

TEMA 4B: DISEÑO DE REDES LOCALES



INDICE TEMA 4

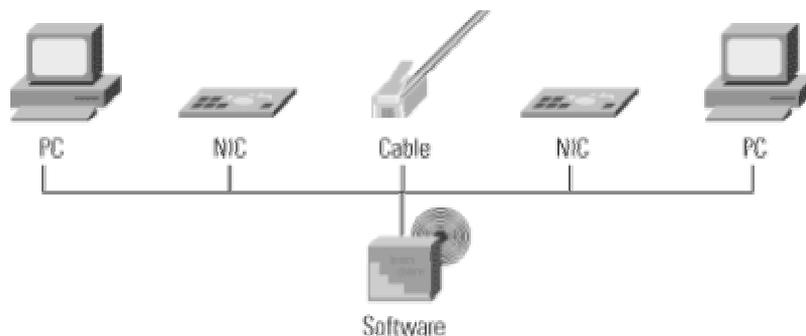
1.	DISEÑO DE REDES LOCALES	3
1.1	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA RED	3
1.1.1	<i>Cableado</i>	4
1.1.2	<i>Tarjetas de Red</i>	5
1.1.3	<i>Hubs y conmutadores</i>	6
1.1.4	<i>Encaminadores</i>	6
1.2	ETHERNET, FAST ETHERNET Y ETHERNET CONMUTADA	7
1.2.1	<i>Tipos de Aplicaciones</i>	9
1.2.2	<i>Tipos de Tramas</i>	10
1.3	PASOS PARA EL DISEÑO DE REDES LOCALES.....	11
1.4	CASOS PRÁCTICOS.....	12
1.4.1	<i>Una oficina administrativa</i>	12
1.4.2	<i>La misma oficina un año después</i>	13
1.4.3	<i>Nueva Agencia de Publicidad</i>	15

1. DISEÑO DE REDES LOCALES

1.1 Elementos constructivos de la red

Aunque hoy en día al referirse a la conexión de “ordenadores en red” se tiende a pensar en la conexión a INTERNET, abordaremos en este apartado un paso inicial que consiste en el diseño de una red local que permite compartir recursos hardware y/o software en un entorno reducido. Los elementos básicos que permiten la construcción de este tipo de redes son:

1. Al menos dos computadores.
2. Al menos un interfaz o tarjeta de red¹ para cada computador.
3. Un medio de conexión, usualmente un cable, aunque también es posible el uso de comunicaciones inalámbricas.
4. Un sistema operativo de red, como por ejemplo Windows, Novell Netware o Artisoft LANtastic.
5. Muchas redes, incluso las que se limitan a sólo dos computadores, también constan de concentradores o conmutadores que actúan como punto de conexión entre los mismos. Este tipo de equipo son inevitables cuando la topología física de la red es una estrella.



LAN Technologies	Bandwidth
Ethernet	10 Mbps (shared)
Switched Ethernet	10 Mbps (node to node)
Fast Ethernet	100 Mbps
Gigabit Ethernet	1,000 Mbps
10 Gigabit Ethernet	10,000 Mbps
Token Ring	4, 16 Mbps
Fast Token Ring	100, 128 Mbps
FDDI/CDDI	100 Mbps
ATM	25, 45, 155, 622, 2488 Mbps +

¹ En terminología anglosajona, las tarjetas de red se denominan mediante el acrónimo NIC (Network Interface Card)

Existen dos paradigmas diferentes para la construcción de una red local: una arquitectura cliente / servidor, o bien una red entre iguales (peer to peer). A menudo, a medida que la red crece y se conectan más computadores a la misma, uno de ellos actuará como servidor, es decir, un punto de la red en el que se centraliza el almacenamiento de ficheros y aplicaciones que son compartidos mediante la red. Otra tarea asumida por los servidores suele ser la de compartir periféricos tales como impresoras o sistemas de backup. También pueden permitir el control centralizado de usuarios y equipos. El resto de equipos que usan los servicios ofrecidos por el servidor se denominan clientes. En caso necesario, una red puede disponer de más de un servidor.

El otro esquema posible es el esquema “peer to peer” en el que cada computador comparte sus recursos de forma individual. Ambos esquemas pueden coexistir simultáneamente, es decir, disponer de un servidor central y que cada cliente disponga a su vez de un directorio compartido para el intercambio de ficheros. En las redes pequeñas, un esquema de este tipo puede resultar conveniente. Sin embargo, a medida que la red aumenta, la administración de la red se ve favorecida con el uso de servidores, para facilitar la gestión de usuarios, actualización de versiones de software, protección de datos, etc.

1.1.1 Cableado

Aunque ya se han descrito los distintos tipos de medio físico, y los tipos de cableados asociados a distintos tipos de redes locales, se resumirán ahora los más usados:

- **Par trenzado:** Se ha convertido en el cableado estándar para las nuevas instalaciones. Aunque hay varias calidades, las más usadas son UTP categoría 3 (para líneas telefónicas) y UTP categoría 5 para líneas de datos (denominado comercialmente FTP).
- **Coaxial:** El cable coaxial fino puede ser una opción para red pequeña y sin previsiones de crecimiento importantes. Hace unos años era el cableado estándar, pero ha sido sustituido por el par trenzado.
- **Fibra óptica:** Este tipo de cable se suele reservar para conexiones “backbone” en redes locales de mayor extensión, aunque también puede ser apropiado en aplicaciones donde la seguridad, la distancia o la adversidad del entorno lo requieran. Conviene recordar que aunque es el cableado de mayor calidad, también es el que supone mayores costes.



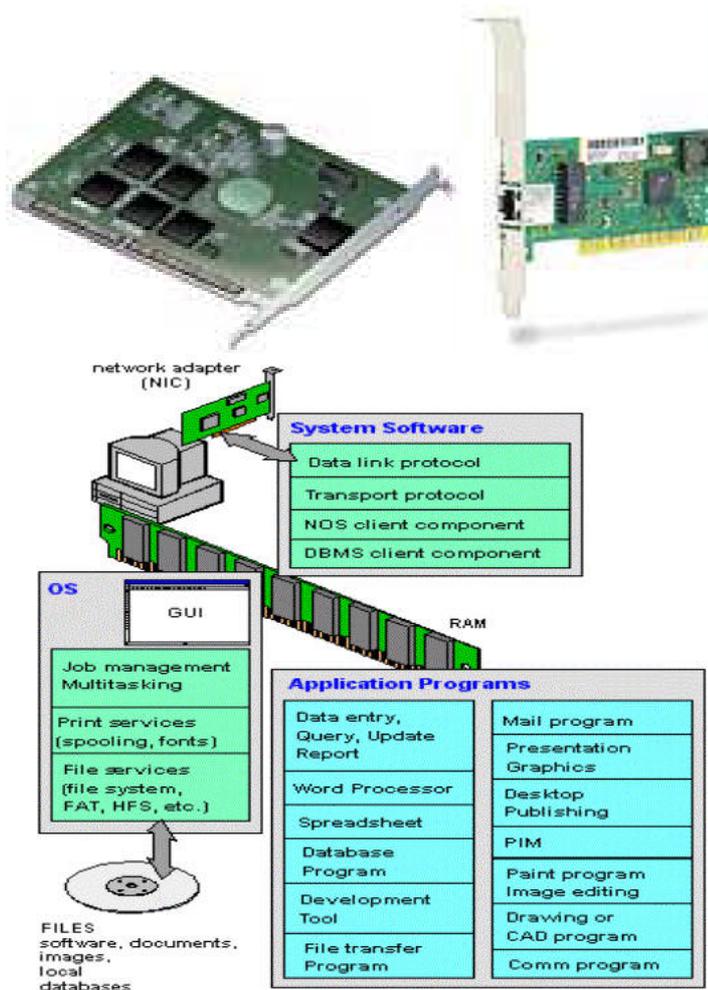
No es necesario hacer toda la instalación con un único tipo de cableado, sino que pueden combinarse. Sin embargo si es importante tener en cuenta que junto al coste del propio medio físico, debe añadirse el coste de su instalación, por lo que debe procurarse que el cableado que se seleccione permita cubrir tanto las necesidades actuales como las previsiones a medio plazo. Como ejemplo, una red Ethernet a 10 Mbps puede utilizar cable coaxial fino (10 Base 2), o par trenzado UTP categoría 3 (10 Base T). Cualquiera de estas dos soluciones cubriría las necesidades iniciales, pero la migración a equipos Fast Ethernet suele requerir el empleo de cable de par trenzado UTP categoría 5 o STP (100 Base TX). Como consecuencia, se perdería toda la inversión inicial y sería necesario volver a cablear

con el consiguiente aumento de coste y pérdida de tiempo. Otro aspecto a tener en cuenta, aunque no esté directamente relacionado con las comunicaciones, es el nivel de seguridad frente al fuego que ofrece el cable seleccionado: cubiertas no propagadoras de llama, que no produzcan humos tóxicos, etc.

1.1.2 Tarjetas de Red

La tarjeta o adaptador de red es el elemento que sirve de interfaz entre el software instalado en el computador y el medio físico, permitiendo la lectura y escritura de información en el mismo según un determinado protocolo seleccionado de antemano. Lo habitual es que estén instaladas en el interior del computador y a la hora de seleccionarlas deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Deben ser compatibles a nivel hardware y software con el equipo en el que van a ser instaladas.
- Deben ser compatibles con el tipo de cableado seleccionado para el diseño físico de la red.
- Deben seleccionarse teniendo en cuenta las previsiones de crecimiento de la red que se está diseñando.



También debe considerarse la posibilidad de incluir adaptadores para redes inalámbricas que faciliten la conexión de equipos móviles.

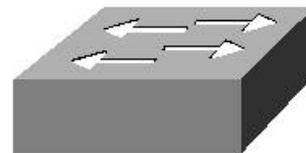
1.1.3 Hubs y conmutadores

Los hubs o repetidores son dispositivos simples que permiten la interconexión de varios equipos a la red. Son básicos cuando la estructura física de la red es de tipo estrella (cableado de par trenzado o fibra óptica en redes Ethernet), aunque también se utilizan en redes de cable coaxial para la interconexión de varios segmentos. Estos equipos se limitan a reenviar las tramas que llegan por una boca de conexión a través de las demás. Por este motivo, todos los equipos conectados a un hub pertenecen al mismo dominio de colisión y competirán por el acceso al medio. Cuantos más usuarios tenga conectado un hub, más posibilidad de colisión y peor calidad de servicio.



A la hora de seleccionar un hub, además de tener en cuenta las previsiones de crecimiento, deberá elegirse el número de conexiones que ofrece y si permite algún tipo de administración de la red, ya que hoy en día existen hubs que sin ser conmutadores si ofrecen ciertas posibilidades de definición de segmentos que facilitarán la compartimentación de la red.

Los conmutadores (switches) son equipos de mayores prestaciones que los hubs debido a que reducen el dominio de colisiones. Un conmutador reenvía las tramas sólo hacia su destinatario, en función de la información contenida en la cabecera del paquete. Este funcionamiento hace que sólo se pierdan tramas cuando el número de tramas que deben ser retransmitidas por el mismo puerto de salida supera la capacidad de almacenamiento ofrecida por el conmutador. Entre los conmutadores existe una amplia gama de opciones, desde los que no son configurables por el usuario, hasta los que permiten funciones de administración y control de la red.

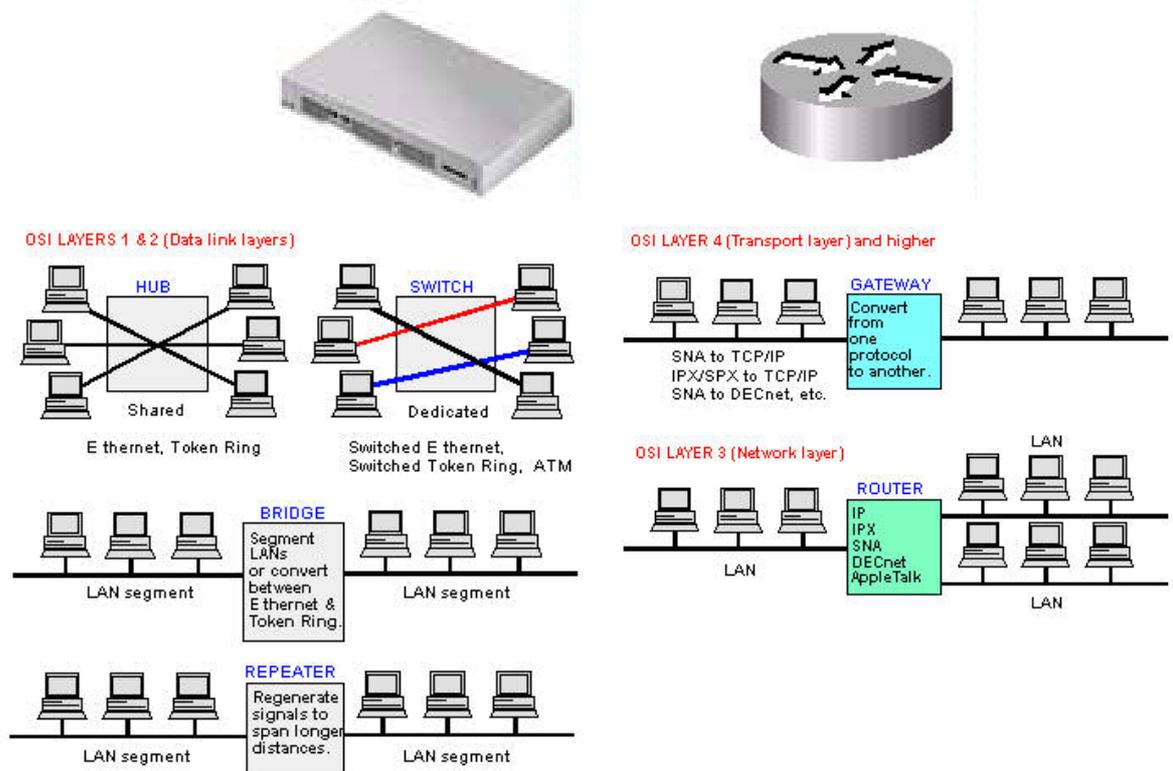


En el caso de recurrir a redes inalámbricas, será necesario incluir uno o varios puntos de acceso, cuyas funciones son similares a las de un hub, pero para los equipos inalámbricos. Además suelen servir de puente hacia una red cableada e incluir funciones adicionales de administración. A la hora de seleccionarlos

1.1.4 Encaminadores

Los encaminadores (o routers), realizan una función similar a la de los conmutadores pero a nivel de la capa de red (conmutación a nivel 3), por lo que su descripción se pospondrá para temas posteriores. Aunque pueden usarse en redes locales, su uso en una

red local sólo tiene sentido por razones de seguridad (firewalls) o cuando el tamaño de la red es excesivo. También pueden ser necesarios para realizar la conexión de la red local corporativa a Internet, aunque esto dependerá del tipo de acceso que se emplee.



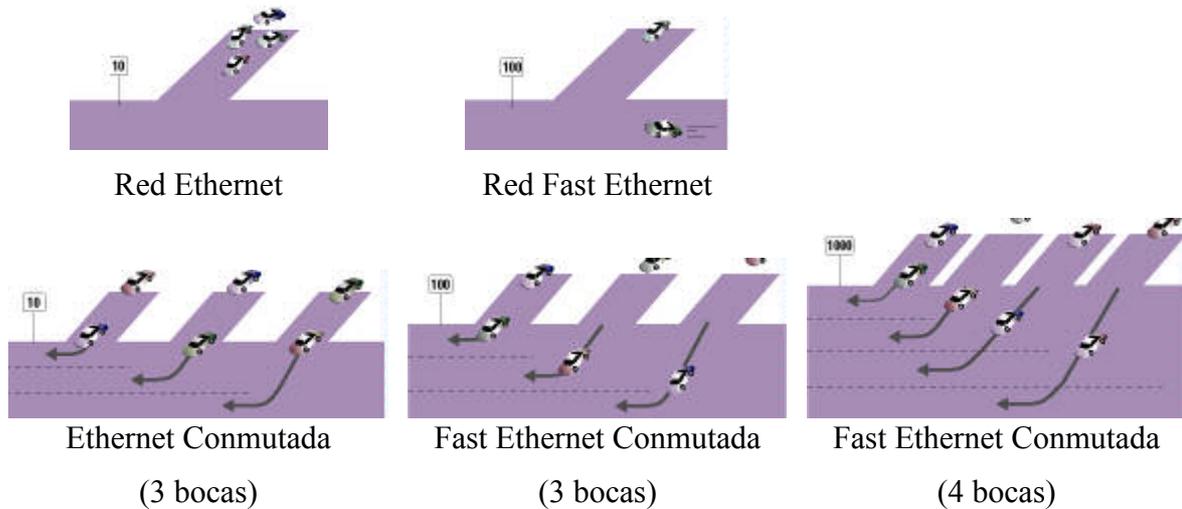
1.2 Ethernet, Fast Ethernet y Ethernet conmutada

Ethernet apareció a finales de la década de 1970 y se mantiene como la tecnología líder para la implantación de redes locales. Como ya se ha descrito previamente, se basa en un mecanismo CSMA/CD, de modo que el envío de tramas sólo será efectivo cuando la red esté inactiva. El intento de transmisión simultánea de datos por parte de dos estaciones diferentes provocará una colisión, y la consiguiente destrucción de las tramas enviadas, debiendo reintentarse el envío. Si llegan a alcanzarse 16 colisiones consecutivas se abandona. A medida que el número de dispositivos conectados en la red aumenta, el número de colisiones y el retardo en el acceso al medio crece, produciéndose una rápida caída en el ancho de banda efectivo.

Puede decirse que si se ocupa más del 50% del ancho de banda total de la red, las tasas de colisiones comienzan a causar congestión en la misma. Como consecuencia se tarda más en imprimir un fichero, las aplicaciones tardan más en abrirse, las consultas a servidores de bases de datos tardan más en ejecutarse y, en definitiva, se deteriora la calidad del servicio. Si el ancho de banda ocupado supera el 60% la red puede llegar a colapsarse.

Una red Fast Ethernet ofrece las mismas características de funcionamiento, con la salvedad de que el ancho de banda disponible es diez veces mayor (100 Mbps), por lo que para una misma carga de trabajo, el ancho de banda ocupado representará un porcentaje menor y en consecuencia las prestaciones serán mejores. Sin embargo, el incremento en el uso de la red llegará a provocar una situación de colapso similar a la descrita anteriormente.

Los conmutadores Ethernet, o Fast Ethernet, ofrecen la ventaja de proporcionar caminos alternativos a tramas con orígenes y destinos diferentes, lo que implica un aumento del ancho de banda efectivo. A modo de ejemplo, un conmutador Ethernet de ocho bocas puede proporcionar un ancho de banda efectivo de hasta 40 Mbps si tiene todas las bocas ocupadas y no coinciden el origen y destino de cada trama. Es decir, el conmutador proporciona un ancho de banda efectivo hasta 4 veces mayor que un repetidor. A mayor número de bocas, el efecto conseguido es mayor. Además, es habitual que los conmutadores permitan configurar cada boca independientemente para conexiones a 10 o 100 Mbps, facilitando la mezcla de redes Ethernet y Fast Ethernet.



Cabe preguntarse cuál es la mejor opción para mejorar una red Ethernet, por lo que se resumirán las ventajas y desventajas que ofrecen los hubs Fast Ethernet y los conmutadores.

Repetidores Fast Ethernet

Ventajas	Inconvenientes
Mejora las prestaciones, especialmente si el tráfico se caracteriza por transmisiones esporádicas de grandes volúmenes de información.	El ancho de banda total es fijo, por lo que al aumentar el tráfico en la red se deteriorarán las prestaciones.
Ofrece una gran facilidad de uso ya que los hub no suelen ofrecer posibilidad de modificar la configuración hardware o software del mismo.	El administrador de la red no puede balancear la carga mediante la segmentación de la red en múltiples dominios de colisión, o restringiendo el tipo de tráfico en función de los puertos.
No necesita personal especializado para la administración de los equipos de red.	No reduce el dominio de colisiones.
	El cableado y las tarjetas de red deben ser capaces de soportar redes Fast Ethernet.



Conmutadores

Ventajas	Inconvenientes
Mejora el rendimiento al ofrecer a cada usuario o grupo de usuarios 10 o 100 Mbps de ancho de banda. Las conexiones de mayor velocidad se pueden dedicar a los servidores o las conexiones backbone para eliminar cuellos de botella. Además ofrecen la posibilidad de funcionamiento full duplex.	El coste de este tipo de equipos es superior al de los hubs.
Permite un uso escalable del ancho de banda al aumentar el número de puertos usados del conmutador.	Sólo es necesario el cableado UTP categoría 5 o superior en las conexiones 100BaseTX.
Permite al administrador de la red asignar bocas de 10/100 Mbps en función de las necesidades del usuario, permitiendo una migración paulatina hacia Fast Ethernet.	Si el equipo tiene funciones de administración, se necesitará personal capacitado para su administración.
Permite aprovechar el hardware de 10Mbps existente, limitando el alcance inicial de la inversión que supone realizar el cambio.	
Reduce el número de colisiones como consecuencia de la reducción de los dominios de colisión.	
Aumenta la seguridad al reenviar las tramas que tienen un destinatario único solamente por la boca asociada a la dirección de destino del paquete. De esta forma, otros usuarios no pueden ver el tráfico.	

Para decidir cuál de las soluciones puede ser más beneficiosa para cada caso concreto, es necesario considerar los siguientes puntos:

- Tipo de aplicaciones de red instaladas.
- Tipo de tráfico que existe en la red.
- Coste de actualización del cableado y el hardware de PC.

1.2.1 Tipos de Aplicaciones

En general, si se dispone de un único servidor de aplicaciones, el uso de repetidores Fast Ethernet es mejor que una solución basada en conmutadores Ethernet a 10Mbps, aunque esta segunda solución ofrece la ventaja de una mayor manejabilidad y un ancho de banda garantizado para cada equipo individual. Para clarificar la situación veamos varios ejemplos:

Caso 1:

Supongamos que la red se caracteriza por un tráfico sostenido de pequeños paquetes de información, por ejemplo transacciones en una base de datos distribuida. En este



entorno, la congestión es originada por un flujo constante de pequeños ficheros entre los clientes y el servidor. La solución más adecuada sería usar un conmutador que dividiese el único dominio de colisión existente en varios, manteniendo conexiones a 10Mbps con los clientes y una conexión a 100Mbps con el servidor.

Caso 2:

Supongamos que la red se caracteriza por la transmisión esporádica de grandes volúmenes de información, por ejemplo durante la compilación de software o en aplicaciones CAD/CAM. En este supuesto, los problemas son originados fundamentalmente por el tiempo necesario para completar la transferencia de la información, provocando retardos en el acceso al medio de otras estaciones. Por esa razón, pasar a una red Fast Ethernet a 100Mbps supondrá una mejora importante de las prestaciones.

Caso 3:

Como último ejemplo, supongamos que el principal tráfico de la red proviene de aplicaciones multimedia como la transmisión de video. En este caso, hay un elevado volumen de información que se transmite de forma mantenida en el tiempo. Si en la red se dispone de un único servidor, la actualización a una red Fast Ethernet con repetidores puede ser suficiente. Sin embargo, si hay varios servidores diferentes, será necesario además incluir conmutadores Fast Ethernet que dividan los distintos dominios de colisión, aprovechando de esta manera el efecto de agregación de ancho de banda que producen este tipo de equipos.

1.2.2 Tipos de Tramas

En las redes Ethernet se pueden distinguir tres tipos de tramas en función del destinatario de las mismas: tramas con dirección única, direcciones multicast o direcciones broadcast. Para seleccionar adecuadamente los equipos es conveniente saber que proporción del tráfico total representan cada tipo de paquetes.

Los paquetes dirigidos a un único destinatario son los más habituales. Los paquetes multicast están pensados para acceder simultáneamente a un grupo predeterminado de usuarios. Este tipo de envíos son aprovechados para aprovechar al máximo el ancho de banda y de CPU cuando una misma información debe ser enviada a varios usuarios simultáneamente, al evitar tener que enviar una copia de la trama a cada usuario individual. Por último, las tramas broadcast están destinadas a alcanzar a todos los nodos de la red dentro de un mismo dominio de colisión. Este tipo de paquetes son enviados por ejemplo por servidores y routers para anunciar su presencia en la red y mantener vivas las conexiones que tengan establecidas. Este tipo de paquetes pueden suponer una gran cantidad de tráfico, por ejemplo, un servidor NetWare envía una trama broadcast de tipo "hello" cada minuto.

Los repetidores no filtran el tráfico, sino que reenvían cada trama recibida por todos los puertos. Si en una red hay una gran cantidad de tráfico broadcast y multicast, puede ser interesante el uso de conmutadores que permita compartimentar la red, de modo que esos paquetes no se extendían más allá de donde sea necesario. Los conmutadores pueden actuar de tres formas:



- Mediante el reenvío selectivo de tramas en función del tipo, evitando la propagación de tramas con más de un destinatario. Algunos conmutadores permiten distinguir entre paquetes multicast y broadcast facilitando la eliminación de todo el tráfico innecesario.
- Haciendo un reenvío selectivo de mensajes multicast, sólo hacia aquellos usuarios que desean ver una sesión multimedia específica.
- Soportando la definición de redes VLAN (Virtual LAN). Estas redes son agrupaciones lógicas de usuarios. Mediante la implantación de VLAN, pueden construirse dominios de colisión más pequeños en un único conmutador. Así por ejemplo, se podría crear una VLAN para usuarios de UNIX, otra para usuarios de NetWare y otra para usuarios de Windows. De esta forma, ningún usuario de estos grupos enviaría tráfico broadcast a los demás grupos.

El uso de repetidores y conmutadores no es excluyente. De hecho, la combinación adecuada de ambos tipos de equipos puede llevar a la implantación de una red eficiente con costes optimizados, asignando a cada usuario el ancho de banda efectivo que necesita

1.3 Pasos para el diseño de redes locales

El primer paso a seguir consiste en prever las características del tráfico de la red. Para ello deberá analizarse que tipo de usuarios van a existir, que tipo de servicios les ofrecerá la red, y que calidad de servicio se espera. Si la red ya existe, es aconsejable analizar el tipo de tráfico existente para poder determinar con criterios más objetivos cuál será la estructura de red más adecuada. Debe tenerse en cuenta que el objetivo no es diseñar una red que permita proporcionar unos servicios determinados, sino que además deben alcanzarse con la mayor calidad y el menor coste posibles.

El segundo paso consistirá en segmentar adecuadamente la red. Este proceso consiste en determinar si es conveniente o no crear diferentes VLAN, y asignar a cada una de ellas los recursos correspondientes. El establecimiento de estas subredes no sólo puede suponer una mejora en las prestaciones de la red, sino que también incrementará la seguridad al restringir el tráfico de información por la red a los segmentos adecuados. Una regla general para crear los diferentes grupos de la red, es que el 80% del tráfico del grupo debe ser local (dirigido a otros nodos del mismo grupo), y no más del 20% debería ser enviado hacia otros grupos a través de las conexiones backbone. Si la congestión de la red se produce en este tipo de conexiones, lo más probable es que la red esté mal segmentada. Si el problema persiste, debería considerarse la posibilidad de duplicar recursos (añadir nuevos servidores, nuevas impresoras, etc.).

El tercer paso consistirá en determinar si es necesario disponer de un backbone de mayores prestaciones que el resto de la red. Típicamente suele suceder cuando hay un gran número de usuarios que demandan servicios del mismo servidor. Si este servidor no puede ser duplicado, deberá estar conectado a la red a través de un acceso de mayor ancho de banda, para evitar que ese punto se convierta en un cuello de botella.

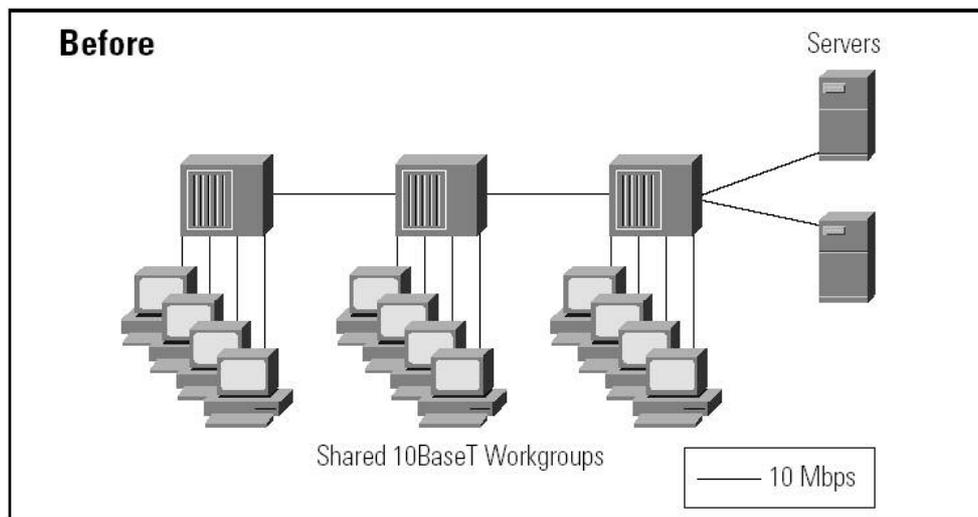
El cuarto paso será comprobar qué tipo de tarjetas de red y de cableado es necesario, teniendo en cuenta las distancias máximas, los puntos de conexión disponibles, etc. Por último se procederá a la instalación y documentación de la red. Debe tenerse en cuenta que a medida que el tiempo pasa, es más fácil olvidar a que toma del repetidor o del conmutador está conectado un determinado equipo, a que grupo pertenece, etc.

1.4 Casos Prácticos

1.4.1 Una oficina administrativa.

Situación Inicial

- En la oficina existen menos de 50 usuarios, todos conectados en una red Ethernet con repetidores.
- Hay dos servidores de ficheros.
- Se prevé que en el plazo de un año, habrá dos usuarios más trabajando en la oficina.
- El mayor volumen de tráfico está generado por un intercambio sostenido de pequeños paquetes de información.



Causas de la congestión de la red

- Constante flujo de pequeños paquetes de datos viajando por la red.
- Elevado número de usuarios en relación al ancho de banda de la red.
- Las aplicaciones cliente/servidor se concentran en dos servidores en el mismo dominio de colisión.

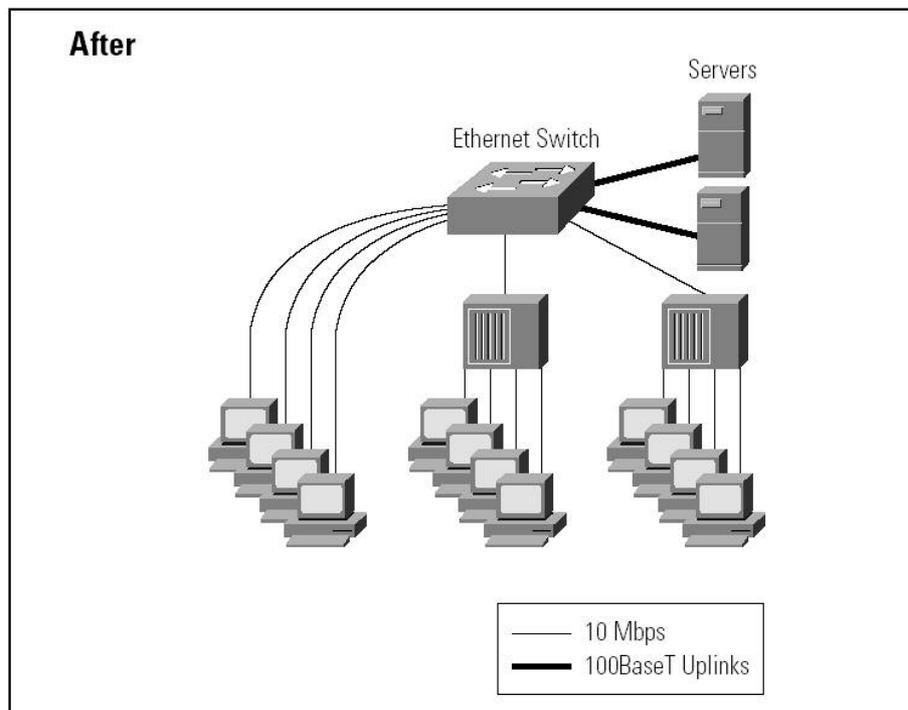
Síntomas de la congestión

- La red tarda en responder, presentando unos tiempos de respuesta elevados.
- Los servidores suponen cuellos de botella hacia los que se encamina todo el tráfico.
- Alto número de colisiones.
- Reducción de la productividad de la red.
- Insatisfacción de los usuarios y demanda de mejores computadores.

Solución

- Instalar un conmutador 10/100Mbps para dar servicio a los hubs de los que dependen los usuarios y proporcionar conexiones de 100Mbps a los enlaces hacia los servidores.
- Instalar adaptadores Fast Ethernet en los servidores para que puedan soportar conexiones a 100Mbps.
- Actualizar todo el cableado necesario a 100BaseTX

Debido a que la congestión es causada por un flujo constante de pequeñas tramas, la solución propuesta es una solución efectiva desde el punto de vista de precio y calidad de servicio. La generalización a Fast Ethernet de todos los usuarios no es necesaria dado que cada usuaria individual no necesita un mayor ancho de banda. En cambio, la actualización de los servidores permitirá paliar el efecto de cuello de botella que supone el encaminamiento hacia ellos de todo el tráfico. Los futuros usuarios se podrían conectar a bocas libres del conmutador mediante tarjetas 10/100Mbps, o bien mediante un repetidor adicional.

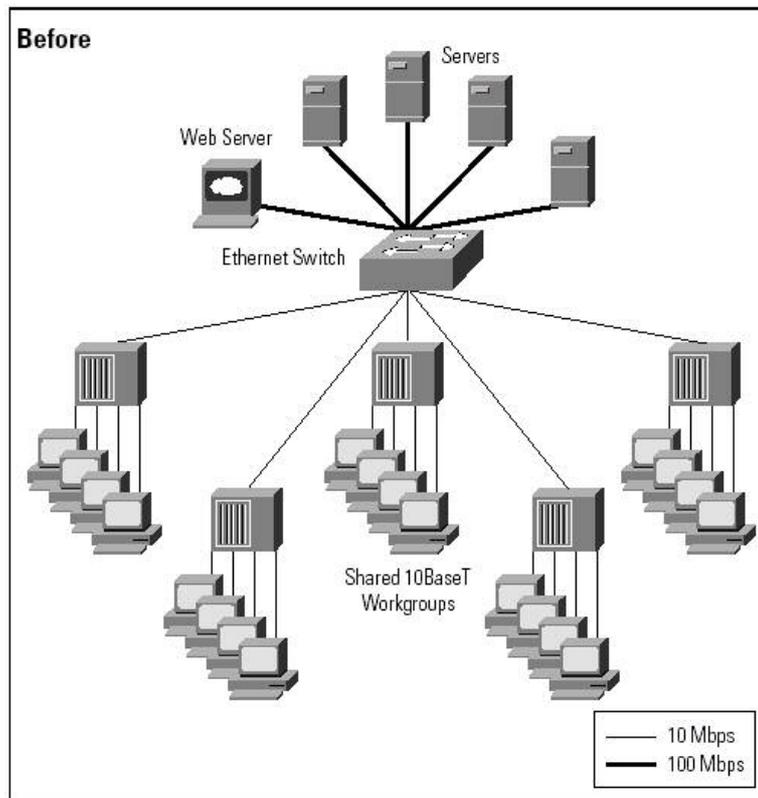


1.4.2 La misma oficina un año después.

Situación Inicial

- Se han añadido dos nuevos servidores de ficheros.
- Se ha instalado un servidor Web para el acceso a documentación en-línea.
- Los 50 usuarios existentes se encuentran conectados a repetidores a 10Mbps, que a su vez están conectados a un conmutador 10Mbps
- Analizando el tráfico diario, se comprueba que diariamente se supera el 50% de ocupación de la red durante una media de más de 15min.

- Se van a añadir otros 50 nuevos usuarios.
- El tráfico se caracteriza por ser un carga mantenida de ficheros de tamaño pequeño, con tendencia al aumento del volumen de la carga, y con picos de demanda del 70% del ancho de banda.



Causas de la congestión de la red

- Los picos pueden estar ocasionados por transmisiones ocasionales de ficheros más grandes, y/o la utilización de aplicaciones más sofisticadas por parte de los usuarios.
- Aumento de las consultas al servidor de documentación.
- Aumento del número de aplicaciones que se basan en la red local.

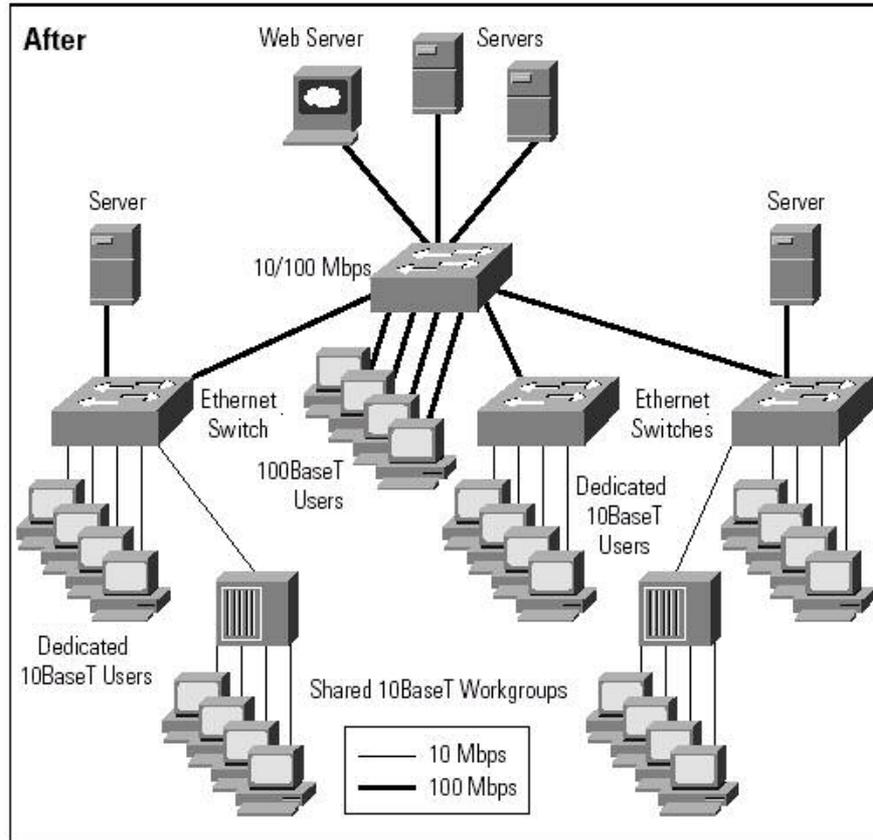
Síntomas de la congestión

- Bajos tiempos de respuesta.
- Altas tasas de colisiones.
- Degradación de las prestaciones de la red.
- Disminución de la productividad.
- Insatisfacción de los usuarios.

Solución

- Aumentar la compartimentación de la red, creando nuevos grupos de usuarios y añadiendo para ello los conmutadores que sean necesarios.

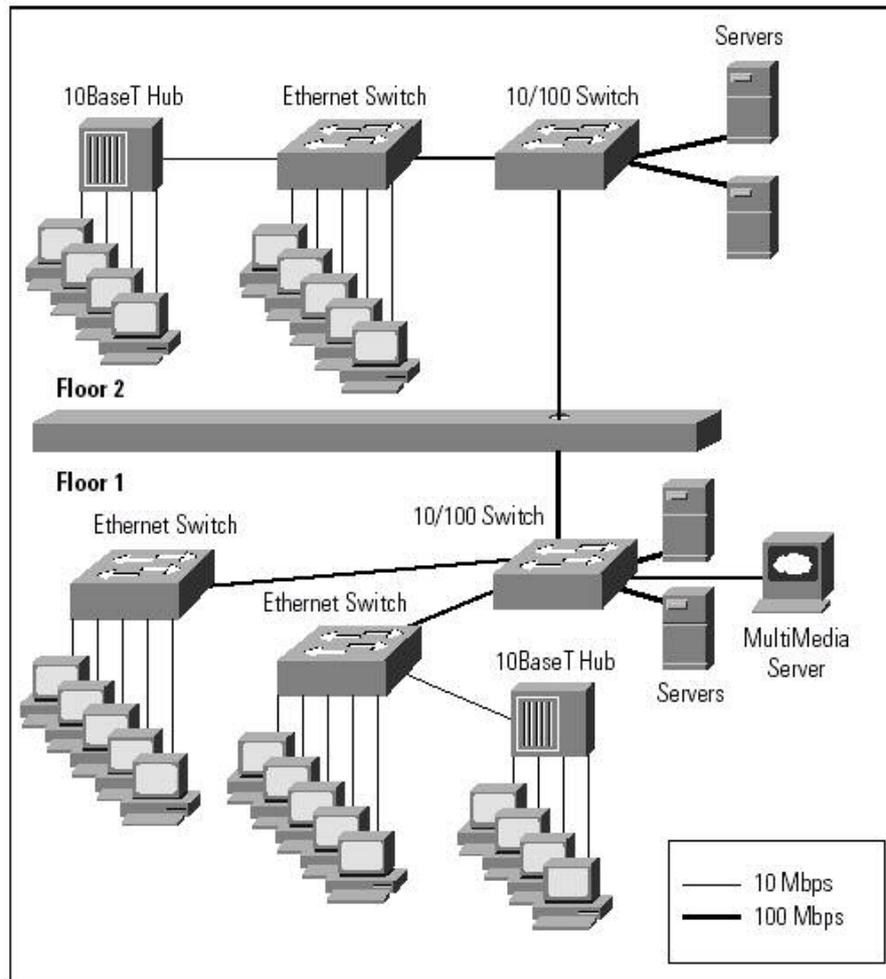
- Conectar aquellos usuarios que más ancho de banda demanden a puertos FastEthernet de los conmutadores.
- Un conmutador puede servir como backbone para unir los conmutadores que segmentan los distintos grupos y los servidores que sean de uso común por todos los grupos.



1.4.3 Nueva Agencia de Publicidad

Situación Inicial

- Se dispone de una instalación nueva con capacidad para 200 nodos con cableado UTP categoría 5.
- Todos los usuarios disponen de tarjetas de red de 10/100Mbps.
- Se dispone de un backbone FastEthernet que conecta los grupos de trabajo a los servidores.
- La oficina se encuentra distribuida en dos plantas.
- Es habitual el empleo de aplicaciones multimedia a través de la red.
- El tráfico se caracteriza por un aumento en el número de fuertes ráfagas de tráfico de grandes ficheros de datos, junto con aplicaciones multimedia, alcanzándose picos de hasta un 85% de ocupación del ancho de banda.



Causas de la congestión de la red

- En una misma red conviven aplicaciones, multimedia que demandan un alto ancho de banda, procesamiento de imagen, procesamiento de textos y administración de proyectos.
- Aumento del número de usuarios que demandan un ancho de banda elevado.
- Aumento de utilización de los servicios ofrecidos por la red.

Síntomas de la congestión

- La red tarda en responder.
- Cuellos de botella en los servidores.
- Time-outs en las aplicaciones.
- Colapsos ocasionales de la red.
- El backup de la red es muy largo
- Insatisfacción de los usuarios.

Solución

- Segmentación de los usuarios mediante conmutadores, moviendo a aquellos que mayor ancho de banda necesiten a conexiones Fast Ethernet (usando repetidores o conmutadores si es necesario).
- Procurar cumplir la regla 80/20 en los nuevos grupos de usuarios, colocando cada servidor en el mismo grupo lógico que los clientes que más los utilicen.
- Detener la propagación del tráfico multicast mediante el uso adecuado de los conmutadores.
- Crear un backbone con conmutadores FastEthernet a los que conectar aquellos servidores comunes a varios grupos.

