

- ✓ Redes Ethernet
- Protocolos TCP/IP
- Tecnología de ruteadores
- ATM en las redes LAN
- Nuevas aplicaciones
- Administración de redes
- Infraestructura física para redes LAN

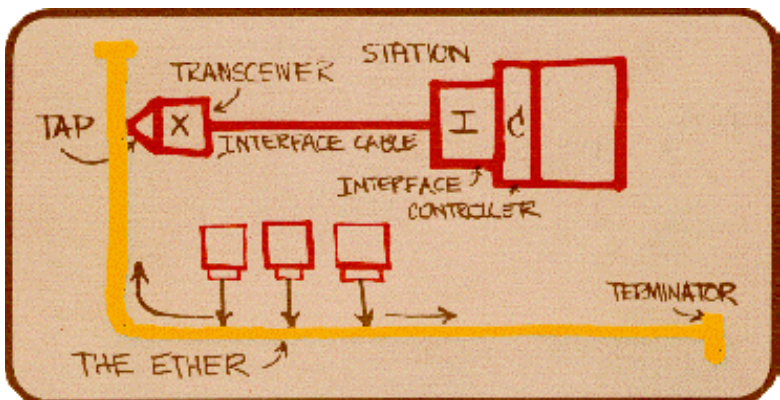


Desarrollo de Ethernet

- ✓ Inicio del desarrollo en 1972 en el PARC (*Palo Alto Research Center*) de la compañía Xerox. Presentado por primera vez en Junio de 1976 por el Sr. Robert M. Metcalfe, su inventor.
- ✓ La primera versión (Ethernet 1.0) se presenta en 1980.
- ✓ El término *Ether* hace referencia a un medio en el que antiguamente se creía se propagaba la luz.
- ✓ La versión 1.0 se presentó al IEEE, el cual inicia el proyecto 802 (Febrero de 1980). Con algunas modificaciones, los estándares se hacen oficiales en 1985. (10Base5). También se contemplan 1Base5 (Starlan) y 10 Broad 36 que ya no se usan actualmente.
- ✓ Para equipararse con los trabajos del IEEE, el grupo DIX (Digital, Intel y Xerox) publica en Noviembre de 1982 la versión 2.0 de Ethernet, operando a 10 Mbit/s.
- ✓ La versión 10Base2 se publica en 1988 (IEEE).
- ✓ La versión 10Base-T se publica en 1990 (IEEE).
- ✓ Hoy día ambas versiones (IEEE y DIX) tienen vigencia, pero la dominante es la versión del IEEE 802.3 (ISO 8802-3: 1993).

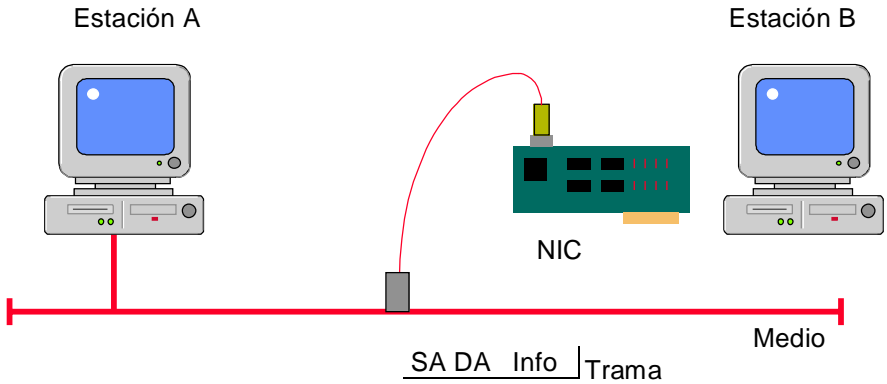
- ✓ 802.1 .- Interfases de nivel superior: Puentes y gestión
- ✓ 802.1q.- Manejo de redes LAN virtuales (VLAN)
- ✓ 802.1p.- Asignación de prioridades al tráfico
- ✓ 802.2 .- Protocolo LLC
- ✓ 802.3 .- Especificaciones de Ethernet (CSMA/CD)
- ✓ 802.3u.- Fast Ethernet: 100Base-T
- ✓ 802.3z.- Gigabit Ethernet: 1000Base-T
- ✓ 802.4 .- Especificaciones de Token Passing (ArcNET)
- ✓ 802.5 .- Especificaciones de Token Ring
- ✓ 802.6 .- Especificaciones de una MAN (DQDB)
- ✓ 802.7 .- Recomendaciones para una LAN de Banda Ancha
- ✓ 802.8 & 8a Comités de redes LAN con fibras ópticas.
- ✓ 802.9 .- Ethernet en modo isócrono (Iso-Ethernet).
- ✓ 802.10 .- Comité de seguridad y encriptación
- ✓ 802.11 .- Redes LAN inalámbricas
- ✓ 802.12 .- 100 VG-AnyLAN
- ✓ Más información: <http://www.ieee.org>

Primer bosquejo de Ethernet



- ✓ Parte de la presentación del Dr. Robert M. Metcalfe de Ethernet en la *National Computer Conference* de Junio de 1976 ante la comunidad científica de ese entonces.

Principio de Funcionamiento



- ✓ Topología de Bus, velocidad de 10 Mbit/s y distintos medios de transmisión.
- ✓ El medio es compartido por todas las estaciones
- ✓ Cada estación cuenta con una dirección
- ✓ Se requiere de una técnica para el acceso al medio

SA.- Source Address
DA.- Destination Address

ASERCOM TM Derechos Reservados 1/08/00
Asesoría en Redes y Telecomunicaciones S.A. de C.V.

5

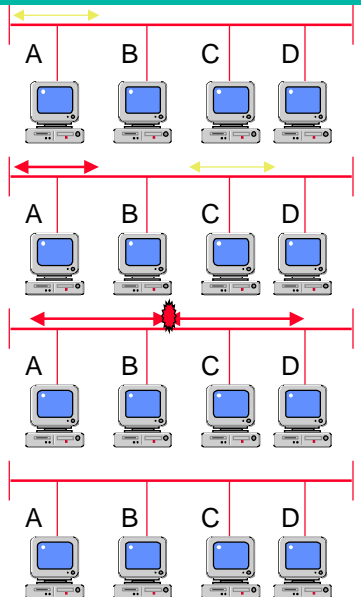
Método de acceso al medio (CSMA/CD)

A quiere transmitir y escucha la línea.

A comienza a transmitir
C quiere transmitir y escucha la línea (aún no llega la señal de A).

C transmite
Los mensajes de A y C colisionan !!.

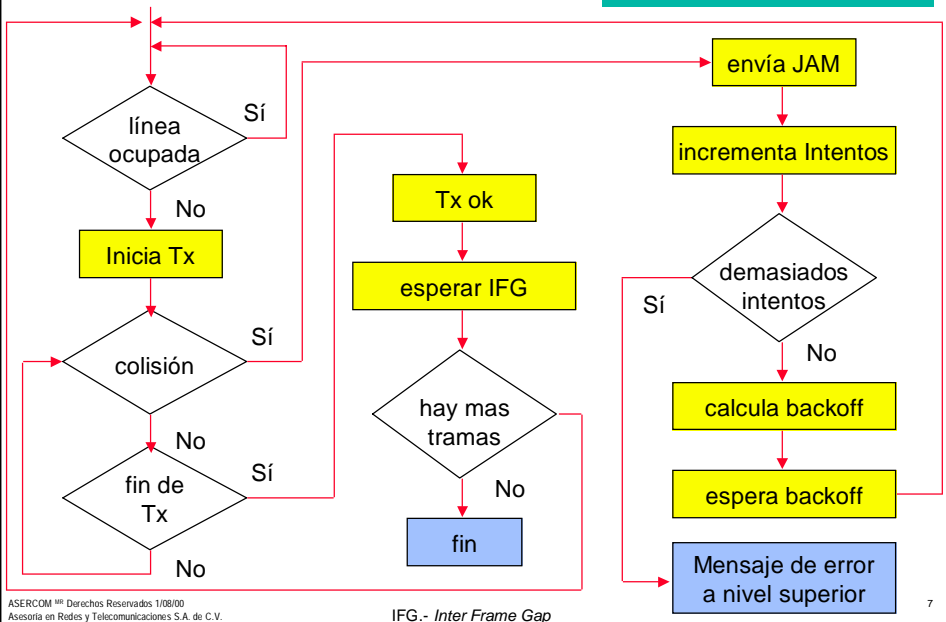
Ambas estaciones se dan cuenta de lo ocurrido, envían una señal de Jam y todas las estaciones esperarán un tiempo aleatorio para intentar de nuevo.



ASERCOM TM Derechos Reservados 1/08/00
Asesoría en Redes y Telecomunicaciones S.A. de C.V.

6

Algoritmo CSMA/CD

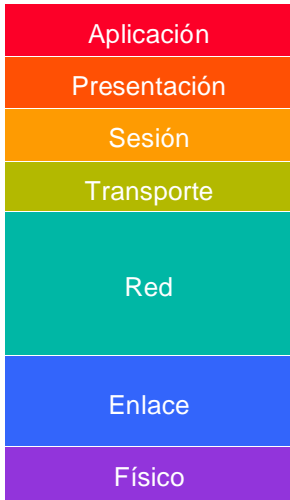


Valores importantes

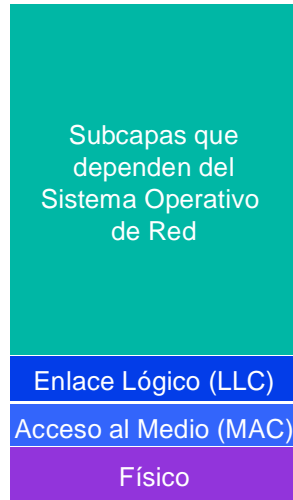
- ✓ Se tiene un tiempo de espera entre tramas. (IFG, *Inter Frame Gap*), de 9.6 μ s.
- ✓ *Backoff Time* es un múltiplo (r) de 51.2 μ s (*Slot Time*, 64 Bytes). Donde r está entre 0 y 2^n-1 , n es el número de intentos realizados.
- ✓ El número máximo de intentos es 16.
- ✓ No hay asignación de prioridad.
- ✓ CSMA/CD es adecuado para tráfico en forma de ráfagas.
- ✓ El tamaño de las tramas va de 64 a 1518 Bytes (sin contar el preámbulo).
- ✓ El tiempo de respuesta aumenta con la utilización.
- ✓ Al aumentar la utilización aumenta la probabilidad de que se presenten colisiones.
- ✓ La señal de Jam es de 32 bits.

El Modelo OSI y las Redes LAN

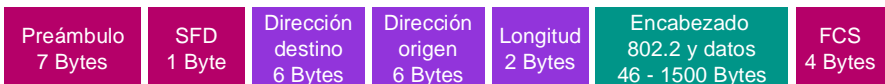
Modelo OSI



Modelo LAN

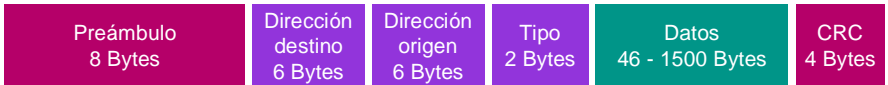


Estructura de trama IEEE 802.3



- Preámbulo.- Secuencia de 1' y 0's. Para sincronizar al receptor.
- SFD (*Start of Frame Delimiter*).- Secuencia 10101011. Marca el inicio de la trama.
- Direcciones de origen y destino.- 3 primeros bytes identifican al fabricante y el resto a la tarjeta en particular. Direcciones MAC.
- Longitud.- Indica la longitud de Bytes contenidos en el campo de información, máximo valor 05DC (hexadecimal).
- Se usa el protocolo LLC 802.2 el cual es muy similar a HDLC.
- El campo de Datos siempre debe cumplir con los límites de duración. Si hay pocos datos, se pone "relleno", (*padding*) para completar el mínimo.
- FCS.- sirve para la detección de errores, utiliza un proceso similar al CRC.

Estructura de trama Ethernet V2.0



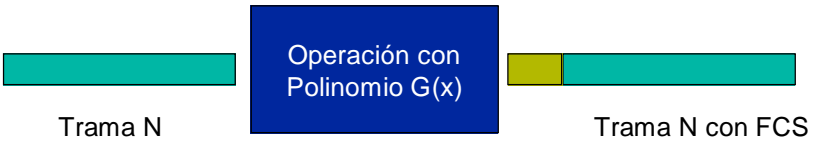
- Preámbulo.- Secuencia de 1 y 0's. Para sincronizar al receptor.
- Direcciones de origen y destino.- 3 primeros bytes identifican al fabricante y el resto a la tarjeta en particular.
- Tipo.- Indica el protocolo que se está transportando en el campo de datos, por ejemplo Novell (8137,8138), AT&T (8008), etc. Valor mínimo 0600, no se empalma con la longitud (802.3). Administrado por Xerox.
- El campo de Datos siempre debe cumplir con los límites de duración. El "relleno" necesario es agregado por las capas superiores.
- CRC.- Sirve para la detección de errores.

Estructura de las direcciones

00 20 AF | 12 34 56
3 COM | Tarjeta

- ✓ Los 3 primeros Bytes indican el fabricante (1 bloque)
- ✓ Los siguientes 3 Bytes identifican a cada tarjeta (2²⁴ por bloque)
- ✓ Byte 1, Bit 1 (0: Dirección individual, 1: Dirección de grupo)
- ✓ Byte 1, Bit 2 (0: Administración Global, 1: Administración local). Esta opción no es muy usada en la práctica.
- ✓ Las direcciones son administradas y asignadas por el IEEE (*Registration Authority, IEEE Standards Department*).
- ✓ Tres tipos de direcciones: *Individual, Multicast* y *Broadcast*.
Broadcast: FF FF FF FF FF FF
- ✓ Listado actualizado de direcciones asignadas en:
<http://www.cavebear.com/CaveBear/ether-codes.html>

Funcionamiento del FCS / CRC



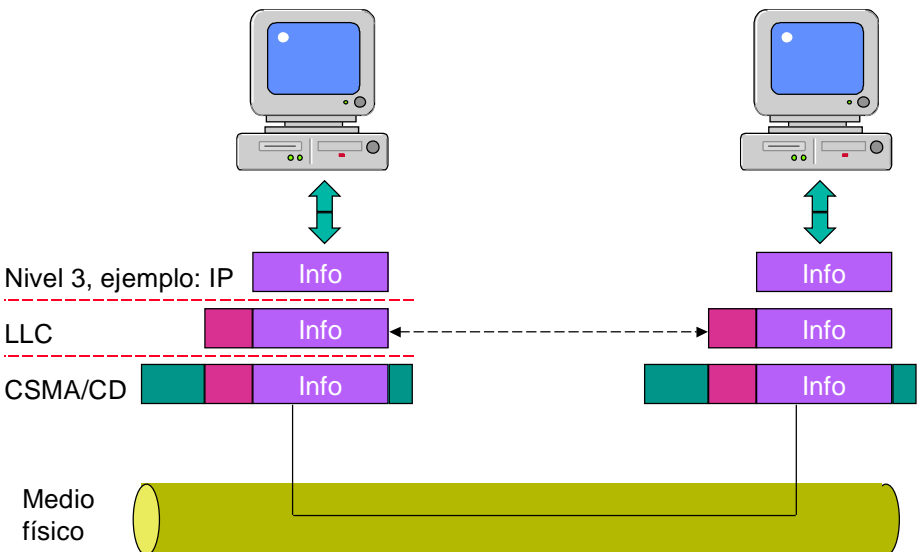
$$G(x) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

✓ Procedimiento para el cálculo del FCS :

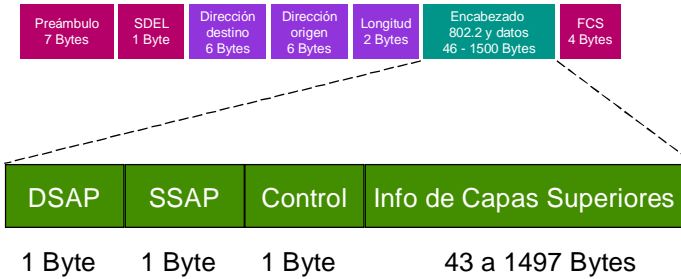
- Para el cálculo no se consideran los preámbulos, el SFD ni el propio FCS.
- Se complementan los primeros 32 bits de la trama.
- Los n bits de una trama son los coeficientes de un polinomio $M(x)$ de orden $n-1$
- Se efectúa la operación $[X^{32} M(x) / G(x)]$, con un residuo $R(x)$ de orden menor a 31.
- Los coeficientes de $R(x)$ se complementan y son los 32 bits del FCS/CRC

- ✓ En la estación receptora se repite el cálculo para obtener un FCS local. Si ambos FCS's (local y recibido) no coinciden, la trama es descartada. Los protocolos de capa superior piden la retransmisión.

Diferencia entre las capas MAC y LLC

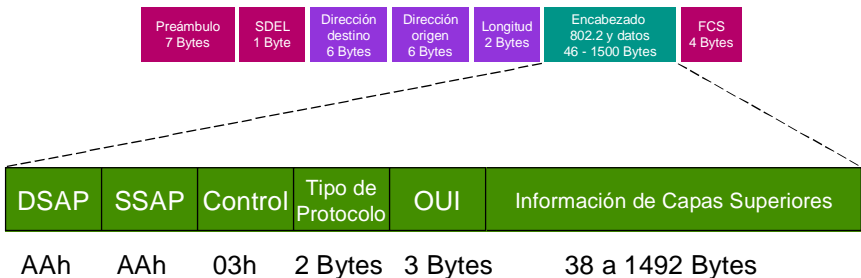


Protocolo IEEE 802.2 (LLC)



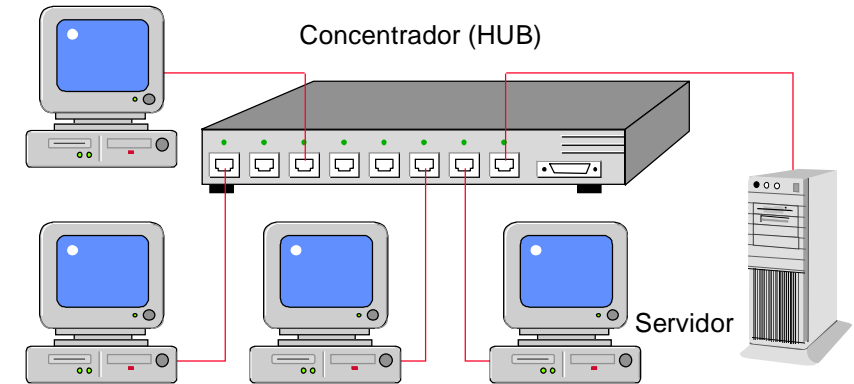
- ✓ DSAP.- *Destination Service Access Point*
- ✓ SSAP.- *Source Service Access Point*
- ✓ Ambos sirven para indicar el protocolo que se transporta en las capas superiores. (06h: IP, E0h: IPX, F0h: NetBIOS)
- ✓ Control.- Indica el tipo de servicio
 - Tipo 1.- Servicio no orientado a conexión (más común)
 - Tipo 2.- Servicio orientado a conexión (operación similar a HDLC, empleado por IBM)

Trama IEEE 802.2 con SNAP



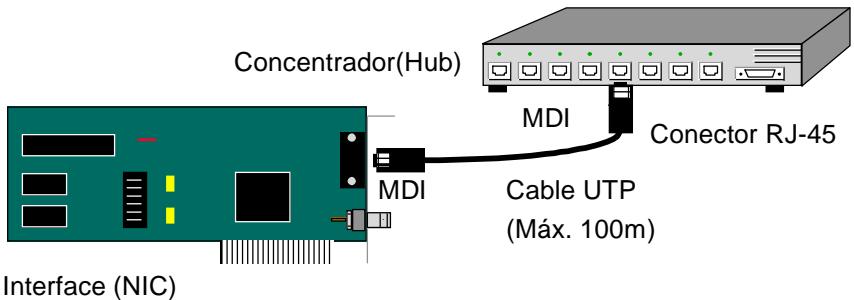
- ✓ SNAP.- *Sub Network Access Protocol*.
- ✓ Permite que se especifique el tipo de protocolo con una variedad más amplia de valores.
- ✓ OUI.- *Organization Universal Identifier*.

Configuración 10BaseT



- ✓ El Bus reside en el concentrador, que opera como un repetidor multipuertos.
- ✓ Cable de pares de cobre trenzados sin blindaje (UTP, *Unshielded Twisted Pair*). Máximo 100 m.
- ✓ El tráfico es visto por todas las estaciones.

Detalle de la conexión

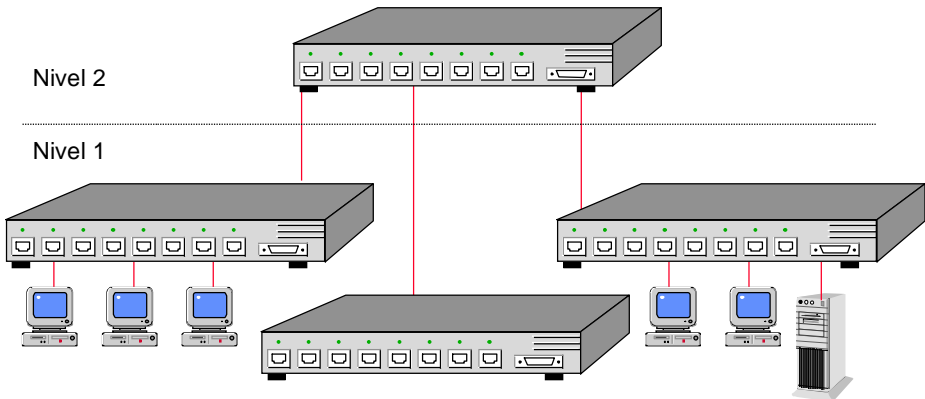


- ✓ Dentro del Hub se cruzan los hilos de Tx y Rx. (MDI-X)
- ✓ En inactividad, el MAU envía una señal de baja velocidad para comprobar la conexión. (*Link Integrity Test*). Tiempo de espera para ver esta señal entre 50 y 150 ms

MDI.- *Media Dependent Interface*

MDI-X.- *Media Dependent Interface Crossconnected*

Interconexión de Hub's



- ✓ Red Plana (Un solo Dominio de Colisión).
- ✓ El número de Hub's depende del retardo. Se aplica la regla de máximo 4 repetidores entre dos estaciones.
- ✓ Opciones UTP, coaxial, fibra óptica.

Conector RJ-45

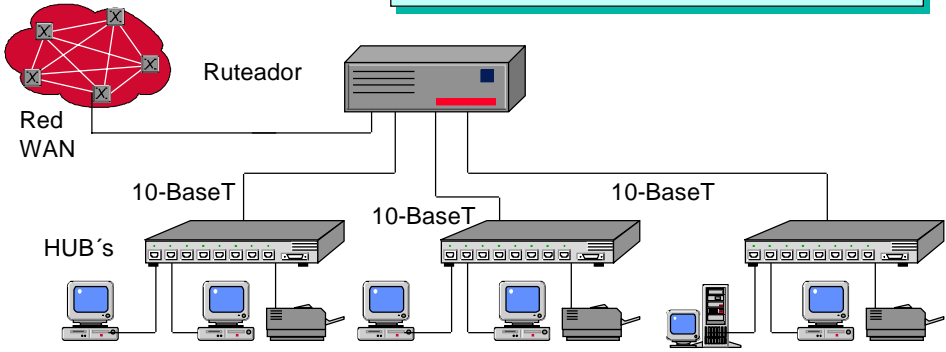


Conector RJ-45 en
ISO 8877, Sección 3

Pin	Uso	Par
1	Tx +	2
2	Tx -	2
3	Rx +	3
4	NC	1
5	NC	1
6	Rx -	3
7	NC	4
8	NC	4

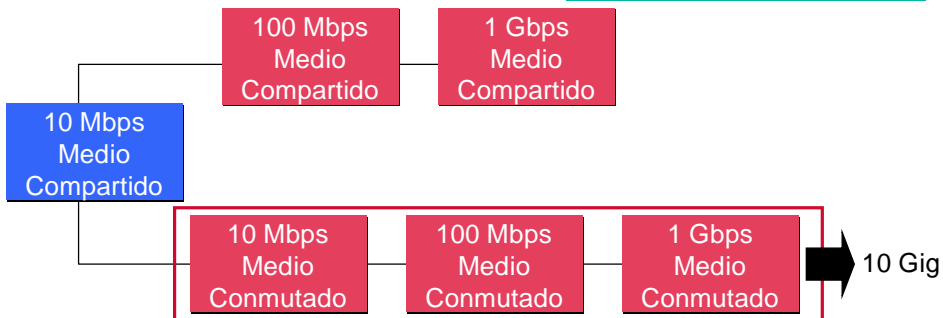
- ✓ Dentro del Hub se cruzan los hilos de Tx y Rx. (MDI-X).
- ✓ En inactividad, el MAU envía una señal de baja velocidad para comprobar la conexión. (*Link Integrity Test*). Tiempo de espera para ver esta señal entre 50 y 150 ms.

Una red LAN típica con 10 Base-T



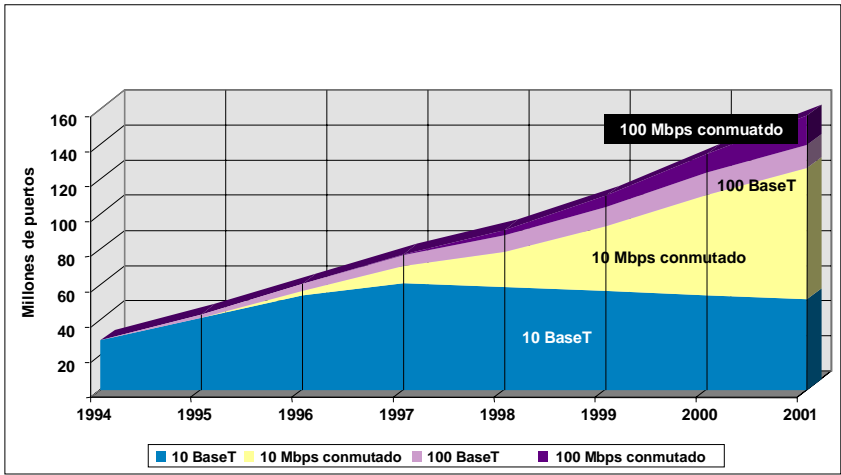
- ✓ El ruteador segmenta el tráfico en la red y enruta el tráfico que va hacia la WAN.
- ✓ Demandas actuales:
 - Incremento en el tráfico por el número de usuarios y el peso de las aplicaciones.
 - Aplicaciones como el tráfico multimedia y las Intranets hacen obsoleto el principio de medio compartido bajo el cual opera Ethernet.

Evolución de Ethernet



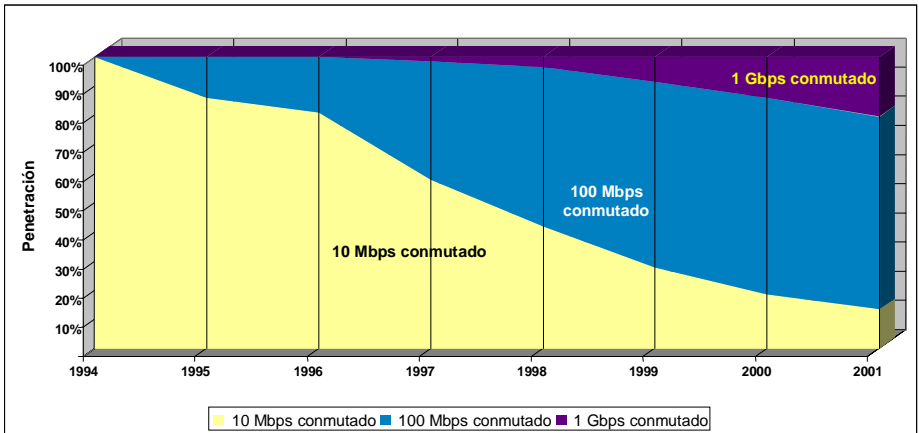
- ✓ Para mejorar el desempeño en una red Ethernet, hay dos caminos alternativos:
 - Aumentar la velocidad.
 - Utilizar un esquema de conmutación de manera que cada estación cuente con un ancho de banda independiente de las demás.
- ✓ La mayoría de la oferta de equipos combina ambas funciones.

Tecnología usada en el escritorio



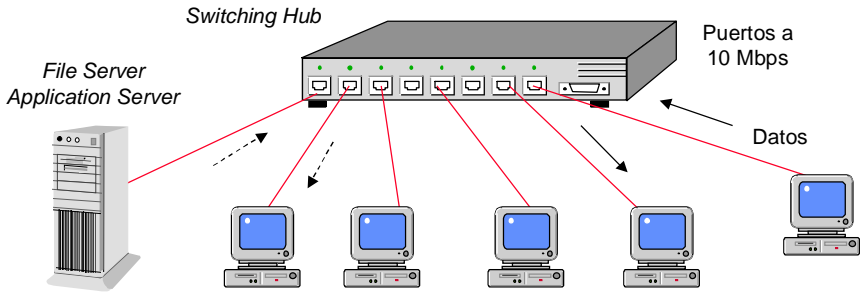
Mercado Mundial
Fuente: Nortel Networks

Tecnología usada en la red dorsal



Mercado Mundial
Fuente: Nortel Networks

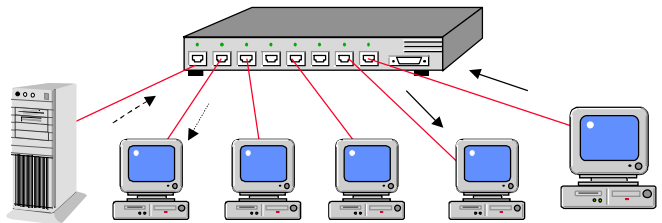
Concepto de Switching



- ✓ Con base en la dirección MAC, el Hub retransmite cada trama sólo a su destinatario. Conmutación "cut-through" o "store and forward"
- ✓ El cableado y las tarjetas de las estaciones permanecen. Sólo se cambia el Hub.
- ✓ Puertos de 10 Mbps. El desempeño aumenta considerablemente pues cada puerto es un dominio de colisión independiente.
- ✓ Los puertos pueden ser para una sola estación o para varias.

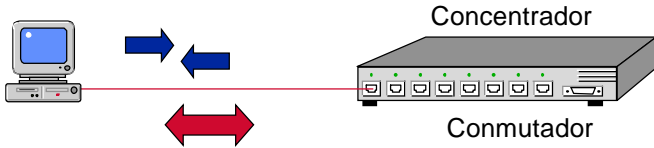
Función de Autoaprendizaje

Puerto	Dirección
1	10
2	11
3	12
4	
5	13
6	
7	14
8	15



- ✓ 10 transmite a 14. El concentrador no sabe donde está 14. Retransmite a todos. Aprende que 10 está en puerto 1.
- ✓ Cuando 14 transmite, aprende que está en puerto 7.
- ✓ Una vez que todas las estaciones han transmitido al menos una trama, la configuración está completa. En la tabla puede haber una o varias direcciones por puerto, esto depende del equipo.
- ✓ La tabla debe renovarse cada cierto tiempo.

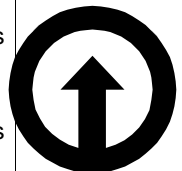
Comunicación full dúplex



- ✓ En un concentrador la comunicación con la estación es half dúplex pues ambos equipos respetan las reglas del CSMA/CD.
 - No transmitir si está ocupada la línea.
- ✓ En un switch ya no es necesario esto, pues cada estación cuenta con su propio medio de transmisión.
- ✓ De ahí que se estandarizó la transmisión full dúplex con el consecuente aumento en el desempeño.
 - Esto facilita la implementación de aplicaciones multimedia.
- ✓ Para controlar el flujo en situaciones de congestión se emplea una trama PAUSE con una dirección MAC tipo multicast ya establecida.

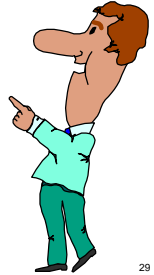
Ventajas del uso de conmutadores

- ✓ Segmentación más simple que con ruteadores.
 - Menor costo
 - Más fácil de administrar
- ✓ Se mejora el desempeño conservando buena parte de la infraestructura actual.
 - Compatibilidad con cableado, tarjetas de red y concentradores existentes.
- ✓ Los switches agregan escalabilidad a la red.
 - Se pueden instalar en cualquier parte de la red (escritorio, red grupal o dorsal).
 - Existen switches que combinan velocidades 10/100/1000 Mbps.
- ✓ El switch es mejor que un hub sólo si la ocupación de la red es alta.
 - Promedio en hora pico por encima de 20 a 30%.
 - Con poca utilización (5% p.ej.) el concentrador es más rápido!



Fast Ethernet: 100BaseT

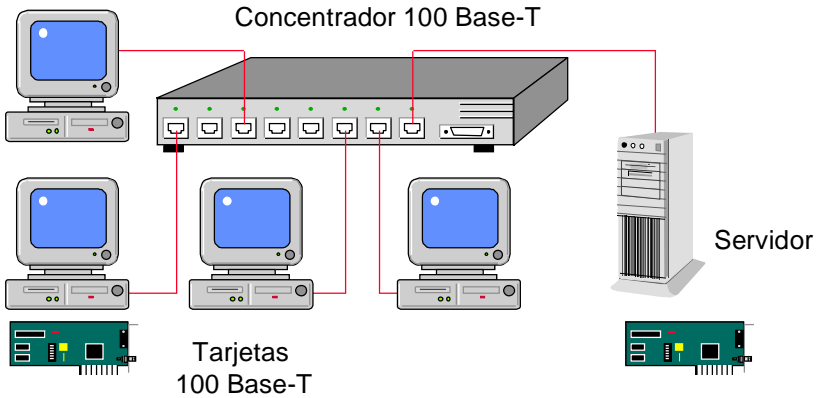
- ✓ Estandarizado por IEEE (802.3u)
- ✓ Velocidad de 100 Mbps.
 - No hay nada nuevo es exactamente lo mismo que Ethernet. Simplemente 10 veces más rápido.
- ✓ Técnica MAC: CSMA/CD
 - Las colisiones persisten cuando se maneja con medio compartido no cuando se implementa con switches.
- ✓ Trama Idéntica a 802.3.
- ✓ Funciona con el cableado existente.
- ✓ Soporte de operación en modo *full dúplex* y función *AUTONEG* para interactuar con 10BaseT.
- ✓ La compatibilidad con 10BaseT permite una coexistencia armónica y una migración gradual en los puntos de la red en los que se vaya haciendo necesario.



Implementaciones de 100BaseT

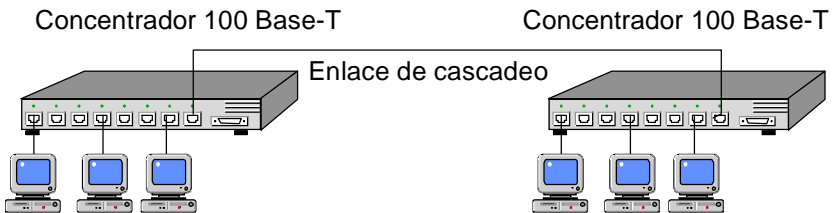
Versión	Medios	Pares	Distancia Máxima	Soporte de conmutación/ full dúplex
100Base-T4	UTP Cat 3	4	100 m	Si/No
	UTP Cat 4	4		
	UTP Cat 5	4		
100Base-TX	UTP Cat 5	2	100 m	Si/Si
	STP 150 Ω	2		
100Base-FX	Fibra multimodo 62.5/125 μm	2	2 Km	Si/Si

Implementación en grupo de trabajo



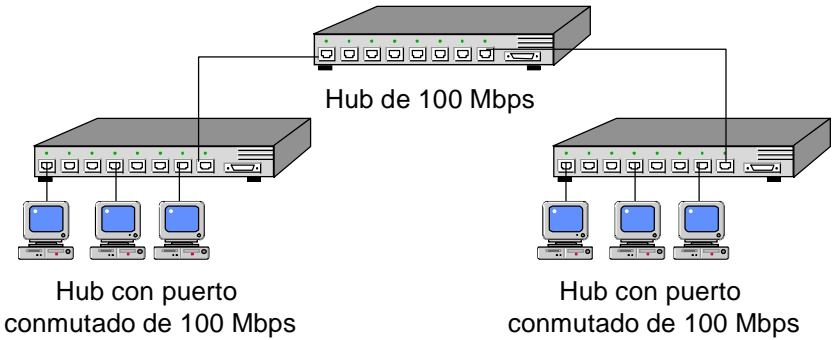
- ✓ Se aprovecha cableado anterior, cambian tarjetas y concentrador.
- ✓ Aumenta el desempeño de la red
- ✓ Este no es el escenario más realista

Cascadeo



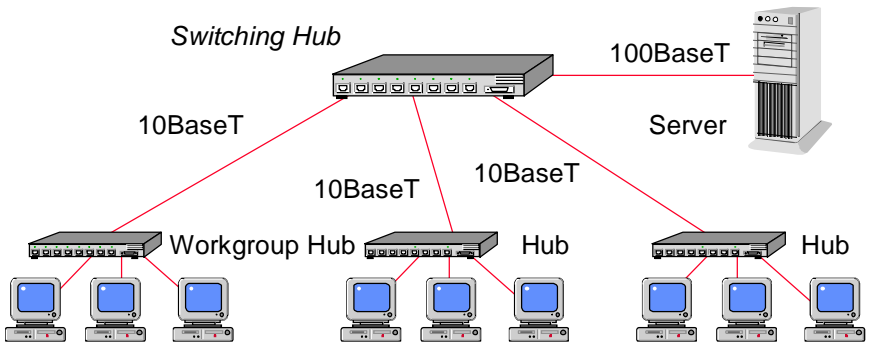
- ✓ Debido a la mayor velocidad y retardo soportado, máximo se pueden cascadear 2 concentradores.
- ✓ Algunos fabricantes ofrecen concentradores con puertos de 10 o 100 Mbps conmutados. Esto es, aíslan un puerto como otro dominio de colisión lo que permite el cascadeo de un número mayor de concentradores.
- ✓ Los Hubs Clase I no soportan cascadeo, los Clase II si.

Uso del puerto conmutado



- ✓ El puerto conmutado permite separar el tráfico y por lo tanto el cascadeo de mas concentradores.
- ✓ La separación es a nivel 2 usando las direcciones MAC.
- ✓ El puerto de cascadeo también puede ser de 10 Mbps para interactuar con un switch por ejemplo.

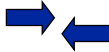
Switch con puertos 10/100



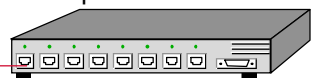
- ✓ Se conserva gran parte de la infraestructura actual. Se cambia el concentrador y la tarjeta de servidor. Y el desempeño de la red aumenta en un factor cercano a 10.
- ✓ Se puede hacer un Backbone con varios switches.
- ✓ En cada puerto se pueden memorizar hasta 4096 direcciones.
- ✓ Cada *Workgroup Hub* es un segmento (asociación física).
- ✓ Hay switches con función de *Autosensing* para detectar la velocidad.

Función de Autoneg en equipos 10/100

Estación con tarjeta 10/100



Switch con puertos 10/100

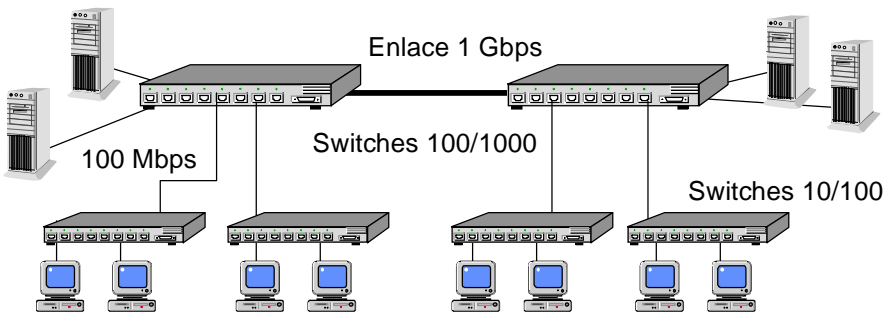


- ✓ La reforma al estándar IEEE 802.3 para la función de *Autoneg* establece que una estación intentará operar en los siguientes modos y tomará el primero que sea exitoso.
- ✓ El orden para los intentos es el siguiente:
 - 100 Mbps full dúplex
 - 100 Mbps half dúplex
 - 10 Mbps full dúplex
 - 10 Mbps half dúplex

Gigabit Ethernet

- ✓ La misma tecnología que Ethernet y Fast Ethernet.
 - Formato de trama, direcciones MAC, etc.
 - Denominado 1000BaseT
- ✓ Operación en varios medios;
 - 1000BaseT (UTP), 1000Base-CX(STP), 1000Base-SX(fibra multimodo), 1000Base-LX (fibra monomodo).
 - Para UTP se requiere Cat 5 y los 4 pares.
- ✓ Estandarización completa (802.3z) sólo está pendiente la versión sobre cable UTP.
- ✓ Interoperabilidad absoluta con Ethernet y Fast Ethernet.
- ✓ Se está trabajando para ofrecer calidad de servicio con normas 802.1p y 802.1q.
- ✓ Productos para operar tanto en el *Backbone* como en grupos de trabajo.
- ✓ Buena sinergia con los Switches y los Routing Switches.
- ✓ Un siguiente paso es Gigabit EtherChannel en donde se agregan varios enlaces en paralelo para simular un enlace de mayor velocidad.

Gigabit Ethernet como Backbone



- ✓ Gigabit Ethernet funciona como *Backbone* para unir los switches de 100 Mbps.
- ✓ En caso de requerir un número mayor de conexiones a 1 Gbps se puede usar un switch.
- ✓ Esta configuración ofrece gran escalabilidad.

Ejemplo de equipo

- ✓ Summit1 de Extreme Networks
- ✓ 8 puertos Gigabit Ethernet, pudiendo combinar distintos medios (1000Base-SX, 1000Base-CX y 1000Base-LX).
- ✓ Matriz de conmutación de 17.5 Gbps sin bloqueo.
- ✓ Funciones de ruteo para IP con capacidad de manejar 11.9 millones de pps.
- ✓ Memoria para 128,000 direcciones de nivel 2 y 64,000 de nivel 3.
- ✓ Manejo de prioridades para calidad de servicio de acuerdo a la norma 802.1p del IEEE.

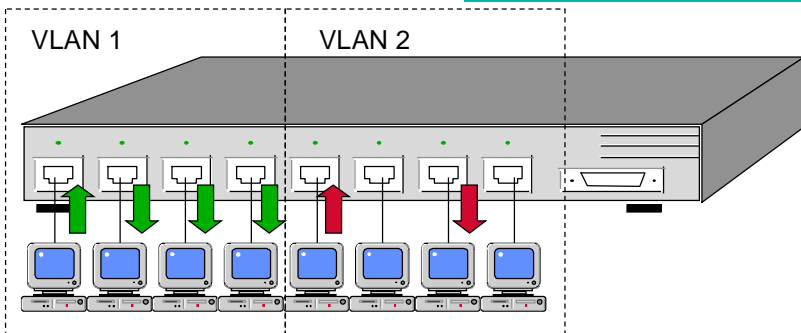


Redes LAN virtuales (VLAN)

- ✓ Es una asociación lógica de un grupo de estaciones de tal suerte que la comunicación entre ellas es idéntica a la de una red LAN con medio compartido.
 - Lo anterior sucede a pesar de la configuración física de la red.
 - De esta forma se establece que máquinas hablan entre sí.
 - Se confinan los mensajes de Broadcast.
 - Para comunicar una VLAN con otra se requiere de un ruteador que sea miembro de ambas VLAN.
- ✓ Las VLAN requieren de switches.
- ✓ Formas de configurar VLAN
 - Agrupamiento de puertos
 - Por direcciones MAC
 - Por criterios de nivel 3
 - Por el contenido de encabezados

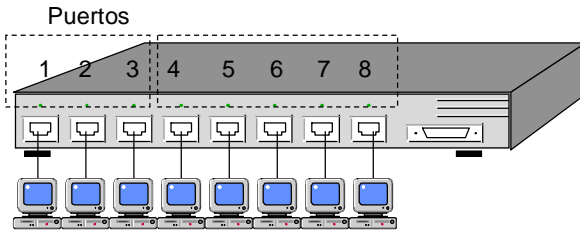


Principio de funcionamiento



- ✓ Cuando una máquina transmite un mensaje broadcast, éste solo es transmitido a los demás miembros de su VLAN.
 - Cada VLAN es un "Dominio de Broadcast".
- ✓ Cuando el mensaje es individual, éste sólo se transmite al destino (si forma parte de la misma VLAN).
- ✓ El switch no permite la comunicación entre miembros de VLAN diferente. Para ello se requiere de un ruteador. Una estación puede ser miembro de más de una VLAN.

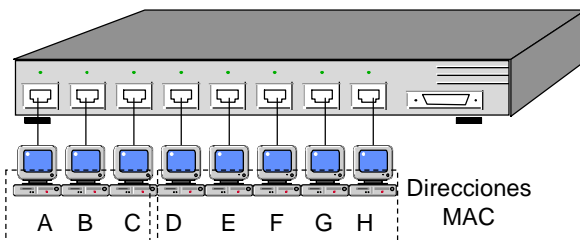
VLAN por agrupamiento de puertos



VLAN	Puertos
1	1,2,3
2	4,5,6,7,8

- ✓ Cada VLAN se configura estableciendo que puertos la componen.
- ✓ No importa la dirección MAC de las estaciones.
- ✓ Puede haber más de una estación por puerto (si éste se conecta a un concentrador por ejemplo).
- ✓ Un puerto sólo puede ser miembro de una sola VLAN.

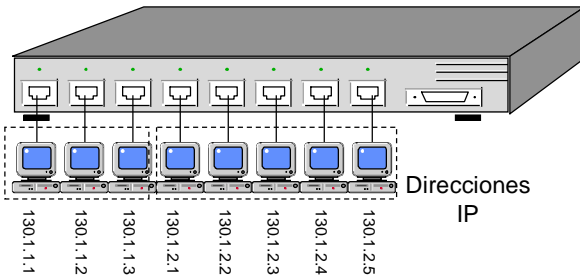
VLAN por direcciones MAC



VLAN	MAC
1	A, B, C
2	D,E,F,G,H

- ✓ Cada VLAN se configura estableciendo las direcciones MAC de las estaciones que la componen.
- ✓ Ya no importa en que puerto se conecte una estación, su membresía no cambia.
- ✓ Para individualizar ya no conviene conectar varias estaciones por puerto con un concentrador.
- ✓ Las tablas no son escalables pues crecen demasiado al aumentar el número de estaciones.

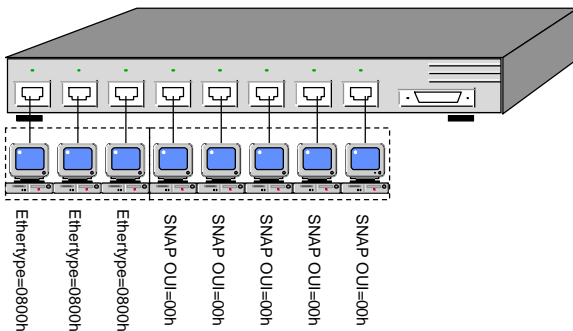
VLAN por criterios de capa 3



VLAN	Subred
1	130.1.1.0
2	130.1.2.0

- ✓ Para esto se requieren de switches que manejen protocolos de nivel 3 (*Layer 3 Switches*).
- ✓ En ocasiones en el mismo equipo además de las subredes se pueden definir VLAN con direcciones MAC por lo que es necesario tener cuidado para evitar traslapes.
- ✓ Otro criterio puede ser el separar las VLAN de acuerdo al protocolo de nivel 3 empleado (IP, IPX, Decnet, Appletalk).

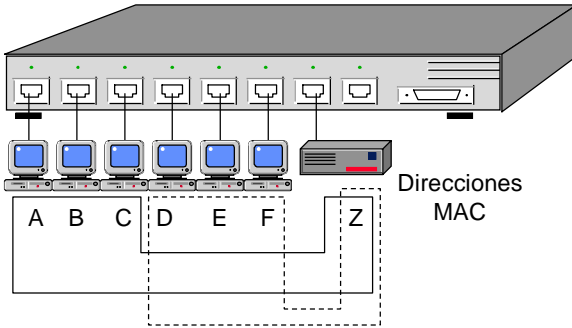
VLAN por contenido de encabezados



VLAN	criterio
1	Valor en campo de EtherType
2	Valor en campo del SNAP

- ✓ Las VLAN se definen de acuerdo a un cierto valor en algún campo de los encabezados.
 - Se puede hacer con encabezados de nivel 2 o también de nivel 3 si el equipo lo soporta.
- ✓ Las combinaciones posibles son muchas.

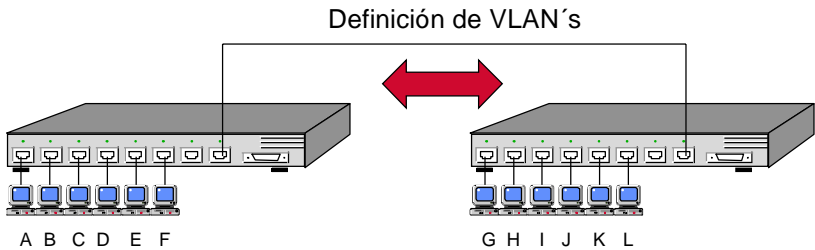
Conexión de dos VLAN mediante ruteador



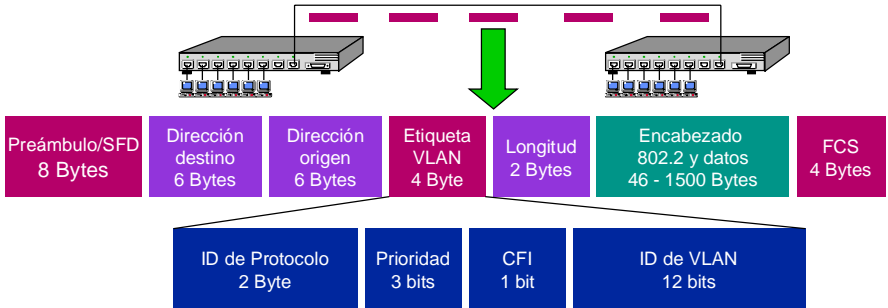
VLAN	MAC
1	A,B,C,Z
2	D,E,F,Z

- ✓ A nivel MAC la máquina A nunca vería a la máquina F.
- ✓ Sin embargo, si a nivel IP hay una transmisión ésta sería manejada por el ruteador.
- ✓ El ruteador la recibiría en la VLAN 1 y después de consultar sus tablas de ruteo, pondría el mensaje en la VLAN 2.

Manejo de VLAN con varios switches



- ✓ Para que las VLAN sean válidas a lo largo de toda la red, es necesario que la definición de las mismas se pueda propagar entre los switches.
 - Además en las conexiones troncales debe poder distinguirse a las tramas correspondientes a cada VLAN.
 - Una variante es que se soporten varios enlaces troncales entre switches para obtener ancho de banda agregado o por redundancia.
- ✓ Para lo anterior se define el Standard 802.1q del IEEE.



- ✓ Con estos 4 Bytes el tamaño máximo de trama se eleva a 1522 Bytes.
- ✓ ID de Protocolo.- Se usa en Token Ring y FDDI en Ethernet siempre se ajusta al valor 8100h.
- ✓ Prioridad.- Para ajustar los niveles de prioridad de la norma IEEE 802.1p.
- ✓ CFI.- Canonical Format Identifier. También para Token Ring en Ethernet se ajusta siempre a 0.
- ✓ ID de VLAN.- Este número identifica de manera única a cada VLAN en la red.