



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad Culhuacan.

Seminario de Titulación
Interconectividad de redes de alta velocidad.

TESINA

DISEÑO DE UN DIRECCIONAMIENTO IP POR SUBNETEO.

PRESENTAN:

- **Jorge Arturo Díaz Iniesta**
- **David Andros Juárez Eslava**
- **José Armando Silva Valdés**
- **Violeta Velázquez Villar**
- **Francisco David Wong Aguilera**



INDICE.

OBJETIVOS.....	5
PROBLEMÁTICA.....	5
JUSTIFICACION.....	5
ALCANCE.....	5
CAPITULO 1. INTRODUCCION A LAS REDES.....	6
1.1 HISTORIA DE LAS REDES.....	6
1.2 FUNDAMENTO DE REDES.....	7
1.3 MODELO DE REFERENCIA OSI (INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS).....	11
1.4 TOPOLOGIAS DE REDES DE AREA LOCAL.....	13
1.5 DISPOSITIVOS DE REDES DE AREA LOCAL.....	17
1.6 REDES DE AREA LOCAL.....	18
1.7 TECNOLOGIA DE RED DE AREA AMPLIA.....	20
1.8 INTRODUCCION A ETHERNET.....	21
1.9 FORMATO DE LA TRAMA ETHERNET.....	21
1.10 TIPOS DE LA TRAMA ETHERNET.....	22
CAPITULO 2. TCP/IP.....	24
2.1 QUE ES TCP/IP.....	24
2.2 ARQUITECTURA DEL TCP/IP.....	24
2.3 FUNCIONES DE TCP/IP.....	25
2.4 PROTOCOLOS USADOS EN TCP/IP.....	26



CAPITULO 3. DIRECCIONAMIENTO IP.....	27
3.1 DIRECCION DE IP COMO NUMERO BINARIO DE 32 BITS.....	27
3.2 DIRECCIONES IP COMO NUMEROS DECIMALES.....	28
3.3 FORMATO DE DIRECCION IP.....	29
3.4 DIRECCION DE RED.....	29
3.5 DIRECCION DE BROADCAST.....	29
3.6 CLASES DE DIRECCIONES IP.....	29
3.7 RANGOS DE DIRECCIONES IP.....	32
3.8 DIRECCIONES PRIVADAS.....	32
CAPITULO 4. SUBNETEO.	33
4.1 INTRODUCCIÓN A SUBNETEO.....	33
4.2 DIRECCIÓN IP CLASE A, B, C, D Y E.....	33
4.3 MÁSCARA DE RED.....	34
CAPITULO 5. DISEÑO DE UN DIRECCIONAMIENTO IP POR SUBNETEO.....	39
5.1 ESTADO ACTUAL.....	39
5.2 PROBLEMÁTICA.....	40
5.3 SOLUCIÓN.....	40
5.4 DESARROLLO.....	40
5.5 RESULTADOS.....	56
5.6 BENEFICIOS.....	57
5.7 CONCLUSIONES.....	58
ANEXOS.	59
GLOSARIO.	64



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	66
BIBLIOGRAFIA.....	69



OBJETIVOS.

Rediseñar la red actual de la empresa designada como “Refacciones California” por medio de la implementación de un subneteo.

PROBLEMÁTICA.

Actualmente la empresa maneja un direccionamiento IP plano lo que provoca un bajo rendimiento y uso inadecuado de la red, ya que se presentan frecuentemente casos de congestión, saturación, IP duplicada e IP limitada de la misma, originando un alto consumo de recursos provocados por usuarios, servicios y solicitudes erróneas.

JUSTIFICACION.

Proporcionar un direccionamiento más manejable, contención de broadcast, ocultar la estructura interna de la red y mejorar la administración de la misma.

ALCANCE.

Presentar el diseño y configuración del subneteo, para proporcionar una lista de direcciones IP organizadas y disponibles para cada subred.



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES.

1.1 HISTORIA DE LAS REDES.

A mediados de los 70 diversos fabricantes desarrollaron sus propios sistemas de redes locales. Es en 1980 cuando Xerox, en cooperación con Digital Equipment Corporation e Intel, desarrolla y publica las especificaciones del primer sistema comercial de red denominado ETHERNET. En 1986 IBM introdujo la red Token Ring aunque la mayor parte del mercado utiliza hoy día la tecnología del tipo ETHERNET. En 1982 aparecen los ordenadores personales, siendo hoy una herramienta común de trabajo, esta difusión del ordenador ha impuesto la necesidad de compartir información, programas, recursos, acceder a otros sistemas informáticos dentro de la empresa y conectarse con bases de datos situadas físicamente en otros ordenadores.

Las primeras redes fueron redes de tiempo compartido que utilizaban mainframes y terminales conectadas, dichos entornos se implementaban con la SNA (Arquitectura de Sistemas de Redes) de IBM y la arquitectura de red de digital. La tecnología de interconectividad de redes surgió como una solución a tres problemas:

- LANS aisladas
- Duplicación de recursos
- Falta de administración de recursos

Las LANS aisladas imposibilitaban la comunicación electrónica entre diferentes oficinas o departamentos, la duplicación de recursos significaba que se debía de suministrar el mismo hardware y software a cada departamento y oficina, así como tener grupos de soporte separados, esta falta de administración de red provocó que no hubiera un método centralizado para administrar y reparar las redes significando un gran costo para las empresas.

Aun que al inicio, el principal beneficio de una red es poder compartir información entre varias computadoras, hoy en día existen un gran numero de ventajas que podemos encontrar al momento de tomar la decisión de formar una red.

- Ahorro de dinero, debido a que se necesita una menor cantidad de impresoras, escáneres, plotter's y/o faxes. Es posible utilizar discos duros de menor capacidad en cada computadora de trabajo.
- Seguridad, administración centralizada para cada usuario, brindar los privilegios que cada usuario debe tener en lugar de dar todos los privilegios a todos los usuarios.
- Administración, facilidad para respaldar toda la información, se pueden centralizar los datos para llevar un mejor control y para que todos los documentos estén basados sobre las mismas versiones y características de software.
- Eficiencia, ayuda a las personas a compartir y verificar archivos de otros usuarios de forma mas rápida debido a que existen puntos en común (carpetas compartidas) que permiten el acceso a cada usuario conectado a la red.
- Posibilidad de organizar grupos de trabajo, permite agrupar gente según sus tareas a desempeñar para que tengan un contacto mas directo y la privacidad necesaria que puedan requerir según sus obligaciones.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

- Mejoras en la administración de los equipos y programas, facilita de manera notable la administración de los equipos y el control, mantenimiento y actualización de los programas.

1.2 FUNDAMENTOS DE REDES.

Una red de computadoras, también llamada red de ordenadores o red informática, es un conjunto de computadoras conectadas por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos, que comparten información (archivos), recursos (CD-ROM, impresoras, etc.), servicios (acceso a Internet, e-mail, Chat, juegos), etc. incrementando la eficiencia y productividad de las personas.

Esta red debe contener 2 partes muy importantes, la primera es una parte física a la cual nombraremos como red de comunicaciones, la segunda es la parte lógica de la red y la nombraremos como red lógica.

Una **red de comunicaciones** es un conjunto de todos los medios físicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos (iguales) no jerárquica maestro-esclavo. Normalmente se trata de transmitir datos, audio y vídeo por ondas electromagnéticas a través de diversos medios como el aire, vacío, cable de cobre, cable de fibra óptica, etc.

Una **red lógica** es la parte que se encarga de administrar el sistema operativo y programas (software) por medio de normas y protocolos que son requeridos para que exista compatibilidad en 2 o mas equipos.

REDES LAN (Local Área Network, redes de área local). 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, son redes pequeñas entendiendo como pequeñas las redes de una oficina o de un edificio. Debido a sus limitadas dimensiones son redes muy rápidas en las cuales cada estación se puede comunicar con el resto.

REDES WAN (Wide Área Network, redes de área extensa). Son redes punto a punto que interconectan países y continentes. Al tener que recorrer una gran distancia sus velocidades son menores que en las LAN aunque son capaces de transportar una mayor cantidad de datos. Como vemos, las redes LAN son pequeñas y las redes WAN muy grandes, debe existir algún término para describir unas redes de tamaño intermedio, estas son las redes MAN.

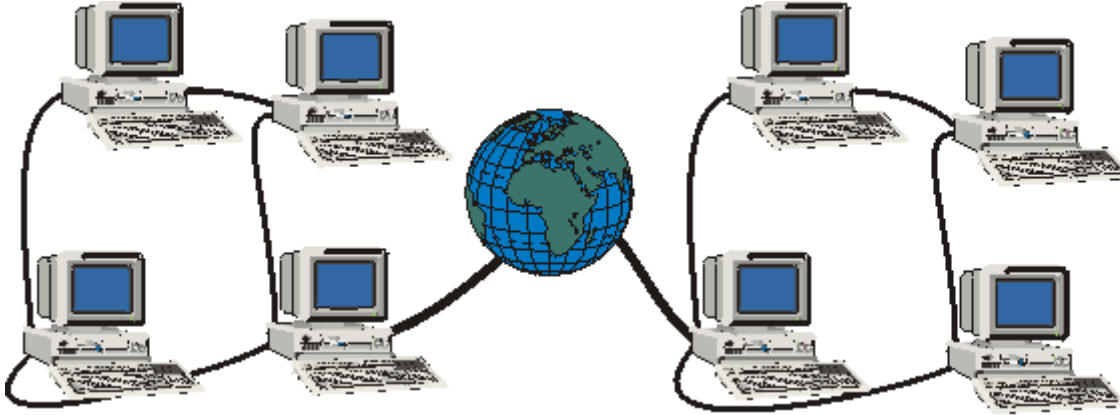


Fig. 1.2.1 Red de área extensa

REDES MAN (Metropolitan Área Network, redes de área metropolitana).

Un ejemplo es la red utilizada en una pequeña población para interconectar todos sus comercios, hogares y administraciones públicas.

REDES INTERNET. Una Internet es una red de redes, vinculadas mediante ruteadores o Gateway.

REDES INALÁMBRICAS. Son redes cuyos medios físicos no son cables de cobre de ningún tipo, lo que las diferencia de las redes anteriores, están basadas en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

Dependiendo de su distribución lógica, una red se clasifica en:

SERVIDOR. Máquina que ofrece información o servicios al resto de los puestos de la red. La clase de información o servicios que ofrezca determina el tipo de servidor que es; servidor de impresión, de archivos, de páginas Web, de correo, de usuarios, de IRC (charlas en Internet), de base de datos.

CLIENTE. Máquina que accede a la información de los servidores o utiliza sus servicios. Ejemplo; Cada vez que estamos viendo una página Web (almacenada en un servidor remoto) nos estamos comportando como clientes.

También seremos clientes si utilizamos el servicio de impresión de un ordenador remoto en la red (el servidor que tiene la impresora conectada).

Dependiendo del tipo de transferencia de datos que soportan, las redes se clasifican en:

REDES DE TRANSMISIÓN SIMPLE. Son aquellas redes en las que los datos sólo pueden viajar en un sentido.

REDES HALF-DUPLEX. Aquellas en las que los datos pueden viajar en ambos sentidos, pero sólo en uno de ellos en un momento dado. Es decir, sólo puede haber transferencia en un sentido a la vez.



MEDIOS DE TRANSMISION. Por medio de transmisión se entiende el soporte físico utilizado para el envío de datos por la red, la mayor parte de las redes existentes en la actualidad utilizan como medio de transmisión fibra óptica, cable bifilar o par trenzado, también se utiliza el medio inalámbrico que usa ondas de radio, microondas o infrarrojos, estos medios son más lentos que el cable o la fibra óptica.

Las líneas de transmisión son la espina dorsal de la red, para efectuar la transmisión de la información se utilizan varias técnicas pero las más comunes son la banda base y la banda ancha.

CABLE COAXIAL. Hasta hace poco era el medio de transmisión más común en las redes locales, el cable coaxial consiste en dos conductores concéntricos separados por un dieléctrico y protegido del exterior por un aislante.

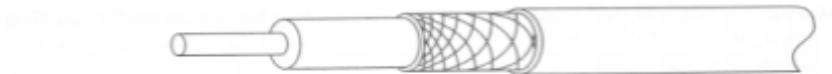


Fig. 1.2.2 Cable coaxial.

Existen distintos tipos de cable coaxial según las redes o las necesidades de mayor protección o distancia. Este tipo de cable sólo lo utilizan las redes ETHERNET. Existen dos tipos de cable coaxial:

- **Cable thick o cable grueso**, es más voluminoso, caro y difícil de instalar, pero permite conectar un mayor número de nodos y alcanzar mayores distancias.
- **Cable thin o cable fino**, también conocido como cheapernet por ser más económico y fácil de instalar. Sólo se utiliza para redes con un número reducido de nodos. Ambos tipos de cable pueden ser usados simultáneamente en una red siendo su velocidad de transmisión de la señal en ambos de 10 Mb.

Algunas ventajas del cable coaxial son:

- La protección de las señales contra interferencias eléctricas debida a otros equipos, fotocopiadoras, motores, luces fluorescentes, etc.
- Puede cubrir distancias relativamente grandes entre 185 y 1500 metros dependiendo del tipo de cable usado.

CABLE BIFILAR O PAR TRENZADO. El par trenzado consta como mínimo de dos conductores aislados trenzados entre ellos y protegidos con una cubierta aislante, un cable de este tipo habitualmente contiene 1, 2 ó 4 pares.

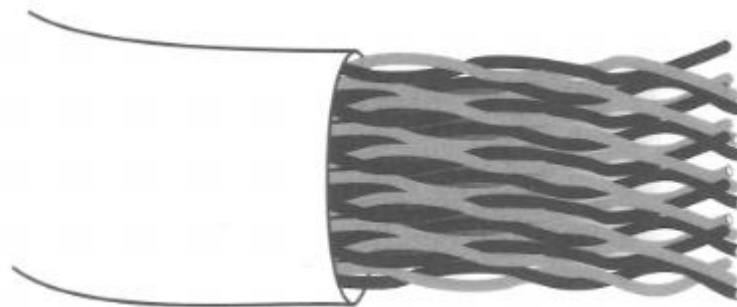


Fig. 1.2.3 Cable de par trenzado.

Los cables trenzados constituyen el sistema de cableado usado en todo el mundo para telefonía, este cable es bastante barato y fácil de instalar y las conexiones son fiables, sus ventajas mayores son por tanto su disponibilidad y bajo costo, en cuanto a las desventajas están la gran atenuación de la señal a medida que aumenta la distancia y que son muy susceptibles a interferencias eléctricas, por este motivo en lugar de usar cable bifilar paralelo se utiliza trenzado, esto eleva el costo del cable, pero su instalación y conexionado continúa siendo más barato, tanto ETHERNET como Token Ring usan este tipo de cable.

FIBRA ÓPTICA. Es el medio de transmisión más moderno y avanzado, es utilizado cada vez más para formar la "espin dorsal" de grandes redes, su funcionamiento consiste en generar señales de datos que se transmiten a través de impulsos luminosos y pueden recorrer grandes distancias (del orden de kilómetros) sin que se tenga que amplificar la señal.

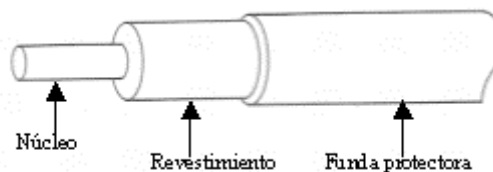


Fig. 1.2.4 Fibra óptica

Por su naturaleza este tipo de señal y cableado es inmune a las interferencias electromagnéticas y por su gran ancho de banda permite transmitir grandes volúmenes de información a alta velocidad.

Estas ventajas hacen de la fibra óptica la elección idónea para redes de alta velocidad a grandes distancias, con flujos de datos considerables así como en instalaciones en que la seguridad de la información sea un factor relevante. Como inconveniente está que es el soporte físico más caro, de nuevo, no debido al coste del cable en sí, sino por el precio de los conectores, el equipo requerido para enviar y detectar las ondas luminosas y la necesidad de disponer de técnicos calificados para realizar la instalación y mantenimiento del sistema de cableado.



1.3. MODELO DE REFERENCIA OSI (INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS).

Este modelo describe cómo se transfiere la información desde una aplicación de software en un ordenador a través del medio de transmisión hasta una aplicación de software en otro ordenador. OSI es un modelo conceptual compuesto de siete capas, en cada una de ellas se especifican funciones de red particulares. Fue desarrollado por la **ISO** (Organización Internacional de Estándares) en 1984 y actualmente se considera el modelo principal de arquitectura para la comunicación entre ordenadores. Cada capa tiene una tarea o grupo de tareas, siendo entre ellas más o menos independientes, esto permite que las soluciones ofrecidas por una capa se puedan actualizar sin afectar a las demás. Las capas superiores (5, 6 y 7) tienen que ver con la aplicación y en general sólo están implementadas en software. Las capas inferiores (1, 2, 3 y 4) manejan lo concerniente a la transferencia de datos. En general las otras capas inferiores están implementadas únicamente en software. La capa inferior, la física, que es la más cercana al medio de transmisión de la red física es la responsable de colocar la información en el medio de transmisión.

Las 7 capas del modelo OSI

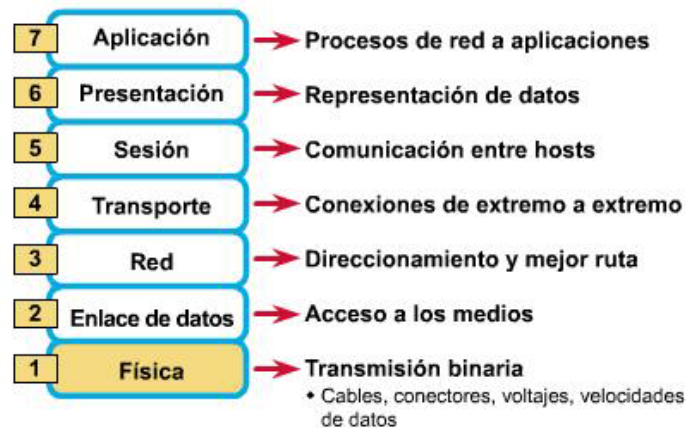


Fig. 1.3.1 Modelo OSI

CAPA FÍSICA. Define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas de redes. Las especificaciones de la capa física definen características como niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidades de transferencia de información, distancias máximas de transmisión y conectores físicos.

CAPA DE ENLACE DE DATOS. Proporciona el tránsito fiable de datos a través del enlace de red. Diferentes especificaciones de la capa de enlace de datos definen diferentes características de red y protocolo, incluyendo el direccionamiento físico, la topología de red, la notificación de error, la



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

secuencia de tramas y el control de flujo. El direccionamiento físico define cómo se nombran los dispositivos en la capa de enlace de datos, la topología de red consiste en especificaciones de la capa de enlace de datos, que con frecuencia, definen la forma en que se conectarán físicamente los dispositivos en topología, bus o en topología anillo, la notificación de error alerta a los protocolos de las capas superiores cuando se presenta un error en la transmisión, en tanto la secuencia de tramas de datos reordena las que se han transmitido fuera de secuencia, finalmente el control de flujo regula la transmisión de datos para que el dispositivo receptor no se sature con más tráfico del que pueda manejar simultáneamente.

El **IEEE** (Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad) han subdividido la capa de enlace de datos en dos subcapas; **LLC** (Control de Enlace Lógico) y **MAC** (Control de Acceso a Medios). La subcapa **LLC** administra las comunicaciones entre los dispositivos unidos por un enlace individual de red. Esta subcapa está definida en la especificación **IEEE 802.2** y soporta los servicios orientados y no orientados a la conexión utilizando por protocolos de las capas superiores. La subcapa **MAC** administra el protocolo de acceso al medio de transmisión físico de la red. La especificación **IEEE MAC** define las direcciones **MAC**, las cuales permiten a múltiples dispositivos identificarse de manera única entre sí en la capa de enlace de datos.

CAPA DE RED. Esta capa proporciona el ruteo y funciones relacionadas que permiten a múltiples enlaces de datos combinarse en una red, esto se logra a través del direccionamiento lógico de los dispositivos. La capa de red soporta servicios orientados y no orientados a la conexión de los protocolos de las capas superiores, estos protocolos son de hecho protocolos de ruteo, sin embargo también otro tipo de protocolos están implementados en la capa de red, algunos protocolos comunes de ruteo son:

- **BGP** (Protocolo de puerta de enlace fronteriza), un protocolo de ruteo entre dominios de Internet.
- **OSPF** (Algoritmo abierto de primero la trayectoria más corta), protocolo de compuerta interior basado en estado de enlaces y desarrollo para utilizarse en redes **TCP/IP**.
- **RIP** (Protocolo de información de ruteo), un protocolo de ruteo de Internet que utiliza conteo de saltos como su métrica.

CAPA DE TRANSPORTE. Implementa servicios fiables de datos entre redes transparentes a las capas superiores. Entre las funciones habituales de la capa de transporte se cuentan el control de flujo, el multiplexaje, la administración de circuitos virtuales y la verificación y recuperación de errores. El control de flujo administra la transmisión de datos entre dispositivos para que el dispositivo transmisor no envíe más datos de los que pueda procesar el dispositivo receptor.

El multiplexaje permite que los datos de diferentes aplicaciones sean transmitidos en un enlace físico único. Es la capa de transporte la que establece, mantiene y termina los circuitos virtuales. La verificación de errores implica la creación de varios mecanismos para detectar los errores en la transmisión, en tanto que, la recuperación de errores implica realizar una acción, tal como, solicitar la retransmisión de datos para resolver cualquier error que pudiera ocurrir. Algunas implementaciones de la capa de transporte incluyen el protocolo de control de transmisión, el protocolo de enlace de nombres y protocolos de transporte del estándar **OSI**. **TCP** (Protocolo de Control de Transmisión) es el protocolo en el conjunto **TCP/IP** que proporciona una transmisión fiable de datos. **NBP** (Protocolo de Enlace de Nombres) el cual asocia nombres Apple Talk con direcciones.



CAPA DE SESIÓN. Establece, administra y finaliza las sesiones de comunicación entre las entidades de la capa de presentación, estas sesiones de comunicación constan de solicitudes y respuestas de servicio que se presentan entre aplicaciones ubicadas en diferentes dispositivos de red, dichas solicitudes y respuestas están coordinadas por protocolos implementados en la capa de sesión.

Algunos ejemplos de implementaciones de la capa de sesión incluyen a **ZIP** (Protocolo de Información de Zona), el protocolo de Apple Talk que coordina el proceso de enlace de nombres y **SCP** (Protocolo de Control de Sesión) que es el protocolo de la capa de sesión de DECnet Fase IV.

CAPA DE PRESENTACIÓN. Brinda una gama de funciones de codificación y conversión que se aplican a los datos de la capa de aplicación, dichas funciones aseguran que la información enviada desde la capa de aplicación de un sistema sea legible por la capa de aplicación de otro sistema. Los esquemas de conversión se utilizan para intercambiar información entre sistemas utilizando diferentes representaciones de texto y datos, tales como **EBCDIC** y **ASCII**.

CAPA DE APLICACIÓN. Esta es la capa de OSI más cercana al usuario final, lo cual significa que tanto la capa de aplicación como el usuario interactúan de manera directa con la aplicación de software. Esta capa interactúa con las aplicaciones de software que implementan un componente de comunicación, dichos programas de aplicación están fuera del alcance del modelo OSI. Las funciones de la capa de aplicación incluyen la identificación de socios de comunicación, la determinación de la disponibilidad de recursos y la sincronización de la comunicación, al identificar socios de comunicación la capa de identificación automáticamente determina su identidad y disponibilidad para una aplicación que debe transmitir datos, cuando se está determinando la disponibilidad de recursos la capa de aplicación debe decidir si hay suficientes recursos en la red para la comunicación que se está solicitando, para tal efecto hay dos tipos clave de implementaciones de la capa de aplicación:

- **TCP/IP**
- **OSI**

Las aplicaciones **TCP/IP** son protocolos, como Telnet, **FTP** (Protocolo de Transferencia de Archivos) y **SMTP** (Protocolo de Transferencia de Correo Simple) estos forman parte del grupo de protocolos de Internet, en tanto, las aplicaciones **OSI** son protocolos como **FTAM** (Transferencia Acceso y Administración de Archivos), **VTP** (Protocolo de Terminal Virtual) y **CMIP** (Protocolo Común de Información de la Administración) que pertenecen al conjunto **OSI**.

1.4 TOPOLOGIAS DE REDES DE ÁREA LOCAL.

BUS LINEAL. La topología en bus es un diseño sencillo en el que un solo cable, que es conocido como "bus" es compartido por todos los dispositivos de la red, el cable va recorriendo cada uno de los ordenadores y se utiliza una terminación en cada uno de los dos extremos, los dispositivos se conectan al bus utilizando generalmente un conector en T. Las ventajas de las redes en bus lineal son su sencillez y economía, un inconveniente del bus lineal es que si el cable falla en cualquier punto toda la red deja de funcionar.

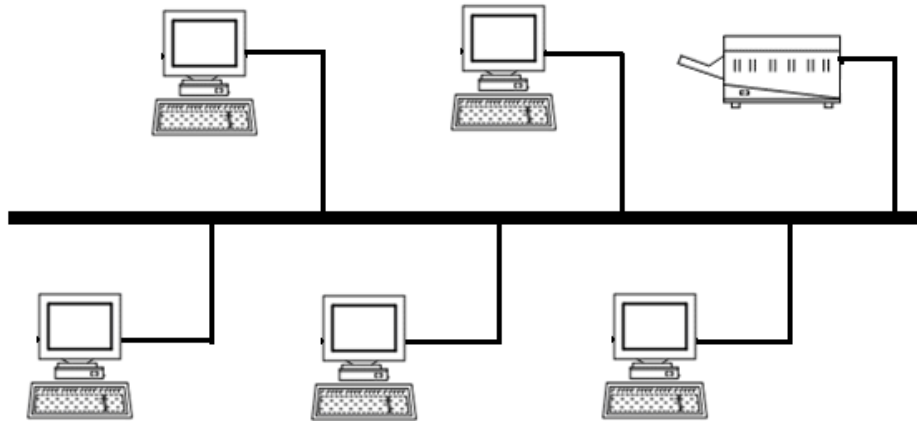


Fig. 1.4.1 Red en bus

ESTRELLA. Los nodos de la red se conectan con cables dedicados a un punto que es una caja de conexiones, llamada HUB o concentradores. En una topología en estrella cada estación de trabajo tiene su propio cable dedicado por lo que habitualmente se utilizan mayores longitudes de cable. La detección de problemas de cableado es muy simple, por la misma razón, la resistencia a fallos es muy alta ya que un problema en un cable afectará sólo a este usuario.

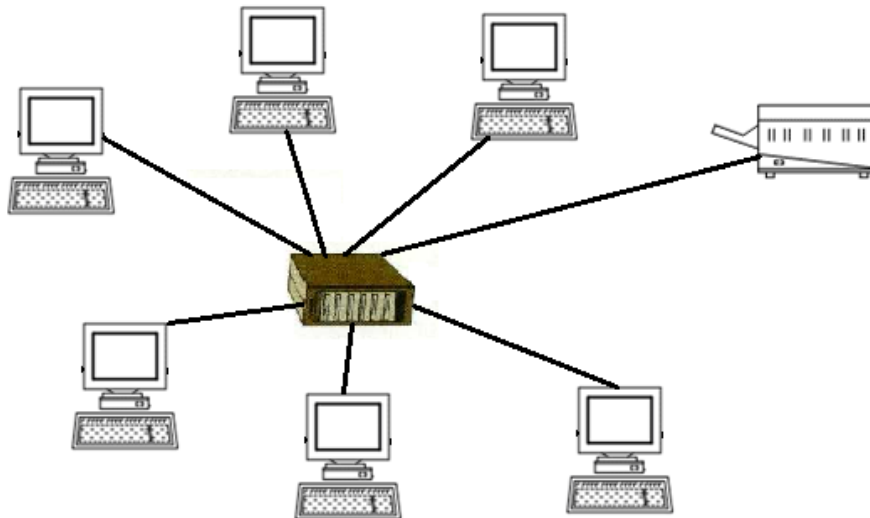


Fig. 1.4.2 Red en estrella.



ÁRBOL. Al igual que sucedía en la topología en estrella, los dispositivos de la red se conectan a un punto que es una caja de conexiones llamado HUB. Estos suelen soportar entre cuatro y doce estaciones de trabajo. Los HUBS se conectan a una red en bus, formando así un árbol o pirámide de HUBS y dispositivos.

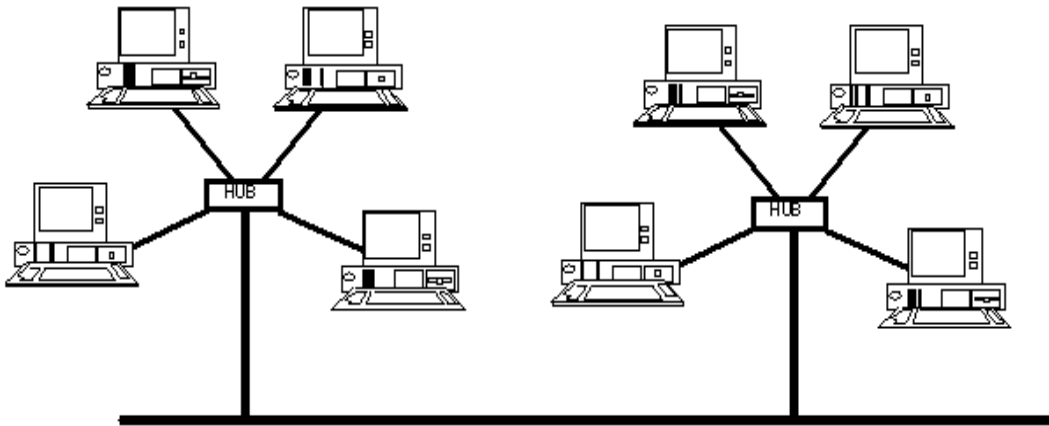


Fig. 1.4.3 Red en árbol.

ANILLO. En una red en anillo los nodos se conectan formando un círculo cerrado. El anillo es unidireccional, de tal manera que los paquetes que transportan datos circulan por el anillo en un solo sentido. En una red local en anillo simple, un corte del cable afecta a todas las estaciones, por lo que se han desarrollado sistemas en anillo doble o combinando topologías de anillo y estrella.

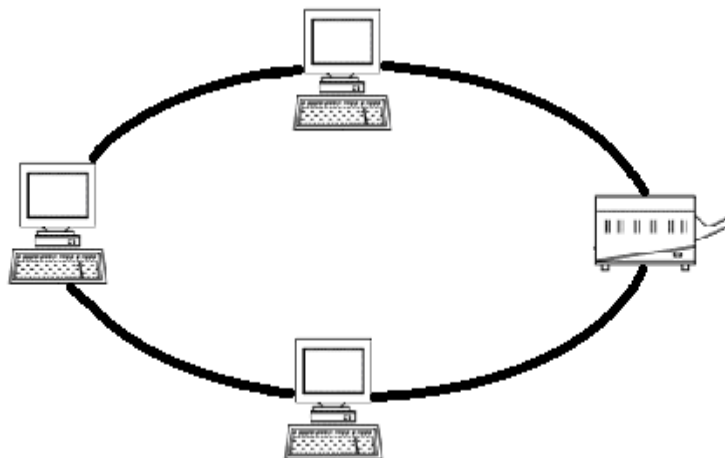


Fig. 1.4.4 Red en anillo.



MALLA. La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores. El establecimiento de una red de malla es una manera de encaminar datos, voz e instrucciones entre los nodos. Las redes de malla se diferencian de otras redes en que los elementos de la red (nodo) están conectados todos con todos, mediante cables separados. Esta configuración ofrece caminos redundantes por toda la red de modo que, si falla un cable, otro se hará cargo del tráfico.

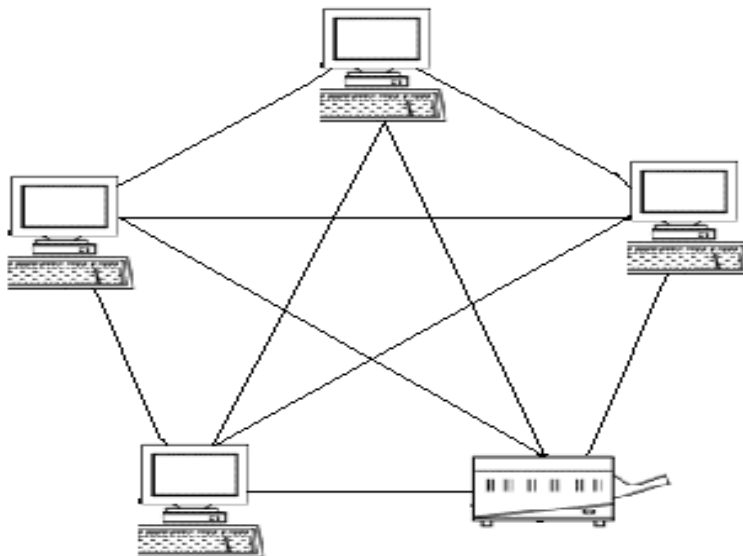


Fig. 1.4.5 Topología de malla.

MIXTA. Debido a las necesidades actuales es muy complicado que encontremos una red uniforme, por lo tanto cada día es más común que se utilicen redes mixtas. Una red mixta, es una red que está formada por 2 o más topologías dentro de la misma. A continuación el diagrama de una red mixta.

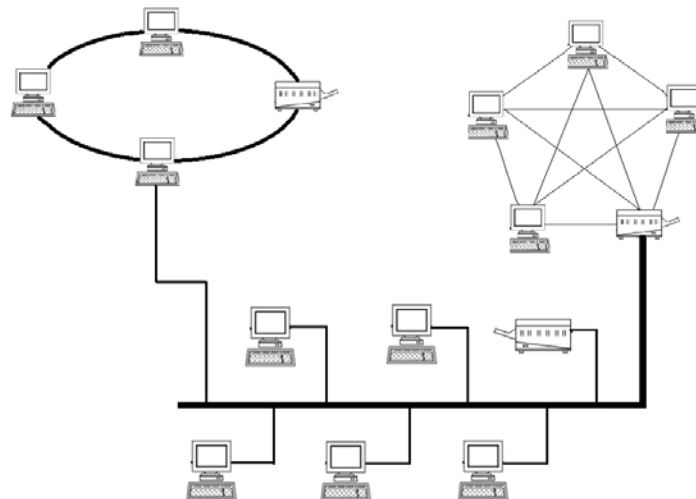


Fig. 1.4.6 Topología de una red Mixta.

1.5 DISPOSITIVOS DE REDES DE ÁREA LOCAL.

REPETIDOR. Un repetidor hace posible que una serie de segmentos de cable se comporte como un solo cable. Los repetidores reciben señales de un segmento de red y amplifican, re sincronizan, retransmiten esas señales hacia otro segmento de la red. El total de repetidores y segmentos de red que se pueden conectar está limitado por la temporización y otros problemas.

CONCENTRADOR O HUB. Es un dispositivo de la capa física que conecta varias estaciones de usuarios por medio de un cable dedicado. Los concentradores generalmente se utilizan para conformar una red con topología física en estrella que a su vez conserva la topología lógica en bus o la configuración en anillo de LAN.

PUENTES. Es un dispositivo que opera en capa dos del modelo de referencia OSI. Los puentes analizan las tramas entrantes, toman decisiones de envío con base en la información contenida en las tramas y envían las tramas a su destino.

SWITCHES. Son dispositivos de la capa de enlace de datos que permiten la interconexión de múltiples segmentos físicos de LAN en una sola red de gran tamaño. Los switches envían y distribuyen el tráfico con base en sus direcciones MAC y la conmutación en LAN representa una comunicación dedicada y libre de colisiones entre los dispositivos de la red.

RUTEADORES. Los ruteadores permiten interconectar las distintas redes y encaminar la información por el camino adecuado.



1.6 REDES DE ÁREA LOCAL.

La mayoría de las LANS han sido estandarizadas por el IEEE en el comité denominado 802. Los estándares desarrollados por este comité están enfocados a las capas 1 y 2 del modelo OSI. Los grupos de trabajo 802 continuamente están planteando nuevas técnicas y protocolos para su estandarización, medios físicos, etc., al surgir una propuesta el grupo correspondiente nombra un grupo de estudio que la analiza y si el informe es favorable se crea un subgrupo que eventualmente propone un adendum al estándar para su aprobación.

Los proyectos se identifican por letras añadidas al grupo de trabajo del que provienen. ETHERNET. Es una especificación de LAN banda base inventada por Xerox Corp., que usan CSMA/CD como protocolo MAC y se incluyen tres categorías principales:

- **ETHERNET** Original. Sistema más utilizado actualmente, transmite frames a 10 Mbps y está especificado por los estándares IEEE 802.3 y ETHERNET.
- **FAST ETHERNET**. Sistema con un ancho de banda de 100 Mbps, conserva el formato del frame ETHERNET y la cantidad de datos que pueden ser transmitidos en él lo que lo hace ser compatible con la versión anterior.
- **GIGABIT ETHERNET**. Corresponde a una extensión más del estándar de ETHERNET. Este sistema ofrece un ancho de banda de 1000 Mbps, manteniendo absoluta compatibilidad con los nodos ETHERNET ya existentes.

TOKEN BUS. El problema principal que las empresas interesadas en automatización vieron con ETHERNET era que tenían serias dudas sobre su aplicación a sistemas en tiempo real. Las razones principales eran, por un lado, el comportamiento no determinista de ETHERNET donde cabía la probabilidad de que dos nodos no pudieran comunicarse debido al exceso de tráfico y, por otro, que no era posible reservar capacidad o establecer prioridades. Token Ring resolvía muchos de estos problemas pero seguía presentando dos serios problemas; el papel de la estación monitor resultaba demasiado importante y una topología física bus era más adecuada que un anillo para una línea de producción de una fábrica. General Motors promovió entonces el desarrollo del estándar 802.4 o Token Bus, que es una red que se utiliza en algunas fábricas para el control de la maquinas. Cabe señalar que su uso es mucho más restringido que ETHERNET o Token Ring y en palabras simples y sin cometer grandes errores se puede decir que Token Bus es una mezcla entre ETHERNET y Token Ring.

TOKEN RING. Después de la propuesta de ETHERNET y de Token Bus el comité IEEE 802.3 recibió otra propuesta, esta vez de IBM que presentó una red con topología física de anillo y protocolo MAC Token passing que se denominaba Token Ring. El comité viendo que no sería posible elaborar un único estándar y considerando que el apoyo de la industria a cada propuesta era demasiado importante como para descartar cualquiera de ellas optó por aceptar las tres y crear un subcomité para cada una de ellas; 802.3 para CSMA / CD (ETHERNET), 802.4 para Token Bus y 802.5 para Token Ring.

FDDI. Las redes FDDI (Fiber Distributed Data Interfase - Interfaz de Datos Distribuida por Fibra) surgieron a mediados de los años ochenta para dar soporte a las estaciones de trabajo de alta



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

velocidad que habían llevado las capacidades de las tecnologías ETHERNET y Token Ring existentes hasta el límite de sus posibilidades.

Están implementadas mediante una red física de estrella y lógica de anillo doble de Token, uno transmitiendo en el sentido de las agujas del reloj (anillo principal) y el otro en dirección contraria (anillo de respaldo o back up) que ofrece una velocidad de 100 Mbps sobre distancias de hasta 200 metros, soportando hasta 1000 estaciones conectadas. Su uso más normal es como una tecnología de backbone para conectar entre sí redes LAN de cobre o computadores de alta velocidad. El tráfico de cada anillo viaja en direcciones opuestas, físicamente los anillos están compuestos por dos o más conexiones punto a punto entre estaciones adyacentes, los dos anillos de la FDDI se conocen con el nombre de primario y secundario. El anillo primario se usa para la transmisión de datos mientras que el anillo secundario se usa generalmente como respaldo.

Se distinguen en una red FDDI dos tipos de estaciones; las estaciones clase B, estaciones de una conexión (SAS) se conectan a un anillo, mientras que las de clase A, estaciones de doble conexión (DAS) se conectan a ambos anillos.

Las redes FDDI utilizan un mecanismo de transmisión de Token similar al de las redes Token Ring, pero además, acepta la asignación en tiempo real del ancho de banda de la red mediante la definición de dos tipos de tráfico:

- **Tráfico Síncrono.** Puede consumir una porción del ancho de banda total de 100 Mbps de una red FDDI mientras que el tráfico asíncrono puede consumir el resto.
- **Tráfico Asíncrono:** Se asigna utilizando un esquema de prioridad de ocho niveles, a cada estación se asigna un nivel de prioridad asíncrono.

WIRELESS LAN

El IEEE en 1997 aprobó el estándar 802.11 que define los niveles físicos y la subcapa MAC para las transmisiones inalámbricas en una LAN. El estándar define el protocolo de comunicación para dos tipos de redes: las adhoc, que son aquellas formadas por múltiples puntos inalámbricos dentro de un área de cobertura donde todos los nodos tienen el mismo nivel jerárquico y las redes cliente-servidor, que son aquellas que usan un punto de acceso que controla la asignación los tiempos de transmisión para cada estación de la red generando celdas de cobertura (llamadas BSS) por cada AP y permitiendo a los usuarios moverse entre la o las celdas. Además de esto, los AP permiten que la red inalámbrica se conecte con un backbone, ya sea cableado o inalámbrico, que reciba el nombre de Sistema de Distribución (DS).

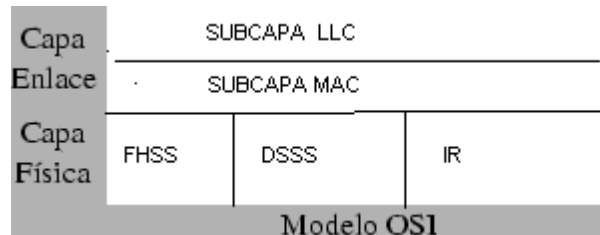


Fig. 1.6.1 Arquitectura WIRELESS

1.7 TECNOLOGÍA DE RED DE ÁREA AMPLIA.

FRAME RELAY. Es un protocolo WAN de alto desempeño que opera en la capa física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI. En las redes que utilizan esta tecnología las estaciones terminales comparten el medio de transmisión de la red de manera dinámica, así como el ancho de banda disponible.

Los paquetes de longitud variable se utilizan en transferencias más eficientes y flexibles, posteriormente estos paquetes se conmutan entre los diferentes segmentos de la red hasta que llegan a su destino.

INTERFASE HSSI (INTERFASE SERIAL DE ALTA VELOCIDAD). Es una interface DTE/DCE desarrollada por Cisco System y redes T3PLUS para resolver las necesidades de comunicación a alta velocidad a través de enlace WAN. Define la interfaz física y eléctrica del DTE/DCE, por lo tanto, corresponde a la capa física del modelo de referencia OSI.

RED ISDN (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS). Se compone de los servicios de telefonía digital y transporte de datos que ofrecen las compañías regionales de larga distancia. El ISDN implica la digitalización de la red telefónica que permite que voz, datos, texto, graficas, música, video y otros materiales fuente se transmitan a través de los cables telefónicos.

PPP. El PPP (Protocolo Punto a Punto) surgió originalmente como un protocolo de encapsulamiento para el transporte de tráfico IP a través de enlaces punto a punto. Este protocolo también estableció un estándar para las funciones de asignación y de administración de direcciones IP, el encapsulamiento asíncrono (inicio-parada) y síncrono orientado a bit, el multiplexaje del protocolo de red, la configuración de enlace, la prueba de la calidad del enlace, la detección de errores y opciones de negociación para capacidades y la negociación de la compresión de datos. PPP soporta estas funciones al ofrecer un LCP (Protocolo de Control de Enlace) con posibilidad de extenderse y una familia de NCPs (Protocolo de Control de Red) para negociar los parámetros y especificaciones de configuración de la red.

SMDS (SERVICIO DE DATOS CONMUTADOS A MULTIMEGABITS). Es una tecnología basada en data gramas de conmutación de paquetes de alta velocidad que se utiliza para la comunicación a través de las PDN (Redes Públicas de Datos). SMDS puede utilizar un medio de transmisión de fibra óptica o de cobre y soporta velocidades de 1.544 Mbps a través de equipo de transmisión de señal digital (DS-1) nivel 1, o de 4.736 Mbps a través de equipos de transmisión de señal digital



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

(DS-3) nivel 3. Además las unidades de datos son lo suficientemente grandes como para encapsular tramas completas de IEEE 802.3, IEEE 802.5 y de la FDDI.

ADSL (TECNOLOGÍA DE LÍNEA DE SUSCRIPTOR DIGITAL ASIMÉTRICA). Es una tecnología de módem que utiliza las líneas telefónicas de par trenzado existentes para transportar datos de gran ancho de banda como multimedia y video a los suscriptores del servicio.

SDLC (CONTROL DE ENLACE DE DATOS SÍNCRONO) Desarrollado por IBM a mediados de los años 70 para su uso en entornos SNA (Arquitectura de Redes de Sistemas). El SDLC fue el primer protocolo de la capa de enlace de datos que se basó en una operación síncrona orientada a bits. Este protocolo soporta una gran variedad de tipos de enlace y topologías, puede utilizarse con enlaces punto a punto y enlaces multipunto con medios de transmisión por cable o por el espacio libre, semidúplex o dúplex total y redes de conmutación de circuitos y de paquetes.

X.25. Es un estándar de protocolo del sector estándares de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para las comunicaciones WAN que define cómo se establecen y mantienen las conexiones entre los dispositivos de usuario y los dispositivos de red. Está diseñado para operar de manera eficiente sin tomar en cuenta el tipo de sistemas conectados a la red. Los dispositivos de la red

X.25 se clasifican en tres categorías generales: DTE (Equipo Terminal de Datos), DCE (Equipo de Comunicación de Datos) y PSE (Intercambio de Conmutación de Paquetes).

1.8 INTRODUCCIÓN A ETHERNET.

ETHERNET es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). ETHERNET define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI

1.9 FORMATO DE LA TRAMA ETHERNET.

Los paquetes de información (también conocidos como tramas) que envía cada computadora por la red deben tener un formato específico y cumplir unas normas establecidas, para que sean comprendidas por todos los usuarios de la red, estas normas cobijan aspectos como la longitud de los paquetes, polaridad o voltaje de los bits, códigos para detección de errores, etc. En la figura 2.1 se muestra el formato de una trama o paquete de información, cada trama empieza con un preámbulo de 7 bytes iguales (10101010).

Esto genera una onda cuadrada de 10 MHz, durante un tiempo de 5.6 micro segundo, con el objeto de que el receptor se sincronice con el reloj de transmisor, después viene un byte llamado

Inicio de trama (10101011) con el fin de marcar el comienzo de la información propiamente dicha.

Los bytes de relleno se emplean para garantizar que la trama total tenga una longitud mínima de



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

64 bytes (sin contar el preámbulo ni el inicio de trama) en caso de que el archivo de datos sea muy corto. Esto se hace con el fin de desechar las tramas muy cortas (menores de 64 bytes) que puedan aparecer en el cable de la red, como consecuencia de transmisiones abortadas por colisiones.



Fig. 1.9.1 Formato de una trama.

El código de redundancia sirve para hacer detección de errores. Si algunos bits de datos llegan al receptor erróneamente (por causa del ruido), es casi seguro que el código de redundancia será incorrecto y, por lo tanto, el error será detectado.

CODIFICACIÓN DE LOS BITS

Aunque los bits de información que entrega la tarjeta de red al cable se podrían entregar en forma directa, esto no le permitiría al receptor saber en qué momento empieza cada uno. Además, la potencia que se pierde en el cable sería muy elevada, por esto la red utiliza una técnica denominada codificación Manchester, que consiste en asignar dos intervalos de tiempo iguales para cada bit.

Para representar un 1 lógico se tiene que la primera mitad del bit está en nivel alto y la segunda mitad en nivel bajo. Para representar un 0 lógico, el primer intervalo está en nivel bajo y el segundo en nivel alto, con este esquema se garantiza que cada bit tenga una transición en la parte media, propiciando así un excelente sincronismo entre el transmisor y el receptor.

1.10 TIPOS DE ETHERNET.

Existen una gran variedad de implementaciones de IEEE 802.3 para distinguir entre ellas se ha desarrollado una notación, esta notación especifica tres características de la implementación:

- La tasa de transferencia de datos en Mb/s
- El método de señalamiento utilizado



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

- La máxima longitud de segmento de cable en cientos de metros del tipo de medio.

Algunos tipos de estas implementaciones de IEEE 802.3 y sus características se resumen a continuación:

Tipo	Medio	Ancho de banda máximo	Longitud máxima de segmento	Topología Física	Topología Lógica
10Base5	Coaxial grueso	10 Mbps	500 m	Bus	Bus
10Base-T	UTP Cat 5	10 Mbps	100 m	Estrella; Estrella Extendida	Bus
10Base-FL	Fibra óptica multimodo	10 Mbps	2.000 m	Estrella	Bus
100Base-TX	UTP Cat 5	100 Mbps	100 m	Estrella	Bus
100Base-FX	Fibra óptica multimodo	100 Mbps	2.000 m	Estrella	Bus
1000Base-T	UTP Cat 5	1000 Mbps	100 m	Estrella	Bus

Fig. 1.10.1 Variedades de red ETHERNET



TEMA 2. TCP/IP

2.1 QUE ES TCP/IP.

Un protocolo es una forma preestablecida con anterioridad a través de la cual se realizan intercambios de información, es decir, es la manera en la cual se van a intercambiar los documentos o datos entre computadoras para que dichos datos sean comprendidos, aceptados y procesados correctamente entre las computadoras. TCP/IP representa un conjunto de protocolos que cubren los distintos niveles del modelo OSI. La arquitectura de un sistema en TCP/IP tiene una serie de objetivos:

- La independencia de la tecnología usada en la conexión bajo nivel y la arquitectura de la computadora.
- Conectividad universal a través de la red.
- Reconocimientos de extremo a extremo.
- Protocolos estandarizados.

Los dos protocolos más importantes son el TCP (Protocolo de Control de Transmisión) y el IP (Protocolo de Internet) que son los que dan nombre al conjunto.

2.2 ARQUITECTURA DEL TCP/IP.

En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares, está diseñado para cumplir con una cierta cantidad de criterios, entre ellos:

- Dividir mensajes en paquetes;
- Usar un sistema de direcciones;
- Enrutar datos por la red;
- Detectar errores en las transmisiones de datos.

En general, TCP/IP relaciona dos nociones:

La noción de estándar: TCP/IP representa la manera en la que se realizan las comunicaciones en una red; La noción de implementación: la designación TCP/IP generalmente se extiende a software basado en el protocolo TCP/IP. En realidad, TCP/IP es un modelo cuya aplicación de red utilizan los desarrolladores. Las aplicaciones son, por lo tanto, implementaciones del protocolo TCP/IP.



Para poder aplicar el modelo TCP/IP en cualquier equipo, es decir, independientemente del sistema operativo, el sistema de protocolos TCP/IP se ha dividido en diversos módulos, cada uno de éstos realiza una tarea específica.

Además, estos módulos realizan sus tareas uno después del otro en un orden específico, es decir que existe un sistema estratificado, esta es la razón por la cual se habla de modelo de capas

El término capa se utiliza para reflejar el hecho de que los datos que viajan por la red atraviesan distintos niveles de protocolos, por lo tanto, cada capa procesa sucesivamente los datos (paquetes de información) que circulan por la red, les agrega un elemento de información (llamado encabezado) y los envía a la capa siguiente. El modelo TCP/IP, influenciado por el modelo OSI, también utiliza el enfoque modular (utiliza módulos o capas), pero sólo contiene cinco capas en las que se agrupan los protocolos y que se relacionan con los niveles OSI,

2.3 FUNCIONES DE TCP/IP.

Las funciones de las diferentes capas son las siguientes:



Fig. 2.3.1 Modelo TCP/IP

CAPA DE APLICACIÓN. Corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión. Aquí se incluyen protocolos destinados a proporcionar servicios tales como correo electrónico (SMTP), transferencia de ficheros (FTP), conexión remota (TELNET) y otros más recientes como el protocolo http (Hypertext Transfer Protocol).

CAPA DE TRANSPORTE. Coincide con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de este nivel, tales como TCP y UDP, se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos.

CAPA DE RED. La capa de red define la forma en que un mensaje se transmite a través de distintos tipos de redes hasta llegar a su destino. El principal protocolo de esta capa es el IP, también se encuentran a este nivel los protocolos ARP, ICMP. Esta capa proporciona el direccionamiento IP y determina la ruta óptima a través de los routers que debe seguir un paquete desde el origen hasta el destino.

CAPA DE ACCESO A LA RED. Es la interfaz de la red real, determina la manera en que las computadoras envían y reciben la información través del soporte físico proporcionado por la capa física.



CAPA FÍSICA. Referida al medio físico por el cual se transmite la información, generalmente será un cable aunque también puede ser cualquier otro medio de transmisión como ondas o enlaces vía satélite.

2.4 PROTOCOLOS USADOS EN TCP/IP.

El TCP/IP necesita funcionar sobre algún tipo de red o de medio físico que proporcione sus propios protocolos para el nivel de enlace de Internet, por esto hay que tener en cuenta que los protocolos utilizados en este nivel pueden ser muy diversos y no forman parte del conjunto TCP/IP.

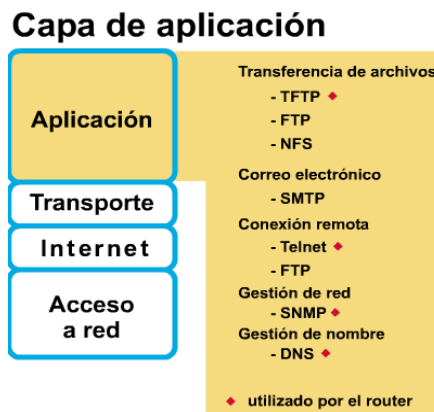


Fig. 2.4.1 Capa de Aplicación

- **FTP** (File Transfer Protocol). Se utiliza para transferencia de archivos.
- **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol). Es una aplicación para el correo electrónico.
- **TELNET**. Permite la conexión de una aplicación remota desde un proceso o terminal.
- **RPC** (Remote Procedure Call). Permite llamadas a procedimientos situados remotamente. Se utilizan las llamadas a RPC como si fuesen procedimientos locales.
- **SNMP** (Simple Network Management Protocol). Se trata de una aplicación para el control de la red.
- **NFS** (Network File System). Permite la utilización de archivos distribuidos por los programas de la red.
- **X-Windows**. Protocolo para el manejo de ventanas e interfaces de usuario.

Las capas del modelo TCP/IP tienen tareas mucho más diversas que las del modelo OSI, sin embargo se considera que ciertas capas del modelo TCP/IP se corresponden con varios niveles, de los sitios que maneja, del modelo OSI, además de los servicios básicos de nivel de transporte, es importante mencionar que los protocolos TCP/IP incluyen estándares para muchas aplicaciones comúnmente utilizadas, por citar algunas, se encuentran aplicaciones tales como el correo electrónico, transferencia de archivos y acceso remoto. Como TCP/IP está basado en una tecnología convencional de conmutación de paquetes, es independiente de cualquier marca de hardware en particular.



CAPITULO 3. DIRECCIONAMIENTO IP

Los dispositivos de red necesitan un esquema de direccionamiento que les permita enviar paquetes de datos a través de la internetwork (un conjunto de redes formado por múltiples segmentos que usan el mismo tipo de direccionamiento).

Mediante el direccionamiento, el protocolo IP sabe encontrar un camino para el datagrama a fin de que llegue a su destino.

La capa de red es responsable por el desplazamiento de datos a través de un conjunto de redes (internetwork). Los dispositivos utilizan el esquema de direccionamiento de capa de red para determinar el destino de los datos a medida que se desplazan a través de las redes.

Las direcciones de capa de red (también denominadas direcciones lógicas o direcciones IP para el conjunto de protocolo Internet) existen en la Capa 3 del modelo de referencia OSI. Al contrario de lo que ocurre con las direcciones de la capa de enlace de datos, que normalmente existen dentro de un espacio de direccionamiento plano, las direcciones de la capa de red normalmente son jerárquicas. En otras palabras, son como las direcciones postales, que describen la ubicación de una persona indicando el país, estado/provincia, código postal, ciudad, calle, número y nombre. Un ejemplo de dirección plana es el número de seguridad social de los EE.UU. Cada persona tiene un número de seguridad social exclusivo. Las personas pueden mudarse a cualquier lugar del país y obtener nuevas direcciones lógicas, según la ciudad, calle o código postal, pero sus números de seguridad social permanecen inmodificados.

Las direcciones de capa de red utilizan un esquema de direccionamiento jerárquico que permite la existencia de direcciones únicas más allá de los límites de una red, junto con un método para encontrar una ruta por la cual la información viaje a través de las redes.

Los esquemas de direccionamiento jerárquico permiten que la información viaje por una internetwork, así como también un método para detectar el destino de modo eficiente. La red telefónica es un ejemplo del uso del direccionamiento jerárquico. El sistema telefónico utiliza un código de área que designa un área geográfica como primera parte de la llamada (salto). Los tres dígitos siguientes representan la central local (segundo salto). Los últimos dígitos representan el número telefónico destino individual (que, por supuesto, constituye el último salto).

3.1 DIRECCION IP COMO NÚMERO BINARIO DE 32 BITS.

En su forma básica, la dirección IP se divide en dos partes: una dirección de red y una dirección de host (fig. 3.1.1). El Internet Network Information Center (InterNIC) Centro de Informaciones de la Red de Internet asigna la parte de red de la dirección IP a una empresa u organización. Los routers usan la dirección IP para desplazar paquetes de datos entre redes.

Una dirección IP puede ser asignada de forma estática (manualmente) por un administrador de red o de forma dinámica (automáticamente) por un Servidor de Protocolo de configuración dinámica del host (DHCP).



La dirección IP de una estación de trabajo (host) es una "dirección lógica", lo que significa que se puede modificar. La dirección MAC de la estación de trabajo es una "dirección física" de 48 bits que se graba en el NIC y que no se puede modificar a menos que se reemplace la NIC. La combinación de la dirección IP lógica y de la dirección MAC física ayuda a enrutar paquetes hacia el destino correcto.

Una dirección IP se representa mediante un número binario de 32 bits (con la versión IPv4), dividida en 4 octetos de 8 bits cada uno.

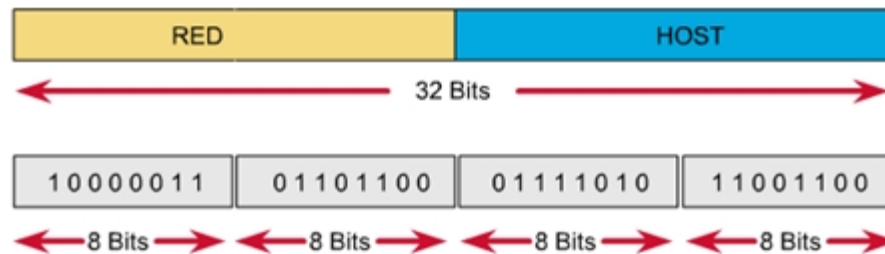


Fig. 3.1.1 Dirección IP como número binario de 32 bits

3.2 DIRECCIONES IP COMO NUMEROS DECIMALES.

Como resulta prácticamente imposible para la mayoría de las personas recordar 32 bits, las direcciones IP se agrupan de a ocho bits por vez, separados por puntos y representados en formato decimal, no binario. Esto se conoce como formato "decimal separado por puntos" (fig. 3.2.1). Por lo tanto, las direcciones IP se componen de 4 números decimales separados por puntos.

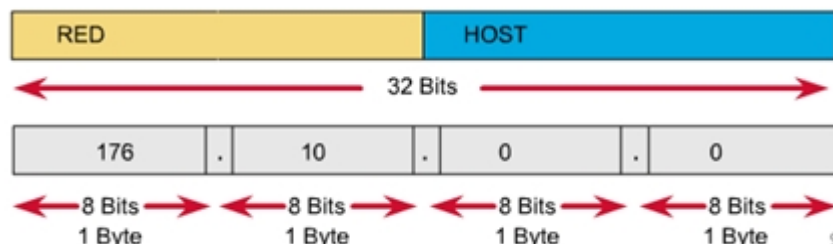


Fig. 3.2.1 Dirección IP como números decimales

El valor decimal máximo de cada octeto es 255 (el número binario de 8 bits más alto es 11111111, y esos bits, de izquierda a derecha, tienen valores decimales de 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 y 1).



3.3 FORMATO DE DIRECCION IP.

En su forma básica, la dirección IP se divide en dos partes: una dirección de red y una dirección de host.

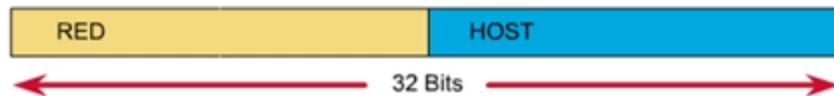


Fig. 3.3.1 Partes de una dirección IP

3.4 DIRECCION DE RED.

Es importante comprender el significado de la porción de red de una dirección IP, el ID de red. Los hosts en una red sólo pueden comunicarse directamente con dispositivos que tienen el mismo ID de red. Pueden compartir el mismo segmento físico, pero si tienen distintos números de red, generalmente no pueden comunicarse entre sí, a menos que haya otro dispositivo que pueda efectuar una conexión entre las redes.

Un ID de red permite a un router colocar un paquete dentro del segmento de red adecuado. El ID del host ayuda al router a direccionar la trama de Capa 2 (encapsulando el paquete) hacia el host específico de esa red.

3.5 DIRECCION DE BROADCAST.

Una dirección de broadcast es una dirección compuesta exclusivamente por números unos en el campo de host. Cuando se envía un paquete de broadcast en una red, todos los dispositivos de la red lo captan. Por ejemplo, en una red con un identificador 176.10.0.0, el mensaje de broadcast que llega a todos los hosts tendría la dirección 176.10.255.255.

Todos los dispositivos en una red reconocen su propia dirección IP del host, así como la dirección de broadcast de la red.

3.6 CLASES DE DIRECCIONES IP.

Hay 5 clases de direcciones IP (desde A hasta E). Sólo las primeras 3 clases se utilizan para fines comerciales. (fig 3.6.1)

Hay tres clases de direcciones IP que una organización puede recibir de parte del Registro Americano de Números de Internet (ARIN) (o ISP de la organización): Clase A, B y C. En la actualidad, ARIN reserva las direcciones Clase A para los gobiernos de todo el mundo (aunque en el pasado se le hayan otorgado a empresas de gran envergadura como, por ejemplo, Hewlett Packard) y las direcciones Clase B para las medianas empresas. Se otorgan direcciones Clase C para todos los demás solicitantes.

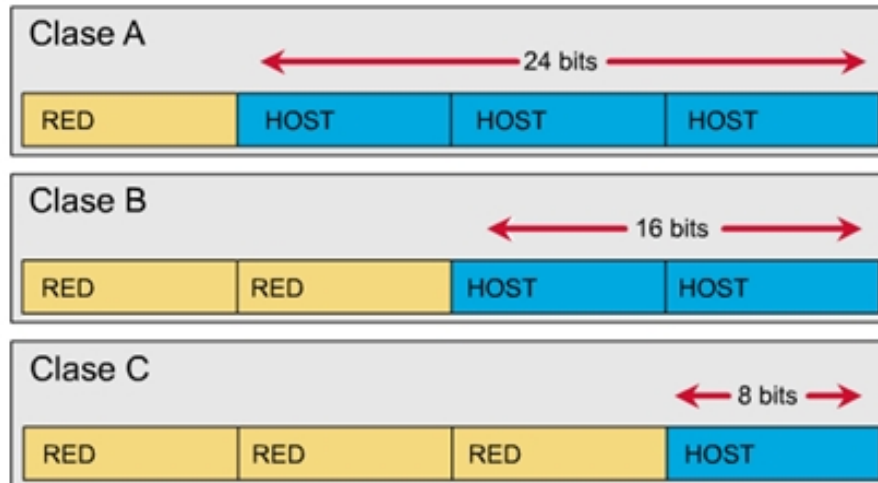


Fig. 3.6.1 Clases de direcciones IP

CLASE A. Cuando está escrito en formato binario, el primer bit (el bit que está ubicado más a la izquierda) de la dirección Clase A siempre es 0 (fig. 3.6.2). Un ejemplo de una dirección IP Clase A es 124.95.44.15. El primer octeto, 124, identifica el número de red asignado por ARIN. Los administradores internos de la red asignan los 24 bits restantes. Una manera fácil de reconocer si un dispositivo forma parte de una red Clase A es verificar el primer octeto de su dirección IP, cuyo valor debe estar entre 0 y 126. (127 comienza con un bit 0, pero está reservado para fines especiales).

Todas las direcciones IP Clase A utilizan solamente los primeros 8 bits para identificar la parte de red de la dirección. Los tres octetos restantes se pueden utilizar para la parte de host de la dirección. A cada una de las redes que utilizan una dirección IP Clase A se les pueden asignar hasta 2 elevado a la 24 potencia (2^{24}) (menos 2), o 16.777.214 direcciones IP posibles para los dispositivos que están conectados a la red.

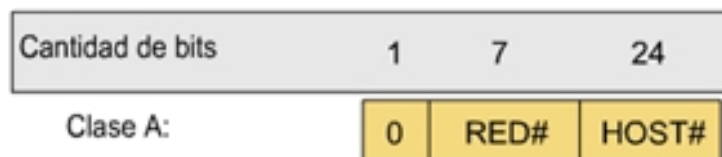


Fig. 3.6.2 Clase A

La dirección 127 Clase A no se puede utilizar y está reservada para funciones de evaluación del loop de prueba y diagnóstico



CLASE B. Los primeros 2 bits de una dirección Clase B siempre son 10 (uno y cero) (fig. 3.6.3). Un ejemplo de una dirección IP Clase B es 151.10.13.28. Los dos primeros octetos identifican el número de red asignado por ARIN. Los administradores internos de la red asignan los 16 bits restantes. Una manera fácil de reconocer si un dispositivo forma parte de una red Clase B es verificar el primer octeto de su dirección IP. Las direcciones IP Clase B siempre tienen valores que van del 128 al 191 en su primer octeto.

Todas las direcciones IP Clase B utilizan los primeros 16 bits para identificar la parte de red de la dirección. Los dos octetos restantes de la dirección IP se encuentran reservados para la porción del host de la dirección. Cada red que usa un esquema de direccionamiento IP Clase B puede tener asignadas hasta 2 a la 16ta potencia (2^{16}) (menos 2 otra vez), o 65.534 direcciones IP posibles a dispositivos conectados a su red.



Fig. 3.6.3 Clase B.

CLASE C. Los 3 primeros bits de una dirección Clase C siempre son 110 (uno, uno y cero) (fig. 3.6.4). Un ejemplo de dirección IP Clase C es 201.110.213.28. Los tres primeros octetos identifican el número de red asignado por ARIN. Los administradores internos de la red asignan los 8 bits restantes. Una manera fácil de reconocer si un dispositivo forma parte de una red Clase C es verificar el primer octeto de su dirección IP. Las direcciones IP Clase C siempre tienen valores que van del 192 al 223 en su primer octeto.

Todas las direcciones IP Clase C utilizan los primeros 24 bits para identificar la porción de red de la dirección. Sólo se puede utilizar el último octeto de una dirección IP Clase C para la parte de la dirección que corresponde al host. A cada una de las redes que utilizan una dirección IP Clase C se les pueden asignar hasta 2^8 (menos 2), o 254, direcciones IP posibles para los dispositivos que están conectados a la red.



Fig. 3.6.4 Clase C.



3.7 RANGOS DE DIRECCIONES IP.

Clase	Rango	Nº de Redes	Nº de Host	Máscara de Red	Broadcast ID
A	1.0.0.0 - 127.255.255.255	126	16.777.214	255.0.0.0	x.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16.382	65.534	255.255.0.0	x.x.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.150	254	255.255.255.0	x.x.x.255
D	224.0.0.0 - 239.255.255.255				
E	240.0.0.0 - 255.255.255.255				

Fig. 3.7.1 Tabla de Rango de direcciones IP.

- ❖ La dirección 0.0.0.0 es utilizada por las máquinas cuando están arrancando o no se les ha asignado dirección.
- ❖ La dirección que tiene su parte de host a cero sirve para definir la red en la que se ubica. Se denomina dirección de red.
- ❖ La dirección que tiene su parte de host a unos sirve para comunicar con todos los hosts de la red en la que se ubica. Se denomina dirección de broadcast.

3.8 DIRECCIONES PRIVADAS.

Hay ciertas direcciones en cada clase de dirección IP que no están asignadas y que se denominan direcciones privadas. Las direcciones privadas pueden ser utilizadas por los hosts que usan traducción de dirección de red (NAT) para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En una misma red no pueden existir dos direcciones iguales, pero sí se pueden repetir en dos redes privadas que no tengan conexión entre sí o que se conecten a través del protocolo NAT. Las direcciones privadas son:

- ❖ **Clase A:** 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts)\\ Uso VIP EJ: La red militar norte-americana.
- ❖ **Clase B:** 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts)\\ Uso universidades y grandes compañías
- ❖ **Clase C:** 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (24 bits red, 8 bits hosts)\\ Uso de compañías medias y pequeñas además de pequeños proveedores de Internet (ISP).



CAPITULO 4. SUBNETEO.

4.1 INTRODUCCIÓN A SUBNETEO.

La función del Subneteo o Subnetting es dividir una red IP física en subredes lógicas (redes más pequeñas) para que cada una de estas trabaje a nivel envío y recepción de paquetes como una red individual, aunque todas pertenezcan a la misma red física y al mismo dominio. El Subneteo permite una mejor administración, control del tráfico y seguridad al segmentar la red por función. También, mejora la performance de la red al reducir el tráfico de broadcast de nuestra red. Como desventaja, su implementación desperdicia muchas direcciones, sobre todo en los enlaces seriales.

4.2 DIRECCION IP CLASE A, B, C, D y E.

Las direcciones IP están compuestas por 32 bits divididos en 4 octetos de 8 bits cada uno. A su vez, un bit o una secuencia de bits determinan la Clase a la que pertenece esa dirección IP. Cada clase de una dirección de red determina una máscara por defecto, un rango IP, cantidad de redes y de hosts por red.

CLASE	DIRECCIONES DISPONIBLES		CANTIDAD DE REDES	CANTIDAD DE HOSTS	APLICACIÓN
	DESDE	HASTA			
A	0.0.0.0	127.255.255.255	128*	16.777.214	Redes grandes
B	128.0.0.0	191.255.255.255	16.384	65.534	Redes medianas
C	192.0.0.0	223.255.255.255	2.097.152	254	Redes pequeñas
D	224.0.0.0	239.255.255.255	no aplica	no aplica	Multicast
E	240.0.0.0	255.255.255.255	no aplica	no aplica	Investigación

* El intervalo 127.0.0.0 a 127.255.255.255 está reservado como dirección loopback y no se utiliza.

Fig.4.2.1 Tabla de dirección IP, Clase A, B, C, D y E.

Cada Clase tiene una máscara de red por defecto, la Clase A 255.0.0.0, la Clase B 255.255.0.0 y la Clase C 255.255.255.0. Al direccionamiento que utiliza la máscara de red por defecto, se lo denomina "direccionamiento con clase" (classful addressing).



CLASE A	Red		Host	
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	00000000	00000000	00000000
Mascara (defecto)	255	0	0	0

Dirección de Red: Primer octeto (8 bits)

Dirección de Host: Últimos 3 octetos (24 bits)

CLASE B	Red		Host	
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	11111111	00000000	00000000
Mascara x defecto	255	255	0	0

Dirección de Red: Primeros 2 octetos (16 bits)

Dirección de Host: Últimos 2 octetos (16 bits)

CLASE C	Red			Host
Octeto	1	2	3	4
Bits	11111111	11111111	11111111	00000000
Mascara x defecto	255	255	255	0

Dirección de Red: Primeros 3 octetos (24 bits)

Dirección de Host: Último octeto (8 bits)

Fig.4.2.2 Tablas de clases de mascara red por defecto.

Siempre que se subnete se hace a partir de una dirección de red Clase A, B, o C y está se adapta según los requerimientos de subredes y hosts por subred. Tengan en cuenta que no se puede subnetear una dirección de red sin Clase ya que ésta ya pasó por ese proceso, aclaro esto porque es un error muy común. Al direccionamiento que utiliza la máscara de red adaptada (subnetead), se lo denomina "direccionamiento sin clase" (classless addressing).

En consecuencia, la Clase de una dirección IP es definida por su máscara de red y no por su dirección IP. Si una dirección tiene su máscara por defecto pertenece a una Clase A, B o C, de lo contrario no tiene Clase aunque por su IP pareciese la tuviese.

4.3 MASCARA DE RED.

La máscara de red se divide en 2 partes:

A. Porción de Red:

En el caso que la máscara sea por defecto, una dirección con Clase, la cantidad de bits "1" en la porción de red, indican la dirección de red, es decir, la parte de la dirección IP que va a ser común a todos los hosts de esa red.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

En el caso que sea una máscara adaptada, el tema es más complejo. La parte de la máscara de red cuyos octetos sean todos bits "1" indican la dirección de red y va a ser la dirección IP que va a ser común a todos los hosts de esa red, los bits "1" restantes son los que en la dirección IP se van a modificar para generar las diferentes subredes y van a ser común solo a los hosts que pertenecen a esa subred (asi explicado parece engorroso, así que más abajo les deajo ejemplos).

En ambos caso, con Clase o sin, determina el prefijo que suelen ver después de una dirección IP (ej: /8, /16, /24, /18, etc.) ya que ese número es la suma de la cantidad de bits "1" de la porción de red.

B. Porción de Host:

La cantidad de bits "0" en la porción de host de la máscara, indican que parte de la dirección de red se usa para asignar direcciones de host, es decir, la parte de la dirección IP que va a variar según se vayan asignando direcciones a los hosts.

Ejemplos:

Si tenemos la dirección IP Clase C 192.168.1.0/24 y la pasamos a binario, los primeros 3 octetos, que coinciden con los bits "1" de la máscara de red (fondo bordó), es la dirección de red, que va a ser común a todos los hosts que sean asignados en el último octeto (fondo gris). Con este mismo criterio, si tenemos una dirección Clase B, los 2 primeros octetos son la dirección de red que va a ser común a todos los hosts que sean asignados en los últimos 2 octetos, y si tenemos una dirección Clase A, el 1 octeto es la dirección de red que va a ser común a todos los hosts que sean asignados en los últimos 3 octetos.

Porción de Red			Porción de Host			
192	.	168	.	1	.	0
11000000	.	10101000	.	00000001	.	00000000
255	.	255	.	255	.	0
11111111	.	11111111	.	11111111	.	00000000 = /24

Fig.4.3.1 Proporción de IP Clase C 192.168.1.0/24

Si en vez de tener una dirección con Clase tenemos una ya subneteadas, por ejemplo la 132.18.0.0/22, la cosa es más compleja. En este caso los 2 primeros octetos de la dirección IP, ya que los 2 primeros octetos de la máscara de red tienen todos bits "1" (fondo bordó), es la dirección de red y va a ser común a todas las subredes y hosts. Como el 3º octeto está dividido en 2, una parte en la porción de red y otra en la de host, la parte de la dirección IP que corresponde a la porción de red (fondo negro), que tienen en la máscara de red los bits "1", se va a ir modificando según se vayan asignando las subredes y solo va a ser común a los host que son parte de esa



subred. Los 2 bits "0" del 3º octeto en la porción de host (fondo gris) y todo el último octeto de la dirección IP, van a ser utilizados para asignar direcciones de host.

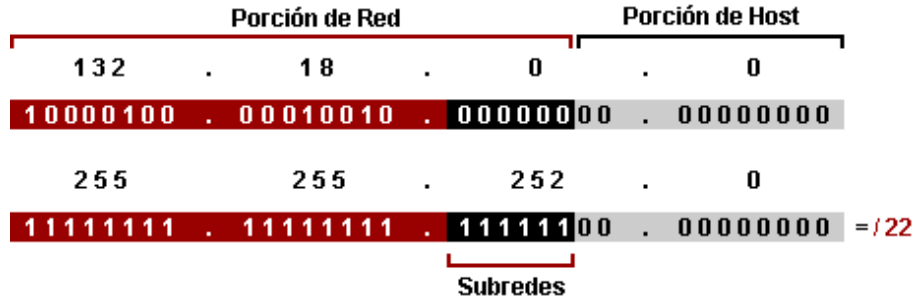


Fig.4.3.2 Proporción de IP Clase B 132.18.0/22

Convertir Bits en Números Decimales.

Como sería casi imposible trabajar con direcciones de 32 bits, es necesario convertirlas en números decimales. En el proceso de conversión cada bit de un intervalo (8 bits) de una dirección IP, en caso de ser "1" tiene un valor de "2" elevado a la posición que ocupa ese bit en el octeto y luego se suman los resultados. Explicado parece medio engorroso pero con la tabla y los ejemplos se va a entender mejor.

Posición y Valor de los Bits									
	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
Binario	1	0	0	0	0	0	0	0	= 128
Decimal	128	0	0	0	0	0	0	0	
Binario	0	1	0	0	0	0	0	0	= 64
Decimal	0	64	0	0	0	0	0	0	
Binario	0	0	1	0	0	0	0	0	= 32
Decimal	0	0	32	0	0	0	0	0	
Binario	0	0	0	1	0	0	0	0	= 16
Decimal	0	0	0	16	0	0	0	0	
Binario	0	0	0	0	1	0	0	0	= 8
Decimal	0	0	0	0	8	0	0	0	
Binario	0	0	0	0	0	1	0	0	= 4
Decimal	0	0	0	0	0	4	0	0	
Binario	0	0	0	0	0	0	1	0	= 2
Decimal	0	0	0	0	0	0	2	0	
Binario	0	0	0	0	0	0	0	1	= 1
Decimal	0	0	0	0	0	0	0	1	
									=
									255

Fig.4.3.3 Tabla de posición y valor de bits.



1	1	1	1	1	1	1	1		
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
128	+	64	+	32	+	16	+	8	+
						2	+	1	= 255
1	1	0	0	0	0	0	0		
2^7	2^6								
128	+	64							= 192
1	0	1	0	1	1	0	0		
2^7		2^5		2^3	2^2				
128	+	32	+	8	+	4			= 172

Fig.4.3.4 Tabla Convertir Bits en Números Decimales.

La combinación de 8 bits permite un total de 256 combinaciones posibles que cubre todo el rango de numeración decimal desde el 0 (00000000) hasta el 255 (11111111). Algunos

Ejemplos.

00000000 = 0	00010100 = 20	10100000 = 160
00000001 = 1	00011110 = 30	10110100 = 180
00000010 = 2	00101000 = 40	11010000 = 200
00000011 = 3	00110010 = 50	11011100 = 220
00000100 = 4	00111100 = 60	11110000 = 240
00000101 = 5	01000110 = 70	11111010 = 250
00000110 = 6	01010000 = 80	11111011 = 251
00000111 = 7	01011010 = 90	11111100 = 252
00001000 = 8	01100100 = 100	11111101 = 253
00001001 = 9	01111000 = 120	11111110 = 254
00001010 = 10	10001100 = 140	11111111 = 255

Fig.4.3.5 Calcular la Cantidad de Subredes y Hosts por Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Cantidad de Subredes es igual a: 2^N , donde "N" es el número de bits "robados" a la porción de Host.

Cantidad de Hosts x Subred es igual a: 2^{M-2} , donde "M" es el número de bits disponible en la porción de host y "-2" es debido a que toda subred debe tener su propia dirección de red y su propia dirección de broadcast.



CAPITULO 5. DISEÑO DE UN DIRECCIONAMIENTO IP POR SUBNETEO.

5.1 ESTADO ACTUAL.

Se basa en la situación actual de la red LAN establecida en la empresa designada como "Refacciones California", dedicada a la venta de servicios e refacciones en cada una de sus sucursales importantes que son D.F., Monterrey y Guadalajara, donde los empleados están distribuidos en sus respectivas áreas del lugar (**referirse al anexo A**), donde muestra la distribución actual que lo conforman y éstas se comunican a través de enlaces WAN.

En cada sucursal cuenta con una estructura interna de diferentes áreas (**referirse al anexo B**), con un router cisco modelo 1841, tiene diferentes dispositivos de comunicación como son PC's, impresoras, servidores, etc...

Cada sucursal maneja una topología del tipo estrella que requiere un total de 25 direcciones IP para poder comunicar sus distintos dispositivos (PC's, impresoras, servidores) y los dispositivos se conectan mediante un switch cisco modelo 2950-24 de 48 puertos, como se muestra a continuación:

D.F. 192.168.5.0	
AREA	RANGO
VENTAS	67-75
R. H Y CONT.	80-87
IMPRESORAS	10,12,14,15
INGENIERÍA	100-105
SWITCH y ROUTER	1,5
WIRELESS Y SER.	2-4
GUADALAJARA. 192.168.5.0	
AREA	RANGO
VENTAS	20-28
R. H Y CONT.	16-19,29-32
IMPRESORAS	11,13,33,34
Ingenieria	106-111
SWITCH y ROUTER	39,45
WIRELESS Y SER.	40-43
MONTERREY 192.168.5.0	
AREA	RANGO
VENTAS	200-210
R. H Y CONT.	120-128
IMPRESORAS	130-135
Ingenieria	112-117
SWITCH y ROUTER	250,254
WIRELESS Y SER.	251-253

Tabla.5.1.1. Direcciones planas de la empresa



5.2 PROBLEMATICA.

Actualmente la empresa maneja un direccionamiento IP plano lo que provoca un bajo rendimiento y uso inadecuado de la red, ya que se presentan frecuentemente casos de congestión, saturación, IP duplicada e IP limitada de la misma , originando un alto consumo de recursos provocados por usuarios, servicios y solicitudes erróneas (**ver anexo C**).

5.3 SOLUCION.

Reemplazar el direccionamiento plano por un direccionamiento jerárquico mediante la implementación del diseño de subneteo permitiendo así la administración local de los recursos compartidos, y estableciendo dominios de broadcast, para evitar el congestión de la red.

5.4 DESARROLLO.

PLANTEAMIENTO:

Contamos con la siguiente dirección de red clase C: 192.168.5.0/27 y ajustándonos a los siguientes requerimientos:

- La empresa necesitan 3 subredes con capacidad mínima de 25 hosts en ellas.
- Una subred para cada enlace WAN. En estas subredes solo necesitamos 2 direcciones IP disponibles.
- Por lo tanto necesitamos un total de 6 subredes.

DESARROLLO:

Paso 1. Obtener la máscara de red para las subredes.

La **máscara por default** para la dirección 192.168.5.0 es **255.255.255.0**

Clase C.	Red.			Host.	
Octecto.	1	2	3	4	
Bits.	11111111	11111111	11111111	00000000	
Ip.	192	168	5	0	
Mascara x efecto.	255	255	255	0	=/24

Tabla.5.4.1. Red y Host de la clase C



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Usando la fórmula 2^N , donde **N** es la cantidad de bits robados que podemos tomar de la porción de Host, adaptamos la máscara de red por defecto a la de subred. En este caso nuestra porción de host es el último octeto dado que se trata de una dirección de clase C.

Clase	Direcciones disponibles		Cantidad de redes.	Cantidad de host.	Aplicación.
	Desde	Hasta			
C	192.0.0.0	223.255.255.255	2,097,152	254	Redes pequeñas.

Tabla.5.4.2. Clasificación de dirección clase C.

Se requieren 6 subredes utilizando la formula 2^N para que sea mayor o igual a 6. Entonces tenemos que $2^3=8$, por lo tanto el número de bits que tomaremos prestados es 3 los cuales pondremos a 1's.

Representando el último octeto tenemos:

Subredes.		Host utilizados.							
									Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
128	64	32	16	8	4	2	1		
1	1	1	0	0	0	0	0		
128 + 64 + 32 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0								=224	

Tabla.5.4.3. Calculo de mascara subneteada.

Sumando los valores que le corresponden a cada bit puesto en 1 tenemos:

$$128 + 64 + 32 = 224$$

Por lo tanto el valor para la máscara de subred es 255.255.255.224

Paso 2. Obtener el número de Hosts.

Para esto vamos a usar los 5 últimos bits del último octeto.

La empresa requiere 25 Hosts por subred. Utilizando la fórmula $2^M - 2$, donde **M** es el número de bits disponibles ("1") en la porción de Host y **- 2** es debido a que toda subred debe tener su propia



dirección de red (identificador de red) y su propio IP de la subred que es el broadcast respectivamente.

$$2^5 - 2 = 30 \text{ hosts por subred.}$$

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	1	1	1	1	0
0 + 0 + 0 + 16 + 8 + 4 + 2 + 0 = 30							

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.4. Calculo del numero de Host subneteada.

Paso 3. Obtener rango de subredes.

Para conocer los identificadores de las subredes, iremos modificando los valores de los tres primeros bits del último octeto.

Para la primera subred tenemos 192.168.5.32

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	1	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.5. Calculo binario de la 1ra. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la segunda subred tenemos 192.168.5.64.

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	0	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.6. Calculo binario de la 2da. Subred.

Para la tercera subred tenemos 192.168.5.96

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.7. Calculo binario de la 3ra. Subred.

Para la cuarta subred tenemos 192.168.5.128

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.8. Calculo binario de la 4ta. Subred.



Para la quinta subred tenemos 192.168.5.160

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.9. Calculo binario de la 5ta. Subred.

Para la sexta subred tenemos 192.168.5.192

Subredes.		Host utilizados.					
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto

Tabla.5.4.10. Calculo binario de la 6ta. Subred.

Paso 4. Obtener rango de Hosts por subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la primera subred **192.168.5.32**

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
0	0	1	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.32
0	0	1	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.33
0	0	1	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.34
0	0	1	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.35
0	0	1	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.36
0	0	1	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.37
0	0	1	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.38
0	0	1	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.39
0	0	1	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.40
0	0	1	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.41
0	0	1	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.42
0	0	1	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.43
0	0	1	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.44
0	0	1	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.45
0	0	1	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.46
0	0	1	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.47
0	0	1	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.48
0	0	1	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.49
0	0	1	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.50
0	0	1	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.51
0	0	1	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.52
0	0	1	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.53
0	0	1	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.54
0	0	1	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.55
0	0	1	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.56
0	0	1	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.57
0	0	1	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.58
0	0	1	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.59
0	0	1	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.60
0	0	1	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.61
0	0	1	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.62
0	0	1	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.63

Tabla.5.4.11. Cálculo binario del rango de Host de la 1ra. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la segunda subred **192.168.5.64**

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
0	1	0	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.64
0	1	0	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.65
0	1	0	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.66
0	1	0	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.67
0	1	0	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.68
0	1	0	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.69
0	1	0	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.70
0	1	0	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.71
0	1	0	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.72
0	1	0	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.73
0	1	0	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.74
0	1	0	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.75
0	1	0	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.76
0	1	0	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.77
0	1	0	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.78
0	1	0	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.79
0	1	0	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.80
0	1	0	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.81
0	1	0	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.82
0	1	0	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.83
0	1	0	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.84
0	1	0	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.85
0	1	0	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.86
0	1	0	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.87
0	1	0	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.88
0	1	0	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.89
0	1	0	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.90
0	1	0	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.91
0	1	0	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.92
0	1	0	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.93
0	1	0	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.94
0	1	0	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.95

Tabla.5.4.12. Cálculo binario del rango de Host de la 2da. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la tercera subred **192.168.5.96**

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto.
0	1	1	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.96
0	1	1	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.97
0	1	1	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.98
0	1	1	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.99
0	1	1	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.100
0	1	1	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.101
0	1	1	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.102
0	1	1	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.103
0	1	1	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.104
0	1	1	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.105
0	1	1	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.106
0	1	1	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.107
0	1	1	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.108
0	1	1	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.109
0	1	1	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.110
0	1	1	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.111
0	1	1	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.112
0	1	1	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.113
0	1	1	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.114
0	1	1	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.115
0	1	1	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.116
0	1	1	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.117
0	1	1	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.118
0	1	1	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.119
0	1	1	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.120
0	1	1	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.121
0	1	1	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.122
0	1	1	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.123
0	1	1	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.124
0	1	1	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.125
0	1	1	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.126
0	1	1	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.127

Tabla.5.4.13. Calculo binario del rango de Host de la 3ra. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la cuarta subred **192.168.5.128**

128	64	32	16	8	4	2	1	
1	0	0	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.128
1	0	0	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.129
1	0	0	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.130
1	0	0	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.131
1	0	0	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.132
1	0	0	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.133
1	0	0	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.134
1	0	0	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.135
1	0	0	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.136
1	0	0	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.137
1	0	0	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.138
1	0	0	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.139
1	0	0	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.140
1	0	0	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.141
1	0	0	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.142
1	0	0	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.143
1	0	0	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.144
1	0	0	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.145
1	0	0	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.146
1	0	0	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.147
1	0	0	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.148
1	0	0	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.149
1	0	0	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.150
1	0	0	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.151
1	0	0	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.152
1	0	0	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.153
1	0	0	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.154
1	0	0	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.155
1	0	0	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.156
1	0	0	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.157
1	0	0	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.158
1	0	0	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.159

Tabla.5.4.14. Calculo binario del rango de Host de la 4ta. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la quinta subred **192.168.5.160**

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	0	1	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.160
1	0	1	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.161
1	0	1	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.162
1	0	1	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.163
1	0	1	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.164
1	0	1	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.165
1	0	1	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.166
1	0	1	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.167
1	0	1	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.168
1	0	1	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.169
1	0	1	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.170
1	0	1	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.171
1	0	1	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.172
1	0	1	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.173
1	0	1	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.174
1	0	1	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.175
1	0	1	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.176
1	0	1	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.177
1	0	1	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.178
1	0	1	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.179
1	0	1	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.180
1	0	1	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.181
1	0	1	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.182
1	0	1	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.183
1	0	1	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.184
1	0	1	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.185
1	0	1	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.186
1	0	1	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.187
1	0	1	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.188
1	0	1	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.189
1	0	1	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.190
1	0	1	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.191

Tabla.5.4.15. Calculo binario del rango de Host de la 5ta. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la sexta subred **192.168.5.192**

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	0	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.192
1	1	0	0	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.193
1	1	0	0	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.194
1	1	0	0	0	0	1	1	3ra dirección IP utilizable 192.168.5.195
1	1	0	0	0	1	0	0	4ta dirección IP utilizable 192.168.5.196
1	1	0	0	0	1	0	1	5ta dirección IP utilizable 192.168.5.197
1	1	0	0	0	1	1	0	6ta dirección IP utilizable 192.168.5.198
1	1	0	0	0	1	1	1	7ma dirección IP utilizable 192.168.5.199
1	1	0	0	1	0	0	0	8va dirección IP utilizable 192.168.5.200
1	1	0	0	1	0	0	1	9na dirección IP utilizable 192.168.5.201
1	1	0	0	1	0	1	0	10ma dirección IP utilizable 192.168.5.202
1	1	0	0	1	0	1	1	11va dirección IP utilizable 192.168.5.203
1	1	0	0	1	1	0	0	12va dirección IP utilizable 192.168.5.204
1	1	0	0	1	1	0	1	13va dirección IP utilizable 192.168.5.205
1	1	0	0	1	1	1	0	14va dirección IP utilizable 192.168.5.206
1	1	0	0	1	1	1	1	15va dirección IP utilizable 192.168.5.207
1	1	0	1	0	0	0	0	16va dirección IP utilizable 192.168.5.208
1	1	0	1	0	0	0	1	17va dirección IP utilizable 192.168.5.209
1	1	0	1	0	0	1	0	18va dirección IP utilizable 192.168.5.210
1	1	0	1	0	0	1	1	19va dirección IP utilizable 192.168.5.211
1	1	0	1	0	1	0	0	20va dirección IP utilizable 192.168.5.212
1	1	0	1	0	1	0	1	21va dirección IP utilizable 192.168.5.213
1	1	0	1	0	1	1	0	22va dirección IP utilizable 192.168.5.214
1	1	0	1	0	1	1	1	23va dirección IP utilizable 192.168.5.215
1	1	0	1	1	0	0	0	24va dirección IP utilizable 192.168.5.216
1	1	0	1	1	0	0	1	25va dirección IP utilizable 192.168.5.217
1	1	0	1	1	0	1	0	26va dirección IP utilizable 192.168.5.218
1	1	0	1	1	0	1	1	27va dirección IP utilizable 192.168.5.219
1	1	0	1	1	1	0	0	28va dirección IP utilizable 192.168.5.220
1	1	0	1	1	1	0	1	29va dirección IP utilizable 192.168.5.221
1	1	0	1	1	1	1	0	30va dirección IP utilizable 192.168.5.222
1	1	0	1	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.223

Tabla.5.4.16. Calculo binario del rango de Host de la 6ta. Subred.



RESULTADOS PRELIMINARES.

No. De Subred	Subred	Broadcast	Rango de IP's utilizables
1.- México	192.168.5.32	192.168.5.63	192.168.5.33 – 192.168.5.62
2.- Guadalajara	192.168.5.64	192.168.5.95	192.168.5.65 – 192.168.5.94
3.- Monterrey	192.168.5.96	192.168.5.127	192.168.5.97 – 192.168.5.126
4.- Enlace WAN	192.168.5.128	192.168.5.159	192.168.5.129 – 192.168.5.158
5.- Enlace WAN	192.168.5.160	192.168.5.191	192.168.5.161 – 192.168.5.190
6.- Enlace WAN	192.168.5.192	192.168.5.223	192.168.5.193 – 192.168.5.222
Máscara de subred: 255.255.255.224			

Tabla.5.4.17. Resultados preliminares de IP utilizables en la Subred.

Observando la tabla de resultados preliminares vemos que hay una cantidad considerable de direcciones IP utilizables que se desperdician en cada una de las subredes asignadas a los enlaces WAN (**ver anexo A**), ya que para cada enlace serial entre los routers se necesitan únicamente dos direcciones IP.

Por lo tanto tomaremos la subred 192.168.5.192 y modificaremos su máscara de subred para poder así dividirla en subredes más pequeñas y con esto evitar el desperdicio de direcciones IP.

PROCEDIMIENTO:

Paso 1. Encontrar la nueva máscara de subred, representando en binario el último octeto de la máscara de subred 255.255.255.224 tenemos:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	0	0	0	0	0

Tabla.5.4.18. Calculo binario de la 1ra mascara de subred.

Ahora, de la parte de Host tomaremos prestados los siguientes 3 bits para encontrar la nueva máscara de subred, lo que nos permitirá obtener hasta $2^3=8$ subredes más pequeñas cada una con tres direcciones IP utilizables.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

128	64	32	16	8	4	2	1	
1	1	1	1	1	1	0	0	
Máscara /27			Máscara /30					

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto.

Tabla.5.4.19. Calculo binario de la 2ra mascara de subred.

Sumando los valores que corresponden a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupan dentro del octeto tenemos:

$128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 = 252$ entonces la máscara **de subred es 255.255.255.252**

Paso 2.- Encontrar las subredes del segmento 192.168.5.192 con máscara 255.255.255.252. Las subredes se obtienen haciendo las combinaciones correspondientes entre los bits 128 y 64 y los contenidos entre los tres bits marcados en azul.

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	1	1	0	0

Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto.

Tabla.5.4.20. Calculo binario de la Subred del segmento 192.168.5.192.

Entonces:

Paso 3. Obtener rango de subredes.

Para conocer los identificadores de las subredes, iremos modificando los valores de los tres primeros bits del último octeto.

Para la primera subred tenemos: $128 + 64 + 4 = 196 \Rightarrow 192.168.5.196/30$

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	1	0	0

Tabla.5.4.21. Calculo binario de la 1ra Subred.

Para la segunda subred tenemos: $128 + 64 + 8 = 200 \Rightarrow 192.168.5.200/30$



128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	1	0	0	0

Tabla.5.4.22. Calculo binario de la 2da Subred.

Para la tercera subred tenemos: $128 + 64 + 8 + 4 = 204 \Rightarrow 192.168.5.204/30$

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	1	1	0	0

Tabla.5.4.23. Calculo binario de la 3ra Subred.

Para la cuarta subred tenemos: $128 + 64 + 16 = 208 \Rightarrow 192.168.5.208/30$

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	0	0	0	0

Tabla.5.4.24. Calculo binario de la 4ta Subred.

Para la quinta subred tenemos: $128 + 64 + 16 + 4 = 212 \Rightarrow 192.168.5.212/30$

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	0	1	0	0

Tabla.5.4.25. Calculo binario de la 5ta Subred.

Para la sexta subred tenemos: $128 + 64 + 16 + 8 = 216 \Rightarrow 192.168.5.216/30$

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	1	0	0	0

Tabla.5.4.26. Calculo binario de la 6ta Subred.

Paso 4. Obtener rango de Hosts por subred.

Las direcciones de Host se obtienen haciendo la combinación con los dos bits libres en cada una de las subredes obtenidas.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la primera subred tenemos: $128 + 64 + 4 = 196 \Rightarrow 192.168.5.196/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	0	0	1	0	0	Identificador de subred 192.168.5.196
1	1	0	0	0	1	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.197
1	1	0	0	0	1	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.198
1	1	0	0	0	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.199

Tabla.5.4.27. Calculo binario del rango de Host de la 1ra. Subred.

Para la segunda subred tenemos: $128 + 64 + 8 = 200 \Rightarrow 192.168.5.200/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	0	1	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.200
1	1	0	0	1	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.201
1	1	0	0	1	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.202
1	1	0	0	1	0	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.203

Tabla.5.4.28. Calculo binario del rango de Host de la 2da. Subred.

Para la tercera subred tenemos: $128 + 64 + 8 + 4 = 204 \Rightarrow 192.168.5.204/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	0	1	1	0	0	Identificador de subred 192.168.5.204
1	1	0	0	1	1	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.205
1	1	0	0	1	1	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.206
1	1	0	0	1	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.207

Tabla.5.4.29. Calculo binario del rango de Host de la 3ra. Subred.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Para la cuarta subred tenemos: $128 + 64 + 16 = 208 \Rightarrow 192.168.5.208/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	1	0	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.208
1	1	0	1	0	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.209
1	1	0	1	0	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.210
1	1	0	1	0	0	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.211

Tabla.5.4.30. Calculo binario del rango de Host de la 4ta. Subred.

Para la quinta subred tenemos: $128 + 64 + 16 + 4 = 212 \Rightarrow 192.168.5.212/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	1	0	1	0	0	Identificador de subred 192.168.5.212
1	1	0	1	0	1	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.213
1	1	0	1	0	1	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.214
1	1	0	1	0	1	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.215

Tabla.5.4.31. Calculo binario del rango de Host de la 5ta. Subred.

Para la sexta subred tenemos: $128 + 64 + 16 + 8 = 216 \Rightarrow 192.168.5.216/30$

128	64	32	16	8	4	2	1	Valor que le corresponde a cada bit en 1 de acuerdo a la posición que ocupa dentro del octeto
1	1	0	1	1	0	0	0	Identificador de subred 192.168.5.216
1	1	0	1	1	0	0	1	1ra dirección IP utilizable 192.168.5.217
1	1	0	1	1	0	1	0	2da dirección IP utilizable 192.168.5.218
1	1	0	1	1	0	1	1	Broadcast para esta subred 192.168.5.219

Tabla.5.4.32. Calculo binario del rango de Host de la 6ta. Subred.



Paso 5.- Se repite para cada una de las subredes con máscara /30 o subredes libres.

5.5 RESULTADOS:

RESULTADOS FINALES

No. De Subred	Subred	Broadcast	Rango de IP's utilizables	Máscara de subred
1.- México	192.168.5.32	192.168.5.63	192.168.5.33 - 192.168.5.62	255.255.255.224
2.- Guadalajara	192.168.5.64	192.168.5.95	192.168.5.65 - 192.168.5.94	255.255.255.224
3.- Monterrey	192.168.5.96	192.168.5.127	192.168.5.97 - 192.168.5.126	255.255.255.224
4.- Libre	192.168.5.128	192.168.5.159	192.168.5.129 - 192.168.5.158	255.255.255.224
5.- Libre	192.168.5.160	192.168.5.191	192.168.5.161 - 192.168.5.190	255.255.255.224
6.- Enlace WAN	192.168.5.196	192.168.5.199	192.168.5.197 - 192.168.5.198	255.255.255.252
7.- Enlace WAN	192.168.5.200	192.168.5.203	192.168.5.201 - 192.168.5.202	255.255.255.252
8.- Enlace WAN	192.168.5.204	192.168.5.207	192.168.5.205 - 192.168.5.206	255.255.255.252
9.- Enlace WAN (Libre)	192.168.5.208	192.168.5.211	192.168.5.209 - 192.168.5.210	255.255.255.252
10.- Enlace WAN (Libre)	192.168.5.212	192.168.5.215	192.168.5.213 - 192.168.5.214	255.255.255.252
11.- Enlace WAN (Libre)	192.168.5.216	192.168.5.219	192.168.5.217 - 192.168.5.218	255.255.255.252

Tabla.5.5.1. Resultados Finales de IP utilizables en la Subred.

Además para proporcionar una mejor administración de las direcciones IP se sugiere utilizarlas de la siguiente manera.



Asignación de las direcciones IP'S para cada subred

Sucursal	No de Subred	Dispositivo de red	Dirección IP
México	192.168.5.32	Servidores y Wireless	192.168.5.33 a 192.168.5.36
		PC y Laptops	192.168.5.37 a 192.168.5.56
		Impresora	192.168.5.57 a 192.168.5.61
		Switch	192.168.5.62
Guadalajara	192.168.5.64	Servidores y Wireless	192.168.5.65 a 192.168.5.68
		PC y Laptops	192.168.5.69 a 192.168.5.88
		Impresora	192.168.5.89 a 192.168.5.93
		Switch	192.168.5.94
Monterrey	192.168.5.96	Servidores y Wireless	192.168.5.97 a 192.168.5.100
		PC y Laptops	192.168.5.101 a 192.168.5.120
		Impresora	192.168.5.121 a 192.168.5.125
		Switch	192.168.5.126
Libre	192.168.5.128	Servidores y Wireless	
		PC	192.168.5.129 a 192.168.5.152
		Impresora	192.168.5.153 a 192.168.5.157
		Switch	192.168.5.158
Libre	192.168.5.160	Servidores y Wireless	
		PC	192.168.5.161 a 192.168.5.184
		Impresora	192.168.5.185 a 192.168.5.189
		Switch	192.168.5.190

Tabla.5.5.2. Administración de las direcciones en la Subred.

Una vez obtenido los resultados finales con la administraron sugerida tendríamos la estructura interna de una de las sucursales de la siguiente manera (**véase anexo D**), donde ya se asignarían las IP en pc's, impresoras, switch y servidores en la forma correcta.

Efectuamos pruebas de confiabilidad a las IP de forma aleatoria para confirmar su enlace optimo (**ver anexo E**).

5.6 BENEFICIOS.

- ❖ Se facilita la administración de la red.
- ❖ En lugar de un solo segmento como se tenía, ahora se cuenta con 3 segmentos que se están utilizando y se cuenta con 2 segmentos sobrantes que se podrán utiliza en caso de crecimiento.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

- ❖ El tráfico de la red se reduce debido a que cada segmento cuenta con su propio broadcast en lugar de uno solo que era general para toda la red.
- ❖ Cada segmento puede acomodar sus recursos como mejor le convenga de forma ordenada, esto optimiza el funcionamiento de la red.

5.7 CONCLUSIONES.

Es necesario que cada elemento dentro de nuestra red local, se tenga una dirección IP asignada, ya sea una Pc, Impresora, Laptop, Switch, o cualquier equipo, por que con esto se beneficiara en su totalidad el funcionamiento y optimización de los recursos de nuestra red.

Por medio de un direccionamiento de ip's y subneteo, podemos administrar de una forma en la cual sea sencillo identificar cada elemento dentro de la red, tener una comunicación confiable y segura, en la que podamos realizar transferencia de archivos, correo electrónico, conexiones inalámbricas, accesos a Internet, y gestión de normativas dentro de nuestra empresa en la cual tengamos el total control.

Con un correcto direccionamiento, y con el uso de subredes podemos obtener múltiples ventajas como:

- ❖ Optimización de Recursos como Impresoras, Fax, teléfonos VoIP
- ❖ Aprovechamiento máximo del ancho de banda
- ❖ Control de cada usuario dentro de la red
- ❖ Evitar duplicidad y limitaciones en las direcciones
- ❖ Llevar una correcta gestión dentro de nuestras aplicaciones
- ❖ Posibilidad de expansión de host dentro de cada sucursal y departamento de la empresa.
- ❖ Es importante mencionar que los alcances de este proyecto son aplicables a múltiples empresas de todos los ramos y giros.
- ❖ En las cuales se desea mejorar el uso de los recursos, optimizar la comunicación y mantener una correcta gestión en cada área o departamento de la red.
- ❖ El broadcast no es general sino se divide por el segmento partido o el área asignada.



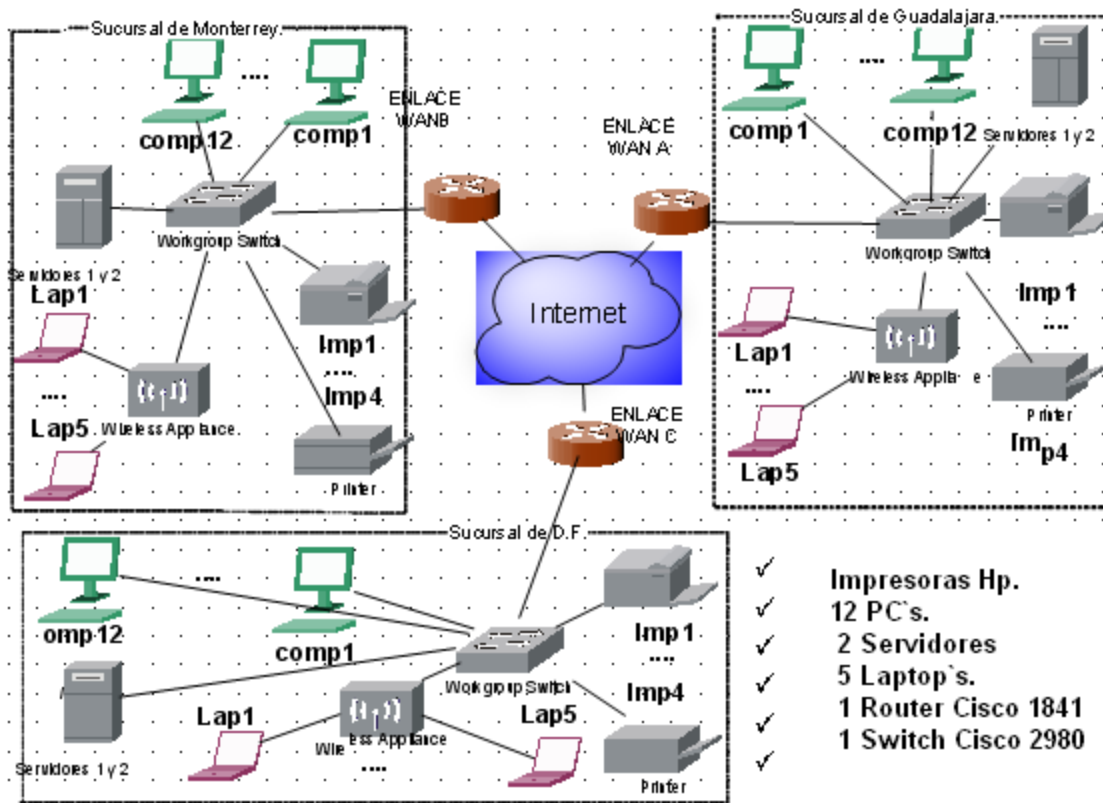
Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

ANEXOS.



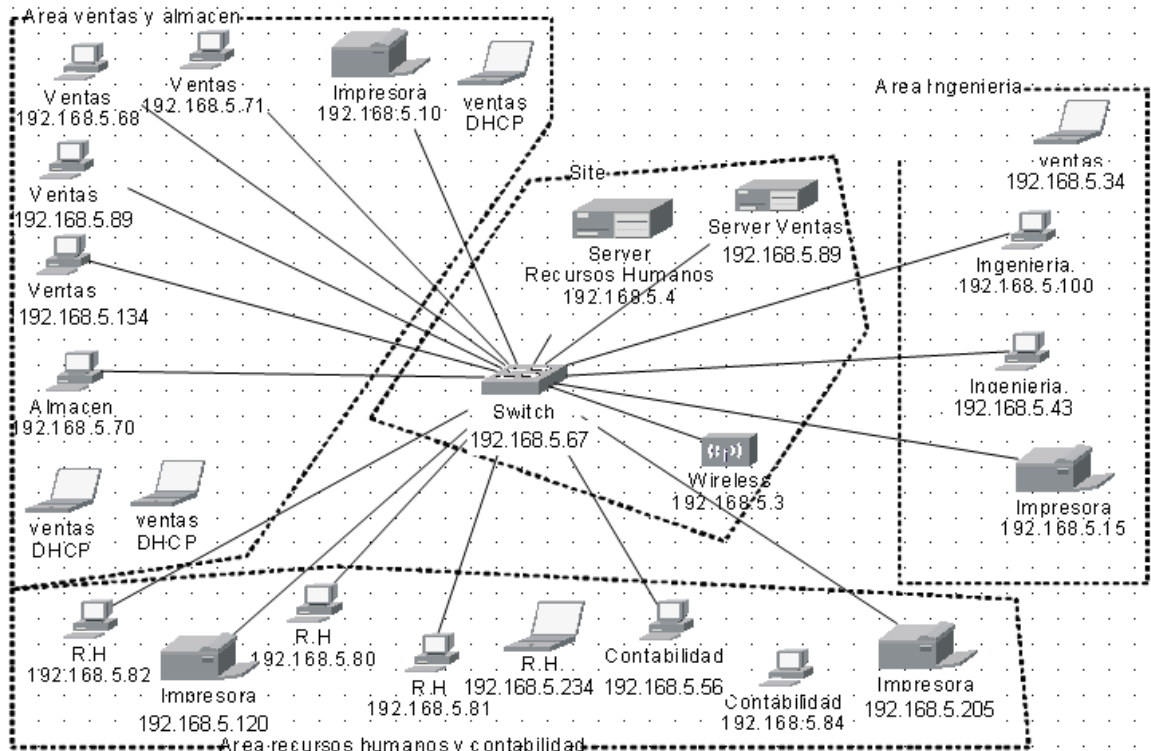
Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

Anexo A. Diagrama general de la empresa refacciones California de sus 3 importantes sucursales.





Anexo B. Estructura interna de una de las sucursales.

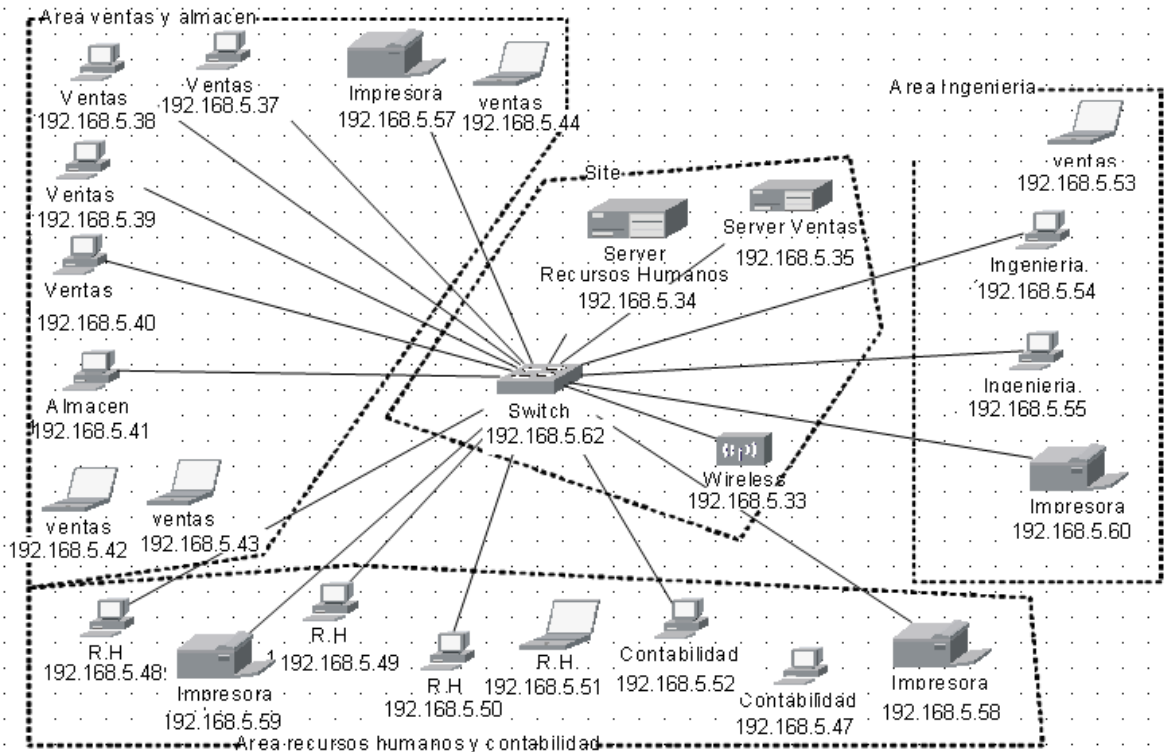


Anexo C. Ping a IP ocupada por un servidor, nos envía error.

```
Simbolo del sistema
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
D:\Documents and Settings\Administrador>PING 192.168.5.2
Haciendo ping a 192.168.5.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.254: Host de destino inaccesible.
Respuesta desde 192.168.1.254: Host de destino inaccesible.
Respuesta desde 192.168.1.254: Host de destino inaccesible.
Respuesta desde 192.168.1.254: Host de destino inaccesible.
Estadísticas de ping para 192.168.5.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
D:\Documents and Settings\Administrador>
```



Anexo D. Estructura final con el subneteo y administración calculada, Ejemplo sucursal del D.F.





Anexo E. Ping al azar para comprobar la efectividad del subneteo.

```
Command Prompt
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>PING 192.168.5.33

Pinging 192.168.5.33 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.5.33: bytes=32 time=16ms TTL=128
Reply from 192.168.5.33: bytes=32 time=16ms TTL=128
Reply from 192.168.5.33: bytes=32 time=15ms TTL=128
Reply from 192.168.5.33: bytes=32 time=15ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.5.33:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 15ms, Maximum = 16ms, Average = 15ms

Command Prompt
PC>
PC>CLEAR
Invalid Command.

PC>PING 192.168.5.37

Pinging 192.168.5.37 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.5.37: bytes=32 time=62ms TTL=128
Reply from 192.168.5.37: bytes=32 time=47ms TTL=128
Reply from 192.168.5.37: bytes=32 time=62ms TTL=128
Reply from 192.168.5.37: bytes=32 time=63ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.5.37:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 47ms, Maximum = 63ms, Average = 58ms
```



GLOSARIO.

- Apple Talk.** Conjunto de protocolos desarrollados por Apple Inc. para la conexión de redes.
- Backbone.** Se refiere a las principales conexiones troncales de Internet.
- Bit.** Es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital o en la teoría de la información.
- BPDU.** Bridge Protocol Data Unit Permite establecer identificadores por puente y elige el que tiene la prioridad más alta como puente raíz, este puente raíz establecerá el camino de menor costo para todas las redes.
- Broadcast.** Transmisión de un paquete que será recibido por todos los dispositivos en una red.
- Byte.** Secuencia de bits contiguos, cuyo tamaño depende del código de información o código de caracteres en que sea definido.
- Cheapernet.** Cable fino, económico y fácil de instalar. Sólo se utiliza para redes con un número reducido de nodos.
- Cisco System.** Empresa multinacional principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones.
- DHCP.** Protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.
- Ethernet.** Estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda.
- CSMA/CD.** Define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.
- Frame Relay.** Se utiliza para un servicio de transmisión de voz y datos a alta velocidad que permite la interconexión de redes de área local separadas geográficamente a un costo menor.
- Frames.** Fotograma o cuadro, una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación.
- FTP.** File Transfer Protocol Se utiliza para transferencia de archivos.
- Getaways.** Puerta de enlace, acceso, pasarela. Nodo en una red informática que sirve de punto de acceso a otra red.
- Hardware.** Corresponde a partes físicas y tangibles de una computadora; sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo.
- Host.** Es un ordenador que funciona como el punto de inicio y final de las transferencias de datos.



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

- Hub.** Dispositivo de la capa física que conecta varias estaciones de usuarios por medio de un cable dedicado.
- IEEE** Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad.
- IP.** Es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo IP.
- MacAddress.** Identificador de 48 bits que corresponde de forma única a una Ethernet de red.
- Modem.** Dispositivo que sirve para modular y demodular una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora.
- Multicast.** Servicio de red en el cual un único flujo de datos, proveniente de una determinada fuente, puede ser enviada simultáneamente para diversos destinatarios.
- Ping.** Comprueba el estado de la conexión con uno o varios equipos remotos por medio de los paquetes de solicitud de eco y de respuesta de eco, para determinar si un sistema IP específico es accesible en una red.
- Repetidor** Reciben señales de un segmento de red y amplifican, re sincronizan, retransmiten esas señales hacia otro segmento de la red.
- SMTP** Simple Mail Transfer Protocol. Aplicación para el correo electrónico.
- SNMP** Protocolo para la administración simple de una red.
- Software** Refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica.
- TCP** Es el protocolo en el conjunto TCP/IP que proporciona una transmisión fiable de datos.
- Telnet.** Permite la conexión de una aplicación remota desde un proceso o terminal.
- Thick** Cable grueso, es voluminoso, caro y difícil de instalar, pero permite conectar un mayor número de nodos y alcanzar mayores distancias.
- Token** Es un dispositivo electrónico que se le da a un usuario autorizado de un servicio computarizado para facilitar el proceso de autenticación.
- Token Bus** Es un protocolo de acceso al medio en el cual los nodos están conectados a un bus o canal para comunicarse con el resto.
- Token** Sistema que evita la colisión al limitar el derecho a transmitir a una máquina Passing
- Token Ring** Es una arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 1970 con topología lógica en anillo y técnica de acceso de paso de testigo.



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA	PAG
FIG. 1.1 RED DE ÁREA EXTENSA.	8
FIG. 1.2 CABLE COAXIAL.	9
FIG. 1.3 CABLE DE PAR TRENZADO.	10
FIG. 1.4 FIBRA ÓPTICA.	10
FIG. 1.5 MODELO OSI.	11
FIG. 1.6 RED EN BUS.	14
FIG. 1.7 RED EN ESTRELLA.	14
FIG. 1.8 RED EN ÁRBOL.	15
FIG. 1.9 RED EN ANILLO.	15
FIG. 1.10 TOPOLOGÍA DE MALLA.	16
FIG. 1.11 TOPOLOGÍA DE UNA RED MIXTA.	17
FIG. 1.12 ARQUITECTURA WIRELES.	20
FIG. 1.13 FORMATO DE UNA TRAMA.	22
FIG. 1.14 VARIEDADES DE RED ETHERNET.	23
FIG. 2.1 MODELO TCP/IP.	25
FIG. 2.2 CAPA DE APLICACIÓN	26
FIG. 3.1 DIRECCIÓN IP COMO NÚMERO BINARIO DE 32 BITS.	28
FIG. 3.2 DIRECCIÓN IP COMO NÚMEROS DECIMALES.	28
FIG. 3.3 PARTES DE UNA DIRECCIÓN IP.	29
FIG. 3.4 CLASES DE DIRECCIONES IP.	30
FIG. 3.5 CLASE A.	30
FIG. 3.6 CLASE B.	31
FIG. 3.7 CLASE C.	31
FIG. 3.8 TABLA DE RANGO DE DIRECCIONES IP.	32
FIG.4.1 TABLA DE DIRECCIÓN IP, CLASE A, B, C, D Y E.	33
FIG.4.2 TABLAS DE CLASES DE MASCARA RED POR DEFECTO.	34
FIG.4.3 PROPORCIÓN DE IP CLASE C 192.168.1.0/24.	35
FIG.4.4 PROPORCIÓN DE IP CLASE B 132.18.0.0/22.	36
FIG.4.5 TABLA DE POSICION DE Y VALOR DE BITS.	36



FIG.4.6 TABLA CONVERTIR BITS EN NÚMEROS DECIMALES.	37
FIG.4.7 CALCULAR LA CANTIDAD DE SUBREDES Y HOSTS POR SUBRED.	37
TABLA.5.1.1. DIRECCIONES PLANAS DE LA EMPRESA	39
TABLA.5.4.1. RED Y HOST DE LA CLASE C.	40
TABLA. 5.4.2. CLASIFICACIÓN DE DIRECCIÓN CLASE C.	41
TABLA. 5.4.3. CALCULO DE MASCARA SUBNETEADA.	41
TABLA. 5.4.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE HOST.	42
TABLA. 5.4.5. CÁLCULO BINARIO DE LA 1RA. SUBRED.	42
TABLA. 5.4.6. CÁLCULO BINARIO DE LA 2DA. SUBRED.	43
TABLA. 5.4.7. CÁLCULO BINARIO DE LA 3RA. SUBRED.	43
TABLA. 5.4.8. CÁLCULO BINARIO DE LA 4TA. SUBRED.	43
TABLA. 5.4.9. CÁLCULO BINARIO DE LA 5TA. SUBRED.	44
TABLA. 5.4.10. CÁLCULO BINARIO DE LA 6TA. SUBRED.	44
TABLA. 5.4.11. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 1RA. SUBRED.	45
TABLA. 5.4.12. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 2DA. SUBRED.	46
TABLA. 5.4.13. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 3RA. SUBRED.	47
TABLA. 5.4.14. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 4TA. SUBRED.	48
TABLA. 5.4.15. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 5TA. SUBRED.	49
TABLA. 5.4.16. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 6TA. SUBRED.	50
TABLA. 5.4.17. RESULTADOS PRELIMINARES DE IP UTILIZABLES EN LA SUBRED.	51
TABLA. 5.4.18. CÁLCULO BINARIO DE LA 1RA MASCARA DE SUBRED.	51
TABLA. 5.4.19. CÁLCULO BINARIO DE LA 2RA MASCARA DE SUBRED.	52
TABLA. 5.4.20. CÁLCULO BINARIO DE LA SUBRED DEL SEGMENTO 192.168.5.192.	52
TABLA. 5.4.21. CÁLCULO BINARIO DE LA 1RA SUBRED.	52
TABLA. 5.4.22. CÁLCULO BINARIO DE LA 2DA SUBRED.	53
TABLA. 5.4.23. CÁLCULO BINARIO DE LA 3RA SUBRED.	53
TABLA. 5.4.24. CÁLCULO BINARIO DE LA 4TA SUBRED.	53
TABLA. 5.4.25. CÁLCULO BINARIO DE LA 5TA SUBRED.	53
TABLA. 5.4.26. CÁLCULO BINARIO DE LA 6TA SUBRED.	53
TABLA. 5.4.27. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 1RA. SUBRED.	54
TABLA. 5.4.28. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 2DA. SUBRED.	54
TABLA. 5.4.29. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 3RA. SUBRED.	54



Seminario de Interconectividad y segmentación de redes de alta velocidad.

TABLA. 5.4.30. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 4TA. SUBRED.	55
TABLA. 5.4.31. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 5TA. SUBRED.	55
TABLA. 5.4.32. CÁLCULO BINARIO DEL RANGO DE HOST DE LA 6TA. SUBRED.	55
TABLA. 5.5.33. RESULTADOS FINALES DE IP UTILIZABLES EN LA SUBRED.	56
TABLA. 5.5.34. ADMINISTRACIÓN DE LAS DIRECCIONES EN LA SUBRED.	57
ANEXO A	60
ANEXO B	61
ANEXO C	61
ANEXO D	62
ANEXO E	63



BIBLIOGRAFÍA

- COMER, D. Redes Globales de información con Internet y TCP/IP: Principios básicos, protocolos y arquitectura. Prentice Hall, 1996.
- GARCIA, P. DIAZ, J. LOPEZ, J. Transmisión de datos y redes de computadores. Pearson. Prentice Hall. 2003
- TANENBAUM, A. Redes de computadoras. Prentice Hall. 4ª Edición.
- Casad, John y Wilsey, Bob: *Aprendiendo TCP/IP en 24 Horas*. Prentice Hall, 1997. ISBN 970-17-0339-1, PVP 4.250 Pts.
- Comer, Douglas E.: *Redes Globales de información con Internet y TCP/IP. Vol. 1, 3ª Ed.* Prentice-Hall, 1996. ISBN 968-880-541-6, PVP 3.950 Pts.
- Halsall, Fred.: *Redes de computadores e Internes, 5ª Ed.* Addison-Wesley, 2007.
- Abe, G.: *Residential Broadband*. Cisco Press, 1997.
- GONZÁLEZ S. Néstor, *Comunicaciones y redes de procesamiento de datos*, México, McGraw-Hill
- HOLZMANN, Gerard, *Design and Validation of Computer Protocols*, EEUU, Addison Wesley.
- O'REILLY, John, *Principios de telecomunicaciones*, México, Addison-Wesley, 1994.
- PALMER, *Redes de computadoras, una guía práctica*, México, Thomson Learning, 2002
- RAYA, José Luis, *Como construir una Intranet con Windows NT Server*, España, Alfaomega-Rama, 2002.
- STAIR Ralph M., *Principios de sistemas de información*, Thomson Learning, México, 2002, (4ª. Ed)
- SANTIFALLER, Michael, *TCP/IP and NFS*, EEUU, Addison-Wesley.
- TANENBAUM, Andrew, *Redes de ordenadores*, México, Prentice Hall.
- "Redes de comunicación", Enciclopedia Microsoft(R) Encarta(R) 98. (c) 1993-1997 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- Semestre 2. Currículum CCNA 2.1.2.
- Semestre 3. Currículum CCNA 2.1.2
- <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/l2967.html>
- http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/paginas/introduc.htm
- http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/redes_de_datos_lan.pdf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- <http://standards.ieee.org/getieee802/portfolio.html>
- http://www.garciagaston.com.ar/verpost.php?id_noticia=94
- http://www.garciagaston.com.ar/verpost.php?id_noticia=109