



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION**

ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

**“MODELAMIENTO DE REDES EN BOSON
NETSIM”**

**MONOGRAFIA PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

AUTORES:

**JENNY BUNCAY OCHOA
RENATO MOLINA MORA**

DIRECTOR:

ING. BOLIVAR MENDEZ R.

**CUENCA – ECUADOR
2006**

DEDICATORIA

Dedicada a mi familia,
que ha sido mi apoyo en todo momento de mi vida
y el impulso para el término de
esta monografía
Y para mi angelito Gabriel,
quien es la luz de mi camino.

Jenny Buncay Ochoa.

Dedico todo este esfuerzo a mi familia
y en especial a mi esposa e hijos quienes
siempre me apoyaron e inspiraron
para lograr este objetivo tan deseado.

Renato Molina Mora.

AGRADECIMIENTOS

 Mi sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay
 en la cual pude aprender mucho
 a nivel profesional y personal.
 A mi familia, y en especial a mi papá quien con su
apoyo y paciencia estuvo siempre a mi lado apoyándome
 y colaborándome en todo.
 Y a mis amigos quienes me colaboraron siempre
 con todo lo que necesité para esta monografía.
 Muchas Gracias

Jenny Buncay Ochoa

 Doy gracias a todas las personas y amigos
 que me ayudaron de una forma u otra
para alcanzar una meta más en mi carrera profesional

Renato Molina Mora.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Indice de Contenidos	iv
Indice de Ilustraciones	vi
Resumen General	vii
Abstract	viii
CAPITULO 1. Introducción	1
1.1 Introducción a las Herramientas de evaluación de tecnologías	1
1.2 Boson NetSim.	2
1.2.1 Versiones	3
1.2.2 Ventajas y Beneficios de utilizar Boson NetSim6	5
1.3 Equipos de conexión	7
1.3.1 Dispositivos de redes	8
1.3.1.1 NIC/MAU (Tarjeta de red)	8
1.3.1.2 Hubs (Concentradores)	8
1.3.1.3 Repetidores	9
1.3.1.4 Bridges (Puentes)	9
1.3.1.5 Routers (Encaminadores)	9
1.3.1.6 Gateways	9
1.3.1.7 Servidores	9
1.3.1.8 Módems	10
1.3.2 Topología	10
1.3.2.1 Anillo	10
1.3.2.2 Estrella	10
1.3.2.3 Bus	10
1.3.2.4 Híbridas	11
1.3.2.5 Anillo en estrella	11
1.3.2.6 Bus en estrella	11
1.3.2.7 Estrella jerárquica	11
1.3.3 Tipos De Redes	11
1.3.3.1 Segmento de red (subred)	11
1.3.3.2 Red de área locales (LAN)	12
1.3.3.3 Red de campus	12
1.3.3.4 Red de área metropolitanas (MAN)	12
1.3.3.5 Red de área extensa (WAN y redes globales)	12
1.3.4 Protocolos de redes	12
1.3.5 Operaciones Básicas	13
1.3.5.1 Ruteadores.	13
1.3.5.2 Switch	15
1.3.5.3 Pc`s	16
1.4 Diseño de redes	17
1.4.1 Importancia de un diseño adecuado de redes.	18
1.5 Conclusiones	19

CAPITULO 2. Manual de Prácticas del Boson NetSim	20
2.1 Introducción: Apreciación Global	20
2.2 Modelos a Simular	27
2.2.1 Prácticas de conexiones de 2 redes con router	27
2.2.1.1 Configuración	29
2.2.1.2 Demostración de funcionamiento	30
2.2.2 Prácticas de conexiones de 2 redes con router y VLAN's	31
2.2.2.1 Configuración	37
2.2.2.2 Demostración de funcionamiento	40
2.2.3 Prácticas de conexiones de 3 redes	41
2.2.3.1 Configuración	44
2.2.3.2 Demostración de funcionamiento	46
2.2.4 Prácticas de enlace de un red privada	47
2.2.4.1 Configuración	53
2.2.4.2 Demostración de funcionamiento	56
2.3 Conclusiones	56
CAPITULO 3. Aplicación al enlace de tres agencias: Banco del Pichincha	57
3.1 Introducción	57
3.2 Configuración	61
3.3 Demostración de funcionamiento	63
3.4 Conclusiones	63
CAPITULO 4. Conclusiones y Recomendaciones	64
Glosario	66
Bibliografía	68

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Boson Network Designer	21
Figura 2 Boson NetSim for CCNP	22
Figura 3 Boson NetSim for CCNP	22
Figura 4 Boson Lab Navigator	23
Figura 5 Configuración de un diseño de red	24
Figura 6 Configuración de un diseño de red	24
Figura 7 Boson Lab Compiler	25
Figura 8 Añadir menú en Boson Lab Navigator	26
Figura 9 Añadir menú en Boson Lab Navigator	26
Figura 10 Diseño Practica 1	29
Figura 11 Diseño Practica 2	37
Figura 12 Diseño Practica 3	44
Figura 13 Diseño Practica 4	53
Figura 14 Diseño Practica 5	61

RESUMEN GENERAL

MODELAMIENTO DE REDES EN BOSON NETSIM

Un buen diseño y la configuración adecuada de una red es la clave de un buen sistema de gestión de la información en una empresa.

En el aspecto de la adecuada configuración de las redes, una estrategia eficaz debe basarse en el desarrollo de capacidades, y esto se puede lograr con una acción coordinada entre teoría y práctica mediante capacitación en programas de evaluación de tecnologías, con el objeto de mejorar las capacidades para producir o usarla creativamente.

La carencia de esta capacitación en instituciones educativas o la falta de interés del administrador que configura la red, se reflejan en los problemas que surgen a nivel práctico, cuando las redes fallan y dan muestra de la falta de aplicación práctica o ensayos previos que expandan la capacidad para levantar un diseño de red o para corregir errores o daños que se produzcan.

Dado el potencial que existe en programas de evaluación de tecnologías, las partes interesadas (estudiantes o profesionales) deben buscar la manera de acceder y usar estas tecnologías de software disponible en el medio, ya que un profesional necesita estar acorde con las exigencias de las actuales tecnologías y a la par con su crecimiento.

Los equipos creados para redes son generalmente de alto costo, por lo que no es recomendable que los encargados de estos los operen sin criterio técnico, por lo tanto, es necesario realizar las configuraciones con eficiencia para luego implementarlas, beneficiándose los estudiantes con el uso de este software de evaluación.

Ante esto, en función a la carencia de prácticas durante el período de estudio de la materia de Redes y Comunicaciones, se analiza la herramienta: Boson NetSim, la misma que permite simular diseños reales de red.

Boson NetSim emula lo que realmente pasa dentro de una red. Dentro de su paquete virtual, existen múltiples módulos que permiten diseñar una red como si lo hiciéramos con los equipos propiamente, lo que es de gran ayuda a las personas que trabajan con ellas.

La presente monografía pretende investigar y demostrar la eficiencia de Boson NetSim, con aplicaciones de prácticas generales, globales y una específica en Agencias del Banco del Pichincha de la ciudad de Cuenca.

Mediante las pruebas y el manual de prácticas adjunto a este trabajo de graduación, se demuestra que una herramienta como Boson NetSim es una de las mejores opciones que tanto un estudiante como un profesional posee para desarrollar sus capacidades y habilidades en el tema de redes.

ABSTRACT

MODELING NETWORKS IN BOSOM NETSIM

An excellent design and an adequate configuration of a network is the key of a very good system action for any company information.

An adequate configuration of a network should be based on the development of the capacities and it can be reached with a coordinate action between theory and practicing this technology in its application through preparing programs of evaluation of technologies with an object of making better the capacities of producing and using them on a creative way.

The lack of preparation on Educational Institutions and a lack of interest from the person that configured the network will be reflecting in all the problems during the practicing of it, when the networks fail: it will show us the absence of training and practicing before making the design of a network or not be able to fix damages or mistakes in the system either.

There are potential programs of technology evaluation around so the students and professionals should be interested to access and used these software programs so they could take advantage of the technology day by day and be prepared for the demand.

The equipment created to used for this network are very expensive, so we recommend that who is going to be in charge of handling it, they should know exactly how it works to prevent damages and they could get all the benefits of using this evaluation software.

During the study of the system and the lack of practicing it at the mean time, it is important to analyze this tool: Bosom NetSim, to put in practice what was studied before (in or outside of the University).

Bosom NetSim shows what is going on inside the network. Inside a virtual package, there are multiple ways and steps that permit to design a network just like if we were using the appropriated equipment which is really helpful for people that works with it.

The present monograph pretends to investigate and to demonstrate how efficient the Bosom NetSim is, with general and global practices applications; and a specific one made on the Pichincha Bank.

Through all the proofs and the Practice Manual that we will present to you we want to demonstrate that this tool Bosom NetSim is one of the best options that exists for students and professionals to develop their capacities on his place of work and it has all they need to know about the network.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN A LAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) a la educación ofrece distintas dimensiones al proceso instruccional. En particular, el uso del software educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite mejorar en el estudiante las destrezas cognitivas. Este tipo de software fomenta el análisis de problemas, facilita el trabajo en grupo, provee soporte en actividades docentes; en el sentido más amplio, mejora las habilidades del pensamiento y la resolución de problemas. Ahora bien, para lograr todo esto, el software debe ser de calidad.

Cuando se hace referencia a calidad de software educativo, se requiere un producto que satisfaga tanto las expectativas de los docentes como de los alumnos, a un menor costo, libre de errores y cumpliendo con ciertas especificaciones instruccionales y tecnológicas.

Desde la etapa de aprendizaje se deben adoptar actitudes dinámicas que respondan a las nuevas necesidades de estudiantes haciendo posible que el alumno aprenda conductas adaptadas a las distintas demandas que se le soliciten. El aprendizaje debe entenderse como una tendencia para modificar la conducta sobre la base de la experiencia¹.

Software educativo, en el campo educativo suele denominarse a aquellos programas que permiten cumplir y apoyar funciones educativas. En esta categoría entran tanto los que dan soporte al proceso de enseñanza y aprendizaje (un sistema para enseñar matemáticas, ortografía, contenidos o ciertas habilidades cognitivas), como los que apoyan a la administración de procesos educacionales o de investigación (Ej., un

¹ <http://www.gobernabilidad.cl/modules.php?name=News&file=article&sid=1020>

sistema que permita manejar un banco de preguntas). El significado que se maneja en este trabajo está relacionado principalmente con la primera definición, es decir, con los materiales educativos computarizados que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje, a las que en Inglés se denomina courseware (i.e., software educativo para cursos).

De aquí se derivan las “herramientas de evaluación de tecnologías”, software de prueba y aprendizaje de auge en la actualidad. Estas herramientas se revelan como una fuente insuperable de tecnología que el texto no puede llegar a trascender. Estas unidades de virtualización se plantean como objetivo prioritario “la alta calidad de aprendizaje mediante la práctica real” que la enseñanza requiere.

Partiendo del principio de que este software viene a ser como un aula virtual, es imprescindible, para el conocimiento y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje atender a las características que debe poseer este software, se pueden establecer las principales características: Interrelación con el mundo real, diversidad de recursos, materiales para el aprendizaje, diversidad de los ritmos de aprendizaje y multiplicidad de formas de trabajo.

Las herramientas de evaluación de tecnologías han sido consideradas los apoyos básicos del desarrollo actual. Es evidente que para hacer posible la difusión de la información y el proceso de comunicación es necesario vincular el proceso de enseñanza-aprendizaje a los instrumentos que lo hacen posible esto es lo que las herramientas de evaluación de tecnologías pretender conseguir.

1.2 BOSON NETSIM.

Boson es una herramienta de aprendizaje que lleva años de experiencia y una red global de profesionales que ofrece tres líneas de producto en esta industria: software ExSim, software NetSim y Entrenamiento de aula (training).

Software ExSim: Software de simulación de examen, es decir permite prepara su propio examen.

Software NetSim: Software de simulación de red con la única tecnología del paquete virtual que diseña y simula la red que usted crea.

Training: Es un compañero de aprendizaje Cisco. El training de Boson proporciona el entrenamiento como instructor autorizado para los exámenes de certificación CCNA (Cisco Certified Network Associate) y CCNP (Cisco Certified Network Professional)².

De estos productos nos centraremos en el Boson NetSim.

1.2.1 Versiones

Boson Netsim (el cual incluye el Boson Router Simulator) es una nueva categoría versátil y realista de los productos de simulación. Varios productos simulan la experiencia de usuario final sin una recreación de lo que realmente sucede dentro de una red, la tecnología del paquete virtual Boson crea paquetes individuales que son ruteados y switcheados a través de la red simulada, permitiendo que Boson Netsim construya una apropiada tabla de ruteo virtual para cada protocolo, simulando totalmente la verdadera gestión de redes. Esta tecnología permite que el uso de Boson Netsim llegue más allá del alcance que tienen los ejemplos de laboratorio incluidos.

Boson ofrece dos productos enfocados, NetSim para CCNA y NetSim para CCNP, cada uno de estos es una tecnología de apoyo para las certificaciones respectivas.

El Boson NetSim incluye un menú de laboratorio comprensivo que contiene lecciones y laboratorios cubriendo Protocolos de ruteo, Dispositivos Cisco, Switching, Diseño de topologías y mucho más.

² <http://boson.com>

- **Boson NetSim para CCNA 6.0**

El Boson NetSim para CCNA es el más poderoso y versátil software de simulación Cisco disponible para profesionales que buscan la certificación CCNA, como hemos mencionado, este paquete virtual lo pone en un nivel muy alto tecnológicamente hablando porque emula las funciones reales de una red, de una red real que usted puede diseñar e implementar.

Boson NetSim ofrece:

- La experiencia práctica sin el hardware
- Un diseñador de redes que soporta 47 diferentes tipos de ruteadores y switches
- Levanta 200 dispositivos por red
- Tecnología de paquete virtual: paquetes de software creados que se enrutan y switchean a través de la red simulada.
- Una interfaz de telnet que permite configurar los dispositivos utilizando su programa de telnet favorito.
- La funcionalidad de un completo rack lleno de equipo en su computadora portátil
- La posibilidad de cargar (load) y guardar (save) todas sus configuraciones de red.
- La posibilidad de pegar (paste) la real configuración de un router directo en el dispositivo
- La posibilidad de configurar su propia topología RDSI y Frame Relay.
- El beneficio de conectar sus dispositivos sobre WAN simuladas sin la necesidad de un caro ISP.

El NetSim para CCNA contiene ejercicios de laboratorio CCNA específicos del curso que a pesar de no ser parte o de no estar tomando el curso de certificación enseñan a trabajar con los equipos mediante estas prácticas pudiendo diseñar sus propias redes con los sobre 200 dispositivos, actualmente sobre los 40 diferentes

routers Cisco son soportados y mas agregándose con el tiempo. Tres modelos de Catalyst también están disponibles.

- **Boson NetSim para CCNP 6.0**

La certificación CCNP es el siguiente nivel de la certificación CCNA. Este software incluye todos los laboratorios CCNA, más los laboratorios de CCNP y toda su funcionalidad. Boson NetSim emula ambas tablas tanto de switching bridge como de protocolos de ruteo, lo que permite ir ya “fuera” de los laboratorios. Este Boson NetSim hace posible diseñar y configurar una red con 40 modelos diferentes de routers, tres diferentes modelos de Catalyst y BSCI, BCRAN, BCMSN y CIT laboratorios disponibles en versión BETA.

Características adicionales incluidas en el Boson NetSim para CCNP:

- Mejorada velocidad de ejecución.
- Compilador de laboratorio que permite crear propios paquetes virtuales de laboratorio.
- Nueva estructura del navegador de laboratorio.
- Nueva aplicación de OSPF, ahora con multiárea.
- Se puede aplicar RIPv2 y EIGRP.
- Nueva implementación de tablas de ruteo.
- Incluye la posibilidad de descargar y actualizar los últimos archivos disponibles.
- Instalador más pequeño.

1.2.2 Ventajas y Beneficios de utilizar Boson NetSim6

- La principal ventaja del Boson NetSim es permitir al usuario la experiencia de la configuración de una red sin la necesidad del equipo.
- Boson NetSim puede ser usado por muchos que no necesariamente están tomando la certificación CCNA o CCNP ya que está orientado mediante el

Boson Network Designer a permitir a cualquier usuario de la rama diseñar y planear una red, configurarla y luego de las pruebas y confirmación ponerla en operación.

- La implementación de protocolos de ruteo es una de las tareas mas desafiantes que un ingeniero administrador de red puede encontrar. Boson NetSim le permite crear un piloto virtual o red de prueba y comparar las diferencias en los resultados antes de poner en marcha los protocolos como IGRP, EIGRP, RIP u OSPF.
- Arreglar errores en una red en producción puede ser una experiencia frustrante, pero afortunadamente en Boson NetSim se puede crear una copia virtual de su red y solucionar los problemas sin bajar la red.
- En resumen Boson NetSim es un producto flexible y poderoso que puede ayudar de manera eficaz a planear, solucionar problemas y ejecutar redes complejas³.

El diseño y la puesta en marcha de una red completa exige al estudiante a aprender y dominar varias habilidades. Es de gran ayuda incorporar el Boson NetSim como la parte del proceso de aprendizaje y así de esa manera el estudiante o el profesional puede completar su formación con éxito utilizando este software.

Básicamente, aprender a manejar ruteadores envuelve dos tareas fundamentales, aprender y dominar la teoría de routers y switches, y la implementación de esa teoría configurando una red y probándola en el laboratorio.

La parte de la teoría de la educación puede enseñarse leyendo los libros o escuchando a un instructor, el propósito del Boson NetSim es ayudar con la parte practica de la educación, y asegura que no sólo se entienda los conceptos sino realmente pueda configurar y trabajar en laboratorio, e incluso probar su conocimiento con los Boson Practice Test disponible en www.boson.com, donde están prácticas de laboratorio, exámenes, foros y demás.

³ User's Guide.pdf. Manual Boson NetSim

1.3 EQUIPOS DE CONEXIÓN

La más simple de las redes conecta dos computadoras, permitiéndoles compartir archivos e impresoras. Una red mucho más compleja conectaría todas las computadoras de una compañía. Para compartir impresoras basta con un conmutador, pero si se de compartir eficientemente archivos y ejecutar aplicaciones de red, hace falta placas de interfaz de red (NIC) y cables para conectar los sistemas.

Aunque se pueden utilizar diversos sistemas de interconexión vía los puertos serie y paralelo, estos sistemas baratos no ofrecen la velocidad e integridad que necesita un sistema operativo de red seguro y con altas prestaciones que permita manejar muchos usuarios y recursos

Uno de los sucesos más críticos para la conexión en red lo constituye la aparición y la rápida difusión de la red de área local (LAN) como forma de normalizar las conexiones entre las máquinas que se utilizan como sistemas informáticos. Como su propio nombre indica, constituye una forma de interconectar una serie de equipos informáticos.

A su nivel más elemental, una LAN no es más que un medio compartido (como un cable coaxial al que se conectan todas las computadoras y las impresoras) junto con una serie de reglas que rigen el acceso a dicho medio. La LAN más difundida, Ethernet, utiliza un mecanismo conocido como CSMA/CD. Esto significa que cada equipo conectado sólo puede utilizar el cable cuando ningún otro equipo lo está utilizando. Si hay algún conflicto, el equipo que está intentando establecer la conexión la anula y efectúa un nuevo intento más tarde. Ethernet transfiere datos a 10 Mbits/s, lo suficientemente rápido para hacer inapreciable la distancia entre los diversos equipos y dar la impresión de que están conectados directamente a su destino.

Hay topologías muy diversas (bus, estrella, anillo, etc.) y diferentes protocolos de acceso. A pesar de esta diversidad, todas las LAN comparten la característica de poseer un alcance limitado (normalmente abarcan un edificio) y de tener una

velocidad suficiente para que la red de conexión resulte invisible para los equipos que la utilizan.

Además de proporcionar un acceso compartido, las LAN modernas también proporcionan al usuario multitud de funciones avanzadas. Hay paquetes de software de gestión para controlar la configuración de los equipos en la LAN, la administración de los usuarios y el control de los recursos de la red.

1.3.1 Dispositivos de redes

1.3.1.1 NIC/MAU (Tarjeta de red)

"Network Interface Card" (Tarjeta de interfaz de red) o "Medium Access Unit" (Medio de unidad de acceso). Cada computadora necesita el hardware para transmitir y recibir información. Es el dispositivo que conecta la computadora u otro equipo de red con el medio físico.

La NIC es un tipo de tarjeta de expansión de la computadora y proporciona un puerto en la parte trasera de la PC al cual se conecta el cable de la red. Hoy en día cada vez son más los equipos que disponen de interfaz de red, principalmente Ethernet, incorporadas. A veces, es necesario, además de la tarjeta de red, un transceptor. Este es un dispositivo que se conecta al medio físico y a la tarjeta, bien porque no sea posible la conexión directa (10 base 5) o porque el medio sea distinto del que utiliza la tarjeta.

1.3.1.2 Hubs (Concentradores):

Son equipos que permiten estructurar el cableado de las redes. La variedad de tipos y características de estos equipos es muy grande. En un principio eran solo concentradores de cableado, pero cada vez disponen de mayor número de capacidad de la red, gestión remota, etc. La tendencia es a incorporar más funciones en el concentrador. Existen concentradores para todo tipo de medios físicos.

1.3.1.3 Repetidores

Son equipos que actúan a nivel físico. Prolongan la longitud de la red uniendo dos segmentos y amplificando la señal, pero junto con ella amplifican también el ruido. La red sigue siendo una sola, con lo cual, siguen siendo válidas las limitaciones en cuanto al número de estaciones que pueden compartir el medio.

1.3.1.4 "Bridges" (Puentes)

Son equipos que unen dos redes actuando sobre los protocolos de bajo nivel, en el nivel de control de acceso al medio. Solo el tráfico de una red que va dirigido a la otra atraviesa el dispositivo. Esto permite a los administradores dividir las redes en segmentos lógicos, descargando de tráfico las interconexiones. Los bridges producen las señales, con lo cual no se transmite ruido a través de ellos.

1.3.1.5 Routers (Encaminadores)

Son equipos de interconexión de redes que actúan a nivel de los protocolos de red. Permite utilizar varios sistemas de interconexión mejorando el rendimiento de la transmisión entre redes. Su funcionamiento es más lento que los bridges pero su capacidad es mayor. Permiten, incluso, enlazar dos redes basadas en un protocolo, por medio de otra que utilice un protocolo diferente.

1.3.1.6 Gateways

Son equipos para interconectar redes con protocolos y arquitecturas completamente diferentes a todos los niveles de comunicación. La traducción de las unidades de información reduce mucho la velocidad de transmisión a través de estos equipos.

1.3.1.7 Servidores

Son equipos que permiten la conexión a la red de equipos periféricos tanto para la entrada como para la salida de datos. Estos dispositivos se ofrecen en la red como recursos compartidos. Así un terminal conectado a uno de estos dispositivos puede establecer sesiones contra varios ordenadores multiusuario disponibles en la red. Igualmente, cualquier sistema de la red puede imprimir en las impresoras conectadas a un servidor.

1.3.1.8 Módems

Son equipos que permiten a las computadoras comunicarse entre sí a través de líneas telefónicas; modulación y desmodulación de señales electrónicas que pueden ser procesadas por computadoras. Los módems pueden ser externos (un dispositivo de comunicación) o interno (dispositivo de comunicación interno o tarjeta de circuitos que se inserta en una de las ranuras de expansión de la computadora).

1.3.2 Topología

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. Existen tres topologías comunes:

1.3.2.1 Anillo: Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

1.3.2.2. Estrella: La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

1.3.2.3 Bus: Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable. A diferencia del anillo, el bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en

cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

1.3.2.4 Híbridas El bus lineal, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas

1.3.2.5 Anillo en estrella

Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.

1.3.2.6 "Bus" en estrella

El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un "bus" que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

1.3.2.7 Estrella jerárquica

Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica.

1.3.3 Tipos De Redes

A continuación se presenta los distintos tipos de redes disponibles:

De acuerdo con la distribución geográfica:

1.3.3.1 Segmento de red (subred)

Un segmento de red suele ser definido por el "hardware" o una dirección de red específica. Por ejemplo, en el entorno "Novell NetWare", en un segmento de red se incluyen todas las estaciones de trabajo conectadas a una tarjeta de interfaz de red de un servidor y cada segmento tiene su propia dirección de red.

1.3.3.2 Red de área locales (LAN)

Una LAN es un segmento de red que tiene conectadas estaciones de trabajo y servidores o un conjunto de segmentos de red interconectados, generalmente dentro de la misma zona. Por ejemplo un edificio.

1.3.3.3 Red de campus

Una red de campus se extiende a otros edificios dentro de un campus o área industrial. Los diversos segmentos o LAN de cada edificio suelen conectarse mediante cables de la red de soporte.

1.3.3.4 Red de área metropolitanas (MAN)

Una red MAN es una red que se expande por pueblos o ciudades y se interconecta mediante diversas instalaciones públicas o privadas, como el sistema telefónico o los suplidores de sistemas de comunicación por microondas o medios ópticos.

1.3.3.5 Red de área extensa (WAN y redes globales)

Las WAN y redes globales se extienden sobrepasando las fronteras de las ciudades, pueblos o naciones. Los enlaces se realizan con instalaciones de telecomunicaciones públicas y privadas, además por microondas y satélites.

1.3.4 Protocolos de redes

Un protocolo de red es como un lenguaje para la comunicación de información. Son las reglas y procedimientos que se utilizan en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cable. Los protocolos gobiernan dos niveles de comunicaciones:

- **Los protocolos de alto nivel:** Estos definen la forma en que se comunican las aplicaciones.
- **Los protocolos de bajo nivel:** Estos definen la forma en que se transmiten las señales por cable.

Como es frecuente en el caso de las computadoras el constante cambio, también los protocolos están en continuo cambio. Actualmente, los protocolos más comúnmente utilizados en las redes son Ethernet, Token Ring y ARCNET. Cada uno de estos está diseñado para cierta clase de topología de red y tienen ciertas características estándar.

Ethernet Actualmente es el protocolo más sencillo y es de bajo costo. Utiliza la topología de "Bus" lineal.

Token Ring El protocolo de red IBM es el Token ring, el cual se basa en la topología de anillo.

Arnet Se basa en la topología de estrella o estrella distribuida, pero tiene una topología y protocolo propio.

1.3.5 Operaciones Básicas

1.3.5.1 Ruteadores

Un ruteador es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, también puede dar servicio de firewall y un acceso económico a una WAN.

El ruteador opera en la capa 3 del modelo OSI y tiene más facilidades de software que un switch. Al funcionar en una capa mayor que la del switch, el ruteador distingue entre los diferentes protocolos de red, tales como IP, IPX, AppleTalk o DECnet. Esto le permite hacer una decisión más inteligente que al switch, al momento de reenviar los paquetes.

El ruteador realiza dos funciones básicas:

1. Es responsable de crear y mantener tablas de ruteo para cada capa de protocolo de red, estas tablas son creadas ya sea estáticamente o dinámicamente.

De esta manera el ruteador extrae de la capa de red la dirección destino y realiza una decisión de envío basado sobre el contenido de la especificación del protocolo en la tabla de ruteo.

2. La inteligencia de un ruteador permite seleccionar la mejor ruta, basándose sobre diversos factores, más que por la dirección MAC destino. Estos factores pueden incluir la cuenta de saltos, velocidad de la línea, costo de transmisión, retraso y condiciones de tráfico. La desventaja es que el proceso adicional de procesamiento de frames por un ruteador puede incrementar el tiempo de espera o reducir el desempeño del ruteador cuando se compara con una simple arquitectura de switch.

Donde usar un ruteador?

Las funciones primarias de un ruteador son:

- Segmentar la red dentro de dominios individuales de broadcast.
- Suministrar un envío inteligente de paquetes. Y
- Soportar rutas redundantes en la red.

Aislar el tráfico de la red ayuda a diagnosticar problemas, puesto que cada puerto del ruteador es una subred separada, el tráfico de los broadcast no pasaran a través del ruteador.

Otros importantes beneficios del ruteador son:

- Proporcionar seguridad a través de sofisticados filtros de paquetes, en ambiente LAN y WAN.
- Consolidar el legado de las redes de mainframe IBM, con redes basadas en PCs a través del uso de Data Link Switching (DLSw).
- Permitir diseñar redes jerárquicas, que deleguen autoridad y puedan forzar el manejo local de regiones separadas de redes internas.
- Integrar diferentes tecnologías de enlace de datos, tales como Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, FDDI y ATM.

Segmentando Subredes con Ruteadores

Una subred es un puente o un switch compuesto de dominios de broadcast con dominios individuales de colisión. Un ruteador esta diseñado para interconectar y definir los limites de los dominios de broadcast.

Seleccionando un Switch o un Ruteador para Segmentar

Al trabajar un ruteador en la capa 3 del modelo OSI, puede también ejecutar funciones de la capa 2, es decir el ruteador crea dominios de broadcast y de colisiones separados en cada interface. Esto significa que tanto el switch como el ruteador pueden usarse para segmentar una LAN y adicionar ancho de banda.

Entonces, cual es la selección más óptima para el diseño de la red?

- Si la aplicación requiere soporte para rutas redundantes, envío inteligente de paquetes o acceder la WAN, se debe seleccionar un ruteador.
- Si la aplicación sólo requiere incrementar ancho de banda para descongestionar el tráfico, un switch probablemente es la mejor selección.

Dentro de un ambiente de grupos de trabajo, el costo interviene en la decisión de instalar un switch o un ruteador y como el switch es de propósito general tiene un bajo costo por puerto en comparación con el ruteador.

Además el diseño de la red determina cuales son otros requerimientos (redundancia, seguridad o limitar el tráfico de broadcast) que justifique el gasto extra y la complejidad de instalar un ruteador dentro de dicho ambiente.

1.3.5.2 Switch

Un switch es un dispositivo de propósito especial diseñado para resolver problemas de congestión en la red, debido a anchos de banda pequeños y embotellamientos. El switch puede agregar mayor ancho de banda, acelerar la salida de paquetes, reducir tiempo de espera y bajar el costo por puerto. Opera en la capa 2 del modelo OSI y reenvía los paquetes en base a la dirección MAC.

El switch segmenta económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final. No están diseñados con el propósito principal de un control íntimo sobre la red o como la fuente última de seguridad, redundancia o manejo.

Al segmentar la red en pequeños dominios de colisión, reduce o casi elimina que cada estación compita por el medio, dando a cada una de ellas un ancho de banda comparativamente mayor.

Donde usar Switch?

Uno de los principales factores que determinan el éxito del diseño de una red, es la habilidad de la red para proporcionar una satisfactoria interacción entre cliente / servidor, pues los usuarios juzgan la red por la rapidez de obtener un prompt y la confiabilidad del servicio.

Hay diversos factores que involucran el incremento de ancho de banda en una LAN:

- El elevado incremento de nodos en la red.
- El continuo desarrollo de procesadores mas rápidos y poderosos en estaciones de trabajo y servidores.
- La necesidad inmediata de un nuevo tipo de ancho de banda para aplicaciones intensivas cliente/servidor.
- Cultivar la tendencia hacia el desarrollo de granjas centralizadas de servidores para facilitar la administración y reducir el número total de servidores.

La regla tradicional 80/20 del diseño de redes, donde el 80% del tráfico en una LAN permanece local, se invierte con el uso del switch.

Los switches resuelven los problemas de anchos de banda al segmentar un dominio de colisiones de una LAN, en pequeños dominios de colisiones⁴.

1.3.5.3 Computadores personales (Pc's).

Las computadoras son el reflejo de la inteligencia humana, representan la materialización de todos aquellos aspectos del pensamiento que son automáticos, mecánicos, determinísticos. Ellas potencian enormemente las capacidades intelectuales del hombre, simplifican las tareas administrativas, estadísticas y

⁴ http://informamos.net/030615/dell_switchescapa3.htm

contables, disminuyen las necesidades del trabajo humano y extienden la eficacia de cada persona -por el momento- más amplia y rápidamente que cualquier otra tecnología. Son capaces de realizar cálculos muy complicados en períodos extremadamente breves, manejar volúmenes de información infinitamente superiores a los que la mente humana puede dominar y controlar a la perfección las órbitas de los satélites, los robots de una fábrica de autos o la trayectoria de un misil. Pueden analizar imágenes médicas muy complejas, recordar millones de números telefónicos al mismo tiempo y resolver acertadamente problemas que al ser humano normal le llevaría el trabajo de hasta cientos de años.

Pero todavía son incapaces de escuchar a una persona y menos hablarle; es difícil programar una computadora para que reconozca patrones, imágenes, sonidos o aromas; no ofrece su ayuda a menos que uno se lo pida expresamente; y ninguna computadora convencional con programa almacenado es capaz de adaptarse a entornos imprevistos. En síntesis, todavía son muy limitadas.

1.4 DISEÑO DE REDES

El surgimiento de una economía global altamente competitiva ha acelerado la velocidad a la cual las compañías deben adaptarse a los cambios financieros y tecnológicos. Esto a su vez ha generado nuevas prácticas de negocios que están impulsando grandes cambios en las características de diseño de redes corporativas.

Para mejorar la comunicación con socios, empleados, y clientes, las empresas están implementando nuevas aplicaciones como comercio electrónico, videoconferencia, voz sobre IP, y aprendizaje a distancia. La rápida adopción de tecnologías basadas en Internet y la consolidación creciente de datos, voz, y video en una infraestructura de red común, se han vuelto críticos para asegurar el éxito de los negocios de la organización.

Los diseñadores de Redes de Área Local se enfrentan a la tarea de diseñar redes más robustas para soportar las crecientes demandas de las aplicaciones actuales, que

prometan los niveles más altos de escalabilidad, rendimiento, disponibilidad y calidad de servicio. A la par los vendedores y organismos de estandarización introducen a una velocidad cada vez más rápida, nuevos protocolos y tecnologías para responder a los exigentes requerimientos de las redes actuales.

Por diseño de red se entiende la selección de estándares tecnológicos, dispositivos de red y conexiones para cumplir con los objetivos operacionales de la organización. Por consiguiente para obtener diseños de redes eficientes, se requiere obtener la mejor combinación de equipos y conexiones, cumpliendo con los estándares, para satisfacer los objetivos de la organización⁵.

1.4.1 Importancia de un diseño adecuado de redes.

El diseño de redes de interconexión se ha convertido en un problema fundamental en el área de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. La optimización de las estructuras de interconexión, tanto de los sistemas multiprocesadores como de los sistemas distribuidos y de telecomunicación, da lugar a diversos problemas de naturaleza combinatoria que constituyen el eje fundamental del proyecto que se presenta y de la actividad del grupo de investigación que lo solicita.

Cuando se diseña eficientemente una red de comunicación de datos, puede ser la parte central de una organización de negocios. Pero si se diseña mal, la red puede ser un obstáculo para el éxito de la organización.

El diseño abarca todos los aspectos del sistema de comunicación, desde el nivel individual de enlace hasta el manejo global de la red, también un diseño exitoso debe fijarse dentro de los límites presupuestales de la organización.

El diseño de una red local en una empresa no debe dejarse a la improvisación, sino que debe ser el producto de un análisis por memorizado de las necesidades requeridas por la empresa en cuestión; y tiene que seguir una serie de criterios de

⁵ <http://www.monografias.com/trabajos12/redes/redes.shtml>

calidad y funcionalidad mínimos a la hora de su implementación o instalación física. En definitiva, el objetivo tiene que ser una red estable, fiable, segura y escalable. Descuidar tales factores desembocará sin duda en situaciones de error o mal funcionamiento; convirtiéndose en un freno.

1.5. CONCLUSIONES

Es de vital importancia el desarrollo de capacidades para el correcto desempeño laboral, la carencia de esta capacitación en Instituciones Educativas o la falta de interés de la persona que configura la red, se reflejan en los problemas que surgen a nivel práctico, para levantar un diseño de red o para corregir errores o daños que se produzcan. Actualmente existe gran cantidad de información acerca de todo lo relacionado con los diferentes tipos de redes, características de equipos y aplicaciones del software de prueba Boson NetSim, que permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos, en la implementación y configuración de redes.

CAPITULO 2

MANUAL DE PRÁCTICAS DEL PROGRAMA BOSON NET SIM

2.1 INTRODUCCIÓN

Para las prácticas descritas a continuación utilizamos el Boson NetSim for CCNP v6.0 BETA 3.

Apreciación Global:

El Boson Network Designer es una aplicación que le permite al usuario diseñar sus propias prácticas de laboratorio que puede cargar al Boson NetSim y configurarlas. Usando esta aplicación el usuario puede empaquetar sus prácticas en un solo archivo .lab y distribuirlo con sus compañeros o colegas

Los elementos esenciales para una aplicación o práctica son simples, primero se crean los siguientes archivos:

- Instrucciones del laboratorio o práctica (archivos .pdf, .doc o .txt)
- Crear el diseño de red (archivo .top) en el Network Designer
- Crear los archivos .nwc y .rtr de cada router (si se desea) al cargar la aplicación en el Boson NetSim

Una vez definido el diseño de red que queremos poner en práctica, abrimos el Boson Lab Designer para dibujar nuestro diseño (Fig. 1):

Inicio → Programas → Boson Software → Boson NetSim for CCNP → Boson Network Designer

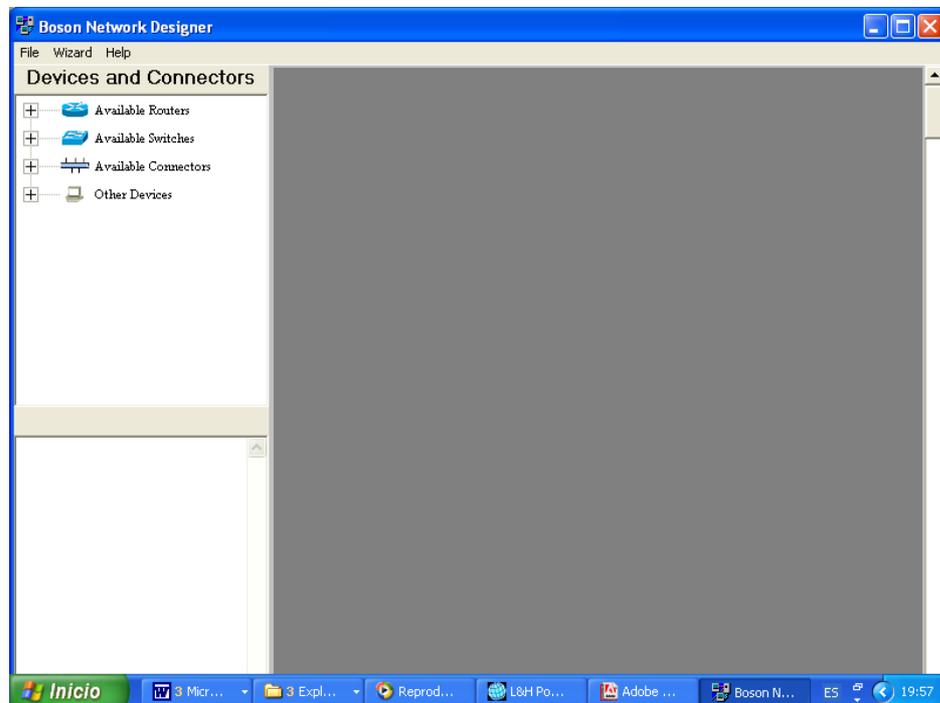


Fig. 1 Boson Network Designer

Colores que se utilizan⁶:

- Azul: conexiones Ethernet
- Rojo: ISDN / Dialup
- Negro: Serial PPP
- Blanco Marco Serial

Luego de haber dibujado nuestro diseño de red grabamos el diseño:

File → Save

⁶ Help.pdf Boson NetSim for CCNP 6.0

Creándose de esta manera un archivo .top. A continuación abrimos el Boson NetSim for CCNP (Fig. 2; Fig. 3):

Inicio → Programas → Boson Software → Boson NetSim for CCNP → Boson NetSim

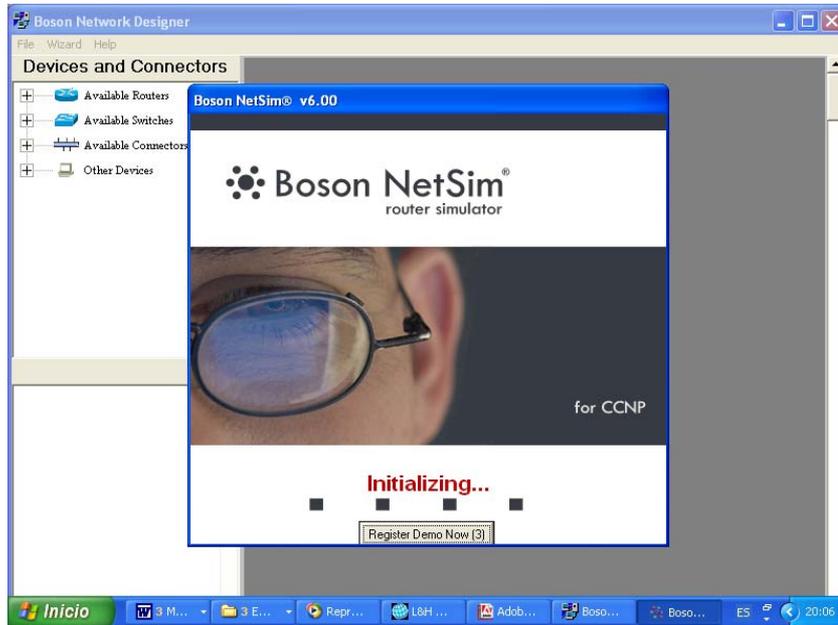


Fig. 2 Boson NetSim for CCNP

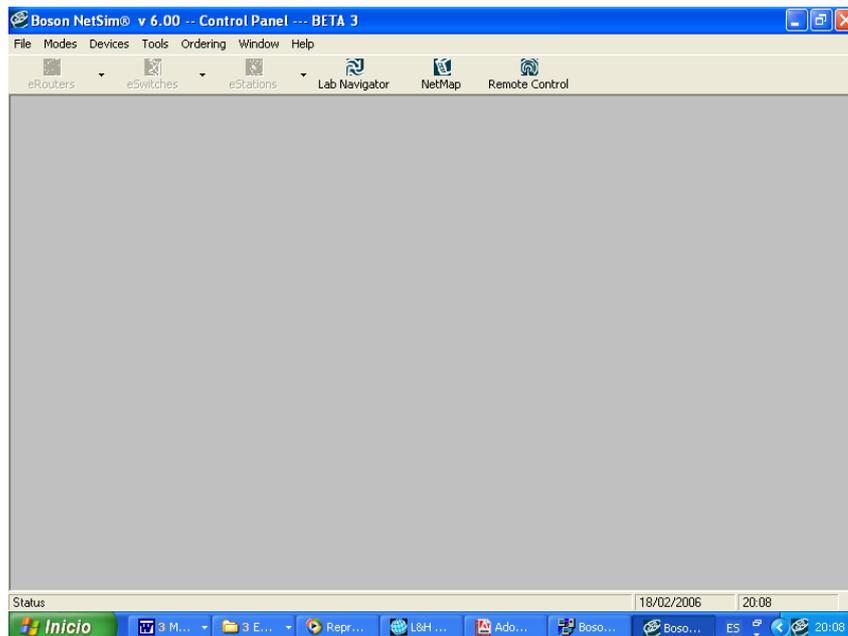


Fig. 3 Boson NetSim for CCNP

Además se carga el Boson Lab Navigator donde incluye las prácticas de laboratorio para los cursos CCNA y CCNP, sus enunciados, configuraciones y explicaciones respectivas (Fig. 4).

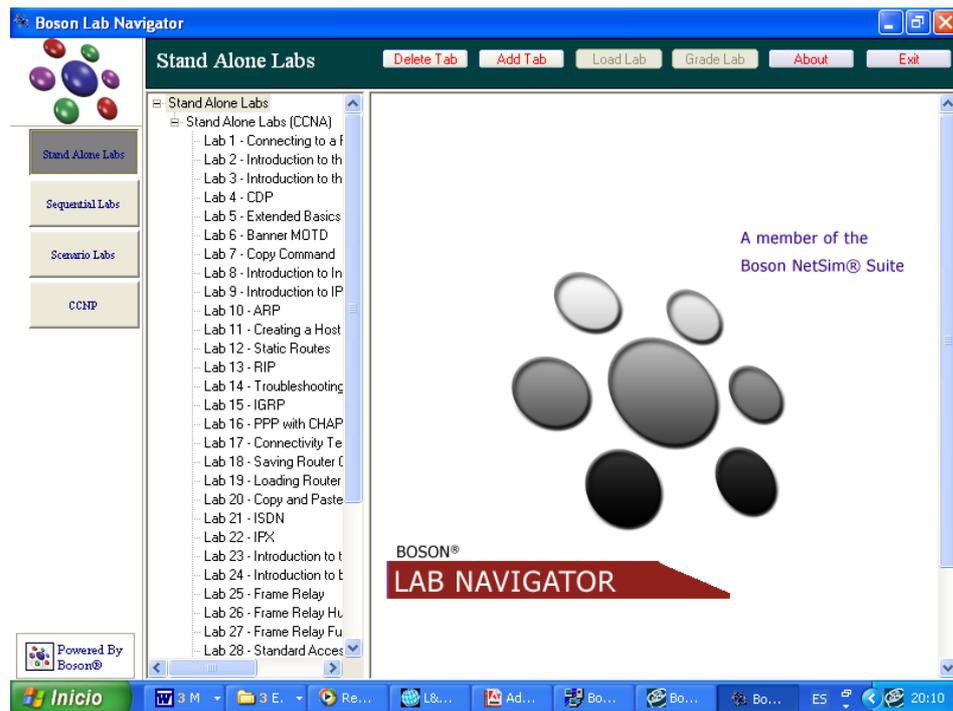


Fig. 4 Boson Lab Navigator

Una vez cargado en Boson NetSim podemos configurar el diseño de red que dibujamos en el Designer abriendo el archivo .top. Esto ocasiona que el Boson NetSim cargue toda la información relacionada a su red dibujada, es decir, si su diseño cuenta con tres ruteadores, éstos aparecen listos para ser configurados como si estuviera precisamente en su consola (Fig. 5; Fig. 6).

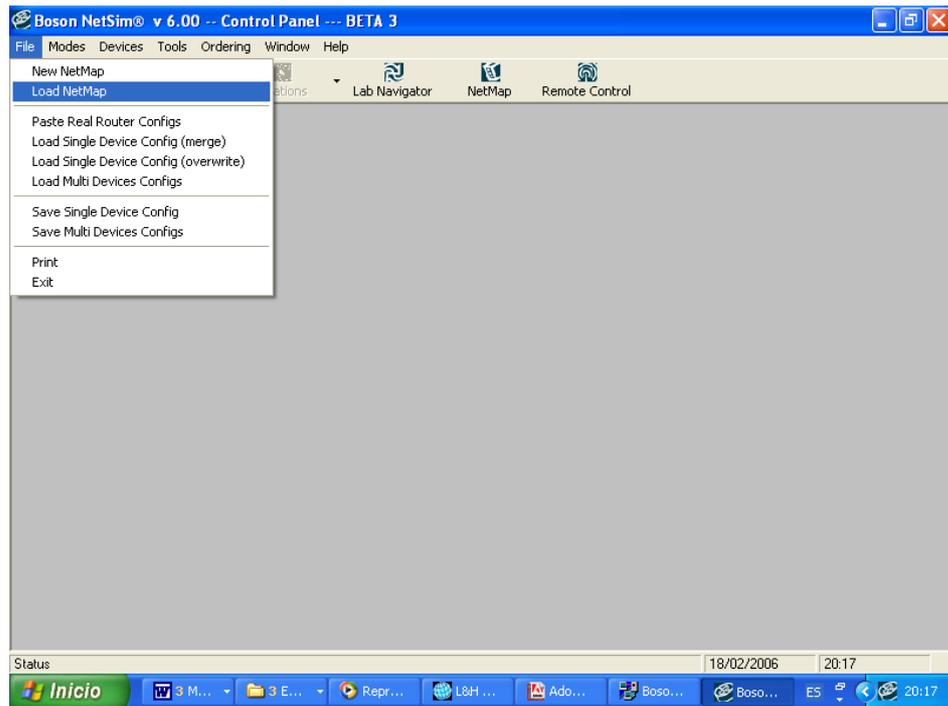


Fig. 5 Configuración de un diseño de red

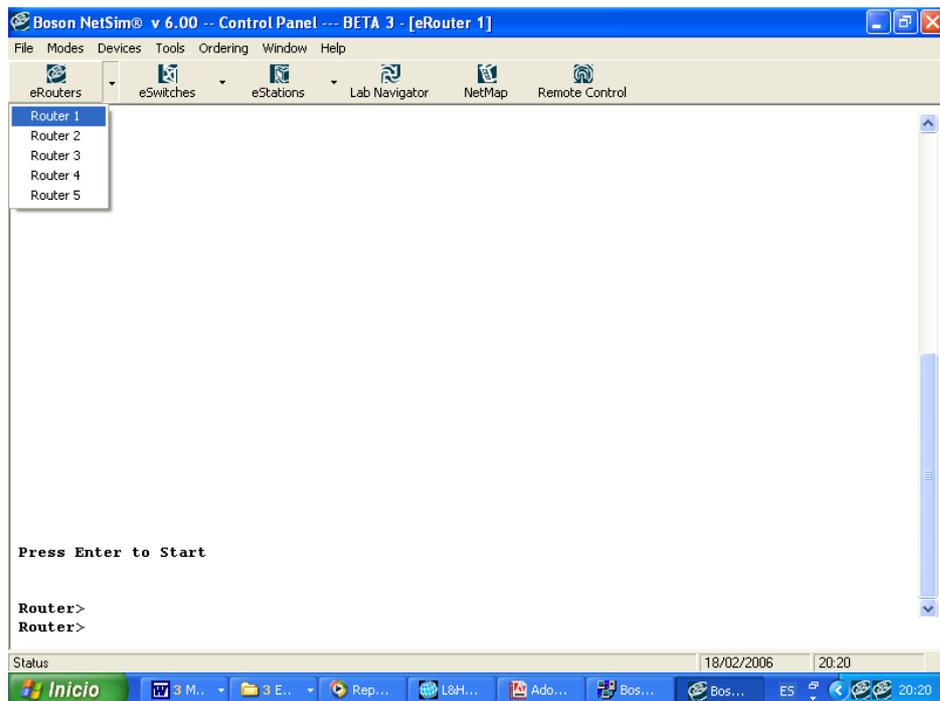


Fig. 6 Configuración de un diseño de red

Y de la misma manera para configurar los otros equipos de su diseño, como PCs y switches.

Una vez terminada la configuración la guardamos creando el archivo .nwc:

File → Save Multi Device Configs

En este punto tenemos ya todos los archivos necesarios para crear una práctica entera de laboratorio, para tener un paquete que se pueda compartir podemos usar el Boson Lab Compiler donde es posible crear menús de laboratorio propios (Fig. 6).

Inicio → Programas → Boson Software → Boson NetSim for CCNP → Boson Lab Compiler

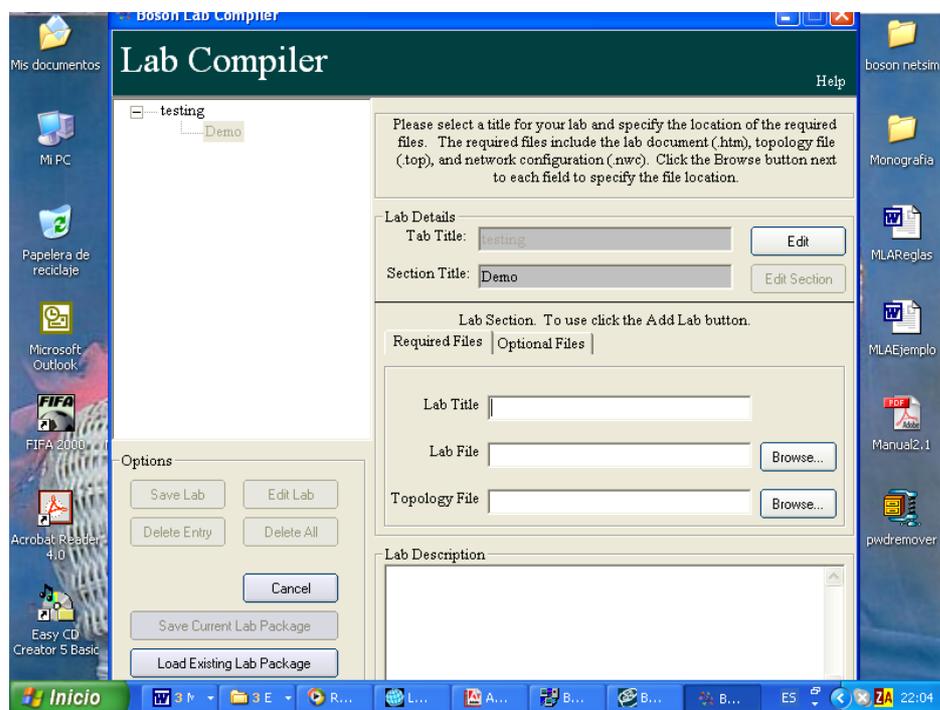


Fig. 7 Boson Lab Compiler

Registramos el Título que llevará nuestro laboratorio, el nombre de la sección, el título de la práctica y especificamos la ruta donde se encuentra el archivo .txt (archivo donde se especifican las características o requerimientos de la práctica) y el archivo .top (diseño de red).

Una vez especificada la información de la práctica guardamos el paquete (Saved Current Lab Package).

Finalmente abrimos el Boson NetSim con el que se cargará el Boson Lab Navigator y damos clic en el botón: “Add Tab” y especificamos el paquete que acabamos de guardar y listo, aparecerá el menú con nuestra prácticas (Fig. 7; Fig. 8).

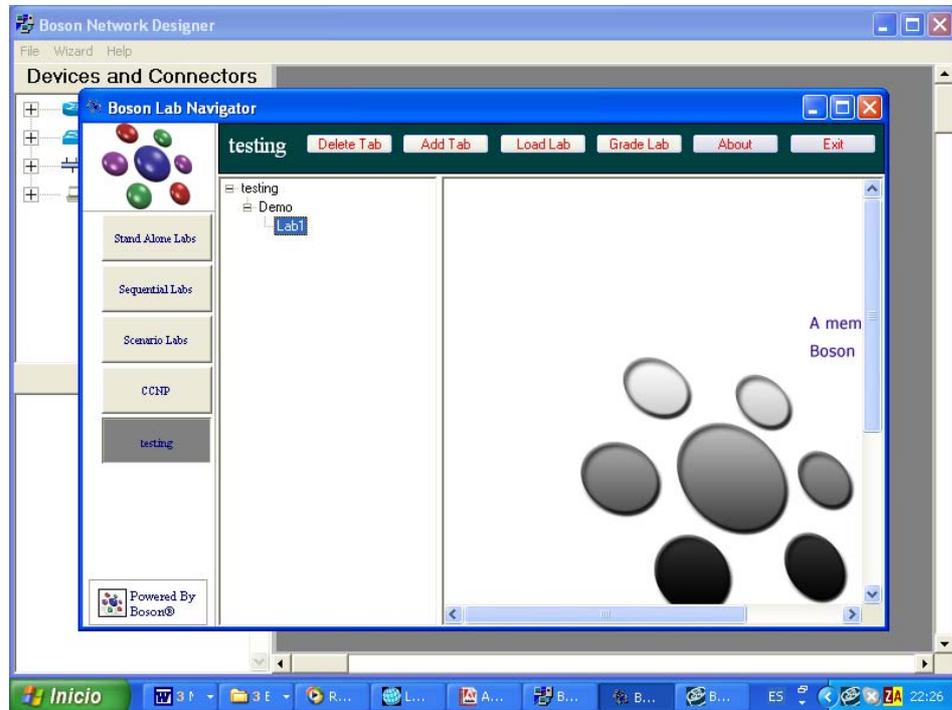


Fig. 8 Añadir menú en Boson Lab Navigator

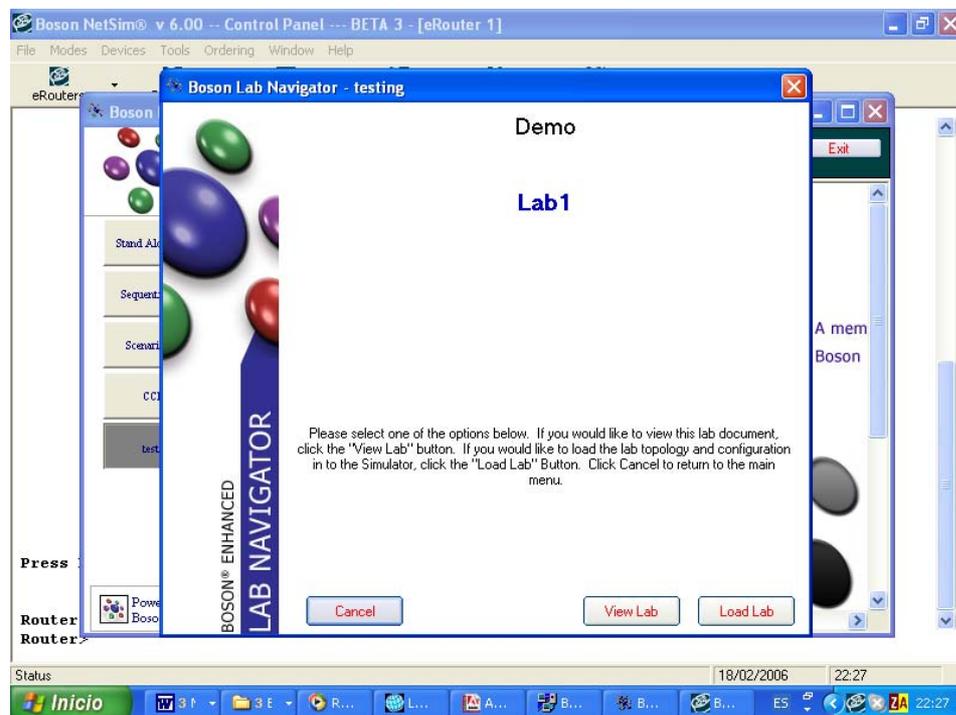


Fig. 9 Añadir menú en Boson Lab Navigator

2.2 MODELOS A SIMULAR

2.2.1 Práctica de conexión de 2 redes con router

Práctica 1:

Objetivo: Realizar la configuración básica de un router para interconectar dos redes

Equipo a utilizar:

- Un router cisco modelo 3620 series 3600
- Dos switchs modelo 1912 series 1900
- Dos pc's

Marco Teórico:

Un ruteador es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, también puede dar servicio de firewall y un acceso económico a una WAN.

El ruteador opera en la capa 3 del modelo OSI y distingue entre los diferentes protocolos de red, tales como IP, IPX, AppleTalk o DECnet. Esto le permite hacer una decisión más inteligente que al switch, al momento de reenviar los paquetes.

Realiza dos funciones básicas:

1. Es responsable de crear y mantener tablas de ruteo para cada capa de protocolo de red, estas tablas son creadas ya sea estáticamente o dinámicamente.

De esta manera el ruteador extrae de la capa de red la dirección destino y realiza una decisión de envío basado sobre el contenido de la especificación del protocolo en la tabla de ruteo.

2. La inteligencia de un ruteador permite seleccionar la mejor ruta, basándose sobre diversos factores, más que por la dirección MAC destino. Estos factores pueden incluir la cuenta de saltos, velocidad de la línea, costo de transmisión, retraso y condiciones de tráfico. La desventaja es que el proceso adicional de procesado de

frames por un ruteador puede incrementar el tiempo de espera o reducir el desempeño del ruteador cuando se compara con una simple arquitectura de switch.

Comandos básicos según modo de operación en el router⁷:

Modos en el Cisco IOS
<pre>Router> Modo EXEC usuario Router>ping Router>show version Router>enable</pre>
<pre>Router# Modo EXEC privilegiado Router#debug Router#show running-config Router#reload Router#configure terminal</pre>
<pre>Router(config)# Modo configuración global Router(config)#hostname Router(config)#enable secret Router(config)#interface ethernet 0 Router(config)#interface serial 0 Router(config)#interface bri 0</pre>
<pre>Router(config-if)# Modo configuración de interface Router(config-if)#ip address Router(config-if)#encapsulation Router(config-if)#no shutdown</pre>
<pre>Router(config)#router rip Router(config)#router igrp 100</pre>
<pre>Router(config-router)# Modo configuración de protocolo de enrutamiento Router(config-router)#network Router(config-router)#version Router(config-router)#passive interface</pre>
<pre>Router(config)#line vty 0 4 Router(config)#line console 0 Router(config)#line aux 0</pre>
<pre>Router(config-line)# Modo configuración de línea Router(config-router)#login Router(config-router)#password Router(config-router)#exec-timeout</pre>

⁷ <http://www.ufps.edu.co/cisco/soft.htm>

Especificaciones básicas:

Si se asigna:

IP's para las interfaces del router:

Ethernet 0/0	192.168.101.1	255.255.255.0
Ethernet 1/0	192.168.100.1	255.255.255.0

IP's de las PC

Pc1	192.168.101.2	255.255.255.0
Gateway	192.168.101.1	

Pc2	192.168.100.2	255.255.255.0
Gateway	192.168.100.1	

2.2.1.1 Configuración

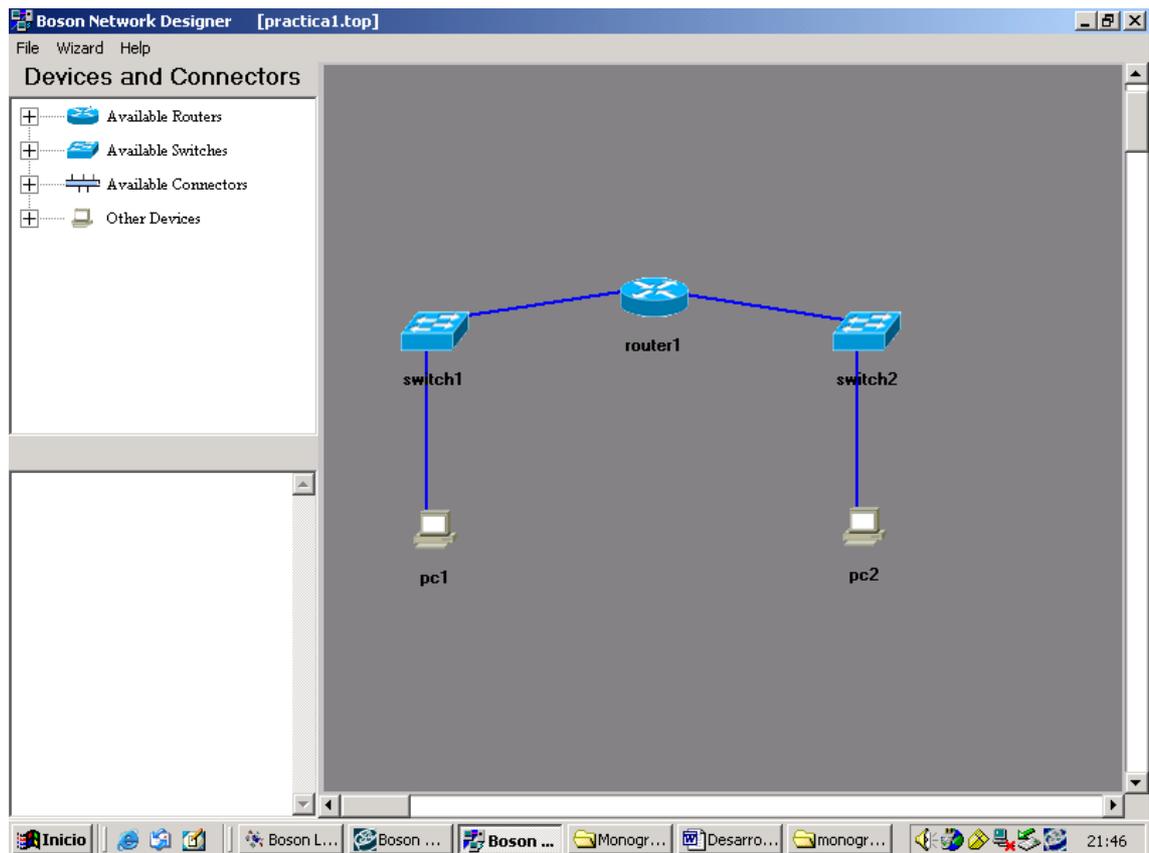


Fig. 10 Diseño Practica 1

Router1:

```
Router>
Router> enable
Router#
Router# configure terminal
Router(config)#
Router(config)# hostname router1
router1(config)#
router1(config)# enable ?
router1(config)# enable password practical1
router1(config)# enable secret practical1
router1(config)# interface ethernet 0/0
router1(config-if)# ip address 192.168.101.1 255.255.255.0
router1(config-if)# no shut
router1(config-if)# exit
router1(config)# interface ethernet 1/0
router1(config-if)# ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
router1(config-if)# no shut
```

PC 1:

```
C> ipconfig /ip 192.168.101.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 192.168.101.1
```

PC 2:

```
C> ipconfig /ip 192.168.100.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 192.168.100.1
```

2.2.1.2 Demostración de funcionamiento

- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC2.

2.2.2 Práctica de conexión de 2 redes con router y VLAN's

Práctica 2:

Objetivo: Realizar la configuración básica de una VLAN

Equipo a utilizar:

- Un router cisco modelo 3620 series 3600
- Dos switchs modelo 1912 series 1900
- Ocho PC's

Marco Teórico:

Definición de una VLAN

Las LAN's virtuales (VLAN's) son agrupaciones, definidas por software, de estaciones LAN que se comunican entre sí como si estuvieran conectadas al mismo cable, incluso estando situadas en segmentos diferentes de una red de edificio o de campus. Es decir, la red virtual es la tecnología que permite separar la visión lógica de la red de su estructura física mediante el soporte de comunidades de intereses, con definición lógica, para la colaboración en sistemas informáticos de redes.

Además, la red virtual simplifica el problema de administrar los movimientos, adiciones y cambios del usuario dentro de la empresa. Por ejemplo, si un departamento se desplaza a un edificio a través del campus, este cambio físico será transparente gracias a la visión lógica de la red virtual. Asimismo, se reduce notablemente el tiempo y los datos asociados con los movimientos físicos, permitiendo que la red mantenga su estructura lógica al coste de unas pocas pulsaciones del ratón del administrador de la red. Puesto que todos los cambios se realizan bajo control de software, los centros de cableado permanecen seguros y a salvo de interrupciones.

Por la razón de que hay varias formas en que se puede definir una VLAN, se dividen éstas en cuatro tipos principales: basadas en puertos, basadas en MAC, VLAN's de capa 3 y basada en reglas (*policy based*).

VLANs Basadas en Puertos (*Membership by Port Group*)

Según este esquema, la VLAN consiste en una agrupación de puertos físicos que puede tener lugar sobre un conmutador o también, en algunos casos, sobre varios conmutadores. La asignación de los equipos a la VLAN se hace en base a los puertos a los que están conectados físicamente.

Muchas de las primeras implementaciones de las VLAN's definían la pertenencia a la red virtual por grupos de puertos (por ejemplo, los puertos 1,2,3,7 y 8 sobre un conmutador forman la VLAN A, mientras que los puertos 4,5 y 6 forman la VLAN B). Además, en la mayoría, las VLAN's podían ser construidas sobre un único conmutador.

La segunda generación de implementaciones de VLAN's basadas en puertos contempla la aparición de múltiples conmutadores (por ejemplo, los puertos 1 y 2 del conmutador 1 y los puertos 4,5,6 y 7 del conmutador 2 forman la VLAN A; mientras que los puertos 3,4,5,6,7 y 8 del conmutador 1 combinados con los puertos 1,2,3 y 8 del conmutador 2 configuran la VLAN B).

La agrupación por puertos es todavía el método más común de definir la pertenencia a una VLAN, y su configuración es bastante directa. El definir una red virtual completamente basada en puertos no permite a múltiples VLAN's el incluir el mismo segmento físico (o conmutador).

De todos modos, la principal limitación de definir VLAN's por puertos es que el administrador de la red ha de reconfigurar la VLAN cada vez que un usuario se mueve de un puerto a otro.

VLAN basadas en MAC (*Membership by MAC address*)

Constituye la segunda etapa de la estrategia de aproximación a la VLAN, y trata de superar las limitaciones de las VLAN's basadas en puertos. Operan agrupando estaciones finales en una VLAN en base a sus direcciones MAC. Este tipo de implementación tiene varias ventajas y desventajas.

Desde que las direcciones MAC (*media access control* -control de acceso al medio-) se encuentran implementadas directamente sobre la tarjeta de interface de la red (NIC -*network interface card*-), las VLAN's basadas en direcciones MAC permiten a los administradores de la red el mover una estación de trabajo a una localización física distinta en la red y mantener su pertenencia a la VLAN. De este modo, las VLAN's basadas en MAC pueden ser vistas como una VLAN orientada al usuario.

Entre los inconvenientes de las VLAN's basadas en MAC está el requerimiento de que todos los usuarios deben inicialmente estar configurados para poder estar en al menos una VLAN. Después de esa configuración manual inicial, el movimiento automático de usuarios es posible, dependiendo de la solución específica que el distribuidor haya dado. Sin embargo, la desventaja de tener que configurar inicialmente la red llega a ser clara en redes grandes, donde miles de usuarios deben ser asignados explícitamente a una VLAN particular. Algunos distribuidores han optado por realizar esta configuración inicial usando herramientas que crean VLAN's basadas en el actual estado de la red, esto es, una VLAN basada en MAC es creada para cada subred.

Las VLAN's basadas en MAC que son implementadas en entornos de medios compartidos se degradarán seriamente como miembros de diferentes VLAN's coexistiendo en un mismo conmutador. Además, el principal método de compartición de información entre miembros de una VLAN mediante conmutadores en una red virtual basada en MAC también se degrada cuando se trata de una implementación a gran escala.

VLANs de Capa 3 (*Layer 3-Based VLANs*).

Las VLAN's de capa 3 toman en cuenta el tipo de protocolo (si varios protocolos son soportados por la máquina) o direcciones de la capa de red, para determinar la pertenencia a una VLAN. Aunque estas VLAN's están basadas en información de la capa 3, esto no constituye una función de encaminamiento y no debería ser confundido con el enrutamiento en la capa de red.

Habiendo hecho la distinción entre VLAN's basadas en información de la capa 3 y el concepto de encaminamiento o *routing*, hay que apuntar que algunos distribuidores

están incorporando varios conceptos de la capa 3 en sus conmutadores, habilitando funciones normalmente asociadas al enrutamiento.

Hay varias ventajas en definir VLAN's de capa 3. En primer lugar, permite el particionado por tipo de protocolo, lo que puede parecer atractivo para los administradores que están dedicados a una estrategia de VLAN basada en servicios o aplicaciones. En segundo lugar, los usuarios pueden físicamente mover sus estaciones de trabajo sin tener que reconfigurar cada una de las direcciones de red de la estación (este es un beneficio principalmente para los usuarios de TCP/IP). Y en tercer lugar, definir una VLAN de capa 3 puede eliminar la necesidad de marcar las tramas para comunicar miembros de la red mediante conmutadores, reduciendo los gastos de transporte.

Una de las desventajas de definir la VLAN de capa 3 (al contrario de lo que ocurría en las dos anteriores) es su modo de trabajo. El inspeccionar direcciones de la capa 3 en paquetes consume más tiempo que buscar una dirección MAC en tramas. Por esta razón, los conmutadores que usan información de la capa 3 para la definición de VLAN's son generalmente más lentos que los que usan información de la capa 2. Esta diferencia no ocurre en todas las distintas implementaciones de cada distribuidor.

Las VLAN's basadas en capa 3 son particularmente efectivas en el trato con TCP/IP, pero mucho menos efectivas con protocolos como IPX, DECnet o *AppleTalk*, que no implican configuración manual. Además tienen la dificultad al tratar con protocolos no enrutables como NetBIOS (estaciones finales que soportan protocolos no enrutables no pueden ser diferenciadas y, por tanto, no pueden ser definidas como parte de una VLAN).

VLAN's Basadas en Reglas (*Policy Based VLAN's*).

Este esquema es el más potente y flexible, ya que permite crear VLAN's adaptadas a necesidades específicas de los gestores de red utilizando una combinación de reglas. Estas reglas pueden ser, por ejemplo, de acceso, con objeto de alcanzar unos ciertos niveles de seguridad en la red. Una vez que el conjunto de reglas que constituyen la

política a aplicar a la VLAN se implementa, sigue actuando sobre los usuarios al margen de sus posibles movimientos por la red⁸.

Beneficio de implementar una VLAN

Reducción del Coste de Movimientos y Cambios.

La principal excusa para implementar una VLAN es la reducción en el coste de los cambios y movimientos de usuarios. Desde que estos costos son bastante sustanciales, este argumento es suficientemente obligatorio para la implementación de una VLAN.

Muchos fabricantes afirman que la implementación de una VLAN resultará más conveniente a la hora de habilitar la administración de redes dinámicas, y que esto disminuirá el costo de la red. Esta promesa se puede aplicar con buenos resultados a redes IP, ya que, normalmente, cuando un usuario se mueve a una diferente subred, las direcciones IP han de ser actualizadas manualmente en la estación de trabajo. Este proceso consume gran cantidad de tiempo que podría ser aprovechado para otras tareas, tales como producir nuevos servicios de red. Una VLAN elimina ese hecho, porque los miembros de una red virtual no están atados a una localización física en la red, permitiendo que las estaciones cambiadas de sitio conserven su dirección IP original.

Sin embargo, cualquier implementación de VLAN no reduce este costo. Una VLAN añade una nueva capa de conexión virtual que ha de ser administrada al mismo tiempo que la conexión física. Esto no quiere decir que no se puedan reducir los costes hablados anteriormente. Sólo que no hay que precipitarse a la hora de implementar una VLAN y es mejor estar bien seguro de que la solución no genera más trabajo de administración de red que el que se pueda ahorrar.

Grupos de Trabajo Virtuales.

Uno de los objetivos más ambiciosos de una red virtual es el establecimiento del modelo de grupos de trabajo virtuales. El concepto es que, con una completa implementación de una VLAN a través de todo el entorno de red, miembros del

⁸ <http://www.javvin.com/protocolVLAN.html>

mismo departamento o sección puedan aparentar el compartir la misma red local, sin que la mayoría del tráfico de la red esté en el mismo dominio de *broadcast* de la VLAN. Alguien que se mueva a una nueva localización física pero que permanezca en el mismo departamento se podría mover sin tener que reconfigurar la estación de trabajo.

La lógica del modelo virtual por grupos de trabajo va la siguiente forma: los equipos pueden estar conectados virtualmente a la misma LAN sin necesidad de mover físicamente a las personas para minimizar el tráfico a través de una red troncal colapsada. Además, estos grupos serán dinámicos: un equipo destinado a un proyecto puede ser configurado mientras dure ese proyecto, y ser eliminado cuando se complete, permitiendo a los usuarios retornar a sus mismas localizaciones físicas.

Seguridad.

El único tráfico de información en un segmento de un sólo usuario será de la VLAN de ese usuario, por lo que sería imposible "escuchar" la información si no nos es permitida, incluso poniendo el adaptador de la red en modo adulterado, porque ese tráfico de información no pasa físicamente por ese segmento.

Especificaciones básicas:

Si se asigna:

IP's para las interfaces del router:

FastEthernet 0/0.3	192.168.100.1	255.255.255.0
FastEthernet 0/0.4	192.168.101.1	255.255.255.0
FastEthernet 1/0.5	192.168.102.1	255.255.255.0
FastEthernet 1/0.6	192.168.103.1	255.255.255.0

IP's de las PC

Pc1	192.168.100.3	255.255.255.0
	Gateway	192.168.100.1
Pc2	192.168.100.4	255.255.255.0
	Gateway	192.168.100.1

Pc3	192.168.101.3	255.255.255.0
Gateway	192.168.101.1	
Pc4	192.168.101.4	255.255.255.0
Gateway	192.168.101.1	
Pc5	192.168.102.3	255.255.255.0
Gateway	192.168.102.1	
Pc6	192.168.102.4	255.255.255.0
Gateway	192.168.102.1	
Pc7	192.168.103.3	255.255.255.0
Gateway	192.168.103.1	
Pc8	192.168.103.4	255.255.255.0
Gateway	192.168.103.1	

2.2.2.1 Configuración

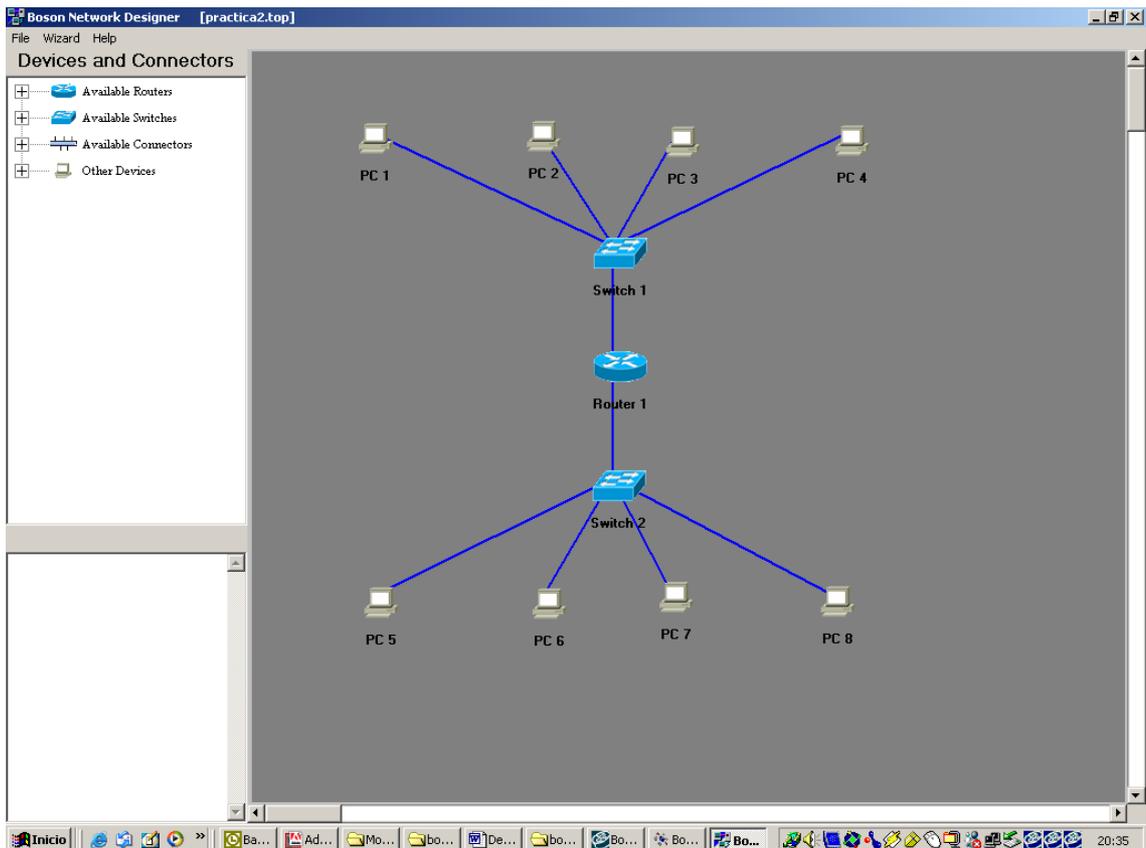


Fig. 11 Diseño Practica 2

PC 1:

```
C> ipconfig /ip 192.168.100.3 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.100.1
```

PC 2:

```
C> ipconfig /ip 192.168.100.4 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.100.1
```

PC 3:

```
C> ipconfig /ip 192.168.101.3 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.101.1
```

PC 4:

```
C> ipconfig /ip 192.168.101.4 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.101.1
```

PC 5:

```
C> ipconfig /ip 192.168.102.3 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.102.1
```

PC 6:

```
C> ipconfig /ip 192.168.102.4 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.102.1
```

PC 7:

```
C> ipconfig /ip 192.168.103.3 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.103.1
```

PC 8:

```
C> ipconfig /ip 192.168.103.4 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 192.168.103.1
```

Switch1:

```
>enable
#configure terminal
(config)#hostname switch1
switch1(config)#vlan 3 name personal
switch1(config)#vlan 4 name cajas
switch1(config)#exit
switch1# configure terminal
switch1(config)#interface ethernet 0/1
switch1(config-if)#vlan-membership static 3
switch1(config-if)#exit
switch1(config)# interface ethernet 0/2
switch1(config-if)#vlan-membership static 3
switch1(config-if)#exit
switch1(config)# interface ethernet 0/3
switch1(config-if)#vlan-membership static 4
switch1(config-if)#exit
switch1(config)# interface ethernet 0/4
switch1(config-if)#vlan-membership static 4
switch1(config-if)#exit
switch1(config)#interface fastethernet 0/26
switch1(config-if)#trunk on
switch1(config-if)#exit
switch1(config)#
```

Switch2:

```
>enable
#configure terminal
(config)#hostname switch2
switch2(config)#vlan 5 name ventas
switch2(config)#vlan 6 name rrhh
switch2(config)#exit
switch2# configure terminal
switch2(config)#interface ethernet 0/1
switch2(config-if)#vlan-membership static 5
switch2(config-if)#exit
switch2(config)# interface ethernet 0/2
switch2(config-if)#vlan-membership static 5
switch2(config-if)#exit
switch2(config)# interface ethernet 0/3
switch2(config-if)#vlan-membership static 6
switch2(config-if)#exit
switch2(config)# interface ethernet 0/4
switch2(config-if)#vlan-membership static 6
switch2(config-if)#exit
switch2(config)#
switch2(config)#interface fastethernet 0/26
```

```
switch2(config-if)#trunk on
switch2(config-if)#exit
switch2(config)#
```

Router1:

```
Router>
Router> enable
Router#
Router# configure terminal
Router(config)#
Router(config)# hostname router1
router1(config)#
router1(config)# enable ?
router1(config)# enable password practical1
router1(config)# enable secret practical1
router1(config)# interface fastethernet 0/0.3
router1(config-subif)# ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
router1(config-subif)# encapsulation dot1q 3
router1(config-subif)# no shut
router1(config-subif)# exit
router1(config)# interface fastethernet 0/0.4
router1(config-subif)# ip address 192.168.101.1 255.255.255.0
router1(config-subif)# encapsulation dot1q 4
router1(config-subif)# no shut
router1(config-subif)# exit
router1(config)# interface fastethernet 1/0.5
router1(config-subif)# ip address 192.168.102.1 255.255.255.0
router1(config-subif)# encapsulation dot1q 5
router1(config-subif)# no shut
router1(config-subif)# exit
router1(config)# interface fastethernet 1/0.6
router1(config-subif)# ip address 192.168.103.1 255.255.255.0
router1(config-subif)# encapsulation dot1q 6
router1(config-subif)# no shut
```

2.2.2.2 Demostración de funcionamiento

- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC2.
- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC3.
- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC5.
- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC7.

2.2.3 Prácticas de conexiones de 3 redes

Práctica 3:

Objetivo: Poner en práctica la configuración PPP

Equipo a utilizar:

- Tres routers cisco modelo 2501 series 2500
- Tres switches modelo 1912 series 1900
- Tres PC's

Marco Teórico:

Point-to-point Protocol (PPP), es decir, *Protocolo punto a punto*, es un protocolo de nivel de enlace estandarizado en el documento RFC (Request For Comments. Conjunto de notas técnicas y organizativas donde se describen los estándares o recomendaciones de Internet). Por tanto, se trata de un protocolo asociado a la pila TCP/IP de uso en Internet. Más conocido por su acrónimo: **PPP**.

Descripción

El protocolo PPP permite establecer una comunicación a nivel de enlace entre dos computadoras. Generalmente, se utiliza para establecer la conexión a Internet de un particular con su proveedor de acceso a través de un modem telefónico. Ocasionalmente también es utilizado sobre conexiones de banda ancha (como PPPoE o PPPoA). Además del simple transporte de datos, PPP facilita dos funciones importantes:

- Autenticación. Generalmente mediante una clave de acceso.
- Asignación dinámica de IP. Los proveedores de acceso cuentan con un número limitado de direcciones IP y cuentan con más clientes que direcciones. Naturalmente, no todos los clientes se conectan al mismo tiempo. Así, es posible asignar una dirección IP a cada cliente en el momento en que se conectan al proveedor. La dirección IP se conserva hasta que termina la conexión por PPP. Posteriormente, puede ser asignada a otro cliente.

PPP también tiene otros usos, por ejemplo, se utiliza para establecer la comunicación entre un modem ADSL y la pasarela ATM del operador de telecomunicaciones. También se ha venido utilizando para conectar a trabajadores desplazados (e.g., ordenador portátil) con sus oficinas a través de un centro de acceso remoto de su empresa. Aunque esta aplicación se está abandonando en favor de las redes privadas virtuales, más seguras⁹.

Cómo funciona

PPP consta de las siguientes fases:

- 1.- Establecimiento de conexión. Donde una computadora contacta con la otra y negocian los parámetros de conexión que son independientes de la red de transmisión. Por ejemplo, el método de autenticación a utilizar.
- 2.- Autenticación. No es obligatorio. Hasta el momento se han definido dos protocolos de autenticación: usuario-clave y desafío-respuesta.
- 3.- Configuración de red. En esta fase se negocian parámetros dependientes del protocolo de red que se esté usando. Por ejemplo, en esta fase se asigna la dirección IP del cliente cuando se usa el protocolo de red IP.
- 4.- Transmisión. Obsérvese que PPP no proporciona cifrado de datos.
- 5.- Terminación. La conexión puede ser finalizada en cualquier momento y por cualquier motivo.

PPP tiene todas las propiedades de un protocolo de nivel de enlace:

- Garantía de recepción.
- Recepción ordenada.
- Para ello utiliza la técnica de ventana deslizante

⁹ <http://www.monografias.com/trabajos/ppp/ppp.shtml>

PPP versus SLIP

El protocolo SLIP cumple la misma función que PPP, pero se trata de un protocolo mucho más anticuado. Las ventajas de PPP sobre SLIP son:

- Permite la conexión tanto mediante líneas síncronas como asíncronas.
- Permite la asignación dinámica de direcciones IP en ambos extremos de la conexión.
- Permite el transporte de varios protocolos de red sobre él (SLIP solamente permite IP).
- Implementa un mecanismo de control de red NCP.

El protocolo PPP se puede usar también para crear Redes Privadas Virtuales (RPV) tanto cifradas como no cifradas, pero si se desea cifrado, se debe implementar por debajo de PPP.

Especificaciones básicas:

Si se asigna:

IP's para las interfaces del router:

R1	Serial 0	160.10.1.1	255.255.255.0
	Serial 1	175.10.1.1	255.255.255.0
	Ethernet 1	180.10.1.1	255.255.255.0
R2	Ethernet 0	197.10.1.1	255.255.255.0
	Serial 0	180.10.1.2	255.255.255.0
R3	Serial 0	170.10.1.2	255.255.255.0
	Ethernet 0	195.10.1.1	255.255.255.0

IP's de las PC

Pc1	180.10.1.2	255.255.255.0
	Gateway	180.10.1.1
Pc2	197.10.1.2	255.255.255.0
	Gateway	197.10.1.1
Pc3	195.10.1.2	255.255.255.0
	Gateway	195.10.1.1

2.2.3.1 Configuración

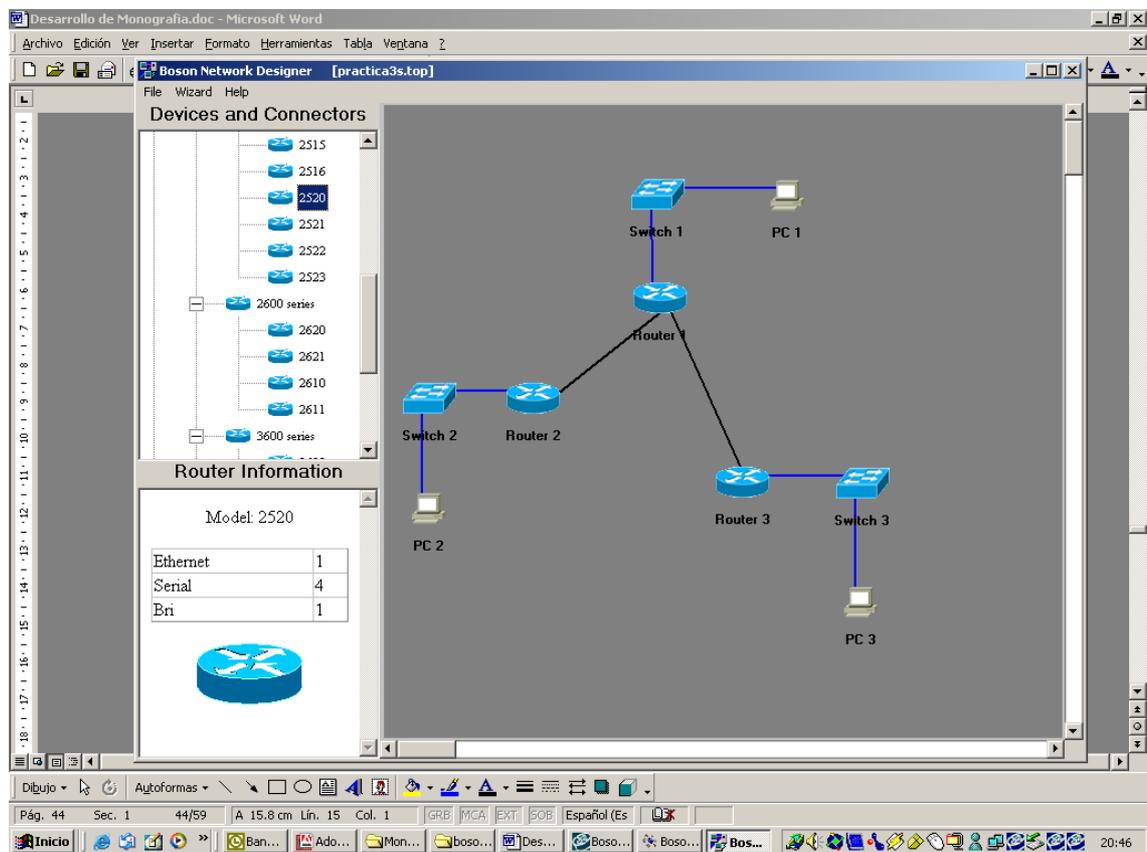


Fig. 12 Diseño Practica 3

Router1:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router1
router1(config)#interface fast ethernet 0
router1(config-if)#ip address 180.10.1.1 255.255.255.0
router1(config-if)#no shutdown
router1(config-if)#exit
router1(config)#exit
router1(config)# interface serial 0
router1(config-if)# ip address 160.10.1.1 255.255.255.0
router1(config-if)# encapsulation ppp
router1(config-if)# no shut
router1(config-subif)# exit
router1(config)# interface serial 1
router1(config-if)# ip address 175.10.1.1 255.255.255.0
router1(config-if)# encapsulation ppp
```

```
router1(config-if)# no shut
router1(config-subif)# exit
router1(config)#
router1(config)#
```

Router2:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router2
router2(config)#interface fast ethernet 0
router2(config-if)#ip address 197.10.1.1 255.255.255.0
router2(config-if)#no shutdown
router2(config-if)#exit
router2(config)# interface serial 0
router2(config-if)#clock rate 64000
router2(config-if)#ip address 160.10.1.2 255.255.255.0
router2(config-if)#no shutdown
router2(config-if)# encapsulation ppp
router2(config-if)#exit
router2(config)#
```

Router3:

```
Router>
Router> enable
Router#
Router# configure terminal
Router(config)#
Router(config)# hostname router3
Router3(config)#
Router3(config)# interface serial 0
Router3(config-if)# ip address 175.10.1.2 255.255.255.0
Router3(config-if)#no shutdown
Router3(config-if)# encapsulation ppp
Router3(config-if)#clock rate 64000
Router3(config-if)# exit
Router3(config)#exit
Router3(config)#interface fast ethernet 0
router3(config-if)#ip address 195.10.1.1 255.255.255.0
router3(config-if)#no shutdown
router3(config-if)#exit
Router3(config)#
```

PC 1:

```
C> ipconfig /ip 180.10.1.2 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 180.10.1.1
```

PC 2:

```
C> ipconfig /ip 197.10.1.2 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 197.10.1.1
```

PC 3:

```
C> ipconfig /ip 195.10.1.2 255.255.255.0  
C> ipconfig /dg 195.10.1.1
```

2.2.3.2 Demostración de funcionamiento

- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC2.

2.2.4 Prácticas de enlace de un red privada

Práctica 4:

Objetivo: Conectar tres LAN con ethernet y emplear el protocolo RIP versión 2

Equipo a utilizar:

- Cuatro routers cisco modelo 3620 series 3600
- Cuatro PC's

Marco Teórico:

La dirección IP

Para ser capaz de identificar una máquina en Internet, a cada interfaz de red de la máquina o host se le asigna una dirección, la *dirección IP*, o *dirección de Internet*.

Las direcciones IP son números de 32 bits representados habitualmente *en formato decimal* (la representación decimal de cuatro valores binarios de 8 bits concatenados por puntos). Por ejemplo *128.2.7.9* es una dirección IP, donde 128.2 es el número de red y 7.9 el de la interfaz de red.

Las direcciones IP son usadas por el protocolo IP para definir únicamente un host en la red. Los datagramas IP (los paquetes de datos elementales intercambiados entre máquinas) se transmiten a través de alguna red física conectada a la interfaz de la máquina y cada uno de ellos contiene la *dirección IP de origen* y la *dirección IP de destino*. Para enviar un datagrama a una dirección IP de destino determinada la dirección de destino de ser traducida o mapeada a una dirección física. Esto puede requerir transmisiones en la red para encontrar la dirección física de destino (por ejemplo, en LANs el ARP (Address Resolution Protocol, analizado en Address Resolution Protocol (ARP), se usa para traducir las direcciones IP a direcciones físicas MAC).

Los primeros bits de las direcciones IP especifican como el resto de las direcciones deberían separarse en sus partes de red y de interfaz.

Tipos de direcciones

- Las direcciones de clase A usan 7 bits para el número de red permitiendo 126 posibles redes (veremos posteriormente que de cada par de direcciones de red y de host, dos tienen un significado especial). Los restantes 24 bits se emplean para el número de host, de modo que cada red tener hasta 16,777,214 host's.
- Las direcciones de clase B usan 14 bits para el número de red, y 16 bits para el de host, lo que supone 16382 redes de hasta 65534 host's cada una.
- Las direcciones de clase C usan 21 bits para el número de red y 8 para el de host, lo que supone 2,097,150 redes de hasta 254 host's cada una.
- Las direcciones de clase D se reservan para multicasting o multidifusión, usada para direccionar grupos de host's en un área limitada.
- Las direcciones de clase E se reservan para usos en el futuro¹⁰

Subredes

Debido al crecimiento explosivo de Internet, el uso de direcciones IP asignadas se volvió demasiado rígido para permitir cambiar con facilidad la configuración de redes locales. Estos cambios podían ser necesarios cuando:

- Se instala una nueva red física.
- El crecimiento del número de host's requiere dividir la red local en dos o más redes.

Para evitar tener que solicitar direcciones IP adicionales en estos casos, se introdujo el concepto de *subred*.

El número de host de la dirección IP se subdivide de nuevo en un número de red y uno de host. Esta segunda red se denomina *subred*. La red principal consiste ahora en un conjunto de subredes y la dirección IP se interpreta como

<número de red<número de subred<número de host

¹⁰ <http://www.psicofxp.com/forums/manuales-y-tutoriales.225>

La combinación del número de subred y del host suele denominarse "dirección local" o parte local". La creación de subredes se implementa de forma que es transparente a redes remotas. Un host dentro de una red con subredes es consciente de la existencia de estas, pero un host de una red distinta no lo es; sigue considerando la parte local de la dirección IP como un número de host.

La división de la parte local de la dirección IP en números de subred y de host queda a libre elección del administrador local; cualquier serie de bits de la parte local se puede tomar para la subred requerida. La división se efectúa empleando una *máscara de subred* que es un número de 32 bits. Los bits a cero en esta máscara indican posiciones de bits correspondientes al número de host, y los que están a uno, posiciones de bits correspondientes al número de subred. Las posiciones de la máscara pertenecientes al número de red se ponen a uno pero no se usan. Al igual que las direcciones IP, las máscaras de red suelen expresarse en formato decimal.

El tratamiento especial de "todos los bits a cero" y "todos los bits a uno" se aplica a cada una de las tres partes de dirección IP con subredes del mismo modo que a una dirección IP que no las tiene. Por ejemplo, una red de clase B con subredes, que tiene un parte local de 16 bits, podría hacer uso de uno de los siguientes esquemas:

- El primer byte es el número de subred, el segundo el de host. Esto proporciona 254(256 menos dos, al estar los valores 0 y 255 reservados) posibles subredes, de 254 host's cada una. La máscara de subred es 255.255.255.0.
- Los primeros 12 bits se usan para el número de subred, y los 4 últimos para el de host. Esto proporciona 4094 posibles subredes (4096 menos 2), pero sólo 14 host por subred. La máscara de subred es 255.25.255.240. Hay muchas otras posibilidades.

Mientras el administrador es totalmente libre de asignar la parte de subred a la dirección local de cualquier forma legal, el objetivo es asignar un *número* de bits al número de subred y el resto a la dirección local. Por tanto, es corriente usar un bloque de bits contiguos al comienzo de la parte local para el número de subred ya que así las direcciones son más legibles (esto es particularmente cierto cuando la

subred ocupa 8 o 16 bits). Con este enfoque, cualquiera de las máscaras anteriores es buena, pero no máscaras como 255.255.252.252 o 255.255.255.15.

Tipos de "subnetting"

Hay dos tipos de "subnetting": estático y de longitud variable. El de longitud variable es el más flexible de los dos. El tipo de "subnetting" disponible depende del protocolo de encaminamiento en uso; el IP nativo sólo soporta "subnetting" estático, al igual que el ampliamente utilizado RIP. Sin embargo, la versión 2 del protocolo RIP soporta además "subnetting" de longitud variable.

"Subnetting" estático

El "subnetting" estático consiste en que todas las subredes de la red dividida empleen la misma máscara de red. Esto es simple de implementar y de fácil mantenimiento, pero implica el desperdicio de direcciones para redes pequeñas. Por ejemplo, una red de cuatro host's que use una máscara de subred de 255.255.255.0 desperdicia 250 direcciones IP. Además, hace más difícil reorganizar la red con una máscara nueva. Hoy en día, casi todos los host's y "routers" soportan "subnetting" estático.

"Subnetting" de longitud variable

Cuando se utiliza "subnetting" de longitud variable, las subredes que constituyen la red pueden hacer uso de diferentes máscaras de subred. Una subred pequeña con sólo unos pocos host's necesita una máscara que permita acomodar sólo a esos host's. Una subred con muchos puede requerir una máscara distinta para direccionar esa elevada cantidad de host's. La posibilidad de asignar máscaras de subred de acuerdo a las necesidades individuales de cada subred ayuda a conservar las direcciones de red. Además, una subred se puede dividir en dos añadiendo un bit a la máscara. El resto de las subredes no se verán afectadas por el cambio. No todos los host's y "routers" soportan "subnetting" de longitud variable.

Sólo se dispondrán redes del tamaño requerido y los problemas de encaminamiento se resolverán aislando las redes que soporten "subnetting" de longitud variable. Un host que no soporte este tipo de "subnetting" debería disponer de una ruta de encaminamiento a un "router" que sí lo haga.

Mezclando "subnetting" estático y de longitud variable

A primera vista, parece que la presencia de un host que sólo puede manejar "subnetting" estático impediría utilizar "subnetting" de longitud variable en cualquier punto de la red. Afortunadamente no es este el caso. Siempre que los "routers" entre las subredes que tengan distintas máscaras usen "subnetting" de longitud variable, los protocolos de encaminamiento son capaces de ocultar la diferencia entre máscaras de subred a cada host de una subred. Los host's pueden seguir usando encaminamiento IP básico y desentenderse de las complejidades del "subnetting", que quedan a cargo de "routers" dedicados a tal efecto.

Redes privadas

Otro enfoque de la conservación del espacio de direcciones IP se describe en el *RFC 1597* - Distribución de direcciones para redes privadas. En pocas palabras, relaja la regla de que las direcciones IP han de ser unívocas globalmente al reservar parte del espacio de direcciones para redes que se usan exclusivamente dentro de una sola organización y que no requieren conectividad IP con Internet. Hay tres rangos de direcciones que IANA ha reservado con este propósito:

- 10 Una sola red de clase A
- 16 redes clase B contiguas del 172.16 al 172.31
- 256 redes clase C contiguas del 192.168.0 al 192.168.255

Cualquier organización puede usar cualquier dirección en estos rangos si no hace referencia a ninguna otra organización. Sin embargo, debido a que estas direcciones no son unívocas a nivel global, no pueden ser direccionadas por host's de otras organizaciones y no están definidas para los routers externos. Se supone que los routers de una red que no usa direcciones privadas, particularmente aquellos

operados por proveedores de servicios de Internet, han de desechar toda información de encaminamiento relativa a estas direcciones.

Los router de una organización que utiliza direcciones privadas deberían limitar todas las referencias a direcciones privadas a los enlaces internos; no deberían hacer públicas las rutas a direcciones privadas ni enviar datagramas IP con estas direcciones a los "routers" externos. Los host's que sólo tienen una dirección IP privada carecen de conexión IP con Internet. Esto puede ser deseable y a lo mejor puede ser una razón para emplear direccionamiento privado. Toda la conectividad con host externos de Internet la deben proporcionar pasarelas de aplicación.

Especificaciones básicas:

Si se asigna:

IP's para las interfaces del router:

R1	Ethernet 0/0	192.168.2.1	255.255.255.0
	Ethernet 0/1	192.168.1.1	255.255.255.0
	Ethernet 0/2	10.2.1.1	255.255.255.0
R2	Ethernet 0/0	192.168.2.2	255.255.255.0
	Ethernet 0/1	192.168.3.1	255.255.255.0
	Ethernet 0/2	10.2.2.1	255.255.255.0
R3	Ethernet 0/0	192.168.3.2	255.255.255.0
	Ethernet 0/2	10.2.3.1	255.255.255.0
R4	Ethernet 0/0	192.168.1.1	255.255.255.0
	Ethernet 0/1	10.2.4.1	255.255.255.0

IP's de las PC

Pc1	10.2.1.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.1.1
Pc2	10.2.2.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.2.1
Pc3	10.2.3.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.3.1
Pc4	10.2.4.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.4.1

2.2.4.1 Configuración

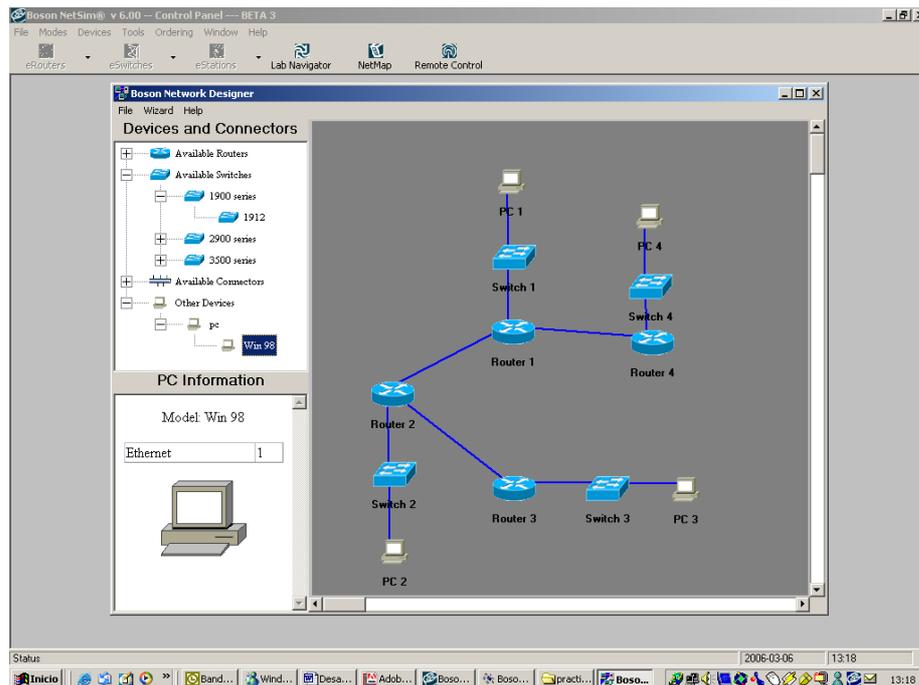


Fig. 13 Diseño Practica 4

Router1:

```

> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router1
router1(config)#interface ethernet 0/0
router1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
router1(config-if)#no shutdown
router1(config-if)#exit
router1(config)# interface ethernet 0/1
router1(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
router1(config-if)#no shutdown
router1(config-if)#exit
router1(config)# interface ethernet 0/2
router1(config-if)#ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
router1(config-if)#no shutdown
router1(config-if)#exit
router1(config)# router rip
router1(config)# version2
router1(config-router)# network 192.168.1.0
router1(config-router)# network 10.2.1.0
router1(config-router)# network 192.168.2.0
router1(config-if)#exit
router1(config)#exit
router1#exit

```

Router2:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router2
router2(config)#interface ethernet 0/0
router2(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
router2(config-if)#no shutdown
router2(config-if)#exit
router2(config)# interface ethernet 0/1
router2(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
router2(config-if)#no shutdown
router2(config-if)#exit
router2(config)# interface ethernet 0/2
router2(config-if)#ip address 10.2.2.1 255.255.255.0
router2(config-if)#no shutdown
router2(config-if)#exit
router2(config)# router rip
router2(config)# version2
router2(config-router)# network 192.168.2.0
router2(config-router)# network 10.2.2.0
router2(config-router)# network 192.168.3.0
router2(config-if)#exit
router2(config)#exit
router2#exit
```

Router3:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router3
router3(config)#interface ethernet 0/0
router3(config-if)#ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
router3(config-if)#no shutdown
router3(config-if)#exit
router3(config-if)#exit
router3(config)# interface ethernet 0/1
router3(config-if)#ip address 10.2.3.1 255.255.255.0
router3(config-if)#no shutdown
router3(config-if)#exit
router3(config)# router rip
router3(config)# version2
router3(config-router)# network 192.168.3.0
router3(config-router)# network 10.2.3.0
router3(config-if)#exit
router3(config)#exit
router3#exit
```

Router4:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname router4
router4(config)# interface ethernet 0/0
router4(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
router4(config-if)#no shutdown
router4(config-if)#exit
router4(config)# interface ethernet 0/1
router4(config-if)#ip address 10.2.4.1 255.255.255.0
router4(config-if)#no shutdown
router4(config-if)#exit
router4(config)# router rip
router4(config)# version2
router4(config-router)# network 192.168.1.0
router4(config-router)# network 10.2.4.0
router4(config-if)#exit
router4(config)#exit
router4#exit
```

PC 1:

```
C> ipconfig /ip 10.2.1.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 10.2.1.1
```

PC 2:

```
C> ipconfig /ip 10.2.2.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 10.2.2.1
```

PC 3:

```
C> ipconfig /ip 10.2.3.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 10.2.3.1
```

PC 4:

```
C> ipconfig /ip 10.2.4.2 255.255.255.0
C> ipconfig /dg 10.2.4.1
```

2.2.4.2 Demostración de funcionamiento

- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC2.
- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC3
- Ejecutar un ping entre el PC1 al PC4.

2.3 Conclusiones

Al termino de este capítulo podemos concluir afirmando que el software de Boson NetSim for CCNP 6.0 es una herramienta bastante completa y de fácil manejo que enseña de una manera práctica a configurar los equipos involucrados en una red.

La práctica que se realiza en cada configuración, asegura el aprendizaje satisfactorio que tendrá el profesional o estudiante que utilice este software para sus prácticas de redes.

El Boson LabNavigator es una guía fundamental para el desempeño del aprendizaje, se debe entonces pues obtener el mayor provecho de este módulo como modelo pautas o cimientos para poner en ejecución topologías propias.

CAPITULO 3

APLICACIÓN AL ENLACE DE TRES AGENCIAS: BANCO DEL PICHINCHA

3.1 INTRODUCCIÓN

A manera de una práctica general y real presentamos la configuración del enlace de tres agencias del Banco del Pichincha

Matriz. Ubicada en la Av. Solano

Agencia 1: Centro. Ubicada en **direccion de la agencia**

Agencia 2: Ordóñez. Ubicada en la Av. Ordóñez Lazo

Agencia 3: Remigio. Ubicada en la Av. Remigio Crespo

Enlaces de 3 Agencias: Banco del Pichincha

Práctica 5:

Objetivo: Demostrar la eficiencia del Software Boson Net Sim mediante una práctica real poniendo en practica el protocolo frame relay

Equipo a utilizar:

- Tres routers cisco modelo 1720 series 1700
- Un routers cisco modelo 3620 series 3600
- Cuatro switches modelo 1912 series 1900
- Cuatro PC's

Marco Teórico:**Protocolo Frame Relay**

Frame Relay es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones.

La convergencia de la informática y las telecomunicaciones está siendo una realidad desde hace tiempo. Las nuevas aplicaciones hacen uso exhaustivo de gráficos y necesitan comunicaciones de alta velocidad con otros ordenadores conectados a su misma red LAN, e incluso a redes LAN geográficamente dispersas.

Frame Relay surgió para satisfacer estos requisitos.

Ahora, el mercado demanda un mayor ahorro en los costes de comunicaciones mediante la integración de tráfico de voz y datos.

Frame Relay ha evolucionado, proporcionando la integración en una única línea de los distintos tipos de tráfico de datos y voz y su transporte por una única red que responde a las siguientes necesidades:

- Alta velocidad y bajo retardo
- Soporte eficiente para tráficos a ráfagas
- Flexibilidad
- Eficiencia
- Buena relación coste-prestaciones
- Transporte integrado de distintos protocolos de voz y datos
- Conectividad "todos con todos"
- Simplicidad en la gestión
- Interfaces estándares

Servicio Frame-Relay

- Orientación a conexión (CO).

- Es no fiable, con garantías de caudal mínimo, por lo que se acepta que proveedor pierda datos (PDU's). Con fiable nos referimos a que tramas errores pueden ser detectadas y descartadas en los nodos de la red (comprobando el CRC) sin avisar a los sistemas finales. Esta no fiabilidad es, por supuesto, fruto de las simplificaciones en el protocolo comentadas anteriormente.

Las pérdidas de datos en Frame-Relay no son preocupantes si disponemos de un protocolo de Nivel Superior que resuelva el problema para las aplicaciones que no toleren pérdidas de datos. A pesar de esto, la no fiabilidad es muy baja, ya que los medios de transmisión tienen una probabilidad de error (P_e) bajísima.

QoS: El cliente tiene garantizadas (por contrato) las prestaciones que obtendrá de la red.

Frame-Relay ofrece dos tipos de conexiones:

- **Circuitos Virtuales Permanentes (PVC):** están definidos en todos los estándares.
- **Circuitos Virtuales Conmutados (CVC):** Éstos solo han sido definidos en el estándar propuesto por la ITU-T y no por el estándar de facto.

El servicio que suelen ofrecer los operadores de redes FR sólo incluye PVC's, y es utilizado típicamente para dar servicios de comunicaciones dentro de una corporación¹¹.

Protocolos RIP/RIP2

RIP (Routing Information Protocol) es el protocolo mediante el cual los Routers intercambian sus tablas de rutado (camino por los que mandan la información). El RIP2 es la nueva versión del protocolo que tiene algunas características nuevas como autenticación¹².

¹¹ <http://www.psicofxp.com/forums/manuales-y-tutoriales.225>

¹² <http://www.monografias.com/trabajos12/redes/redes.shtm>

Especificaciones básicas:

Si se asigna:

IP's para las interfaces del router:

R1 Matriz	Subinterfas Serial 1/0.100	172.16.1.1	255.255.255.0
	DLCI	18	
	Subinterfas Serial 1/0.200	172.16.2.1	255.255.255.0
	DLCI	17	
R2 Remigio	Subinterfas Serial 1/0.300	172.16.3.1	255.255.255.0
	DLCI	16	
	Ethernet 0/0	10.2.201.1	255.255.255.0
	Serial 0	172.16.1.2	255.255.255.0
R3 Ordoñez	Fastethernet	10.2.4.1	255.255.255.0
	DLCI	16	
	Serial 0	172.16.2.2	255.255.255.0
R4 Centro	Fastethernet	10.2.3.1	255.255.255.0
	DLCI	16	
	Serial 0	172.16.3.2	255.255.255.0
	Fastethernet	10.2.6.1	255.255.255.0
	DLCI	16	

IP's de las PC

Pc1 Matriz	10.2.201.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.201.1
Pc2 Remigio	10.2.4.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.4.1
Pc3 Ordoñez	10.2.3.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.3.1
Pc3 Centro	10.2.6.2	255.255.255.0
	Gateway	10.2.6.1

3.2 CONFIGURACIÓN

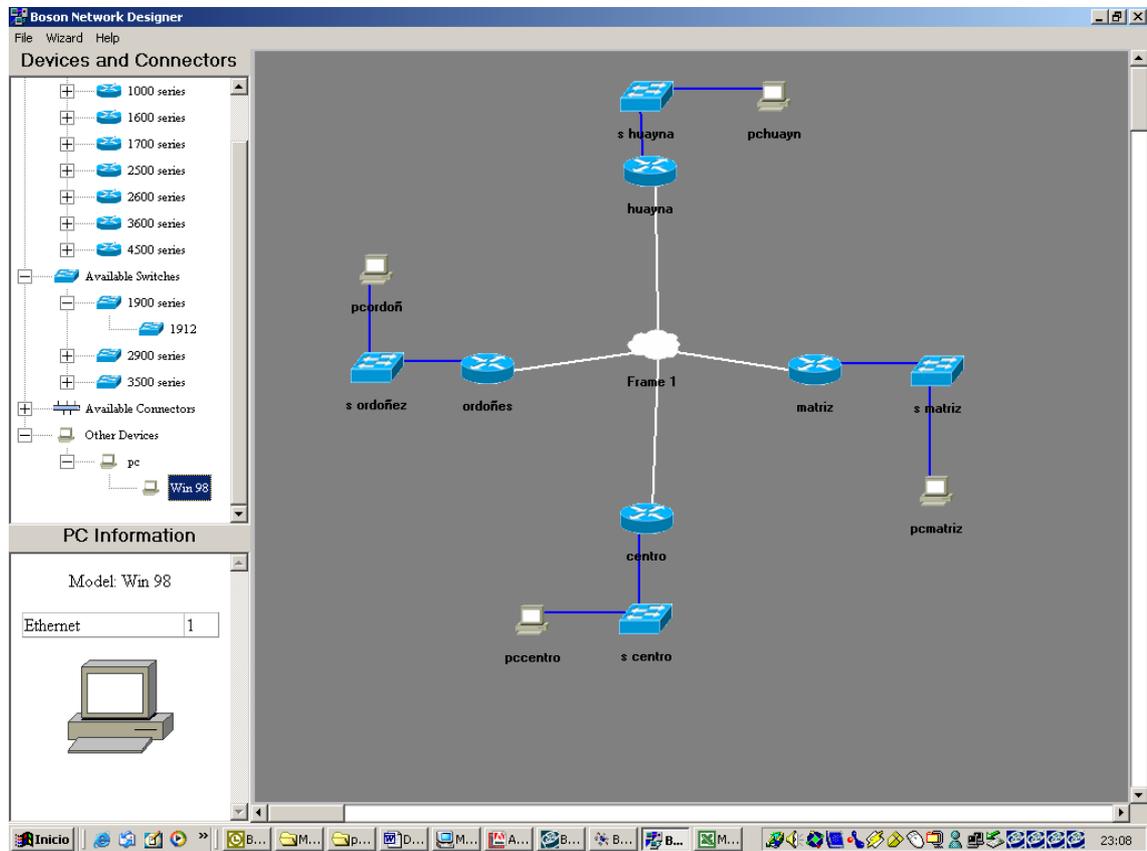


Fig. 14 Diseño Practica 5

Router1:

```

> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname matriz
matriz (config)#interface serial 1/0
matriz (config-if)#encapsulation frame-relay
matriz (config-if)#no shutdown
matriz (config-if)#exit
matriz (config)# interface serial 1/0.100 point-to-point
matriz (config-subif)#fram-relay interface-dlci 18
matriz (config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
matriz (config-if)#exit
matriz (config)#
matriz (config)# interface serial 1/0.200 point-to-point
matriz (config-subif)#fram-relay interface-dlci 17
matriz (config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0

```

```
matriz (config-if)#exit
matriz (config)#
matriz (config)# interface serial 1/0.300 point-to-point
matriz (config-subif)#fram-relay interface-dlci 16
matriz (config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
matriz (config-if)#exit
matriz (config)#
```

Router2:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname remigio
remigio (config)#interface serial 0
remigio (config-if)#encapsulation frame-relay
remigio (config-if)#fram-relay interface-dlci 18
remigio (config-if)#ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
remigio (config-if)#no shutdown
remigio (config-if)#exit
remigio (config)#ip route 10.2.3.0 255.255.255.0 172.16.1.1
remigio (config)#ip route 10.2.6.0 255.255.255.0 172.16.1.1
remigio (config)#exit
remigio #
```

Router3:

```
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname ordoñes
ordoñes (config)#interface serial 0
ordoñes (config-if)#encapsulation frame-relay
ordoñes (config-if)#fram-relay interface-dlci 17
ordoñes (config-if)#ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
ordoñes (config-if)#no shutdown
ordoñes (config-if)#exit
ordoñes (config)#ip route 10.2.4.0 255.255.255.0 172.16.2.1
ordoñes (config)#ip route 10.2.6.0 255.255.255.0 172.16.2.1
ordoñes (config)#exit
ordoñes #
```

Router4:

```
> enable
# configure terminal
(config)#
(config)# hostname centro
centro (config)#interface serial 0
centro (config-if)#encapsulation frame-relay
centro (config-if)#fram-relay interface-dlci 16
centro (config-if)#ip address 172.16.3.2 255.255.255.0
centro (config-if)#no shutdown
```

```
centro (config-if)#exit
centro (config)#ip route 10.2.3.0 255.255.255.0 172.16.3.1
centro (config)#ip route 10.2.4.0 255.255.255.0 172.16.3.1
centro (config)#exit
centro #
```

3.3 DEMOSTRACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

- Ejecutar un ping entre los PC's de cada agencia.

3.4 CONCLUSIONES

Al configurar los equipos mediante la topología que mantiene el Banco del Pichincha en sus agencias en el Boson Net Sim y poder ejecutar el Ping entre las PC's de cada una, podemos demostrar la eficiencia del software para la emulación de equipos en situaciones reales, es decir configurando propiamente una red existente y operativa actualmente.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez utilizado el software Boson NetSim for CCNP 6.0 y de haber implementado las prácticas desarrolladas, ponemos a consideración las conclusiones

Es indiscutible el hecho de que el aprendizaje de la materia de Redes y Comunicaciones en Instituciones Educativas, debe complementarse la teoría con la práctica, buscando el desarrollo de capacidades y competencias en los estudiantes, para su correcto ejercicio profesional en el levantamiento, diseño y ejecución de una red o corrección de fallas en redes existentes. La exigencia tecnológica de la época pone a disposición el software de prueba que permite cumplir con el objetivo de esta monografía.

Boson NetSim nos ha permitido poner en práctica varios de los conocimientos recibidos durante la carrera, principalmente lo relacionado con diseño de redes, protocolos de red, equipo de red y su configuración.

Las simulación de configuraciones de redes, como si estuviéramos en las propias consolas de los equipos, permite trabajar de manera objetiva, demostrándose que esta es una herramienta experta, provechosa y segura que cubre esa necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos.

La versión Boson NetSim for CCNP 6.0 es una herramienta bastante completa y sobretodo de fácil manejo.

El Boson LabNavigator es una guía fundamental para el desempeño del aprendizaje, se debe entonces pues, obtener el mayor provecho de este módulo como pautas o cimientos para poner en ejecución topologías propias de red.

Implementar la topología que mantiene el Banco del Pichincha en sus agencias Matriz, Centro, Remigio Crespo y Ordóñez Lazo en el Boson Net Sim y poder ejecutar el Ping entre las PC's de cada una confirma la eficiencia del software para la

emulación de equipos en situaciones reales ya que actualmente la configuración presentada es la que mantiene propiamente el Banco.

Por lo tanto, Boson NetSim en sus versiones para CCNA y CCNP son totalmente recomendables para emplear en la Universidad y se recomienda su utilización ya que ofrece múltiples ventajas para solucionar problemas y ejecutar redes complejas.

GLOSARIO

BCMSN: Building Cisco Multiplayer Switched Networks. Curso orientado a Administradores y Gestores De Red

BCRAN: Building Cisco Remote Access Networks. Curso orientado a Administradores y Gestores De Red

BSCI: Building Scalable Cisco Internetworks. Curso orientado a Administradores y Gestores De Red

CCNA: Cisco Certified Network Associate

CCNP: Cisco Certified Network Professional

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (en español, "Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones

EIGRP: Extended Internal Gateway Routing Protocol). Un protocolo implementado en los routers Cisco system que mejora el protocolo IGRP de gateway fronterizo interno.

FDDI: (Fiber Distributed Data Interface). Interfaz de distribución de datos de fibra óptica. Red estándar de paso de señales de la ANSI que emplea un cableado de fibra óptica y transmite a 100 Mbits por segundo hasta dos kilómetros. FDDI se usa para MAN y LAN e incluye su propio estándar de administración de redes, llamado STM (Station Management - Administración de estaciones.

IGRP: (Interior Gateway Routing Protocol) Protocolo de enrutamiento de gateway interior. Protocolo desarrollado por Cisco para tratar los problemas asociados con el enrutamiento en redes heterogéneas de gran envergadura.

IP: Dirección IP. Matrícula que identifica a un ordenador de la red. A los ordenadores personales se les asigna una IP adress para que naveguen por la red, que cambia en cada sesión de acceso a Internet. (Ver. Dirección IP)

IPX: (Internet Packet Exchange). Protocolo de intercambio de Paquetes entre Redes.. Protocolo de comunicaciones NetWare que se utiliza para encaminar mensajes de un nodo a otro. Los paquetes IPX incluyen direcciones de redes y pueden enviarse de una red a otra. Ocasionalmente, un paquete IPX puede perderse cuando cruza redes, de esta manera el IPX no garantiza la entrega de un mensaje completo.

ISP: (Internet Service Provider). Proveedor de Servicios Internet.

NIC: Organismo que se encarga en cada país de matricular (o sea, de asignar las direcciones IP y los nombres de dominio) a los ordenadores que están conectados a la red. Abreviatura de Network Interface Card (adaptador de red)

OSPF: Open Shortest Path First. Es un protocolo de encaminamiento, o enrutamiento, que abre primero el camino más corto a la hora de enviar paquetes.

PPP: (Point to Point Protocol). Protocolo de bajo nivel que permite transferir paquetes de información a través de una línea asíncrona o síncrona. Capaz de optimizar el uso de la línea mediante conexión y desconexión dinámica, es la conexión más rápida para Internet y la utilizada por casi todos los proveedores.. Protocolo para comunicaciones entre ordenadores mediante una interfaz de serie. Utiliza el protocolo Internet

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados. Tipo de red que agrupa distintos servicios anteriormente distribuidos a través de soportes distintos, siempre que se utilice tecnología digital. Esto implica el uso de protocolos idénticos y redes físicas de banda ancha. Ideal para la transmisión de datos digitales ya que no se ve afectada por los ruidos e interferencias. Alcanza prestaciones de 64.000 bps hasta 128.000 bps (si se usan los dos canales).

RIP: Routing Information Protocol (Protocolo de información de encaminamiento). Es un protocolo de pasarela interior o IGP (Internet Gateway Protocol) utilizado por los routers (enrutadores), aunque también pueden actuar en equipos, para intercambiar información acerca de redes IP.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

BIBLIOGRAFIA

- <http://www.gobernabilidad.cl/modules.php?name=News&file=article&sid=1020>
- Help.pdf Boson NetSim for CCNP 6.0
- User's Guide.pdf. Manual Boson NetSim
- <http://www.boson.com>
- <http://www.ufps.edu.co/cisco/soft.htm>
- <http://www.psicofxp.com/forums/manuales-y-tutoriales.225>
- http://informamos.net/030615/dell_switchescapa3.htm
- <http://www.javvin.com/protocolVLAN.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos/ppp/ppp.shtml>
- <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html#1>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/redes/redes.shtml>
- <http://www.gratisweb.com/gulle79/network/ios/rip-commands.htm>
- <http://programass.iespana.es/programass/glosario.htm>