velocidad y anchos de banda que pueden incrementarse en el grupo del trabajo, la troncar de la red corporativa en un área de gran cobertura además de eso soportan aplicaciones multimedia tales como (Vos, video y datos) y están diseñados para conmutar unidades de información de longitud fija llamadas celdas las que son utilizadas en la conmutación ATM..

SWITCHES LAN

Utilizados para interconectar segmentos múltiples de LAN, en este caso la conmutación es LAN la cual representa una comunicación dedicada. Libre de colisiones entre los dispositivos de red, los que deben soportar múltiples conversaciones al mismo tiempo.

SWITCHES WAN.

Es un dispositivo multipuerto de interconectividad de redes utilizados en redes de transporte, genewralmente estos switches conmutan el tráfico como Frame Relay, X.25 y SMDS, operando en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

En conclusión, los switches usan direcciones físicas MAC(control de acceso) los ruoters que utilizan un esquema de direccionamiento de la capa 3 para tomar decisiones con respecto al envío de datos, usan direcciones IP en lugar de direcciones Lógicas(MAC), como las direcciones IP se implementan a nivel de software relacionándose con la red en la que un dispositivo esta ubicado estas mismas direcciones de la capa 3 de red a veces estas direcciones se denominan direcciones de protocolo o direcciones de red, ahora, es importante que quede claro que los fabricantes de la NIC(tarjeta de interfaz de red), generalmente son los que asignan las direcciones físicas o MAC, en cambio las direcciones lógicas IP(protocolo Internet) las asigna el administrador de la red por lo general, es común que el administrador de la red agrupe los dispositivos tomando la ubicación geográfica departamento o piso dentro de un edificio, el software de las direcciones IP, se puede cambiar relativamente con facilidad Por último,

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

los puentes y los switches se usan principalmente para conectar los segmentos de una red y mientras que los enrutadores se utilizan para conectar redes que se encuentran separadas y para acceder a Internet, mediante enrutamiento de extremo a extremo.

PROTOCOLOS DE INTERCONEXIÓN DE REDES.

Este es otro punto clave por lo que es necesario explicarlo dentro de la investigación ya que es muy importante tener conocimiento acerca de los protocolos de red, protocolo de mantenimiento y protocolos de enrutamiento para poder diferéncialos ya que tienden a confundir, por lo tanto es preciso, definir cada uno:

Protocolo de red, Es un formato de datos basado en el acuerdo y un conjunto de reglas para el intercambio de mensajes, con el fin de gobernar un proceso especifico los dos protocolos más importantes de redes existen en las capas más bajas del modelo ISO, las capas 2 y 3, Sin embargo, hay literalmente docenas de protocolos suplementarios grandes y pequeños para cumplir con varias funciones, desde comprobar si un dispositivo vecino está todavía funcionando, hasta calcular mejor la trayectoria para enviar paquetes de un extremo a otro o de un origen a un destino. (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Protocolos de interconexión de red cisco (2000)

Protocolos de enrutamiento	**Mejores trayectorias**	**Actualizaciones de intercambio**
Protocolos de administración	Salud y seguridad	Monitoriza el rendimiento, alarmas de viaje, reconfigura.
Protocolos de mantenimiento	Gobierno de la casa	Descubrir dispositivos, seguir el rastro a las rutas, notificar a los vecinos.

Se ve en el cuadro 1, estos protocolos suplementarios se dividen en tres grupos enrutamiento, administración y mantenimiento. Los protocolos de mantenimiento, tienden a ser más propietarios (específicos del vendedor) cuando más cerca están del Hardware del dispositivo de red estos protocolos hacen posible las grandes y complicadas redes.

En cambio los protocolos de administración, son más genéricos, los protocolos de enrutamiento se dice, realizan de forma externa gran parte del trabajo y de la complejidad de las redes muy grandes mediante el rastreo

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

automático de que rutas utilizar entre direcciones IP. Por ejemplo el Border Gateway Protocol (BGP, protocolo de pasarela externa) es un protocolo de enrutamiento de alto nivel que conecta todo dentro de las ciudades, entre ciudades y entre continentes y hay otros protocolos que se encargan de encontrar rutas dentro de Intranet privadas.

FUNDAMENTOS DE RUTEO

RUTEO

Según Ford y Lew (1997), el ruteo es el acto de transferir información a través de la red desde un origen hacia un destino, en general se encuentran cuando menos un nodo intermedio, a veces el ruteo es se compara con el puenteo al observador común le podría parecer que cumple exactamente con la misma misión, pero la principal diferencia es que el puenteo se presenta en la capa 2 y el ruteo en la capa 3 del modelo OSI.

COMPONENTES DEL RUTEO

El ruteo esta formado por dos actividades básicas estas son determinación de trayectoria y conmutación: Determinación de trayectoria, tiene que ver con la métrica, longitud de trayectoria, algoritmos de ruteo, tablas ruteo.

Métrica, es un estándar de medición, por ejemplo la longitud de trayectoria. Los algoritmos de ruteo han utilizado muchas y diferentes métricas para determinar cual es la mejor ruta, los algoritmos sofisticados de ruteo pueden basar la selección de rutas en múltiples medidas al combinarlas en una sola métrica. Se han utilizado todas las métricas siguientes: Confiabilidad, se refiere a la dependencia generalmente descrita en tasas de errores de cada enlace de la red.

Retardo, se refiere al periodo de tiempo que se requiere para transferir un paquete desde el origen hasta el destino a través de la red.

Ancho de banda, es la capacidad de tráfico disponible de un enlace, el ancho de banda es una medida del rendimiento eficiente total máximo que se puede alcanzar en un enlace.

La carga, define que tan ocupado está un recurso en la red, como un ruteador.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Costos de comunicación, son otra métrica importante, sobre todo por que a algunas compañías no les importa tanto el desempeño de una red como los costos de operación de la misma.

Longitud de trayectoria, es la métrica de ruteo más común, es la suma de los costos asociados con cada uno de los enlaces por los que se pasa.

Algoritmo de ruteo, es un sistema de reglas que controlan un comportamiento de red, de tal modo que la adapta a las circunstancias cambiantes dentro de la topología de red, los cambios de salida incluyen cosas como los enlaces que están activos y funcionando , cuales son más rápidos, si ha aparecido otro equipo nuevo, etc., cada enrutador utiliza su propia copia del algoritmo para recarcular un mapa de red y contabilizar los últimos cambios. El algoritmo de ruteo coordina las actualizaciones, y cada enrutador recalcula su propia tabla de enrutamiento.

Por otra parte el algoritmo de ruteo alimenta las tablas de ruteo con una gran variedad de información, las asociaciones de saltos destino/próximo informa al ruteador que puede llegar a un destino particular de manera óptima enviando los datos a otro router particular que represente el próximo salto, a través de su trayectoria a su destino final. El router o enrutador cuando recibe un paquete entrante, verifica la dirección de destino e intenta asociar esta dirección al siguiente salto.

Hay que tomar en cuenta los objetivos de diseño de los algoritmos, a menudos se diseñan con uno o más de estos objetivos:

Que sea un diseño óptimo(Optimización), se refiere a la utilización de algunas o todas las métricas disponibles para un protocolo de encaminamiento para calcular la ruta más optima, de igual manera capacidad de un algoritmo de ruteo de seleccionar la mejor ruta, los protocolos de encaminamiento diferentes pueden definir que una métrica tenga un peso superior a otra en el calculo de la ruta más óptima, es importante comprender este comportamiento a la hora de decidir el protocolo de enrutamiento.

Que sea sencillo y con la menor cantidad posible de material inútil, este algoritmo debe ofrecer su funcionalidad de manera eficiente, con mínimo de software y utilización óptima, la eficiencia es importante cuando el software del algoritmo de ruteo correr en una computadora con recursos físicos limitados.

Que sea robusto y estable, deben desempeñarse correctamente a un cuando se enfrenten a circunstancias poco comunes e imprevista, como

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

fallas de hardware, condiciones de carga alta e implementaciones incorrectas.

Que permita una convergencia rápida, es el proceso por el cual todos los ruteadores llegan a un acuerdo con respecto a las rutas óptimas. Es importante que los algoritmos de ruteo no converjan con lentitud ya que esto ocasiona ciclos de ruteo o tiempos muertos en la red.

Que sea flexible, deben adaptarse rápidamente y con precisión a una gran variedad de circunstancias de la red, dándose el caso que un segmento de la red falla, a medida que detecta le problema, muchos algoritmos de ruteo seleccionan rápidamente la mejor trayectoria siguiente par todas las rutas que normalmente utilizan ese segmento, esto a su vez pueden programarse para adaptarse a los cambios en el ancho de banda de la red, el tamaño de la cola del router y el retardo de la red entre otras.

Tablas de ruteo, las tablas de ruteo contienen información que se utiliza por el software de conmutación para seleccionar la mejor ruta, y también poseen los datos acerca de la conveniencia de una trayectoria los ruteadores comparan medidas para determinar las rutas óptimas, esto difieren en función del diseño del algoritmo de ruteo que se utilice.

COLISIÓN Y DIFUSIÓN (Broadcast)

Según Shaughnessy y Velte (2000), en Ethernet se presenta cuando dos nodos transmiten al mismo tiempo, las tramas de cada uno de los dispositivos se colisionan y se dañan cuando están en medio físico. Por otro lado difusión es un paquete de datos que se envia a todos los nodos de la red, y se identifica por una dirección de difusión

DOMINIO DE COLISIÓN Y DIFUSIÓN

Un dominio de colisión es un medio de red compartido donde se permite colisionar a los paquetes es el área de la red dentro de la cual se propagan las tramas que han colisionado los switch capa 2 y routers no propagan colisiones. Y un dominio de difusión es el área donde se pueden enviar los mensajes a todas las estaciones usando la llamada dirección de difusión estos dominios se encuentra limitados por los router uya que no transmiten tramas de difusión.

Es necesario hacer que los dominios de colisión sean pequeños, ya que las misma limitan el uso de ancho de banda, cuanto más equipos se conecten al segmento LAN (Redes de área local) más lento es el tráfico.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

NECESIDAD DE SEGMENTAR REDES

Los segmentos LAN deben conservase con el fin de garantizar la velocidad, limitando la frecuencia de las colisiones, el que sea pequeño también resulta adecuado cuando hablamos de flexibilidad de la red, de seguridad y mantenimiento.

Se tiende a dividir las redes en más y más segmentos a medida de que ancho de banda incrementa su presión, cada vez más usuarios se conectan y el usuario medio de la red genera más tráfico de red y como si fuera poco cada vez se utilizan más las aplicaciones gráficas, voz y video que requieren mayor ancho de banda todo esto hace que los administradores de redes ofrezcan mayor ancho de banda a través:

La instalación de medios de interconexión más rápidos, La división de las redes en segmentos más pequeños.

Cuando las LAN, MAN o WAN crecen, para el control del tráfico de la red que esta sea dividida en porciones más pequeñas, denominados segmentos de red (o simplemente segmentos) esto da como resultado que una red se transforme en un grupo de redes donde cada tiene su propia dirección.

Actualmente existe un gran número de redes, las redes por computadoras son comunes en las oficinas, empresas, escuelas y países, es conveniente que estas redes separadas (o sistemas autónomos, en caso de que los maneje una sola administración) se comuniquen entre sí a través de Internet.

Sin embargo, deben hacerlo mediante esquemas de direccionamiento razonables y dispositivos de internetworking adecuados, de no ser así, el flujo de tráfico de red se congestionaría seriamente y ni las redes locales ni Internet funcionarían.

LATENCIA

Es el lapso entre la solicitud de un dispositivo para acceder a una red y el momento de su aceptación, lapso donde un dispositivo recibe una trama en el que ésta es enviada al puerto destino, por lo que se dice que la latencia de una red es difícil de controlar cuando una entidad externa controla la red intermedia, no conocer o no ser capaz de controlar el tráfico y los enlaces

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

con los cuales se mezclaran nuestro tráfico hace que la mayoría de controles de latencia basado en paquetes no resulten efectivos.

Por lo tanto, la mejor opción es limitar la cantidad de efecto de latencia elevada provocado por nuestro propios tráfico.

CONGESTIONAMIENTO.

Según Tanenbaum (1997), el *congestionamiento* se da cuando hay demasiado paquetes presentes en la subred o en una parte de ella ocasionando una degradación del desempeño, esto se origina cuando la cantidad de paquetes descargados en la subred por los hosts está dentro de su capacidad de conducción, todo esto se entregan a excepción de unos pocos afectados por errores de transmisión y la cantidad entregada es proporcional al número enviado.

Sin embargo, a medida que aumenta el tráfico los enrutadores ya no pueden manejarlos y empiezan a perder los paquetes por lo tanto se puede señalar que ha muy alto tráfico el desempeño se desploma por completo, y casi no hay entrega de paquetes.

El congestionamiento puede ocurrir por diferentes razones,i repentinamente comienzan a llegar cadenas de paquetes por tres y cuatro líneas de entrada y todos necesitan la misma línea de salida se genera una cola y si no hay suficiente memoria para contenerlos a todos se perderán los paquetes.

Ahora bien la adición de memoria puede ayudar hasta cierto punto, según Nagle (1987), descubrió que si los enrutadores tienen una cantidad infinita de memoria, el congestionamiento empeora en lugar de mejorar, ya que cuando los paquetes llegan al principio de la cola su temporización ha terminado repetidamente y se han enviado duplicados. Todos estos paquetes serán debidamente reenviados al siguiente enrutador aumentando así la carga en todo el camino hasta el destino.

Hay que tomar en cuenta, otros factores como si los procesadores son lentos también pueden ocasional congestionamiento, si la CPU de los enrutadores son lentas para llevar acabo las tareas de administración requeridas (buffers de encolamiento, actualización de tablas, etc), pueden alargarse las colas, aun cuando haya un exceso de capacidad de línea, igualmente las líneas de poco ancho de banda pueden causar congestión en la red, la modernización de líneas sin cambiar procesadores, o viceversa, la

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

modernización de una parte del sistema pero no de todo, etc, factores como estos son los que influyen y ocasionan el congestionamiento de la red.

PRICIPIOS GENERALES DEL CONTRO DEL CONGESTIONAMIENTO

Muchos problemas de los sistemas complejos como las redes de computadoras pueden verse desde el punto de vista de teoría de control, este enfoque conduce a todas las soluciones en dos grupos: de ciclo abierto y ciclo cerrado, esencialmente intentan resolver el problema con un buen diseño para asegurar que no ocurra desde el principio ya que una vez que el sistema esta operando no se pueden hacer coerciones a medio camino.

Seguidamente, se describen las herramientas para llevar acabo el control de ciclo abierto la cual incluye cuando decidir aceptar el tráfico nuevo, decidir cuando descargar paquetes y cuales, tomar decisiones independientes del estado actual de la red. Por otro lado, opuesto al control de ciclo abierto se encuentra el control de ciclo cerrado, las soluciones de este ciclo se basan en el concepto de un ciclo de retroalimentación, y tiene tres partes cuando es aplicado al control de congestionamiento: Supervisar el sistema para detectar cuando y donde ocurren congestiones, Pasar esta información a lugares en los puedan llevarse a cabo acciones, Ajustar la operación del sistema para corregir problemas.

También se pueden utilizar varias métricas para supervisar la subred en búsqueda de congestionamiento, entre estas podemos nombrar el porcentaje de paquetes descartados debido a la falta de espacio de *buffer*, la longitud promedio de las colas, la cantidad de paquetes para los cuales termina la temporizacion, por lo que se transmite de nuevo el retardo promedio de los paquetes y la desviación estándar del retardo del paquete, en todos los casos el aumento de las cifras indica un aumento en el congestionamiento.

En cuanto a la retroalimentación, es la transferencia de información relativa al congestionamiento desde el punto de vista que se detecta hasta que deba hacerse algo para solucionar el problema, la manera obvia es que el router cuando detecte el congestionamiento envié un mensaje al origen u orígenes del tráfico comunicando el problema, por supuesto estos paquetes extras aumentan la carga precisamente en el momento en que no se necesite más carga, ósea cuando la subred este congestionada.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

POLÍTICAS DE PREVENCIÓN DE CONGESTIONAMIENTO

De los métodos de control de congestionamiento comenzaremos estudiando los sistemas de ciclo abiertos, estos sistemas están diseñados para reducir al mínimo el congestionamiento desde el inicio, en lugar de permitir que ocurra y reaccionar después del hecho, los métodos tratan de lograr su meta usando políticas adecuadas en varios niveles en este caso capa 2, 3 y 4. (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. políticas de prevención de congestionamiento, Tanenbaum (1997).

Protocolos de enrutamiento	Mejores trayectorias	Actualizaciones de intercambio
Protocolos de administración	Salud y seguridad	Monitoriza el rendimiento, alarmas de viaje, reconfigura.
Protocolos de mantenimiento	Gobierno de la casa	Descubrir dispositivos, seguir el rastro a las rutas, notificar a los vecinos.

Se representa en el cuadro 2, diferentes políticas de enlace de datos, red y transporte que pueden afectar el congestionamiento.

La capa de enlace de datos de arriba hacia abajo nivel 2 del modelo OSI, la política de retransmisión tiene que ver con la rapidez con que termina de temporizar un transmisor y con lo que transmite al ocurrir una terminación de temporizador.

La segunda política la de caché si los receptores rutinariamente descartan todos los paquetes que llegan fuera de orden, estos paquetes tendrán que transmitirse nuevamente después creando una carga extra, la tercera de acuse y recibo también afectan al congestionamiento, ya que cada paquete es reconocido de inmediato, estos paquetes de acuse y recibo generan tráfico extra, y con respecto a la política de control de flujo, reduce la tasa de datos y permite atacar los congestionamiento.

En la capa de red, la decisión entre los circuitos virtuales y los datagramas afectan el congestionamiento, debido a que muchos algoritmos de control de congestionamiento sólo funcionan con subredes de circuitos virtuales, la política de encolamiento y servicio de paquetes se refiere a que

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

los enrutadores tengan una cola por línea de entrada y una por línea de salida o ambas.

Se relacionan igualmente con el orden de proceso de los paquetes, la política de descartado es la regla que indica que paquete descartar cuando no hay espacio por lo tanto una buena política puede ayudar aliviar el congestionamiento y mala empeorarlo.

Asimismo, el algoritmo de enrutamiento puede evitar el congestionamiento distribuyendo el tráfico entre todas las líneas y la administración de tiempo de vida se encarga del tiempo que puede vivir un paquete antes de ser descartado, si tiempo es demasiado grande los paquetes perdidos pueden bloquear la operación durante un buen rato pero si es demasiado corto los paquetes pueden expirar antes de alcanzar su destino, provocado retransmisiones.

Y por último en la capa de transporte, aquí surgen los mismo problemas que en la capa de enlace de datos pero además es más difícil la determinación del intervalo de expiración, por que el tiempo de transito a través de la red es menos predecible que el tiempo de transito por un alambre entre dos enrutadores, ahora si el tiempo es demasiado corto se enviaran paquetes extra innecesariamente, pero si es demasiado largo se reducirá la congestión pero el tiempo de respuesta sufrirá cada vez que se pierda un paquete.

Es importante indicar explícitamente la diferencia entre el control de congestionamiento y el control de flujo, pues la relación es sutil:

El control de congestionamiento, es un mecanismo de gestión de recursos y de tráfico para evitar y prevenir situaciones limite como desbordamiento de buffer o ancho de banda insuficiente, que pueden provocar que se colapse la red.

El control de flujo, es un método utilizado en la interconexión de redes para evitar la congestión y regular el tráfico y hay tres técnicas estas son: control basado en ventana, en el que se utiliza ventana deslizante para determinar cuantas celdas se pueden transmitir durante un periodo determinado, control basado en velocidad, aquí se supervisa y controla la velocidad a la que transmite el origen y control basado en crédito donde un origen puede transmitir una celda si dispone de crédito y CAC forma parte también del control de flujo.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

MODELO DE REFERENCIA OSI.

Estas siglas significan la International Standards Organization o lo que es igual (OSI, organización para estándares internacionales). Es una organización internacional de ingenieros con sede en París, quienes publicaron el modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos en el año 1978, este modelo de siete capa se ha convertido en el estandar para diseñar métodos de comunicación entre dispositivos de red y fue la plantilla usada para diseñar el Internet Protocol (IP, Protocolo de Internet).

Ahora bien, el objetivo principal de este modelo (OSI) fue promocionar la interoperabilidad esto quiere decir la posibilidad de que sistemas, que de otra forma serían incompatibles, funcionen juntos logrando así realizar tareas comunes con éxito, un ejemplo seria la LAN Ethernet que intercambia mensajes transparentes con una LAN Token Ring de IBM.

A continuación se describe la pila de siete capas, el modelo OSI divide las redes en siete capas funcionales y por ello se conoce con el nombre de pila de siete capas, donde cada capa define una función o conjunto de funciones que se realizan cuando los datos se transfieren entre aplicaciones a lo largo de la red tomando en cuenta que este modelo se puede dividir en dos categorías las *capas superiores* tienen que ver con la aplicación y en general están implementadas sólo en software y las *capas inferiores* estas manejan lo concerniente a la transferencia de datos,

CAPA 2 ENLACE DE DATOS

Proporciona la transmisión confiable de datos mediante un enlace físico, se encarga de controlar el acceso a la red asegura la transferencia fiable de tramas sobre la red, la especificación más conocida de esta capa es el acceso múltiple sin portadora con detección de colisión de Ethernet, token Ring y FDDI se adhiere a la arquitectura de enlace de datos por paso de testigo. Ver fig.*4*

Figura 4. las siete capas del modelo OSI, y detalla, las funciones de la capa 2. fuente : Cisco (2003)

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Esta capa proporciona tránsito de datos confiable a través de un enlace físico. Al hacerlo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico (comparado con el lógico), la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo, si desea recordar la Capa 2 en la menor cantidad de palabras posible, piense en tramas y control de acceso al medio.

CAPA 3 O DE RED

Esta administra el movimiento de los datos entre las Diferentes redes, donde los protocolos de esta capa son responsables de encontrar el dispositivo al que están destinados los datos, por ejemplo: IP, IPX y Apple Talk. La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y selección de ruta entre dos sistemas de hosts que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas, si desea recordar la Capa 3 en la menor cantidad de palabras posible, piense en selección de ruta, direccionamiento y enrutamiento. Ver Fig. 5

Figura 5. las siete capas del modelo OSI, y detalla, las funciones de la capa 3. fuente : Cisco (2003)

En esta gráfica se puede ver la función que cumple específicamente la capa de red esta es el direccionamiento y selección de mejor ruta.

CAPA 4 O DE TRANSPORTE

Asegura que los datos alcanzan su destino intactos en el orden correcto, el protocolo de control de transmisión (TCP) y el protocolo de datagrama de usuario (UDP) operan en esta capa, la capa de transporte segmenta los datos originados en el host emisor y los reensambla en una corriente de datos dentro del sistema del host receptor y es responsable de la comunicación confiable entre nodos terminales de la red, el límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación y los protocolos de flujo de datos, mientras que

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

las capas superiores están relacionadas con asuntos de aplicaciones, las cuatro capas inferiores se encargan del transporte de datos. Ver Fig. 6

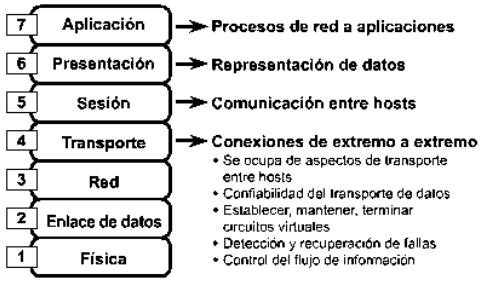

Figura 6., las siete capas del modelo OSI, y detalla las funciones de la capa 4. Fuente Cisco (2003)

En la figura se muestra que la capa de transporte es la capa numero 4 de modelo OSI, y las funciones realizadas por la misma como las conexiones de extremo a extremo y esta se ocupa a su vez del transporte entre hots, confiabilidad, establece, mantiene y termina los circuitos virtuales, detección y recuperación de fallas y el control de flujo de la información.

La capa de transporte intenta suministrar un servicio de transporte de datos que aísla las capas superiores de los detalles de implementación del transporte, específicamente, temas como la confiabilidad del transporte entre dos hosts es responsabilidad de la capa de transporte, al proporcionar un servicio de comunicaciones, la capa de transporte establece, mantiene y termina adecuadamente los circuitos virtuales.

Así mismo, al proporcionar un servicio confiable, se utilizan dispositivos de detección y recuperación de errores de transporte. Si desea recordar a la Capa 4 en la menor cantidad de palabras posible, piense en calidad de servicio y confiabilidad.

DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS.

Algoritmo. Reglas o procesos para llegar a la solución de un problema, en el entorno de redes, con los algoritmo se determina la mejor ruta para enviar el tráfico desde el origen hasta un destino. (Ford y Lew, 1997).

Apple Talk. Serie de protocolos de comunicación diseñados por Apple computer. (Ford y Lew, 1997).

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

ATM. Modo de transferencia asíncrono, estándar internacional para conmutación de celdas, en el que se transportan varios tipos de servicios (voz, video y datos) por medio de celda de longitud fija (53 bytes). Diseñada para aprovechar al máximo medios de transmisión a alta velocidades como E3, SONET y T3. (Ford y Lew, 1997).

Backbone*.* Es la parte de una red que actúa como trayectoria principal para el tráfico originado por, y enviado hacia otras redes.(Ford y Lew 1997).

Backplane. amplia placa de circuito impreso que contiene tomas para las tarjetas de expansión(Cisco 2003)

CAC. Control de admisión a la conexión, es una funcion de ATM que determina si se debe aceptar o rechazar una solicitud de conexión de circuito virtual. (Sckertt 2002).

Capa o nivel. Está constituido por una entidad que agrupa un conjunto de funciones que proporciona servicios específicos que facilitan la comunicación. (Huidobro 1998) **CCNA. Cisco certified network associate (Shaughnessy y Velte 2000).**

CPU. Unidad central de procesamiento. (Conocida por sus siglas en inglés, CPU).Es un Circuito microscópico que interpreta y ejecuta instrucciones, La CPU se ocupa del control y el proceso de datos en las computadoras. (Encarta 2003).

Dispositivo. Es una pieza del equipo de la red (cisco, 2000).

Evaluación. Juicio educativo y calificación que se da sobre una persona o situación basándose en una evidencia constatable. (Encarta 2003).

Filtro. Circuito eléctrico diseñado para transmitir una determinada banda de frecuencia y atenuar otras. (Huidobro, 1990)

Gbps. Gigabits por segundo. Es la velocidad de transmisión de mil millones de bits por segundos. (Sckertt 2002).

Interconexión de redes. Es enlazar máquinas y personas a través de un laberinto de líneas de telecomunicaciónes intermediarias y de dispositivos de computación.(manual cisco, 2000).

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Interfaz. Define cuales operaciones y servicios primitivos ofrece la capa inferior a la superior. (Tanenbaum, 1997).

Interred. (Internetwork). Conjunto de redes que están interconectadas a través de ruteadores y otros dispositivos que funcionan en general como una sola red. (Ford y Lew, 1997).

IOS. Es el sistema operativo de redes, este es el sistema propietario de cisco para su línea de Hardware de interconexión de redes.(Cisco, 2000).

IEEE: Instituto de Ingenieros de electrónica y electricidad organización que desarrolla estándares de comunicación y redes. (Ford y Lew, 1997).

IP. Protocolo Internet, protocolo de la capa de red en la pila TCP/IP que ofrece un servicio sin conexión. El protocolo IP proporciona características de direccionamiento especificación de tipo de servicio, fragmentación y reensamblado de seguridad. (Ford y Lew, 1997).

IPX. Es un protocolo similar a IP desarrollado por Novell. Intercambio de paquetes de red, protocolo de la capa de red de NetWare, para transferir datos de los servidores a las estaciones de trabajo. (Ford y Lew, 1997).

IS-IS. Sistema intermedio a sistema intermedio. Protocolo de ruteo jerárquico de OSI basado en el estado de enlace y en el ruteo DECnet Fase V. (Ford y Lew, 1997).

ISO. Organización internacional para la estandarización, organización internacional responsable de una amplia gama de estándares, incluyendo lo pertinentes a las redes, desarrollo el modelo de referencia OSI, el cual es un modelo de red muy popular. (Ford y Lew, 1997).

Kbps. Kilobits por segundo, velocidad de transmisión de 1.00 bits por segundo. (Sckertt 2002).

LLC. Control de enlace lógico es la subcapa más alta de las dos subcapas de la capa de enlace de datos definidas por el IEEE, maneja control de errores y de flujo y direccionamiento de MAC. (Ford y Lew, 1997).

MAC. control de acceso al medio, es un conjunto de protocolos que son la parte inferior de la capa de enlace de datos y que es la base de las especificaciones de LAN del IEEE. (Sckertt 2002).

Mbps. Megabits por segundos, velocidad de transmisión de un millon de bits por segundos. (Sckertt 2002).

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Modelo. Marco o entorno de actuación en el cual se definen una estructura y unas funciones aplicables al proceso lógico de un sistema de telecomunicaciones. (Huidobro,1998).

NIC. Tarjeta o controlador de interfaz de red o Netword interface card controller (Sckertt 2002)

Protocolos. Son las reglas y convenciones que se siguen en la conversación de las *capa n,* o un acuerdo entre las partes que se comunican sobre como va a proceder la comunicación.(Tanenbaum, 1997).

Puerto. Interfase de un ordenador, configurado en modo terminal y a través del cual se realiza la entrada y salida de datos. (Huidobro,1998).

TCP. Protocolo de control de transmisión (Sckertt 2002)

TCP/IP. Plataforma de protocolos, también llamados conjunto de protocolo de Internet. (Ford y Lew, 1997).

VLAN. LAN virtual. Un entorno de operación de red en el que los usuarios que están en varias LAN físicamente independientes ser interconecten de tal forma que parece que están en el mismo grupo de trabajo. (Sackett, 2002).

CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados en la investigación y con la aplicación del instrumento de medición se obtuvieron datos que al ser analizados y tabulados permitieron llegar a las siguientes conclusiones con respecto al tema de investigación cuyo objetivo general era evaluar los dispositivo de interconexión a nivel de la capa 2, 3 y 4 del modelo OSI:

Se pudo conocer que las tecnologías más utilizados dentro de las empresas Procedatos y Desca son los routers de la gama media de Cisco 2500 y los de la serie 4000 enrutadores de red troncal y switch a nivel de la capa 2 y 3 del modelo OSI serie catalyst 2900 y 3750 funciones capa a y 3, mientras que los switch capa 4 hasta el momento no son utilizados, por lo que se obtuvo muy poca información por parte de los operadores y administradores de red que conformaban la muestra.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

La utilización de switche capa 2, capa 3 y capa 4, utilizadas para disminuir la latencia y alcanzar el óptimo rendimiento de la red además de incrementar el ancho de banda..

El routers y los switche capa 3, son los más utilizados para mayor confiabilidad en la transmisión de los datos a través de múltiples trayectorias en varias redes.

Los router son los más utilizados para lograr mayor seguridad seguridad y filtrado de paquetes.

Los switch capa 2 y los routers son dispositivo que ayudan a controlar las colisiones en los segmentos de red.

Para tener un mejor control del flujo, el switch capa 4 es el dispositivo capaz de cumplir con estas funciones además de proporcionar ancho de banda y manejar bien la congestión es una tecnología muy novedosa de la que operadores y administradores de red tienen muy poco conocimiento al respecto debido a que actualmente no son utilizado dentro de las empresa por lo que no tienen conocimiento sobre estos equipos..

Debido a lo anteriormente expuesto se puede concluir que los dispositivos más utilizados dentro de estas empresas que brindan servicios de información y telecomunicaciones son los routers y switch capa 2 y 3, por lo tanto se dice que la muestra aporto información muy significativa y acertada sobre routers y switch capa 2 y 3, estos operadores y administradores de red tienen amplio conocimiento y dominio sobre tema, a diferencia de la información obtenida sobre switch capa 4, es una tecnología muy novedosa que ofrece grandes beneficios pero desconocida para la mayor parte de la muestra.

Por último, se dice que tanto el objetivo general como los específicos fueron cumplidos obteniendo información necesaria para las personas que operan y administran las redes así como también para el investigador.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

RECOMENDACIONES

En función de las conclusiones se darán las recomendaciones relacionas con el tema dispositivos de interconexión las cuales van dirigidas a los operadores y administradores de red que operan dentro de estas empresas o otras que estén relacionadas con el entorno de interconexión de redes.

Se debe considerar la utilización de las tecnologías de interconexión switch capa 2, capa 3 y capa 4 cuando se quiera lograr disminuir latencia e incrementar el ancho de banda.

Se debe tomar en cuenta que lo enrutadores no son indicados para disminuir latencia en este caso los switch son la mejor alternativa.

Se remienda evaluar cuales son los requerimientos funcionales de la red para saber cual de esta tecnología es la adecuada para el entorno de la red.

Se recomienda a los operadores y administradores de red mantener, monitorear y actualizar los equipos para evitar posible fallas como colisiones, latencia, broadcats y congestionamiento que puedan presentarse y afecten optimo rendimiento de la red.

Se recomienda a las empresas documentar o informar al personar técnico u operadores de red acerca de las nuevas tecnologías de interconexión como los el switch capa 4 ya que no se debe olvidar que las tecnologías avanzan aceleradamente y cada día que pasa las exigencias son mayores y específicamente en esta área lo cual es de vital importancia estar actualizado.

Todas estas recomendaciones van dirigidas a las empresas de telecomunicaciones y sobre todo a los operadores y administradores de red así como también a todos aquellos estudiantes y profesionales que se interesen por el amplio entorno de la interconexión de redes.

REFERENCIAS BIBILOGRÁFICAS

3COM (1994), Bridging and Routing, technologies, strategies and benefits. Whitepaper.

3COM (1997), CoreBuilder 3500, Layer 3 High-Function Switch. Brochure.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Balestrini Mirian (2001), Como se elabora el proyecto de investigación,Caracas. Venezuela. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial.

Enciclopedia Encarta (2003), Microsoft, [CD-ROM]. Enciclopedia.

Ford Merilee y H. Kim Lew (1998), Tecnologías de interconectividad de redes. México. Prentice Hall. Cisco Systems.

Hernández, Fernández y Baptista (1998), Metodología de la investigación, 2da edición, México. Mcgraw-Hill. Interamericana editores S.A de C.V.

Huidobro Moya José (1990), Comunicaciones, Interfaces, Modens. Madrid España. Editorial paraninfo.

Huidobro Moya José (1998), Todo sobre comunicaciones. Madrid España. Editorial paraninfo.

Ing. Villalobos Ricardo (1995), Diseño de una interfaz grafica programatica para los routers y concentradores de las redes LAN/WAN. Caso Maraven, S.A

Lippis N. (1997). Layer 3 Switching: War is on the way. Data communications.

MSc. Perozo Beatriz (2002), Factores de Riesgo que influyen en la Inoperatividad de las redes privadas virtuales con tecnología Frame Relay y X.25.

MSc. Rojas Kervin (2002), Modelo de Interconexión basado en puentes Inalámbricos.

Sackett George (2002), Manual de routers Cisco. España. McGraw-Hill, Osborne Media.

SEMERIA Ch., 1995. Switches and Routers. 3Tech.

Shaughnessy Tom (2000), Manual de Cisco, México. McGraw-Hill, Osborne Media.

Stallings, Willian (1996). Data and Computer Communications. New Jersey. Prentice Hall.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Stallings, Willian (2000). Comunicación y redes de computadoras (2000), Madrid. Pearson Educación.

Tamayo y Tamayo, M (1998), El Proceso de la investigación Científica, 3era edición. México editorial Limusa.

Tanenbaum Andrew (1997), Redes de computadoras. Tercera edición, México. Prentice Hall. Hispanoamericana S.A.

Torrent (1998). Routing and Layer 3 Switching: Understanding the Critical Differences.

Torrent (1998). Switching at Every Layer: An Insider´s Guide to eciphering the Marketing Hype.

Uyless Black (1997), redes de computadoras. Editorial Macribit, rama, Prentice Hall.

Switches Vs routers. http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/FEVSL.htm

Fast ethernet vs switched lans
http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/RRamos.htm

Arquitectura switching atm
http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No3/switch1.htm

Fast ethernet vs. switched lans.
http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/articulo.htm

Arquitectura de switches atm
http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No3/sw_atm.htm

Introducción a la interconexión de redes y dispositivos de interconexión http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/Introduccion_a_las_redes_de_area_local/default.htm

Dispositivos de comunicaciones en redes lan.
http://www.inf.udec.cl/~jlopez/REDES/HTML/pdfcomdat/apuntespdf/C4A.pdf

Ampliación de Redes (2º I.T.I.S.)PRÁCTICA 8 MANTENIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DE REDES TCP/IP: SNMP Y RMON Curso 2002/2003 Unidad Docente de Redes Área de Arquitectura y Tecnología de

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005

Computadoras Departamento de Informática Universidad de Castilla-La Mancha http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42524/pracs/ar2Prac8.pdf

3COM, 1997. CoreBuilder 3500, Layer 3 High-Function Switch. Brochure http://www.3COM.com

Documentación http://www.cisco.com

Programa semestre 1 del CCNA: http://www.urbe.cisco.edu

Tecnologías para Interconexión de redes
http://www.ciscosystems.redacción virtual.html/

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN:1856-4194. Volumen 4 Edición No 1 – Año 2005