

**DISEÑO RED DE AREA LOCAL (LAN)  
INSTITUCION EDUCATIVA "LA MERCED"**

**DIEGO ORLANDO RODRIGUEZ BUENO  
CODIGO: 46021010**

**JHONATHAN DIMITRI VALLE MORISE  
CODIGO: 46021027**

**NICOLAS BOTERO DEL CHIARO  
CODIGO: 46021098**

**JULIO JOSE SILVA PASCUAS  
CODIGO: 46012042**

**DIPLOMADO  
ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN REDES DE COMPUTADORES**

**PRESENTADO A:**

**MSc. CARLOS ALBERTO BAZAN PRIETO  
MSc. ALAIN SEBASTIAN MARTINEZ LAGUARDIA  
MANUEL OLIVER DOMINGUEZ**

**CORPORACION UNIVERSITARIA UNITEC  
FACULTAD DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
BOGOTA  
2005**

## INDICE

INTRODUCCION

OBJETIVOS

JUSTIFICACION

FACTIBILIDAD

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

I. RESEÑA HISTORICA.

1.1 OBJETIVOS DE LAS REDES.

1.2 ESTRUCTURA DE UNA RED.

1.3 TIPOS DE REDES.

II. REDES DE AREA LOCAL.

2.1 TOPOLOGIA DE REDES.

2.1.1. TOPOLOGIA EN ESTRELLA.

2.1.2. TOPOLOGIA EN ANILLO.

2.1.3. TOPOLOGIA EN BUS.

2.1.4. TOPOLOGIA COMBINADA ESTRELLA/BUS.

2.2 REDES DE AREA LOCAL.

2.2.1. ETHERNET.

2.2.2. FAST ETHERNET

2.2.3. TOKEN RING.

2.2.4. ARCNET.

2.3 COMPARATIVA DE REDES.

III. ESTADO ACTUAL.

IV. PROPUESTA DE DISEÑO FISICO Y LOGICO DE LA LAN.

## INTRODUCCION

En este proyecto se realizará el diseño de una red de área local (LAN); se tiene como principal propósito aprender y conocer todos los requisitos y pautas necesarias para la implementación de redes desde la teoría a la práctica, teniendo en cuenta todos los factores: desde los recursos que se tengan, hasta el tiempo que tome implementar esta red.

La necesidad de esta implementación está en la transferencia de información, de una forma segura y rápida a través de una red local, para mejorar la calidad de los servicios que preste la empresa sin importar cuales sean, y ayudando a los intereses comunes para un mejor servicio.

La red que se desea implementar, es una necesidad urgente para los estudiantes de la Institución Educativa "La Merced", quienes quieren tener una visión del mundo actual y sus avances, desarrollar sus cualidades y capacidades en torno a su futuro como estudiantes universitarios y más adelante como miembros activos de la sociedad.

La implementación de esta nueva tecnología servirá, en si misma, para el aprendizaje de los estudiantes acerca de las formas de interconexión de ordenadores y su funcionamiento en general.

Además de todo esto queremos enfocarnos en el ámbito social, el hecho de ayudar a una institución educativa donde de pronto los recursos educativos no son los óptimos, como los que pueden haber en una ciudad principal.

Se sabe y se entiende que las comunicaciones cada vez están creciendo mas y más, e Internet es una gran herramienta de ayuda y comunicación, pero para este caso, de aprendizaje, sabemos que con esta herramienta muchos niños van a tener una oportunidad de cada aprender cada día más.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Como objetivo principal de este proyecto esta el diseño y la futura implementación óptima de la red local, sin que presente problemas para la empresa además de conocer lo necesario en el funcionamiento de esta, realizando siempre una buena instalación sin posibilidad de errores.

### **ESPECIFICOS**

- Realizar un diseño satisfactorio sin posibilidad de errores.
- Cumplir con los requisitos y normas establecidas en la implementación de redes (LAN), para un buen funcionamiento de la red establecida.
- Mejorar la calidad de información de los estudiantes de "La Merced desde el punto de vista social.
- Lograr una implementación futura de la red a bajos costos, beneficiando a los estudiantes que la utilizaran.

## **JUSTIFICACION**

Nuestro propósito al diseñar esta red LAN es presentar una alternativa de velocidad intermedia y a bajos costos, gracias a la necesidad de la institución educativa se desarrolla una red adaptable y escalable utilizando hardware actualizado tales como switch de capa 3 administrable de 24 puertos y posibilidad de fibra óptica, cableado UTP categoría 5, un rack de 36 puertos, un servidor inmejorable actualmente, y una UPS para seguridad de alimentación. También es muy importante resaltar nuestros sistemas operativos propuestos a futuras implementaciones los cuales nos ayudaran a un mejor desempeño en la red, proporcionándonos excelente acceso y velocidad en nuestros equipos de trabajo. La necesidad de implementar esta red es la transferencia segura y rápida de información a través de una red local es decir LAN, para así poder dar una buena calidad de los servicios prestados por esta.

Con la red podemos proporcionar una buena conexión lo cual permitirá un buen número de usuarios en este caso los estudiantes, los cuales podrán tener un buen servicio interactuando con esta. Algo muy importante es que esta red nos dará una facilidad de expansión ya que el switch a utilizar tendrá puertos para expandirla.

Para aplicaciones futuras es necesario actualizar las estaciones de trabajo para que así se pueda obtener mejor rendimiento de los equipos y poder instaurar fibra óptica lo cual es un propósito principal para futuras conexiones e interconexiones de la red LAN.

Es una necesidad del mundo actual y específicamente de los estudiantes del plantel educativo estar acorde a la realidad que se vive, y manejar información acerca de los temas de investigación que se llevan a cabo en el momento y tener de esta forma una visión exacta del entorno mundial.

## **FACTIBILIDAD**

El estudio de factibilidad requerido para efectos de nuestro diseño de red, se basa en 3 aspectos o niveles: técnico, económico y operativo. A continuación, evaluaremos cada una de estas factibilidades por separado:

### **FACTIBILIDAD TÉCNICA**

El proyecto es, desde el punto de vista técnico realizable, ya que están a la disposición en el mercado los diferentes equipos y dispositivos de comunicación que darán soporte a la implementación del diseño de la red. Además la utilización de switch permite una fácil instalación y programación.

### **FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

El costo que genera el diseño de red que proponemos es bajo, ya que la tecnología que emplea el estándar de red que utilizaremos (Fast Ethernet), se considera, al ser comparada con otras tecnologías, económica. En función de ello, y de los beneficios que aportaría esta red, consideramos que el proyecto es, económicamente factible.

### **FACTIBILIDAD OPERACIONAL**

Para la implementación de este proyecto se determinó que en la institución "La Merced", una red de comunicaciones solucionaría múltiples inconvenientes que en la actualidad se presentan por la falta de información de los estudiantes que allí toman clase, por lo que se garantiza que ellos tendrán mas herramientas para sus clases y trabajos, de acuerdo con el diseño de la Red harán uso permanente de ésta una vez sea implementada.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la institución "La Merced" no existe conexión de Red, sumado a esto carece de equipos de computación; aunque cuentan con algunos computadores, algunos de estos no cumplen con los requerimientos mínimos de hardware y software para ser conectados a la red, implicando, todo esto, que las actividades de carácter investigativo y Administrativo tanto para estudiantes como para docentes se vean notablemente limitadas debido a la imposibilidad de poder aprovechar los recursos que podrían ofrecer otras redes, tanto internas como externas. Sin embargo, con esta implementación se llegara a otro nivel con grandes recursos en la red para beneficio de todos.

Inicialmente, en la institución "La Merced" cada uno de los ordenadores puede haber estado trabajando en forma aislada de las demás pero, se decidió interconectarlos para tener así la capacidad de extraer y correlacionar información referente útil para todos los que lleguen a ser usuarios. Uno de los medios que hace posible esta conexión son la redes, una red es un sistema de comunicaciones, que permite comunicarse valga la redundancia con otros usuarios, y compartir archivos y periféricos. Es decir es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y que les permite intercambiar información. Es un conjunto interconectado de ordenadores autónomos, por medio del cual un usuario en cualquier computador puede, en caso de contar con los permisos apropiados, acceder a la información de otra computadora y poder tener inclusive comunicación directa con otros usuarios en otras computadoras, las cuales proporcionan servicios tales como: correo electrónico, chat, video conferencia y una de las más conocidas y usadas la world Wide web.

mundo, a la invención de la radio y la televisión, al nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de los ordenadores (computadores), así como a la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

A medida que avanzamos hacia los últimos años de este siglo, se ha dado una rápida convergencia de estas áreas, y también las diferencias entre la captura, transporte almacenamiento y procesamiento de información están desapareciendo con rapidez. Organizaciones con centenares de oficinas dispersas en una amplia área geográfica esperan tener la posibilidad de examinar en forma habitual el estado actual de todas ellas, simplemente oprimiendo una tecla. A medida que crece nuestra habilidad para recolectar procesar y distribuir información, la demanda de más sofisticados procesamientos de información crece todavía con mayor rapidez.

La industria de ordenadores ha mostrado un progreso espectacular en muy corto tiempo. El viejo modelo de tener un solo ordenador para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de ordenadores separados, pero interconectados, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen con el nombre de redes de ordenadores. Estas nos dan a entender una colección interconectada de ordenadores autónomos. Se dice que los ordenadores están interconectados, si son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, el uso de láser, microondas y satélites de comunicaciones. Al indicar que los ordenadores son autónomos, excluimos los sistemas en los que un ordenador pueda forzosamente arrancar, parar o controlar a otro, éstos no se consideran autónomos.

Una red debe ser:

Confiable. Estar disponible cuando se le requiera, poseer velocidad de respuesta adecuada.

Confidencial. Proteger los datos sobre los usuarios de ladrones de información.

Integra. En su manejo de información.



## **1.1 OBJETIVOS DE LAS REDES.**

Las redes en general, consisten en "compartir recursos", y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a 1000 Km. de distancia de los datos, no debe evitar que este los pueda utilizar como si fueran originados localmente. Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible, podría utilizarse una de las otras copias. Además, la presencia de múltiples CPU significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor.

Otro objetivo es el ahorro económico. Los ordenadores pequeños tienen una mejor relación costo / rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es miles de veces mayor. Este desequilibrio ha ocasionado que muchos diseñadores de sistemas construyan sistemas constituidos por poderosos ordenadores personales, uno por usuario, con los datos guardados una o más máquinas que funcionan como servidor de archivo compartido. Este objetivo conduce al concepto de redes con varios ordenadores en el mismo edificio. A este tipo de red se le denomina LAN ( red de área local ), en contraste con lo extenso de una WAN ( red de área extendida ), a la que también se conoce como red de gran alcance.

Un punto muy relacionado es la capacidad para aumentar el rendimiento del sistema en forma gradual a medida que crece la carga, simplemente añadiendo más procesadores. Con máquinas grandes, cuando el sistema está lleno, deberá reemplazarse con uno más grande, operación que por lo normal genera un gran gasto y una perturbación inclusive mayor al trabajo de los usuarios. Otro objetivo del establecimiento de una red de ordenadores, es que puede proporcionar un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre sí. Con el ejemplo de una red es relativamente fácil para dos o más personas que viven en lugares separados, escribir informes juntos.

Cuando un autor hace un cambio inmediato, en lugar de esperar varios días para recibirlos por carta. Esta rapidez hace que la cooperación entre grupos de individuos que se encuentran alejados, y que anteriormente había sido imposible de establecer, pueda realizarse ahora. En la siguiente tabla se muestra la clasificación de sistemas multiprocesadores distribuidos de acuerdo con su tamaño físico. En la parte superior se encuentran las máquinas de flujo de datos, que son ordenadores con un alto nivel de paralelismo y muchas unidades funcionales trabajando en el mismo programa. Después vienen los multiprocesadores, que son sistemas que se comunican a través de memoria compartida. En seguida de los multiprocesadores se muestran verdaderas redes, que son ordenadores que se comunican por medio del intercambio de mensajes. Finalmente, a la conexión de dos o más redes se le denomina interconexión de redes.

## **1.2 ESTRUCTURA DE UNA RED.**

En toda red existe una colección de máquinas para correr programas de usuario ( aplicaciones ). Seguiremos la terminología de una de las primeras redes, denominada ARPANET, y llamaremos hostales a las máquinas antes mencionadas. También, en algunas ocasiones se utiliza el término sistema terminal o sistema final. Los hostales están conectados mediante una subred de comunicación, o simplemente subred. El trabajo de la subred consiste en enviar mensajes entre hostales, de la misma manera como el sistema telefónico envía palabras entre la persona que habla y la que escucha. El diseño completo de la red simplifica notablemente cuando se separan los aspectos puros de comunicación de la red ( la subred ), de los aspectos de aplicación ( los hostales ).

Una subred en la mayor parte de las redes de área extendida consiste de dos componentes diferentes: las líneas de transmisión y los elementos de conmutación. Las líneas de transmisión ( conocidas como circuitos, canales o troncales ), se encargan de mover bits entre máquinas. Los elementos de conmutación son ordenadores especializados que se utilizan para conectar dos o mas líneas de de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación deberá seleccionar una línea de salida para reexpedirlos

## **1.3 TIPOS DE REDES.**

Las redes según sea la utilización por parte de los usuarios puede ser: compartida o exclusiva.

### Redes dedicadas o exclusivas.

Son aquellas que por motivo de seguridad, velocidad o ausencia de otro tipo de red, conectan dos o más puntos de forma exclusiva. Este tipo de red puede estructurarse en redes punto a punto o redes multipunto.

Redes punto a punto.- Permiten la conexión en línea directa entre terminales y computadoras.

La ventaja de este tipo de conexión se encuentra en la alta velocidad de transmisión y la seguridad que presenta al no existir conexión con otros usuarios. Su desventaja sería el precio muy elevado de este tipo de red.

Redes multipunto.- Permite la unión de varios terminales a su correspondiente computadora compartiendo una única línea de transmisión. La ventaja consiste en el abaratamiento de su costo, aunque pierde velocidad y seguridad.

Este tipo de redes requiere amplificadores y difusores de señal o de multiplexores que permiten compartir líneas dedicadas.

### Redes compartidas.

Son aquellas a las que se une un gran número de usuarios, compartiendo todas las necesidades de transmisión e incluso con transmisiones de otras naturalezas. Las redes más usuales son las de conmutación de paquetes y las de conmutación de circuitos.

Redes de conmutación de paquetes.- Son redes en las que existen nodos de concentración con procesadores que regulan el tráfico de paquetes.

Paquete.- Es una pequeña parte de la información que cada usuario desea transmitir. Cada paquete se compone de la información, el identificador del destino y algunos caracteres de control.

Redes de conmutación de circuitos.- Son redes en las que los centros de conmutación establecen un circuito dedicado entre dos estaciones que se comunican.

Redes digitales de servicios integrados (RDSI).- Se basan en desarrollos tecnológicos de conmutación y transmisión digital. La RDSI es una red

totalmente digital de uso general capaz de integrar una gran gama de servicios como son la voz, datos, imagen y texto. La RDSI requiere de la instalación de centrales digitales.

Las redes según el servicio que se realice en **torno** a la empresa puede subdividirse en:

Redes intraempresa.- Son aquellas en las que el servicio de interconexión de equipos se realiza en el ámbito de la empresa.

Redes inter empresa.- Son las que proporcionan un servicio de interconexión de equipos entre dos o más empresas.

Las redes según la **propiedad** a la que pertenezcan pueden ser:

Redes privadas.- Son redes gestionada por personas particulares, empresas u organizaciones de índole privado. A ellas sólo tienen acceso los terminales de los propietarios.

Redes públicas.- Son las que pertenecen a organismo estatales, y se encuentran abiertas a cualquier usuario que lo solicite mediante el correspondiente contrato.

Las redes según la cobertura del servicio pueden ser:

#### **Redes de área local (LAN) .**

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 ofimáticos. Como su propio nombre indica, constituye una forma de interconectar una serie de equipos informáticos.

Casi todos los operadores de redes nacionales (como DBP en Alemania o British Telecom en Inglaterra) ofrecen servicios para interconectar redes de computadoras, que van desde los enlaces de datos sencillos y a baja velocidad que funcionan basándose en la red pública de telefonía hasta los complejos servicios de alta velocidad (como frame relay y SMDS-Synchronous Multimegabit Data Service) adecuados para la interconexión de las LAN. Estos servicios de datos a alta velocidad suelen denominarse conexiones de banda ancha. Se prevé que proporcionen los enlaces necesarios entre LAN para hacer posible lo que han dado en llamarse autopistas de la información. (<sup>1</sup> Nota al pie de Pagina)

---

<sup>1</sup> MANUAL DE LAS INFOTELECOMUNICACIONES. Componentes de Redes IP - Componentes de la Red, Capítulo 1201.

## II. REDES DE ÁREA LOCAL

### 2.1 TOPOLOGIA DE REDES

La topología de una red de ordenadores hace referencia a como se distribuye u organiza el conjunto de ordenadores dentro de la red. A continuación pasamos a describir las topologías más comunes.

#### 2.1.1. TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

La topología en estrella es una de las más antiguas, en ella, todas las estaciones están conectadas a un ordenador central que actúa a modo de servidor. Todas las comunicaciones entre las estaciones se realizan a través del ordenador central, que es el que controla la prioridad, procedencia y distribución de los mensajes. El ordenador central será normalmente el servidor de la red, aunque puede ser un dispositivo especial de conexión.

Esta configuración presenta una buena flexibilidad a la hora de incrementar el número de equipos; además, la caída de uno de los ordenadores periféricos no repercute en el comportamiento general de la red. Sin embargo, si el fallo se produce en el ordenador central, el resultado afecta a todas las estaciones. El diagnóstico de problemas en la red es simple, debido a que todos los ordenadores están conectados a un equipo central. No es una topología adecuada para grandes instalaciones, ya que al agruparse los cables en la unidad central crea situaciones propensas a errores de gestión, precisando, además, grandes cantidades de costosos cables.

Esta configuración es rápida en comunicaciones entre los ordenadores periféricos y el central, pero lenta en comunicaciones entre ordenadores periféricos. Por otro lado, la capacidad de la red es elevada si el flujo de información es entre ordenadores periféricos y central, dependiendo muy poco la velocidad de la red del flujo de información que circula por la misma.

Las redes STARLAN o SNeT de ATT son en estrella.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> CISCO SYSTEMS INC. Academia de Networking de Cisco System, Guía del Primer año. CCNA. SEMESTRE 1- CAP 7.

### **2.1.2. TOPOLOGÍA EN ANILLO**

Todas las estaciones están conectadas entre sí formando un anillo, de modo que cada estación tiene conexión directa con otras dos. Los datos viajan por el anillo de estación en estación siguiendo una única dirección, de manera que todas las informaciones pasan por todas las estaciones hasta llegar a la estación de destino, en donde se quedan. Cada estación se queda con la información que va dirigida a ella y retransmite al nodo siguiente las que tienen otra dirección.

Este tipo de redes permite aumentar o disminuir el número de estaciones sin dificultad. Por otro lado, la velocidad de respuesta de la misma irá decreciendo conforme el flujo de información sea mayor; cuantas más estaciones intenten hacer uso de la red, más lenta irá esta, pero en todo caso siempre se puede averiguar el tiempo máximo de respuesta en el peor de los casos. Este tipo de red es muy apropiada para el entorno industrial.

En una estructura en anillo, un fallo en cualquier parte de la vía de comunicación deja bloqueada a la red en su totalidad, mientras que un fallo en cualquiera de sus estaciones no necesariamente implica la caída de la totalidad de la red. El coste total del cableado será menor que en una configuración en estrella.

La red Token Ring de IBM es en anillo.

### **2.1.3. TOPOLOGÍA EN BUS**

Todas las estaciones están conectadas a un único canal de comunicaciones, toda la información circula por ese canal y cada estación se queda solamente con la información que va dirigida a ella.

Estas redes son sencillas de instalar y poseen una gran flexibilidad a la hora de aumentar o disminuir el número de estaciones. La cantidad de cable que utilizan es mínima, sobre todo si la comparamos con la cantidad necesaria para la topología en estrella, ya que el cable no tiene que ir desde el servidor a cada una de las estaciones de trabajo. El fallo de una estación aislada no repercute en la red, aunque la ruptura del bus dejará la red totalmente inutilizada. Esta es la topología de red más extendida.

El inconveniente de esta red es el control del flujo, ya que aunque varias estaciones intenten transmitir a la vez, como sólo existe un bus, únicamente una de ellas podrá hacerlo, por lo que el control de flujo será más complicado cuantas más estaciones tenga la red, ya que se pueden producir más intentos simultáneos (colisiones). Además, es difícil aislar los problemas de cableado y determinar que estaciones o segmentos del cableado lo producen, ya que todas las estaciones pasan su información por el mismo cable.

En las redes en bus, el control del flujo de información puede hacerse por el método de contienda (CSMA/CD) o por el paso de testigo (TOKEN BUS).

La red Ethernet es en bus, con el control de flujo CSMA/CD.

#### **2.1.4. TOPOLOGÍA COMBINADA ESTRELLA/BUS**

En la topología estrella/bus, un multiplexor de señal ocupa la posición del dispositivo central de la red en estrella, estando determinados ordenadores conectados en estrella al multiplexor y otros ordenadores, junto con los multiplexores conectados a un mismo bus. Esta red ofrece ventajas en edificios que tienen grupos de trabajo separados por distancias considerables. <sup>3</sup> **Nota a Pie de Página**

Un ejemplo de este tipo de redes es la ARCNET, la cual utiliza un protocolo de comunicaciones por paso de testigo.

## **2.2 REDES DE ÁREA LOCAL**

La oferta de redes de área local es muy amplia, existiendo soluciones casi para cualquier circunstancia. Podemos seleccionar el tipo de cable, la topología e incluso el tipo de transmisión que más se adapte a nuestras necesidades. Sin embargo, de toda esta oferta las soluciones más extendidas son tres: Ethernet, Token Ring y Arcnet.

---

<sup>3</sup> **CISCO SYSTEMS INC. Academia de Networking de Cisco System, Guía del Primer año. CCNA. SEMESTRE 1- CAP 7.**



El inconveniente de esta red es el control del flujo, ya que aunque varias estaciones intenten transmitir a la vez, como sólo existe un bus, únicamente una de ellas podrá hacerlo, por lo que el control de flujo será más complicado cuantas más estaciones tenga la red, ya que se pueden producir más intentos simultáneos (colisiones). Además, es difícil aislar los problemas de cableado y determinar que estaciones o segmentos del cableado lo producen, ya que todas las estaciones pasan su información por el mismo cable.

En las redes en bus, el control del flujo de información puede hacerse por el método de contienda (CSMA/CD) o por el paso de testigo (TOKEN BUS).

La red Ethernet es en bus, con el control de flujo CSMA/CD.

#### **2.1.4. TOPOLOGÍA COMBINADA ESTRELLA/BUS**

En la topología estrella/bus, un multiplexor de señal ocupa la posición del dispositivo central de la red en estrella, estando determinados ordenadores conectados en estrella al multiplexor y otros ordenadores, junto con los multiplexores conectados a un mismo bus. Esta red ofrece ventajas en edificios que tienen grupos de trabajo separados por distancias considerables. <sup>(**3 Nota a Pie de Página**)</sup>

Un ejemplo de este tipo de redes es la ARCNET, la cual utiliza un protocolo de comunicaciones por paso de testigo.

## **2.2 REDES DE ÁREA LOCAL**

La oferta de redes de área local es muy amplia, existiendo soluciones casi para cualquier circunstancia. Podemos seleccionar el tipo de cable, la topología e incluso el tipo de transmisión que más se adapte a nuestras necesidades. Sin embargo, de toda esta oferta las soluciones más extendidas son tres: Ethernet, Token Ring y Arcnet.

---

<sup>3</sup> CISCO SYSTEMS INC. Academia de Networking de Cisco System, Guía del Primer año. CCNA. SEMESTRE 1- CAP 7.

### 2.2.1 ETHERNET

Esta red fue desarrollada originalmente por Xerox y Dec como forma de solucionar el problema del cableado de redes. Sus inventores fueron Robert Metcalfe y David Boggs. Según Robert Metcalfe, el nombre Ethernet proviene de la palabra *Ether (éter)*, la cual denomina poéticamente a un material inexistente que, según algunas antiguas teorías, llenaba el espacio y actuaba como soporte para la propagación de la energía a través del universo.

En un principio se pensó en utilizar el cable coaxial para el cableado de este tipo de redes, aunque hoy en día se pueden utilizar otros tipos de cables. La velocidad de transmisión de la información por el cable es de 10 Mbps.

Si se utiliza cable coaxial grueso, se pueden hacer hasta 4 tramos de cables (unidos con repetidores) de un máximo de 560 metros cada uno. Los ordenadores se conectan al cable mediante transceptores, siendo la distancia máxima entre el transceptor y el ordenador de 15 metros. Sólo puede haber ordenadores en tres de los cuatro tramos, siendo el número máximo de estaciones de trabajo de 100 por tramo.

Si se utiliza cable coaxial fino, no hacen falta dispositivos transceptores, pudiendo conectarse el cable del ordenador al cable de la red con simples conectores en T. El número máximo de tramos en este caso es de 5, siendo la longitud máxima de cada tramo de 305 metros. Los tramos se unen mediante el empleo de repetidores de señal. Sólo puede haber ordenadores en tres de los tramos, siendo el número máximo de estaciones de trabajo de 30 por tramo.

Las redes Ethernet emplean una topología en bus con el método CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*) para acceder al medio. Eso significa que cualquier estación puede intentar transmitir datos en cualquier momento, pero como todas ellas están conectadas a un único cable común, solo una estación puede estar transmitiendo por el cable (bus) en un momento dado. Para solucionar los problemas de colisiones en la transmisión existen una serie de normas como son: antes de transmitir comprobar que no haya otra estación transmitiendo, o que en caso de colisión hacer que una estación espere un margen de tiempo aleatorio antes de volver a intentar el envío de datos. Todas estas tareas son realizadas automáticamente por el software de red a unas velocidades tan elevadas que el usuario no se da cuenta de las colisiones.

la tecnología Fast Ethernet es la tecnología 100BASEVG de Hewlett-Packard, que opera a 100Mbps sobre un cableado UTP existente.

### **2.2.3. TOKEN RING**

Aunque IBM ya había comercializado anteriormente las redes de área local llamadas Cluster (en banda base, con cable coaxial, a 375 Kbps y para un máximo de 64 ordenadores) y PC Network (en banda ancha, a 2Mbps y para un máximo de 72 ordenadores), no fue hasta el año 1985 cuando IBM anunció su red local más sofisticada : la Token Ring.

Token Ring es una red en anillo con paso de testigo. Eso significa que los ordenadores conectados a la red se van pasando un testigo de unas a otras de forma secuencial y cíclica, de modo que sólo puede transmitir información aquel ordenador que posea el testigo en un momento dado. Como la velocidad de transmisión de este tipo de redes puede ser hasta 16 Mbps, el usuario no se da cuenta del tiempo que tiene que esperar su ordenador antes de recibir el nuevo testigo para poder empezar a transmitir.

Los distintos ordenadores de la red se conectan a las unidades de acceso multiestación, MAU (*Multistation access Unit*), dentro de las cuales está formado el anillo. A cada MAU se pueden conectar hasta 8 estaciones de trabajo, pudiendo tener como máximo 12 MAU, por lo tanto un máximo de 96 estaciones. La distancia máxima entre el ordenador y la MAU es de 50 metros (aunque se podría llegar hasta los 350 metros con cables de mayor calidad), y entre MAU es de 135 metros (pudiéndose llegar a los 215 metros). El cable que se emplea normalmente es el par trenzado, con o sin blindaje, aunque también se puede utilizar el cable coaxial o la fibra óptica.

### **2.2.4. ARCNET**

Es una red en banda base que transmite a una velocidad de 2.5 Mbps, con una topología híbrida estrella/bus. Este sistema fue desarrollado en 1978 por la empresa Datapoint, aunque fue potenciado en el mundo de los microordenadores por la empresa Standard Microsystems.

Todos los ordenadores de la red se conectan en estrella a un distribuidor central denominado HUB activo. La distancia máxima entre el ordenador y el HUB activo debe ser de menos de 660 metros. A los HUB activos también se puede conectar HUB pasivos, conectándose un máximo de 3 ordenadores a cada HUB pasivo. La distancia máxima entre una estación de trabajo y un HUB pasivo es de 17 metros. Se puede conectar más de una HUB activo, distanciándose entre ellos un máximo de 660 metros. En total, el número máximo de estaciones de trabajo no debe ser superior a 255.

### **2.3 COMPARATIVA DE REDES**

Para elegir el tipo de red que más se adapte a nuestras pretensiones, tenemos que tener en cuenta distintos factores, como son el número de estaciones, distancia máxima entre ellas, dificultad del cableado, necesidades de velocidad de respuesta o de enviar otras informaciones aparte de los datos de la red y, como no, el coste.

Como referencia para los parámetros anteriores, podemos realizar una comparación de los tres tipos de redes comentados anteriormente. Para ello, supongamos que el tipo Ethernet y Arcnet se instalan con cable coaxial y Token Ring con par trenzado apantallado.

En cuanto a las facilidades de instalación, Arcnet resulta ser la más fácil de instalar debido a su topología. Ethernet y Token Ring necesitan de mayor reflexión antes de proceder con su implementación.

En cuanto a la velocidad, Ethernet es la más rápida, 10/100 Mbps, Arcnet funciona a 2.5 Mbps y Token Ring a 4 Mbps. Actualmente existe una versión de Token Ring a 16 Mbps, pero necesita un tipo de cableado más caro.

Fast Ethernet es la tecnología de red de área local (LAN) de uso más generalizado. El diseño original de Ethernet representaba un punto medio entre las redes de larga distancia y baja velocidad y las redes especializadas de las salas de computadores, que transportaban datos a altas velocidades y a distancias muy limitadas. Fast Ethernet se adecua bien a las aplicaciones en las que un medio de comunicación local debe transportar tráfico esporádico y ocasionalmente pesado, a velocidades muy elevadas.

### III. ESTADO ACTUAL

El método empleado para recolectar la información necesaria, fue la entrevista a la señora rectora de la Institución Educativa "La Merced", Helena Méndez Ardila, quien proporcionó la información necesaria y explicó que no poseen en lo absoluto red de interconexión y autorizó a los estudiantes unitcistas realizar el proyecto de diseño de la red LAN, en su institución.

En la actualidad la Institución Educativa "La Merced" ubicada en el departamento del Huila, municipio de El Agrado, (ver anexos 1 plano urbano municipio de El Agrado Departamento del Huila, 2 plano planta física de la Institución Educativa "La Merced" y 3 plano sala de computo) no posee una red de interconexión lo cual nos indica que hay que empezar por diseñarla; los recursos con los que se cuentan en la actualidad son:

20 computadores para el plantel educativo con las siguientes especificaciones:

Hardware:

Cpu de diferentes marcas como Compaq, Acer y Dell.

Reductores de picos y fuentes.

Discos duros de 2 Gigabytes.

Procesadores Pentium de 100 y 166 Megahertz.

Memorias de 32 Megabytes.

No se cuenta con tarjetas de red.

Software: Office 97, Windows 95 e Internet Explorer 5.

La red que se implementará será de uso exclusivo de estudiantes y personal administrativo de la institución lo cual justifica la inversión para beneficio de estos y el desarrollo de la comunidad.

La red esta proyectada para la investigación de los estudiantes sobre los temas que sean necesarios como actualidad y avances en tecnología para que de esta forma tengan una visión mas cercana a la realidad que se vive en el mundo en este momento; lo cual hace una justificación importante a la hora de montar la red LAN de computadores.

La información más utilizada en la red será la concerniente a investigación, documentación, texto, software educativo entre otros.

En los requerimientos de la red el tipo de flujo que se utilizará será el de cliente servidor debido a que el flujo de la información será mayor hacia el cliente, en nuestro caso los estudiantes.

La carga de tráfico local será muy bajo y el remoto será un 90% de la totalidad del tráfico de la red lo cual nos define un flujo asimétrico.

Para los 20 computadores de la red se propone una topología en estrella con una solución fast ethernet de 10/100 Mbps que creemos es suficiente velocidad para los estudiantes que son en este caso los usuarios que estarán conectados a la red de Internet por un intervalo de aproximadamente 2 horas semanales, 4 grupos por día para un total de 8 horas clase y 2 de investigación.

## **VI. PROPUESTA DE DISEÑO FISICO Y LOGICO DE LA LAN**

La red LAN que se presenta como solución de interconexión para la Institución Educativa "La Merced" es muy sencilla y económica, que contiene los siguientes elementos: un cableado UTP categoría 5, un rack, un switch, un servidor y una UPS, además de un cajón de metal especial donde irán anclados el rack, el switch y la UPS, y que además nos proporciona seguridad física (ver anexo 4 plano topología LAN y 5 plano topología LAN físico). La canaleta de cableado se instalará a 10 cm. de altura sobre la pared quedando con respecto a la red eléctrica a una distancia de 30 cm. sin problemas de ruido y posibilidad de ser afectada por ésta la red eléctrica lo cual nos indica que la última está a 40 cm. Del piso incrustada en la pared (ver anexo 5 plano topología física de la LAN).

Se simula la red con el programa Comnet y se presenta el informe en los anexos 6 y 7.

En nuestro grupo de trabajo, justificamos que la mejor topología lógica para implementar en esta institución educativa, es la estrella, debido a que en escalabilidad, costos, y rendimientos, es bastante aceptable, y creemos que para una red, que no es tan grande y compleja, sino más bien pequeña, es la topología indicada.

### **4.1 SELECCION PRELIMINAR DEL CABLEADO Y DEL EQUIPAMIENTO DE INTERCONEXION**

#### **4.1.1. SWITCH**

El switch posee una salida para UTP de 100 Ohm de 4 pares (categoría 3 como mínimo, 5E)

Fibra Óptica Multimodo o cable STP (para adaptabilidad y escalabilidad).

Se dejará una reserva de cable UTP mínima de 30cm por área de trabajo, manteniendo un radio de curvatura de mínimo 4 veces el diámetro exterior del cable (sin tensión) para cableado horizontal.

El cableado implementado permitirá flexibilidad y facilidad para adaptarse a futuros cambios en los espacios sin pérdida de materiales y sin tener que hacer muchas modificaciones cuando se quiera mejorar la red.

Para cableado horizontal se implementara canaleta perimetral con indice de llenado del 40%.

Para las especificaciones preliminares de los equipos de la red tenemos para implementaciones a futuro: caja ata de lujo, borrar as rock haber, procesador AMD Remaron 2.4 Hg., memoria PDR s12 PC 2700, disco duro 80 GB 7200 roo, tarjeta de video 8-64 megas, tarjeta de sonido 32 bits, fax MODEM 56.600, tarjeta de red 10/100, puerto usa 4210, drive 3/1/2, monitor saga Samsung Zinc master 410 N°, estabilizador 1000 W.

Para elegir el switch se tomaron dos opciones teniendo en cuenta los requerimientos de la red, estos son:

- Switch PowerConnect™ 6024 Capa 3 con 24 Puertos Gigabit Ethernet de Cobre + 8 Puertos de Fibra SFP EXCELENTE PARA Conectividad de alto desempeño y alta disponibilidad para el centro de datos. Switch de conectividad principal en pequeñas empresas y oficinas remotas.

- Switch PowerConnect™ 6024F Capa 3 con 24 Puertos Gigabit Ethernet de Cobre + 8 Puertos de Fibra SFP se caracteriza por ser Switch Gigabit Capa 3 con plataforma de 1U para redes de alto desempeño con requerimientos de clase empresarial soporte a protocolos estandar de ruteo y conmutación del switch con doble ventilador y fuentes de poder redundante para alta disponibilidad.

Cotización realizada en C.C. Unilago Carrera 15 No 78-83 local 1-162 Bogota D.C. (ver anexo 8 cotización).

## **4.2 SELECCION DEL HARDWARE Y SOFTWARE RELACIONADO CON LA RED**

### **4.2.1. SELECCIÓN DEL HARDWARE**

Para la selección de switch se tomo como definitivo el switch Dell capa 3 6024F Power Connect con un valor en el mercado de 1'250.000 pesos, por ser el que más se acomoda a nuestras necesidades. Características importantes del Switch: 24 puertos de cobre; 10/100BASE-T puertos de administración y posibilidad para fibra óptica. Doble ventilador y fuentes de poder redundante para alta disponibilidad.



#### Administración

Web-based management interface; industry-standard command line interface; SNMP v1/v2c; Dell OpenManage Network Manager.

#### Multicast

Multicast estático IP; multicast dinámico - IGMP v1/v2, IGMP snooping.

#### Desempeño

Capacidad de conmutación del switch 48.0 Gbps; forwarding rate 35.6 Mpps.

#### Productos Periféricos

Dell SFP Transceivers (1000-SX y 1000-LX) (futuro)

#### Características de Ruteo

Rutas estáticas; RIP v1/v2; OSPF v1/v2; VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol); DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol).

#### Seguridad

Alertas de direcciones MAC basadas en puertos y lock-down; Layer 2/3/4-listas de control de acceso (ACLs); autenticación RADIUS; encriptación SSL/SSH.

#### Características de conmutación del switch:

Switch de agregación, hasta 7 puertos por punto de agregación; soporte LACP; Spanning Tree y Rapid Spanning Tree con soporte Fast Link.

Soporta protocolo IEEE 802.1Q hasta 4063 VLANs incluyendo soporte dinámico VLAN (GVRP)

Para los equipos de trabajo tenemos:

- disco duro 80 7200 rph -valor: 200.000
- tarjeta de video 8-64 megas -valor: 130.000
- tarjeta de sonido 32 bits -valor: 85.000
- fax modem 56. 600, tarjeta de red 10/100 -valor:25.000
- puerto usb 4210, drive 3/1/2 -valor: 25.000
- monitor s.v.g.a Samsung SyncMaster 410 nb -valor: 290.000
- estabilizador 1000 W -valor: 20.000
- licencias windows, protectores, teclado, instalación -valor: 500.000

Valor total por equipo de trabajo: 1'275.000

Valor total veinte equipos: 25'500.000 (a futuro).

#### **4.2.2. SELECCIÓN DEL SOFTWARE**

Actualmente, en los equipos que tenemos en la red, se trabaja con sistema operativo de Windows 95, este sistema se sabe que no es muy ventajoso a la hora de implementar una red, para la escalabilidad de la red y adaptabilidad, se tiene la idea de que se apruebe un presupuesto con el fin de adquirir unos equipos de mejor rendimiento, estos equipos los referenciamos en el capítulo anterior.

#### **4.2.3. IMPLICACIONES DE SEGURIDAD**

Para acceso remoto, local, a ficheros y hardware, se tendrá en cuenta los protocolos windows de acceso al medio personalizando el ingreso a cada equipo asignando ventajas de administrador o alumno, según el caso ingresando como invitado cuando se es alumno y como administrador cuando se es profesor con una contraseña asignada teniendo derecho a funciones especiales como instalación de programas, acceso a datos y modificación de los equipos, además de control de acceso a internet.

#### **4.2.4. SISTEMAS OPERATIVOS**

Actualmente: Windows 95, para las estaciones de trabajo y para el servidor Windows 2000 server.

Futuro: Windows XP, para las estaciones de trabajo y para el servidor Windows 2000 server.

#### **4.2.5. SISTEMA RACK PSA350MT-230**

El rack es un dispositivo de interconexión que asegura las conexiones y proporciona manejabilidad para cambios futuros en el switch:

PowerSure PSA (PSA2) 350VA - 1000VA POTENCIA: 350 VA

### **Características técnicas**

PowerSure PSA (PSA2) 350VA - 1000VA POTENCIA: 350 VA

#### **Características:**

- Mínimo de diez minutos de autonomía
- Reemplazo en caliente de baterías por el propio usuario
- Puerto de comunicaciones RS232, USB, y "Contacto Seco" (estándar)
- De cuatro a seis tomas de salida para proporcionar autonomía a través de batería
- Dos salidas adicionales para protección de sobretensiones
- Protección de sobretensiones en líneas de datos (RJ45)
- Arranque en frío (sin presencia de la red eléctrica)
- Software de comunicaciones Multilink (incluido)
- 2 años de garantía in-situ

Valor: 286.000 pesos.

#### **4.2.6. Sistema UPS OmniPro 300**

##### **Descripción**

El sistema UPS OmniPro 300 de Tripp Lite proporciona un respaldo de batería interactivo e inteligente de línea para computadoras personales, estaciones de trabajo de redes y pequeños servidores. El respaldo de batería de 300 VA mantiene conectada su computadora con la red Internet o la red local y, le permite a usted seguir trabajando en línea a través de los apagones de corta duración o apagar su sistema en forma segura durante los apagones más largos.

##### **Características importantes que justifican la compra del producto**

- Capacidad de 300 VA de potencia de salida (175 vatios)
- Hasta 15 minutos de tiempo de respaldo típico
- 3 salidas protegidas; cordón de 6 pies (1,83 m)
- Funciona en forma interactiva con la línea, con 4 niveles de regulación automática de voltaje (AVR)

- Plena protección contra sobretensiones y filtración de ruido EMI y RFI
- 2 LEDs de diagnóstico indican Presencia de CA, En batería y Batería baja o reemplazar
- Puerta para reemplazar la batería

### **Aplicaciones típicas**

Estaciones de trabajo de redes, servidores de pequeñas empresas, estaciones de trabajo de CAD, CAM o CAE, sistemas telefónicos y de audiomensajería para empresas pequeñas,

Valor: 380.000 pesos

### **4.2.7. SERVIDOR DE RED**

El servidor es el dispositivo que según lo estipulado es el que filtra la información y administra la red junto con el switch que va conectado directamente a él. A continuación se reseñan las características del servidor. (<sup>4</sup> Nota al Pie de Página)

#### **Servidor Dell SC1420**

#### **Características**

El Dell SC1420 es un servidor de torre de doble procesador que entrega buen desempeño y expansibilidad para los pequeños negocios. Este incluye: la última tecnología en procesadores Intel Xeon; hasta cuatro discos duros SATA o SCSI (incluyendo RAID opcional); hasta 8GB de memoria DDR2-400 SDRAM; tarjeta de red interna Gigabit<sup>4</sup> NIC; acceso de memoria de doble canal; y software sencillo de administración para su fácil instalación.

---

<sup>4</sup> CISCO SYSTEMS INC. Academia de Networking de Cisco System, Guía del Segundo año. CCNA. SEMESTRE 3- CAP 1 - 5 Pág.14 - 139.

- Plena protección contra sobretensiones y filtración de ruido EMI y RFI
- 2 LEDs de diagnóstico indican Presencia de CA, En batería y Batería baja o reemplazar
- Puerta para reemplazar la batería

#### **Aplicaciones típicas**

Estaciones de trabajo de redes, servidores de pequeñas empresas, estaciones de trabajo de CAD, CAM o CAE, sistemas telefónicos y de audiomensajería para empresas pequeñas,

Valor: 380.000 pesos

#### **4.2.7. SERVIDOR DE RED**

El servidor es el dispositivo que según lo estipulado es el que filtra la información y administra la red junto con el switch que va conectado directamente a él. A continuación se reseñan las características del servidor. (<sup>1</sup> Nota al Pie de Pagina)

##### **Servidor Dell SC1420**

##### **Características**

El Dell SC1420 es un servidor de torre de doble procesador que entrega buen desempeño y expansibilidad para los pequeños negocios. Este incluye: la última tecnología en procesadores Intel Xeon; hasta cuatro discos duros SATA o SCSI (incluyendo RAID opcional); hasta 8GB de memoria DDR2-400 SDRAM; tarjeta de red interna Gigabit<sup>1</sup> NIC; acceso de memoria de doble canal; y software sencillo de administración para su fácil instalación.

---

<sup>1</sup> CISCO SYSTEMS INC. Academia de Networking de Cisco System, Guia del Segundo año. CCNA. SEMESTRE 3- CAP 1 - 5 Pág.14 - 139.

### **Costo de Implementación**

Sencillo de instalar y administrar, el Dell SC1420 es la plataforma ideal para pequeñas empresas o aplicaciones de grupos de trabajo que requieren bajo o ningún soporte de TI, el costo del servidor es de 700 dólares, lo equivalente a 1.254.000 pesos.

### **Desempeño y Calidad**

El Dell SC1420 atiende los problemas de disponibilidad con el soporte de RAID en software o hardware, diagnósticos en línea, y características de respaldo en cinta que están diseñadas para tener a los pequeños negocios trabajando.

**Protección de Datos:** Creado por confiabilidad, el servidor Dell SC1420 tiene varias características de alta disponibilidad. Esto incluye memoria ECC, la cual permite al sistema tolerar un error en memoria y continuar operando sin interrupción. Adicionalmente, este servidor le ofrece soporte opcional de tarjetas controladores RAID SATA o SCSI. El servidor Dell SC1420 también le ofrece soluciones de almacenamiento en cinta de alta capacidad para alta disponibilidad e datos.

En la simulación de la red, se trabajo con la aplicación grafica **Comnet**, (ver anexo 6), al igual de sacar unos reportes que muestran como se transmiten los paquetes ( ver anexo 7), esto nos sirve de informe de cómo quedaria la red trabajando.

### **4.4 FINANCIAMIENTO DE LA LAN.**

Presentamos la que se cree que es la mejor opción para las necesidades de la institución educativa "La merced" a una velocidad intermedia de transferencia de datos teniendo en cuenta que se da a un bajo costo.

Esta actualización le ayudará a ganar más a la institución en cuestión de aprendizaje para los estudiantes ya que esta red les proporcionará una gran variedad de servicios y de opciones los cuales se verán reflejados en el transcurso de su periodo escolar .

#### 4.4.1. COSTOS

<b>EQUIPOS</b>	<b>COSTOS</b>
COSTOS PROYECTO RED LAN INSTITUCION EDUCATIVA "LA MERCED"	
SWITCH DELL CAPA 3	\$ 1.250.000
SERVIDOR	\$ 1.254.000
SERVICIO P.I VSAT (MENSUAL)	\$ 100.000
UPS	\$ 380.000
TARJETAS DE RED	\$ 500.000
RACK	\$ 286.000
CABLEADO UTP CAT. 5 (310 MTS)	\$ 217.000
CANAleta Y CONECTORES	\$ 450.000
MUEBLE METALICO	\$ 75.000
SOFTWARE	\$ 300.000
MANO DE OBRA	\$ 700.000
TOTAL	\$ 5.512.000

En nuestro caso por tratarse de una institución de educación sin ánimo de lucro los beneficios no están dados en materia económica si no por el contrario en conocimiento de los estudiantes que son los beneficiarios y la sociedad indirectamente.

## **V. CONCLUSIONES.**

Se diseñó la red LAN acorde con los requisitos de la Institución Educativa "La Merced" eficiente y a un bajo costo, con adaptabilidad y escalabilidad para futuras implementaciones.

Se aplicaron los conocimientos adquiridos en la corporación universitaria "UNITEC" de acuerdo a normas de cableado y de diseño de redes en los diferentes módulos.

Se presentó una propuesta a futuro de implementación de nuevos equipos de trabajo para un mejor rendimiento de la red debido a la falta de actualización de los actuales.

Se simuló con el programa Comnet y se verificó que el diseño de la red es eficiente y práctico para la institución.

La implementación de este proyecto ayudó a cada uno de los integrantes de este grupo, a capacitarse y prepararse, profesionalmente, ahora que se va a tomar el rumbo a una vida laboral.



## VI. BIBLIOGRAFIA.

### CISCO SYSTEMS INC.

Academia de Networking de Cisco System, Guía del Primer año. CCNA. SEMESTRE 1- CAP 7. Tercera Edición, Compomar, S.L . Top Printer Plus, S.L.L. España, 2004.

### CISCO SYSTEMS INC.

Academia de Networking de Cisco System, Guía del Segundo año. CCNA. SEMESTRE 3- CAP 1 - 5 Pág.14 - 139. Tercera Edición, Compomar, S.L . Top Printer Plus, S.L.L. España, 2004.  
Repaso - Conmutación y diseño LAN.

### MANUAL DE LAS INFOTELECOMUNICACIONES

Componentes de Redes IP – Componentes de la Red, Capítulo 1201, Roberto Angel Ares, Edición 2000, Buenos Aires, Argentina.

[cisco.netacad.net](http://cisco.netacad.net)

[www.dell.com](http://www.dell.com)

[www.omnipro.com](http://www.omnipro.com)