

10.0.1 El protocolo Ethernet

Ha sido estudiado las diferentes funciones de cada una de las capas del modelo OSI y TCP/IP.

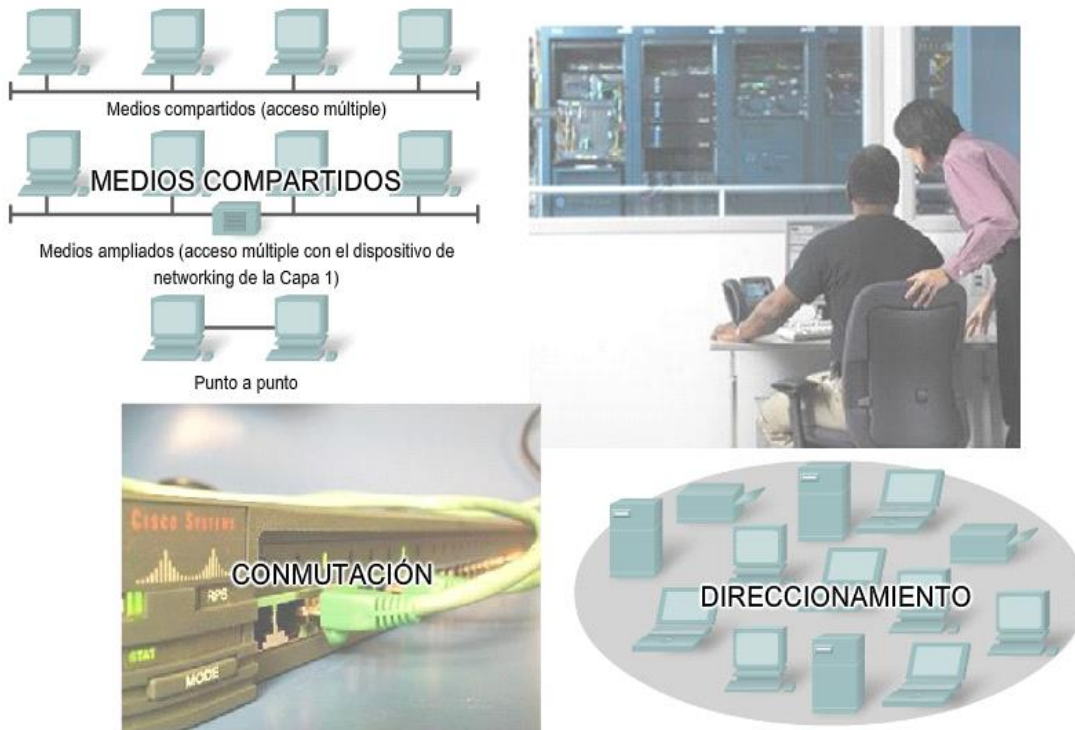
En las capas superiores se tienen los protocolos TCP, UDP e IP estandarizados por el grupo IETF, por medio del procedimiento RFC.

En la Capa de Enlace de Datos, algunas organizaciones y fabricantes de equipos han logrado que sus desarrollos fuesen adoptados como normas estándares para las redes.

El protocolo utilizado en la capa de Enlace de Datos es Ethernet.

Existen diferentes versiones de Ethernet dependiente de los medios de transmisión y de la topología de la red.

Las diferentes versiones de Ethernet tienen algunos campos comunes en sus tramas.



Ethernet es la tecnología LAN predominante en uso hoy en día.

10.02 El protocolo Ethernet

Objetivos del capítulo

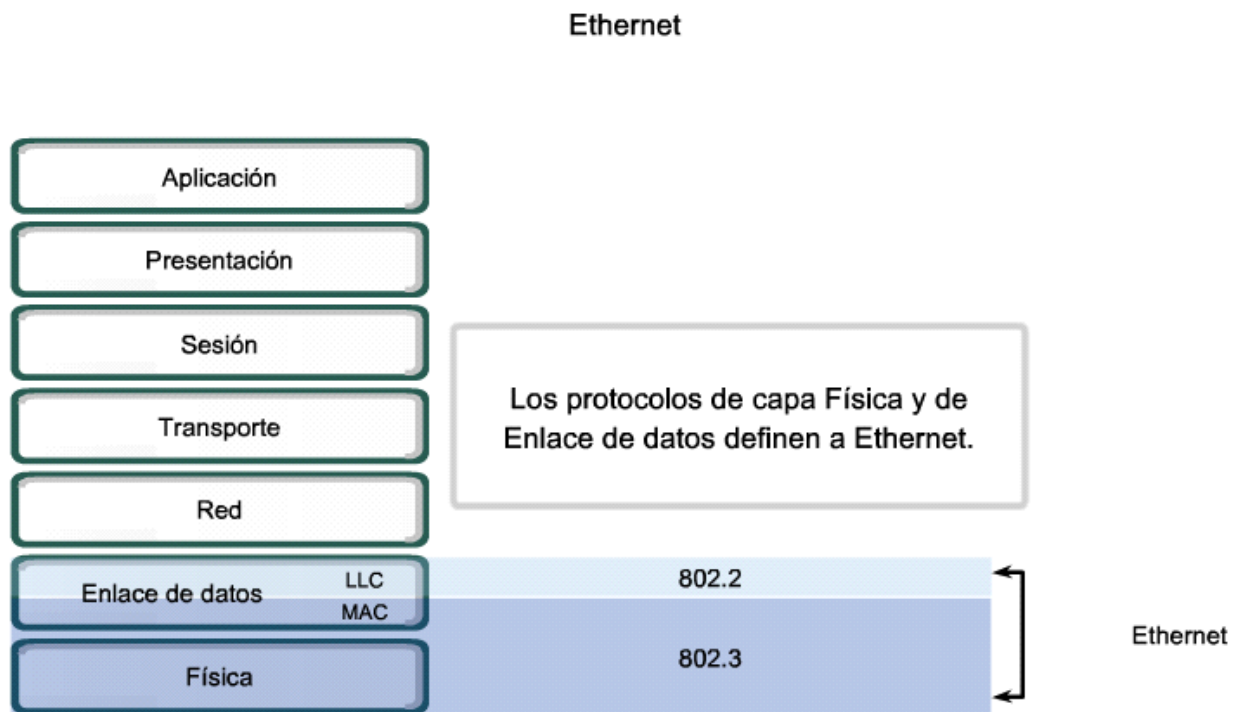
1. Descripción de la evolución de Ethernet: desde una tecnología de red de acceso por contención hasta una tecnología de transmisión completamente dúplex.
2. Explicación de los campos de una trama Ethernet.
3. Descripción de la función y las características de los métodos de acceso a los medios que utiliza el protocolo Ethernet.
4. Descripción de las funciones de la capa Física y de Enlace de Datos para Ethernet.
5. Comparación entre los hubs y los switches.
6. Explicación del protocolo de resolución de direcciones ARP.

10.1.1 Estándares IEEE

Diseño original de Ethernet realizado por las empresas Digital, Xerox e Intel.
Implementado en redes de área local a partir de 1980.

Procedimientos de estandarización iniciados por la ISO y la IEEE con la norma 802.3
Para la estandarización, la norma 802.3 de IEEE debía cubrir los estándares de la capa Física y de la parte inferior de la capa de Enlace de Datos.

Ethernet opera en las dos capas inferiores del modelo OSI: la capa física y la capa de enlace de datos.



10.1.2 Ethernet: Capa uno y Capa dos.

Ethernet opera en la mitad inferior de la capa de enlace de datos, denominada control de acceso al medio MAC, y en la capa física.

Ethernet en la capa física se ocupa de los bits que se transmiten en el medio de transmisión.

Ethernet en la subcapa inferior de la capa de enlace, denominada control de acceso al medio MAC, se ocupa del ingreso de la trama al medio de transmisión.

Ethernet en la subcapa superior de la capa de enlace, denominada control de enlace lógico, se utiliza para la comunicación con las capas superiores.

Direcciones de la Capa 2 Limitaciones de la Capa 1

Limitaciones de la Capa 1	Funciones de la Capa 2
No se puede comunicar con capas superiores	Se conecta con las capas superiores mediante control de enlace lógico (LLC)
No pueden identificar dispositivos	Utiliza esquemas de direccionamiento para identificar dispositivos
Sólo reconoce streams de bits	Utiliza tramas para organizar los bits en grupos
No puede determinar la fuente de la transmisión cuando transmiten múltiples dispositivos	Utiliza control de acceso al medio (MAC) para identificar fuentes de transmisión

10.1.3 Control de Enlace Lógico: conexión con las capas superiores

Ethernet separa las funciones de la capa de enlace de datos en dos subcapas bien diferenciadas: La subcapa de Control del Enlace Lógico LLC y la subcapa de Control de Acceso al Medio MAC. El estándar IEEE 802.2 describe el Control de Enlace Lógico LLC. El LLC se encarga de la comunicación de las capas superiores con el software de red y las capas inferiores que usualmente es el hardware.

La subcapa de Enlace de Datos toma los datos del protocolo de la red, que generalmente es un paquete IPV4, y le agrega información para la entrega de la trama al nodo de destino.

La capa dos establece la comunicación con las capas superiores a través del LLC.

El LLC se implementa en un software y su implementación no depende del equipo físico.

El LLC en una NIC está ubicado en el controlador de la tarjeta interfaz de red.

El estándar IEEE 802.3 describe el MAC

Control de enlace lógico (LLC)

- Establece la conexión con las capas superiores
- Enrama el paquete de la capa de red
- Identifica el protocolo de capa de red
- Permanece relativamente independiente del equipo físico

Subcapa de control de enlace lógico

Control de acceso al medio 802.3

Subcapa de señalización física	Coaxial N-Style 10BASE5 (500m) de 50 Ohmios	BNC coaxial 10BASE5 (185m) de 50 Ohmios	UTP RJ-45 10BASE-T (100m) de 100 Ohmios	UTP RJ-45 100BASE-T (100m) de 100 Ohmios	STP mini-DB-9 1000BASE-CX (25m) de 150 Ohmios	UTP RJ-45 1000BASE-T (100m) de 100 Ohmios	SC de fibra MM 1000BASE-ST (220 a 550m)	SC de fibra MM o SM 1000BASE-LX (550 a 5000m)
Medio físico								

10.1.4.1 MAC: Envío de datos a los medios

El control de acceso al medio es la subcapa de Ethernet inferior de la Capa de Enlace de Datos. El hardware de control de acceso al medio se implementa en la interfaz NIC de los dispositivos. La subcapa MAC tiene dos funciones principales:

- Encapsulación de los datos.
- Control de acceso al medio.

Encapsulación de los datos

La encapsulación de los datos proporciona tres funciones principales

- Delimitación de las tramas.
- Direccionamiento.
- Detección de errores.

El proceso de encapsulación de los datos incluye el armado de la trama antes de su transmisión y el análisis de la misma en la recepción.

Cuando se forma una trama, la capa MAC agrega un encabezado al principio y un acoplado al final, a una PDU de la Capa de Datos

La utilización de tramas facilita la colocación de los bits en los medios y su interpretación en el nodo receptor.

El proceso de entramado proporciona delimitadores importantes que se utilizan para la identificación de un grupo de bits.

El proceso de encapsulación también proporciona el direccionamiento de la capa de Enlace de Datos. Cada encabezado agregado a la capa de Enlace de Datos, contiene la dirección física, conocida como dirección MAC, que permite el envío de la trama a un nodo de destino.

Una función adicional de la encapsulación es la detección de errores. Cada trama Ethernet contiene un acoplado, con un campo de FCS donde se adiciona el valor del CRC calculado correspondiente a los contenidos de una trama.

Cada vez que se recibe una trama, el nodo receptor calcula el valor del CRC correspondiente y conforme al resultado obtenido determina si la trama recibida contiene algún error o no.

10.1.4.2 MAC: Envío de los datos a los medios

Control de acceso al medio

La subcapa MAC controla la colocación de las tramas en los medios y el retiro de la trama de los medios.

Esto incluye el inicio de la colocación de las tramas en los medios y la recuperación por fallas en las tramas debido a las colisiones.

Topología lógica

La topología lógica subyacente de Ethernet es un bus de multiacceso.

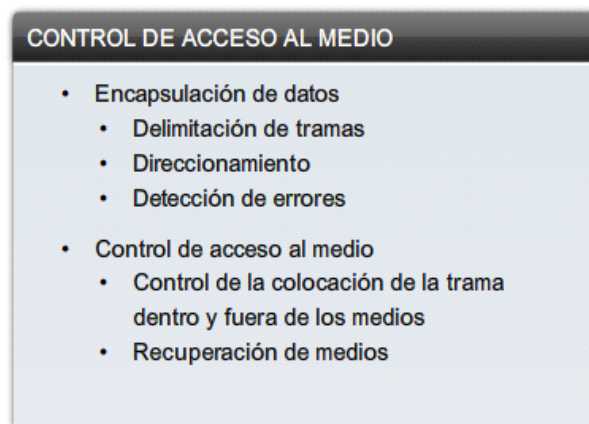
Todos los nodos en ese segmento de red comparten el medio.

Todos los nodos de ese segmento reciben las tramas transmitidas por cualquier nodo de dicho segmento.

Debido a que todos los nodos reciben todas las tramas emitidas por cada uno de los usuarios, cada nodo debe decidir si procesa o no una trama recibida. Esto requiere el análisis de la dirección MAC de destino de la trama.

Ethernet determina una manera que los nodos comparten el único medio de transmisión. El método de control de acceso a los medios tiene la denominación de CSMA/CD, acceso múltiple por detección de portador/detección de colisiones.

MAC—Llevar datos a los medios



10.1.5 Implementaciones físicas de Ethernet

La mayor parte del tráfico de Internet se origina y finaliza en redes Ethernet. Ethernet se adaptó a la especificación de la fibra óptica, con esto se pudo alcanzar grandes velocidades de transmisión de 10 Gbit/s.

El éxito de Ethernet se debe a los siguientes factores:

- Simplicidad y facilidad de mantenimiento.
- Capacidad para la incorporación de nuevas tecnologías.
- Confiabilidad.
- Bajo costo de instalación y de actualización.

La tecnología de Ethernet ha permitido la migración hacia el estándar de Gigabit Ethernet con conectividad con las redes MAN y WAN, por medio de la fibra óptica.

Ethernet especifica las características de las señales de bits, los esquemas de codificación que permiten a la red su operación ante una variedad de medios y conectores de empalmes.

En las redes actuales, Ethernet usa cables UTP y una variedad de fibras ópticas para la interconexión de hubs, switches y enrutadores en todas sus implementaciones físicas.

Ethernet ha podido evolucionar al cumplir los estándares de las redes actuales.

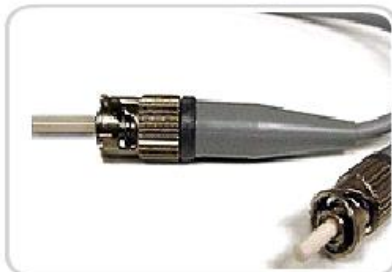
Dispositivos físicos que implementan Ethernet



Patch panels UTP en un bastidor



Switches Ethernet



Conectores de fibra Ethernet



Switch Ethernet

10.2.1.1 Ethernet histórica

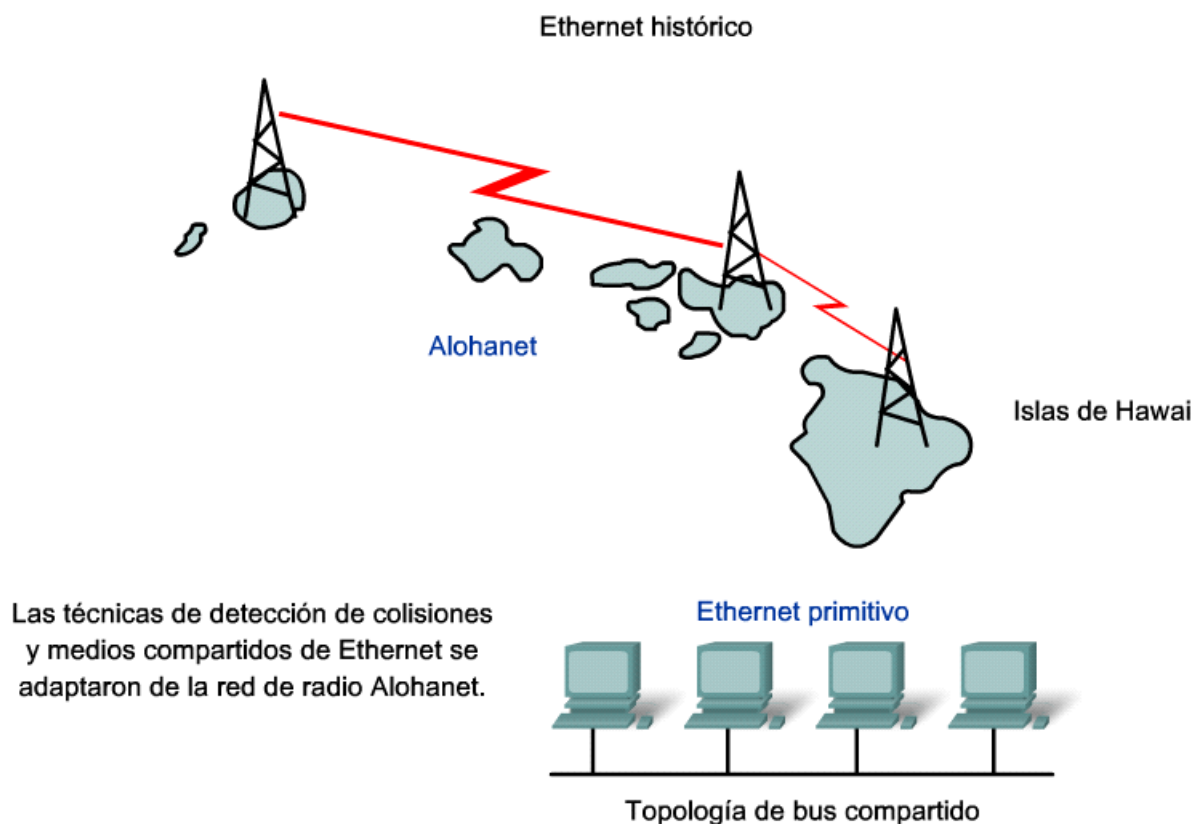
Alohanet era una red de transmisión digital compartida entre todos los usuarios de las diferentes islas de Hawai en 1970.

El servicio de Alohanet les obligaba a los usuarios a seguir un protocolo de retransmisión un tiempo breve más tarde, en caso que hubiese alguna transmisión no reconocida.

La técnica de uso de un medio compartido entre todos los usuarios ha sido adoptada por Ethernet para la estructuración de una red cableada con un fundamento similar.

La primera versión de Ethernet incorporaba el uso de un medio cableado compartido entre todos los usuarios conocido como Acceso Múltiple por Detección de Portadora / Detección de Colisiones CSMA/CD.

El CSMA/CD controlaba el acceso y administraba las colisiones.



10.2.1.2 Ethernet histórica

Primeros medios de Ethernet

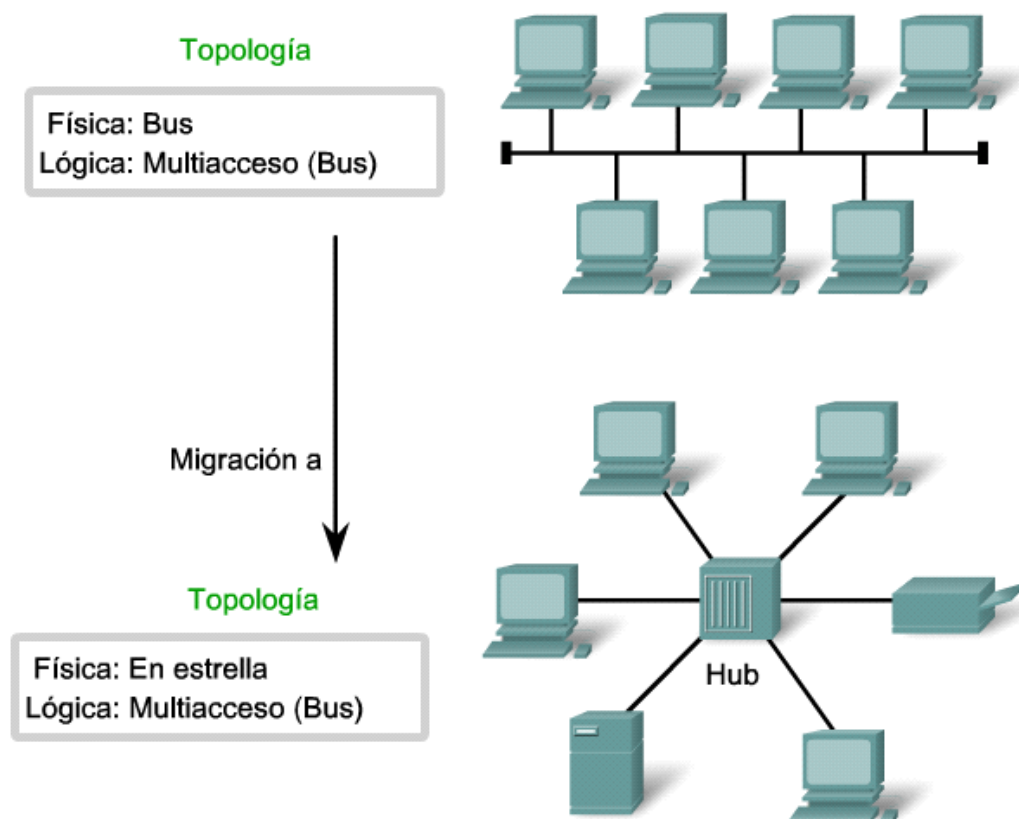
Las primeras versiones de Ethernet utilizaban cable coaxial en una topología en bus para la conexión de los equipos terminales de datos.

La versión 10Base-5 utilizaba cable coaxial grueso (thicknet) cuyo alcance era de 550 metros antes que fuera necesario el uso de un repetidor. La versión 10-Base-2 usaba un cable coaxial delgado (thinnet), el cual era más flexible que el cable coaxial grueso y cuyo alcance era de 185 metros.

La capacidad de migración de la implementación original de Ethernet a las implementaciones actuales se basa en la estructura de la trama de capa dos, la cual no ha cambiado. El encabezado y el acoplado han tenido muy pocos cambios. Los medios físicos, el acceso al medio y el control del acceso al medio han cambiado. Las primeras implementaciones de Ethernet se utilizaron en entornos de bajo ancho de banda, en los cuales el control de acceso a los medios se efectuaba mediante CSMA y posteriormente mediante CSMA/CD.

Además de ser una topología de bus lógica en la capa dos, Ethernet utiliza una topología de bus física, cuyo manejo se volvió complicada con el incremento de usuarios de la LAN, la extensión de las LAN y la alta demanda de servicios de red.

Topología y primeros medios de Ethernet



10.2.1.3 Ethernet histórica

Los cables originales coaxiales grueso y fino han sido reemplazados por cables multipares entrelazados de diferentes categorías de UTP los cuales son más fáciles de utilizar, más livianos y menos costosos.

La topología física también se cambió por medio del uso de hubs.

Los hubs concentran las conexiones en un solo punto. Los equipos terminales de red son considerados como una unidad.

Cuando una trama se recibe en un puerto del hub, se difunde hacia los demás puertos del dispositivo, lo cual permite que todos los usuarios lo reciban.

En los procedimientos de detección de fallas en el funcionamiento de la red, el hub permite la pronta desconexión del equipo terminal o cable que constituye una fuente de problema en una red.

Sin embargo la repetición de las tramas no solucionó el problema de la colisión de las tramas en una red.

La conexión del switch solucionó el problema de las colisiones en una red.

A la topología de multiacceso lógica se le conoce como topología de bus lógica.

10.2.2.1 Administración de colisiones en Ethernet

Ethernet antigua

En las redes 10Base-T el punto central del segmento de la red era un hub. Debido a que el medio era compartido, solamente una estación por vez podía transmitir exitosamente.

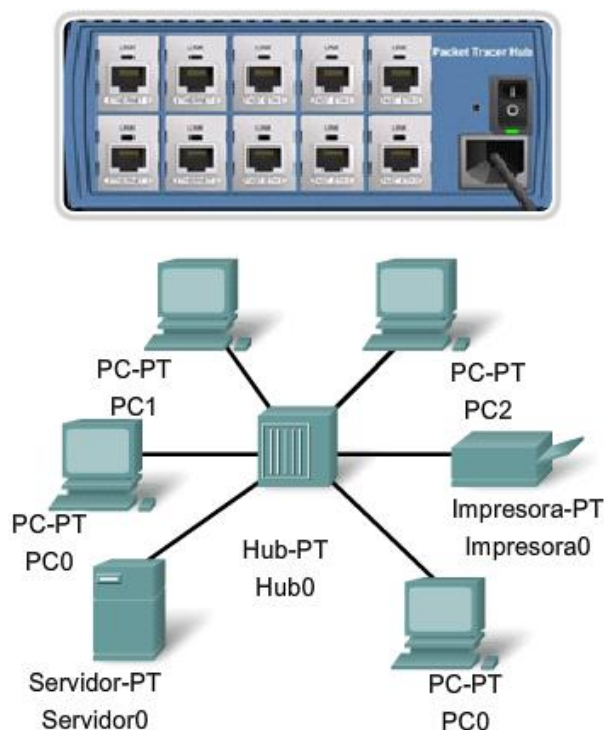
Este tipo de comunicación se describe como semidúplex (half duplex).

El acceso y las colisiones eran manejados por medio del CSMA/CD.

A medida que el número de usuarios se incrementaba, las colisiones se incrementaban también.

En la medida que la cantidad de servicios y aplicaciones en línea se incrementaba, la latencia de la red se incrementaba.

Migración a switches Ethernet



10.2.2.2 Administración de colisiones en Ethernet

Ethernet actual

Un desarrollo importante que mejoró el rendimiento de las redes se logró por medio de la sustitución de los hubs por switches en las redes Ethernet.

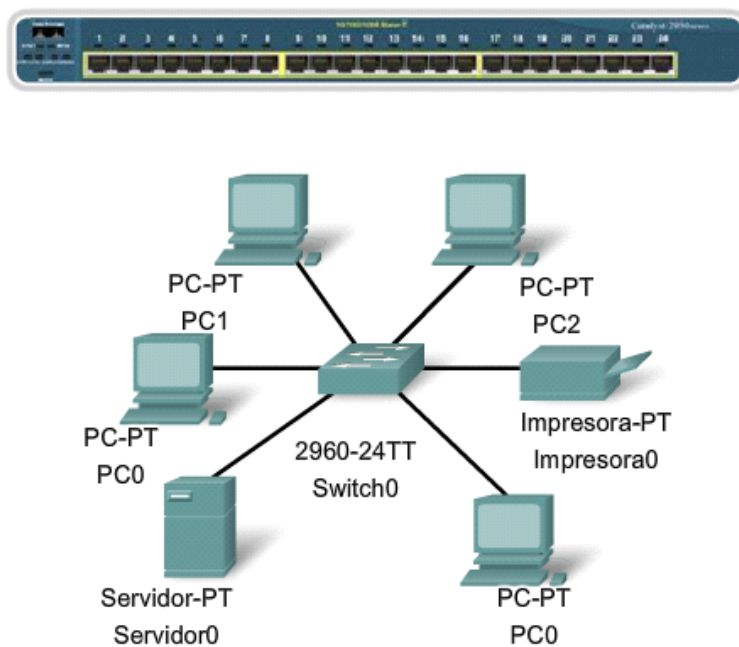
Este desarrollo estaba relacionado con la red 100Base-TX.

Los switches pueden enviar el tráfico de manera selectiva al puerto Ethernet de destino en vez del envío de todas las tramas a todos los dispositivos.

El switch reduce la cantidad de dispositivos que puede recibir una trama, lo cual reduce la probabilidad de colisiones,

La posterior introducción de redes de 1Gbps permitió la operación en el modo enteramente dúplex (full duplex).

Migración a switches Ethernet

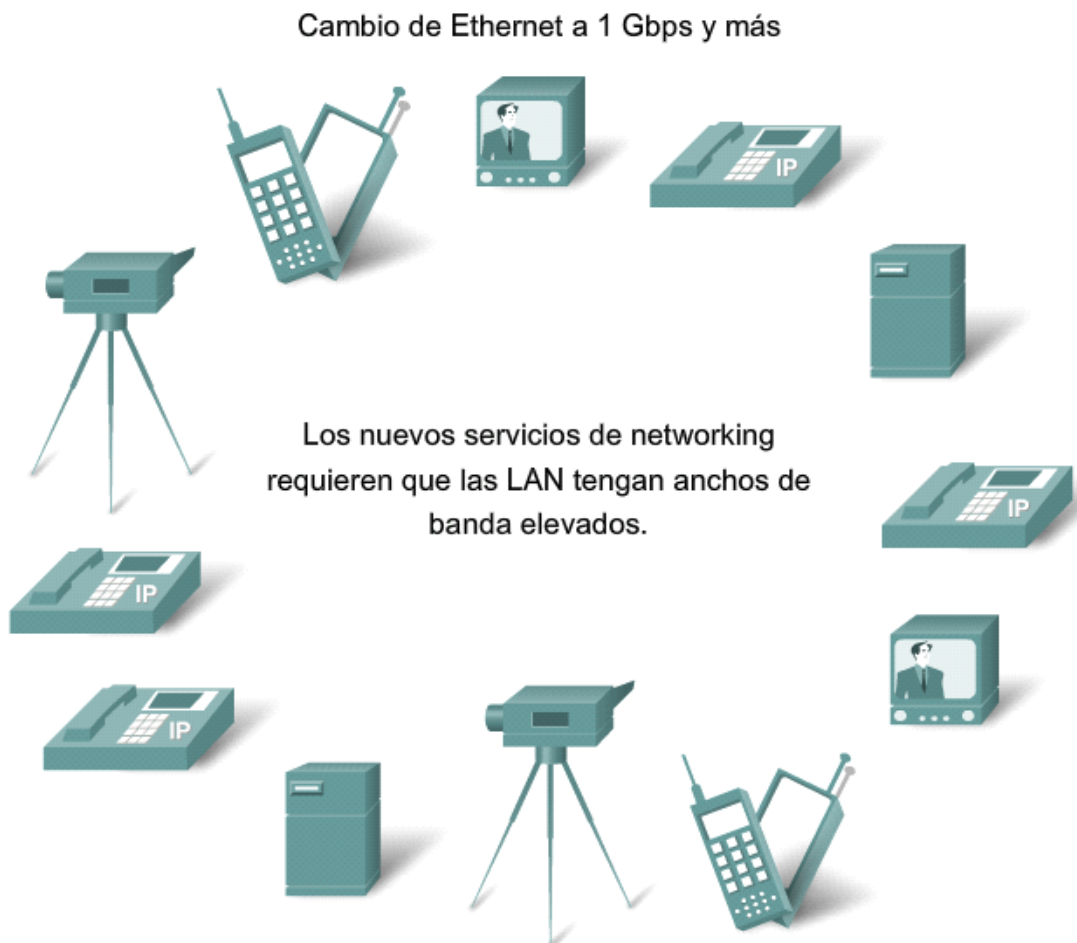


10.2.3.1 Cambio a una red de un Gbps

El uso extensivo de aplicaciones y de los servicios de VoIP requiere la migración hacia una red que supere los 100 Mbit/s.

Gigabit Ethernet se utiliza para la descripción de las redes que funcionan a la velocidad de 1000 Mbit/s o mayores que esta, en el modo enteramente dúplex, por medio del uso de cables UTP y la fibra óptica.

La actualización de una red a la plataforma Gigabit Ethernet no implica el cambio de todo el cableado y todos los switches conectados a una red. Algunos tendidos de cables y equipos en uso pueden soportar esta velocidad.



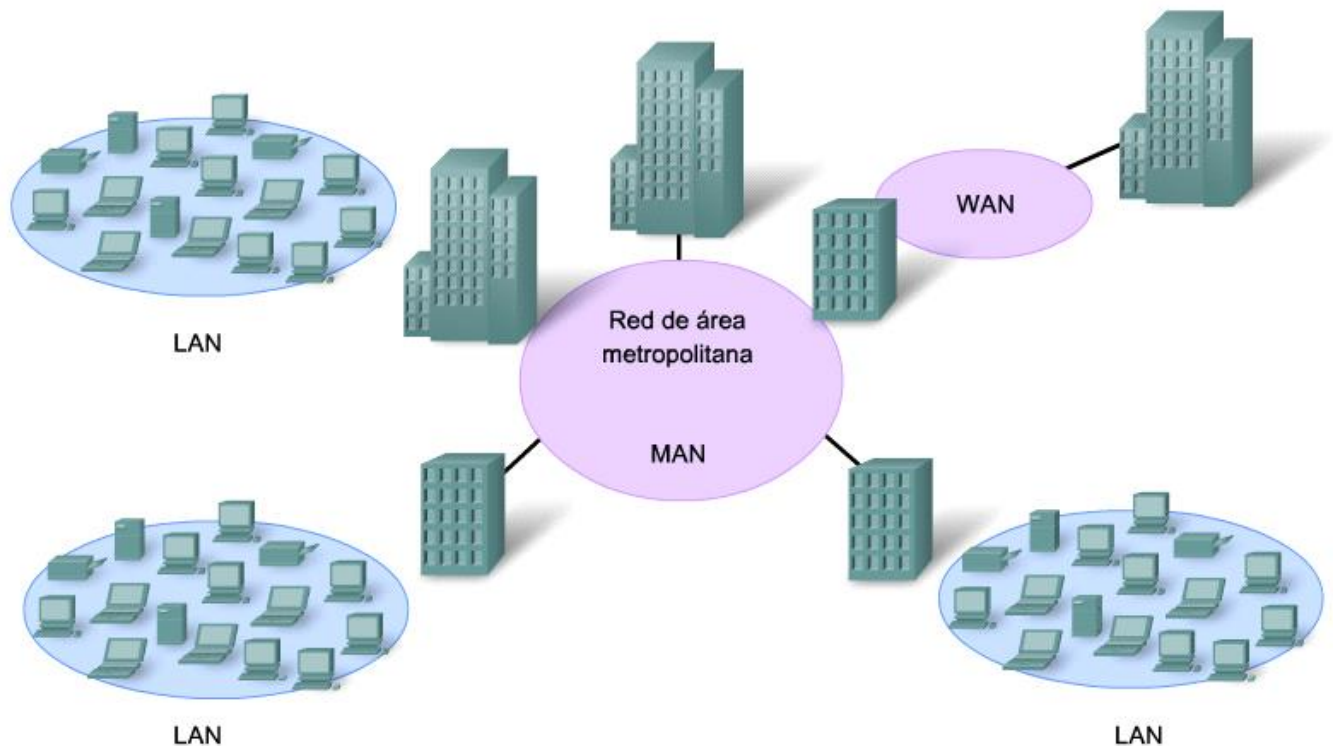
10.2.3.2 Cambio a un Gbps

Ethernet más allá de la LAN

El uso de la fibra óptica permitió la expansión de las redes LAN Ethernet para la interconexión con otros edificios y la implementación de una red de área metropolitana MAN.

Ethernet Gigabit

La tecnología Ethernet Gigabit se aplica más allá de la LAN empresarial a las redes basadas en WAN y MAN.



10.3.1.1 La trama: encapsulación del paquete

La estructura de la trama de Ethernet agrega encabezados y acoplados a la PDU de la capa tres para su envío dentro de una trama.

El encabezado y el acoplado cuenta con varias secciones de información denominadas campo. Se utilizan dos estilos de tramas Ethernet. El estándar DIX Ethernet, denominado Ethernet II y el estándar 802.3 el cual ha sido actualizado en varias oportunidades para la inclusión de nuevas tecnologías.

Las diferencias entre estos dos estilos son mínimas, el estándar 802.3 utiliza:

- Un delimitador de inicio de trama.
- El uso del campo de Longitud de trama en sustitución al campo Tipo.

Tamaño de la trama de Ethernet

Ambos estándares definen una longitud mínima de 64 octetos y una longitud máxima de 1518 octetos. Estas longitudes incluyen los campos de Dirección de Destino y la Secuencia de Verificación de Trama. Los campos de Preámbulo y de Delimitador de Inicio de Trama no se incluyen en la descripción del tamaño de una trama.

El estándar 802.3ac publicado en 1988, amplió la longitud máxima de una trama a 1522 octetos para su uso en las VLAN.

Si el tamaño de una trama transmitida es menor que el mínimo o mayor que el máximo tamaño permitido, la trama se descarta.

Es posible que las tramas descartadas se originen en colisiones u otras señales no deseadas, por eso se consideran no válidas.

10.3.1.2 La trama DIX: encapsulación del paquete

La estructura de la trama de Ethernet agrega encabezados y acoplados a la PDU de la capa tres para su envío dentro de una trama.

El encabezado y el acoplado cuenta con varias secciones de información denominadas campo. Se utilizan dos estilos de tramas Ethernet. El estándar DIX Ethernet, denominado Ethernet II y el estándar 802.3 el cual ha sido actualizado en varias oportunidades para la inclusión de nuevas tecnologías.

8 octetos	6 octetos	6 octetos	2 octetos	46-1500 octetos	4 octetos
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo de trama	Datos de la trama	Secuencia de verificación de trama FCS

Campo Preámbulo

El campo Preámbulo de ocho octetos es usado para la sincronización y estabilización entre el transmisor y el receptor para el inicio de la transferencia de una trama.

El campo Preámbulo consta de la secuencia 10101010.

Estos octetos son usados para la captación de la atención del receptor.

Estos octetos permiten la sincronización del receptor para la recepción de una trama.

Campo Dirección MAC de Destino

El campo Dirección MAC de Destino es el identificador del receptor deseado.

La capa dos utiliza esta dirección para ayudarle al receptor en la determinación si la trama que ingresa está dirigida a ese receptor.

La dirección de la trama se compara con la dirección MAC del dispositivo.

Si coinciden, el receptor acepta la trama.

Esta dirección puede ser unicast, multicast o broadcast.

10.3.1.3 La trama DIX: encapsulación del paquete

Campo Dirección MAC de Origen

El campo Dirección MAC de Origen, compuesto por seis octetos, indica la NIC o interfaz de origen del mensaje.

Los switches también usan esta dirección para ampliar sus tablas de búsqueda.

Campo Tipo

El valor de estos dos octetos debe ser igual o mayor que 0x0600 hexadecimal o 1536 decimal, Por ejemplo, 0x0800 representa el protocolo IP, 0x0806 representa el protocolo ARP.

Campos de Datos y PAD

Los campos de datos y PAD, de 46 a 1500 octetos, contienen los datos encapsulados de una capa superior, con mayor frecuencia un paquete IPv4.

Cualquier trama debe tener al menos 64 octetos de longitud.

Si se encapsula un paquete muy pequeño, se debe usar el PAD hasta completar el tamaño mínimo.

8 octetos	6 octetos	6 octetos	2 octetos	46 - 1500 octetos	4 octetos
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo de trama	Datos de la trama	Secuencia de verificación de trama FCS

2 octetos	46 - 1500 octetos
Tipo 0800	Paquete IP

2 octetos	28 octetos	18 octetos
Tipo 0806	Solicitud / respuesta protocolo ARP	PAD

10.3.1.4 La trama DIX: encapsulación del paquete

Secuencia de verificación de la trama

El campo Secuencia de Verificación de Trama, compuesto por cuatro octetos, se utiliza para la detección de errores en la trama.

Para el cálculo del CRC se usan los contenidos desde el campo de Dirección de Destino hasta los Datos de la trama incluidos.

Se utiliza una comprobación de redundancia cíclica CRC.

El dispositivo emisor incluye el resultado del CRC en el campo FCS.

El receptor realiza el cálculo del CRC con un procedimiento similar el transmisor.

La tramas que contengan errores son descartadas.

El cálculo del contenido en el campo FCS se obtiene por medio de la división entre dos polinomios en el cual el dividendo los conforman el contenido de la trama y el divisor es un polinomio de referencia.

El residuo obtenido en la división por medio de este procedimiento constituye el control cíclico redundante CRC, el cual se coloca en el campo FCS.

El receptor realiza el mismo procedimiento con la información recibida y con el resultado del residuo determina si existe algún error en la trama recibida.

Campos incluidos en el cálculo del FCS					
8 octetos	8 octetos	6 octetos	2 octetos	46-1500 octetos	4 octetos
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo de trama	Datos de la trama	Secuencia de verificación de trama FCS

10.3.1.5 La trama 802.2 / 802.3: encapsulación del paquete

Revisado en el año 1997.

Campos Preámbulo

El campo Preámbulo de siete octetos es usado para la sincronización y estabilización entre el transmisor y el receptor para el inicio de la transferencia de una trama.

El campo Preámbulo consta de la secuencia 10101010.

Estos octetos son usados para la captación de la atención del receptor.

Estos octetos le indican al receptor que se prepare para la recepción de una nueva trama.

Campo Delimitador de la Trama

El campo Delimitador de trama consta de la secuencia 10101011.

Esta secuencia indica que el siguiente bit será el bit más significativo de la dirección MAC de destino.

Preambulo	Delimitador de inicio de trama	MAC 802.3			802.2 LLC			802.2 SNAP		Datos	Secuencia de verificación de trama
		Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	DSAP	SSAP	Cntl	Org Code	Tipo		
7	1	6	6	2	1	1	1	3	2	38 - 1492	4

Campo Dirección MAC de Destino

El campo Dirección MAC de Destino es el identificador del receptor deseado.

La capa dos utiliza esta dirección para ayudarle al receptor en la determinación si la trama que ingresa está dirigida a ese receptor.

La dirección de la trama se compara con la dirección MAC del dispositivo.

Si coinciden, el receptor acepta la trama.

Esta dirección puede ser unicast, multicast o broadcast.

10.3.1.6 La trama 802.2 / 802.3: encapsulación del paquete

Campo Dirección MAC de Origen

El campo Dirección MAC de Origen, compuesto por seis octetos, indica la NIC o interfaz de origen del mensaje.

Campo de Longitud

Establece el número de octetos siguientes al campo de longitud hasta el campo de datos y relleno inclusive.

Cuando un nodo recibe una trama, debe analizar el campo Longitud para determinar que protocolo de capa superior está presente.

Si el valor de estos dos octetos es menor que 0600 hexadecimal, el campo longitud se utiliza para indicar el uso del formato de trama 802.3

Cabeceras 802.2 LLC y SNAP

La cabecera LLC está compuesta por tres octetos y la cabecera SNAP está compuesta por cinco octetos.

Son utilizados para el direccionamiento en diferentes tipos de redes: Novell Netware, Token Ring, Apple Talk e IP entre otros.

Campos de Datos y PAD

Los campos de datos y PAD, desde 38 hasta 1492 octetos, contienen los datos encapsulados de una capa superior, con mayor frecuencia un paquete IPv4.

Cualquier trama debe tener al menos 64 octetos de longitud.

Si se encapsula un paquete muy pequeño, se debe usar el PAD hasta completar el tamaño mínimo.

Campo de la secuencia de verificación de trama

Calculo del CRC.

10.3.1.7 La trama 802.2 / 802.3: encapsulación del paquete

Ejemplo de encapsulación tramas.

		MAC 802.3			802.2 LLC			802.2 SNAP		Datos	Secuencia de verificación de trama
Preambulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	DSAP	SSAP	Cntl	Org Code	Tipo		
7	1	6	6	2	1	1	1	3	2	38 - 1492	4

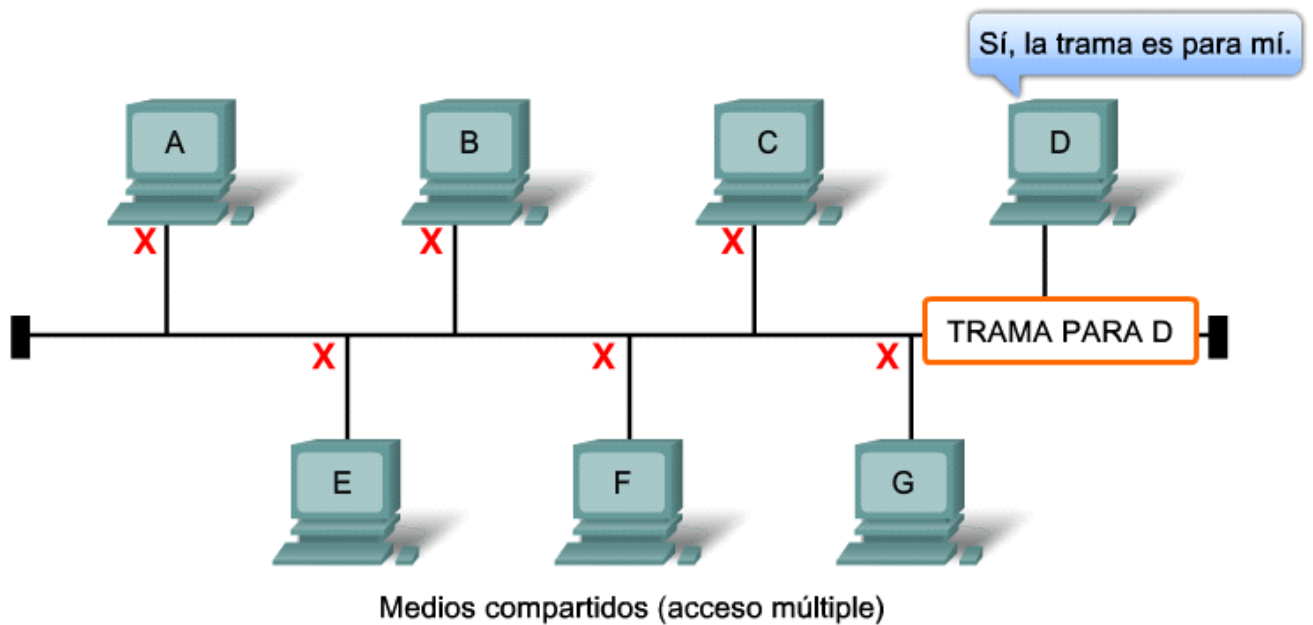
Tipo 0800	Paquete IP
2	38 - 1492

Tipo 0806	Solicitud / Respuesta protocolo ARP	Relleno o PAD
2	28	10

10.3.2.1 La dirección MAC de Ethernet

Inicialmente se usó un medio único para el acceso compartido.
Se creó un identificador único para el control de acceso al medio denominado MAC.
La trama contiene una dirección MAC de origen y una MAC de destino.
Una dirección MAC consta de 48 bits, agrupados en doce dígitos hexadecimales.

La dirección MAC— Direccionamiento en Ethernet



Todos los nodos Ethernet comparten los medios.
Para recibir los datos que se le enviaron, cada nodo necesita una dirección única.

10.3.2.2 La dirección MAC de Ethernet

Estructura de la dirección MAC

La IEEE establece normas para la estandarización de las direcciones MAC.

Cada fabricante registrado en la IEEE tiene asignado un Número Único Organizacional.

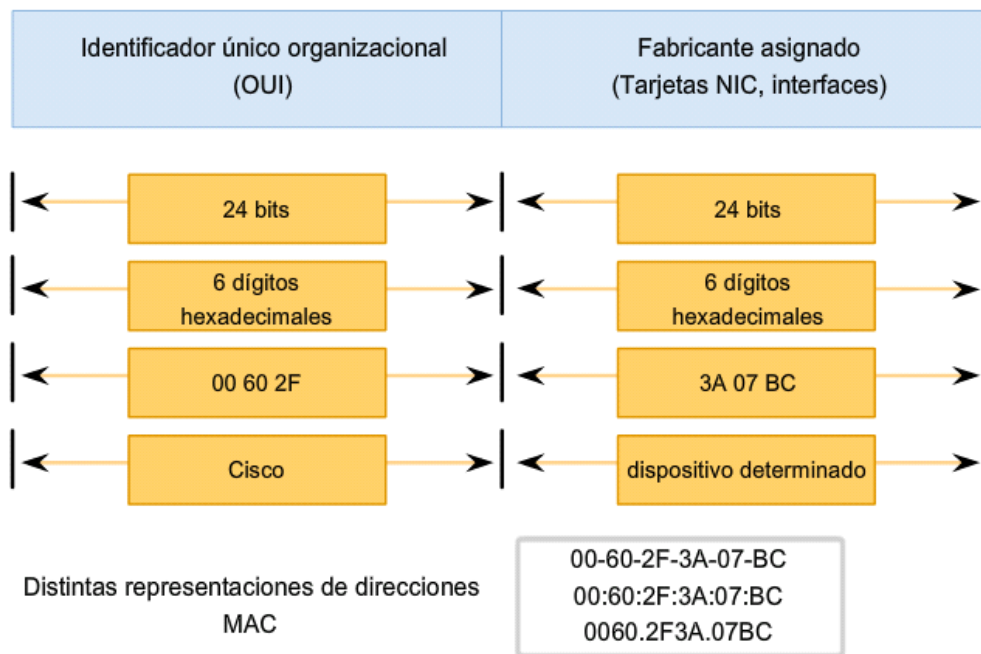
Cada interfaz Ethernet esta identificada con

- Los primeros tres octetos con el Número Único Organizacional.
- Los últimos tres bytes con el número de serie asignado por la empresa identificada con el Número Único Organizacional.

La identificación se graba en la ROM. Durante el funcionamiento este contenido se transfiere a la RAM.

La NIC puede usar la identificación de la RAM para decidir si el mensaje entrante se transfiere a las capas superiores.

Estructura de la dirección MAC Ethernet



10.3.2.3 La dirección MAC de Ethernet

Dispositivos de red

Cuando un dispositivo originador envía una trama a un destino, se adjunta la dirección MAC del originador.

Cada dispositivo conectado en la red verifica si la dirección MAC de destino del mensaje coincide con su propia dirección física MAC.

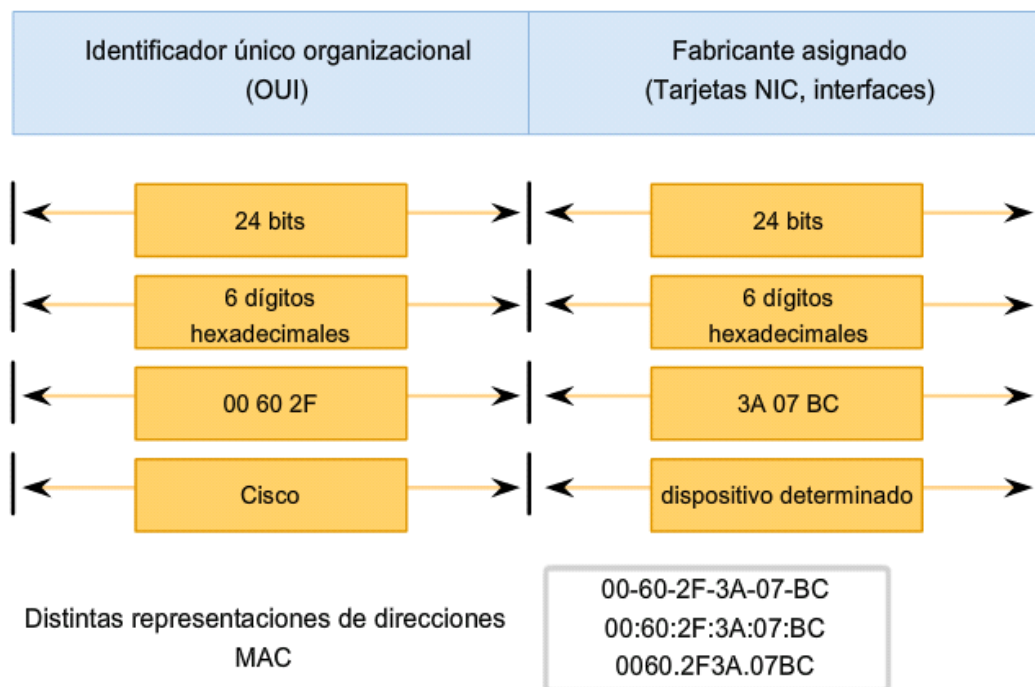
Si no existe coincidencia, la trama se descarta.

Si existe coincidencia en la dirección, el dispositivo de destino des-encapsula la trama recibida y procede a entregarlo a las capas superiores.

Todos los dispositivos conectados a una LAN Ethernet tienen una o más interfaces con una dirección MAC.

Los diferentes fabricantes de equipos pueden representar las direcciones MAC en diferentes formatos: 05-41-5A-3D-10-68 ; 0005.5A3D.1068

Estructura de la dirección MAC Ethernet



10.3.3.1 Numeración hexadecimal y direccionamiento

Sistema de numeración en base 16.

Diferentes formas de representación.

Se usa los prefijos 0x y luego el valor hexadecimal.

Ej. 0x4A.

Numeración hexadecimal

Equivalentes decimales y binarios del 0 al F hexadecimal

Decimal	Binario	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Equivalentes decimales, binarios y hexadecimales escogidos

Decimal	Binario	Hexadecimal
0	0000 0000	00
1	0000 0001	01
2	0000 0010	02
3	0000 0011	03
4	0000 0100	04
5	0000 0101	05
6	0000 0110	06
7	0000 0111	07
8	0000 1000	08
10	0000 1010	0A
15	0000 1111	0F
16	0001 0000	10
32	0010 0000	20
64	0100 0000	40
128	1000 0000	80
192	1100 0000	C0
202	1100 1010	CA
240	1111 0000	F0
255	1111 1111	FF

10.3.3.2 Numeración hexadecimal y direccionamiento

Visualización de la MAC

Comando ipconfig /all

Visualización del fabricante.

Visualización de la dirección MAC

```
C:\>ipconfig /all
Ethernet adapter Network Connection:
    Connection-specific DNS Suffix: example.com
    Description . . . . . : Intel(R) PRO/Wireless 3945ABG Network
Connection
    Physical Address. . . . . : 00-18-DE-C7-F3-FB
    Dhcp Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    IP Address. . . . . : 10.2.3.4
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.2.3.254
    DHCP Server . . . . . : 10.2.3.69
    DNS Servers . . . . . : 192.168.226.120
    Lease Obtained. . . . . : Thursday, May 03, 2007 3:47:51 PM
    Lease Expires . . . . . : Friday, May 04, 2007 6:57:11 AM
C:\>
```

10.3.4 Otra capa de direccionamiento

Capa de Enlace de Datos

Dirección MAC usada para el transporte de datos en un medio local.

Se utiliza únicamente en el segmento de cada enlace.

Dirección no jerárquica.

Dirección única en el planeta.

Dirección física, no programable.

Capa de red

Dirección IPv4 ó IPv6.

Se utiliza en las direcciones de origen y destino del transporte del paquete.

Dirección jerárquica: identifica redes, subredes.

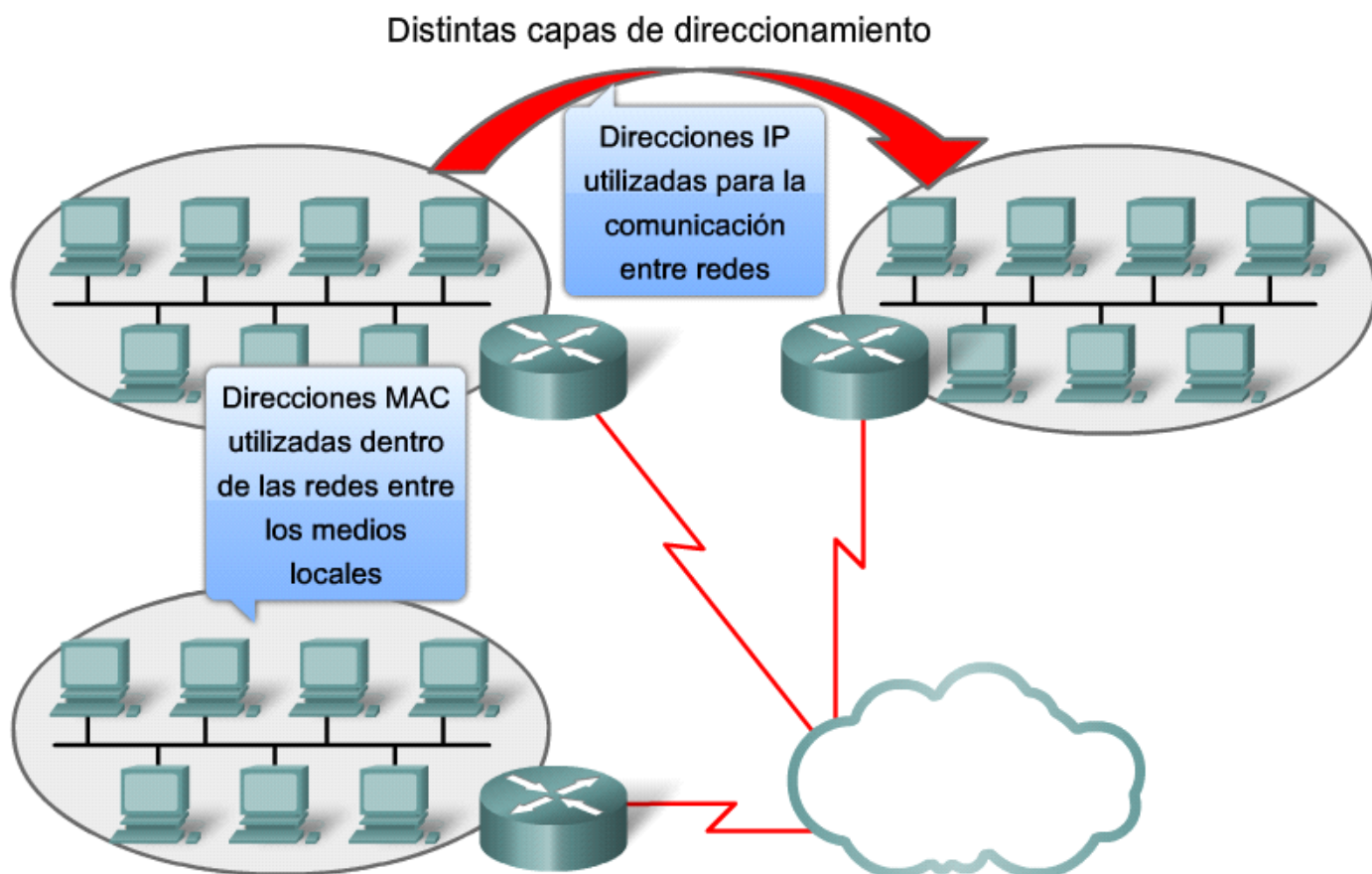
Dirección única en el planeta.

Dirección lógica, programable.

Resumen:

La dirección lógica permite el re-envío del paquete hacia otras redes ó subredes.

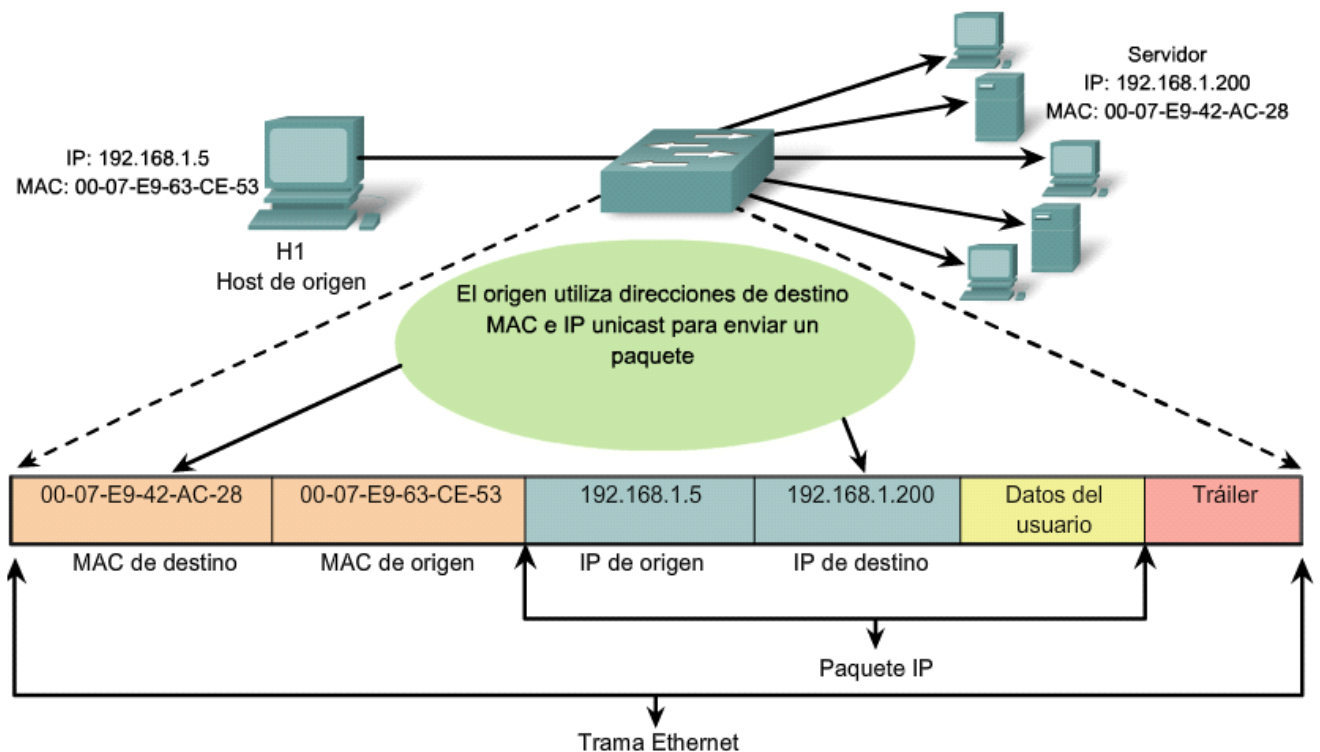
La dirección física permite la localización de un dispositivo en una red ó subred.



10.3.5.1 Ethernet Unicast

Direcciones MAC e IP de origen único y destino único en la trama, hacia un destino único, para la conexión del host H1 con el servidor.

La mayoría de las comunicaciones son unicast.

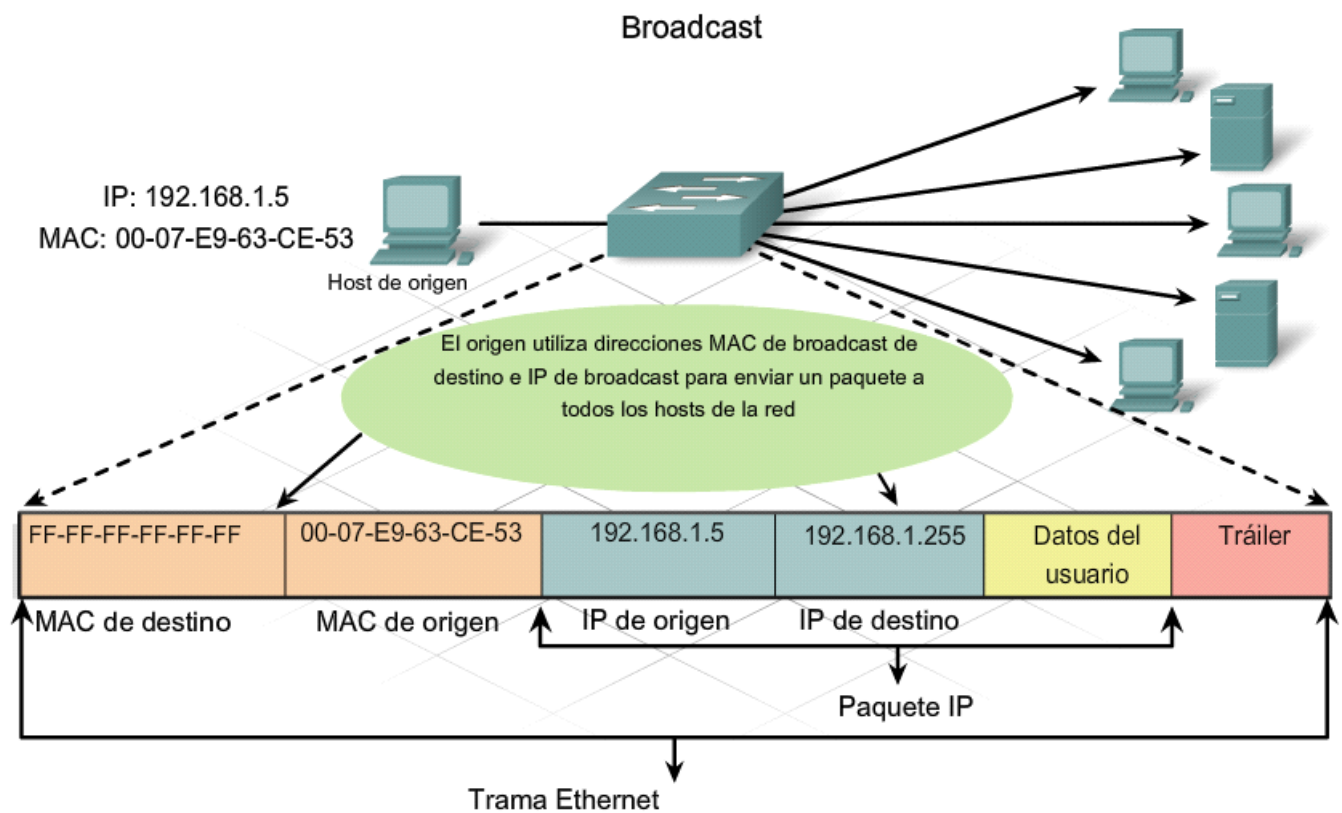


10.3.5.2 Ethernet Broadcast

El paquete IP contiene todos unos en la porción de host. Todos los host de ese segmento de red reciben el paquete.

En la capa de enlace de datos, la dirección de difusión (broadcast) tiene los 48 bits en con el valor de uno.

Los protocolos DHCP y ARP usan las direcciones de broadcast.



10.3.5.3 Ethernet Multicast

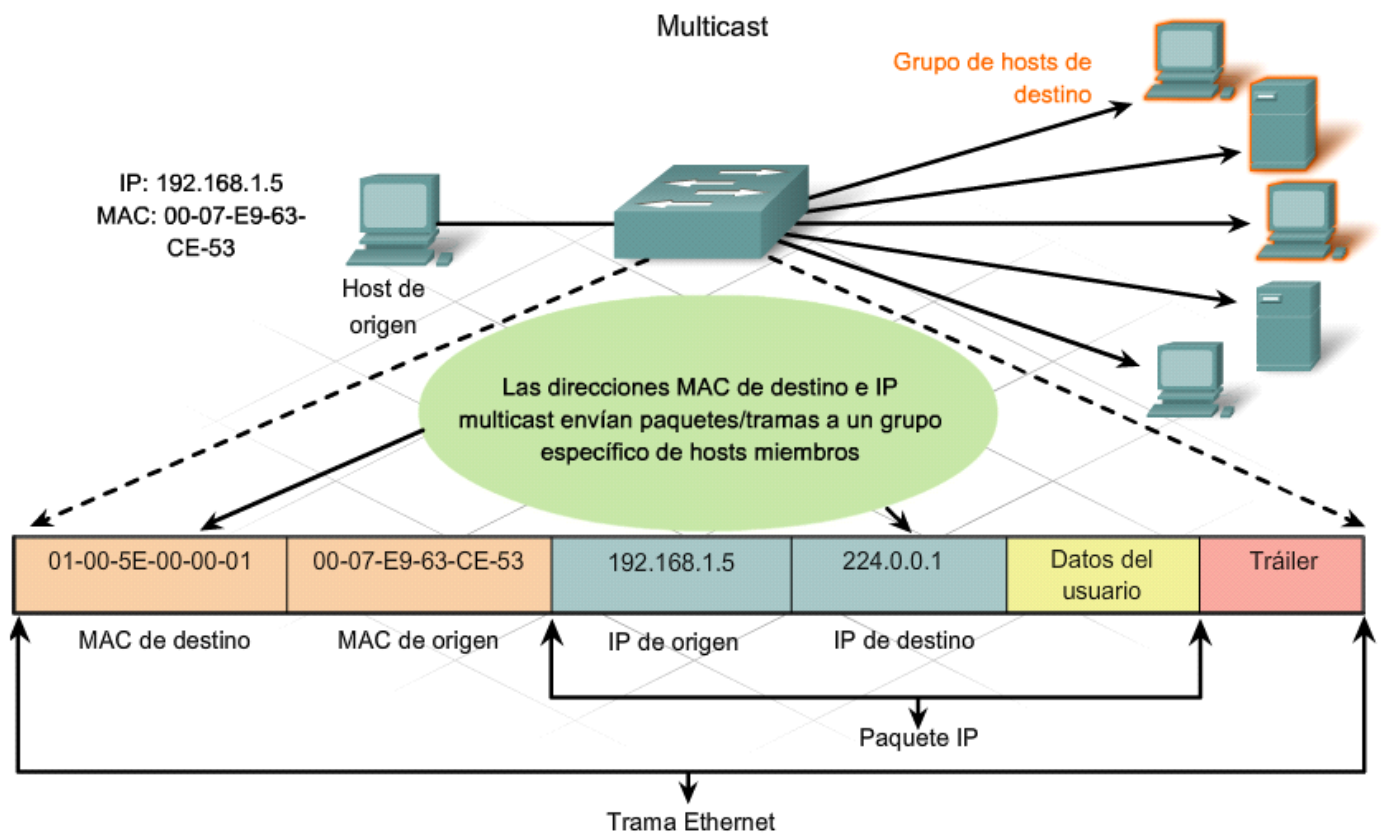
Paquete dirigido desde un dispositivo hacia varios dispositivos selectivamente.

Intervalo de direcciones 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255

La dirección MAC Multicast empieza con 01.00.5E

Los últimos seis números hexadecimales los toma de los últimos 23 bits de la dirección IP.

El primer bit del grupo de mayor peso es siempre cero.



10.3.5.4 Ethernet Multicast

La MAC de destino en multicast empieza con los valores 01:00:5E.

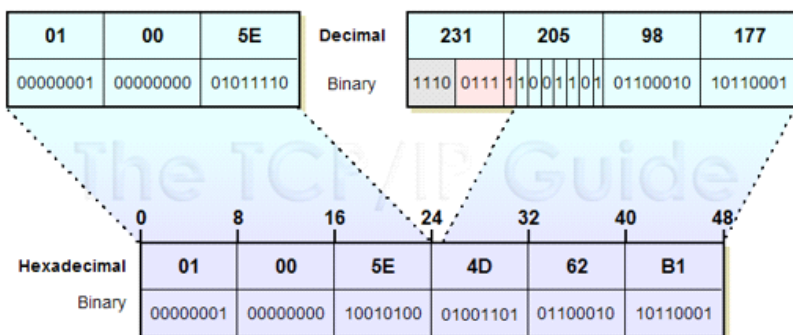
La IEEE asigna los primeros seis octetos de la dirección MAC, correspondientes al Identificador Unico Organizacional o fabricante, con los valores 01.00.5E

Los restantes valores de la MAC multicast se calculan con los 23 últimos bits de la dirección IP multicast de destino.

Se establece una correspondencia entre los seis últimos valores de la MAC multicast con los últimos 23 bits de la dirección IP multicast.

El rango de valores de la MAC multicast está comprendido entre 01.00.5E.00.00.00 y 01.00.5E.7F.FF.FF

Ejemplo: cálculo de los últimos seis octetos de la MAC multicast correspondiente a la dirección IP multicast 231.205.98.177



Posibilidad de que un dispositivo reciba contenidos de multicast pertenecientes a otros grupos de multicast debido a la que

- Los primeros cuatro bits son constantes.
- Los restantes cinco bits no se consideran en la dirección MAC.

Ejemplo: MAC de destino si la dirección IP es 225.192.16.1

El paquete se descarta con la dirección IP asignada al host de destino.

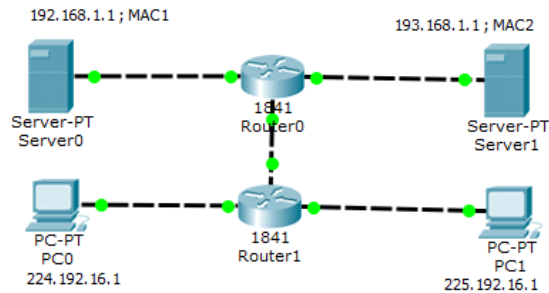
10.3.5.5 Ethernet Multicast

Posibilidad de que un dispositivo reciba contenidos de multicast pertenecientes a otros grupos de multicast debido a la que

- Los primeros cuatro bits de la dirección IP son constantes 1110 son constantes.
- Los restantes cinco bits no se consideran en el cálculo de la dirección MAC multicast de destino.

Ejemplo: Calcule la dirección MAC multicast correspondiente a las direcciones IP multicast 224.192.16.1 cuyo IP de origen es 192.168.1.1 y 225.192.16.1 cuyo IP de origen es 193.168.1.1

La dirección MAC multicast tendría el valor de 01.00.5E.40.10.01 para ambas IP multicast.



Los campos de la trama multicast procedente de cada servidor tendría el valor de

MAC de destino 01.00.5E.40.10.01	MAC de origen MAC1	IP de origen 192.168.1.1	IP de destino 224.192.16.1	Datos del usuario	Control CRC
MAC de destino 01.00.5E.40.10.01	MAC de origen MAC2	IP de origen 193.168.1.1	IP de destino 225.192.16.1	Datos del usuario	Control CRC

En este ejemplo la dirección MAC multicast tiene el mismo valor para dos IP multicast diferentes.

Un subscritor de un servicio multicast podría recibir contenidos de otro servidor debido a la igualdad de las direcciones MAC multicast.

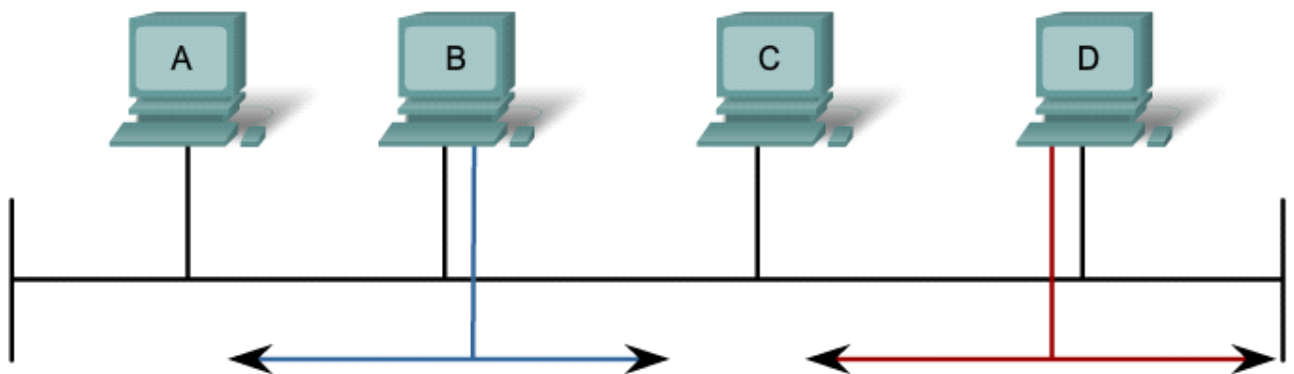
Un receptor o una red debería tener la capacidad de rechazar tramas provenientes de un determinado host.

10.4.1 Control de acceso al medio en Ethernet

El acceso simultáneo al medio genera colisiones y la red se debe recuperar.
El host debe detectar la actividad eléctrica del cable antes del acceso a la red.
Control del acceso : CSMA/CD.

Control de acceso al medio en Ethernet

Acceso múltiple por detección de portadora y
detección de colisiones (CSMA/CD)



CSMA/CD controla el acceso a los medios compartidos. Si hay
una colisión, se detecta y las tramas se retransmiten.

10.4.2.1 CSMA / CD: El proceso

Detección de portadora

Todos los dispositivos deben evaluar si existe tráfico en la red antes de transmitir.

Un dispositivo puede transmitir cuando no detecta portadora en la red.

Acceso simultáneo

Debido a la latencia de la red, dos dispositivos lejanos entre sí transmiten simultáneamente. Se produce una colisión en algún punto de la red. Los contenidos transmitidos por ambas estaciones se destruyen.

Detección de colisiones

Los dispositivos detectan la colisión debido a un aumento en el nivel de la señal en el medio de transmisión.

Los dispositivos que estaban transmitiendo durante la colisión continúan transmitiendo para asegurar la existencia de una colisión en la red.

Señal de congestión y postergación aleatoria

Los dispositivos de transmisión que detectan la colisión envían una señal de congestión.

Los equipos terminales de datos invocan un algoritmo de postergación con valores aleatorios con diferentes retardos para volver a transmitir.

Esto garantiza que los equipos no vuelvan a transmitir simultáneamente.

Control de acceso al medio en Ethernet

Acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD)



10.4.2.2 CSMA / CD : el proceso

Hubs y dominios de colisiones

La cantidad de colisiones puede incrementarse debido a

- Aumento de la cantidad de equipos de red en funcionamiento.
- Los dispositivos acceden a la red con mayor frecuencia.
- Aumentan las distancias entre los dispositivos.

Los hubs permiten la conexión de una mayor número de usuarios a una red.

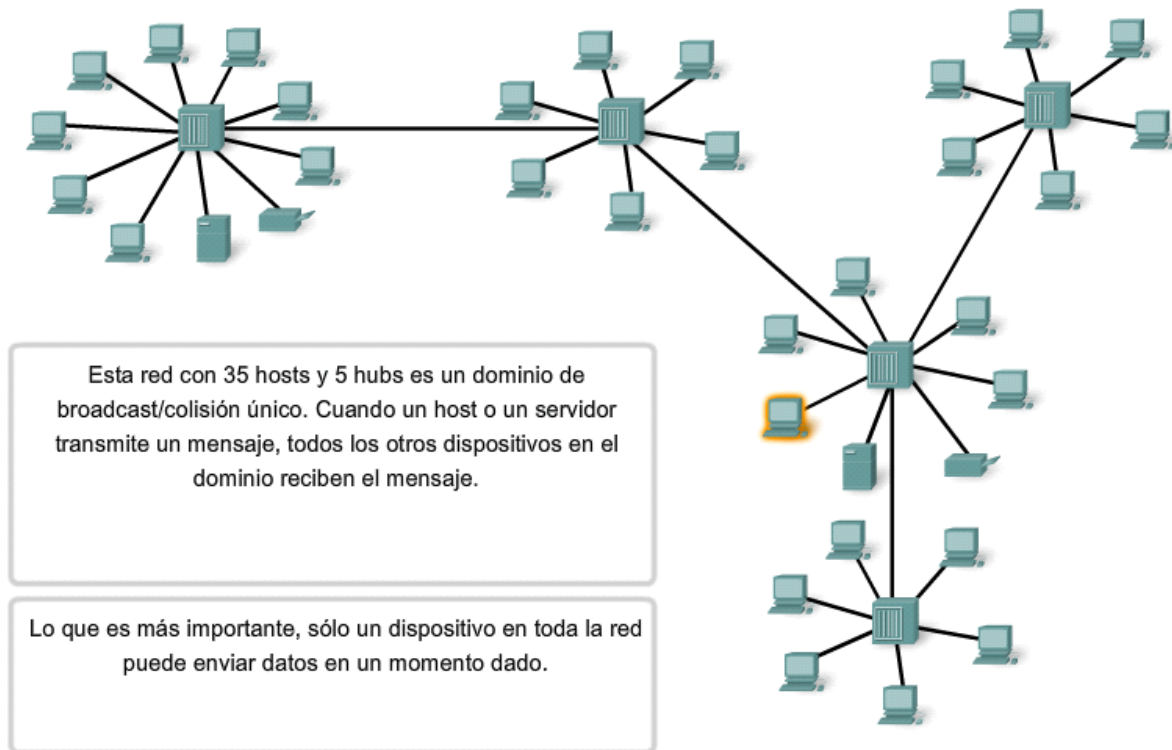
Los hubs extienden el alcance de una red por medio de la interconexión de estos dispositivos entre si.

Los hubs son repetidores de señales que replican la una señal recibida hacia los demás puertos excepto al puerto por donde se recibió la señal.

Los hubs interconectados forman un dominio de colisiones. La conformada por los hubs constituyen una estrella extendida.

El modo de acceso CSMA/CD fue creado para una red con pocos usuarios y con poco acceso al medio de transmisión.

La utilización de hubs en topologías en estrella extendidas puede crear grandes dominios de colisión



10.4.2.3 CSMA / CD : colisiones

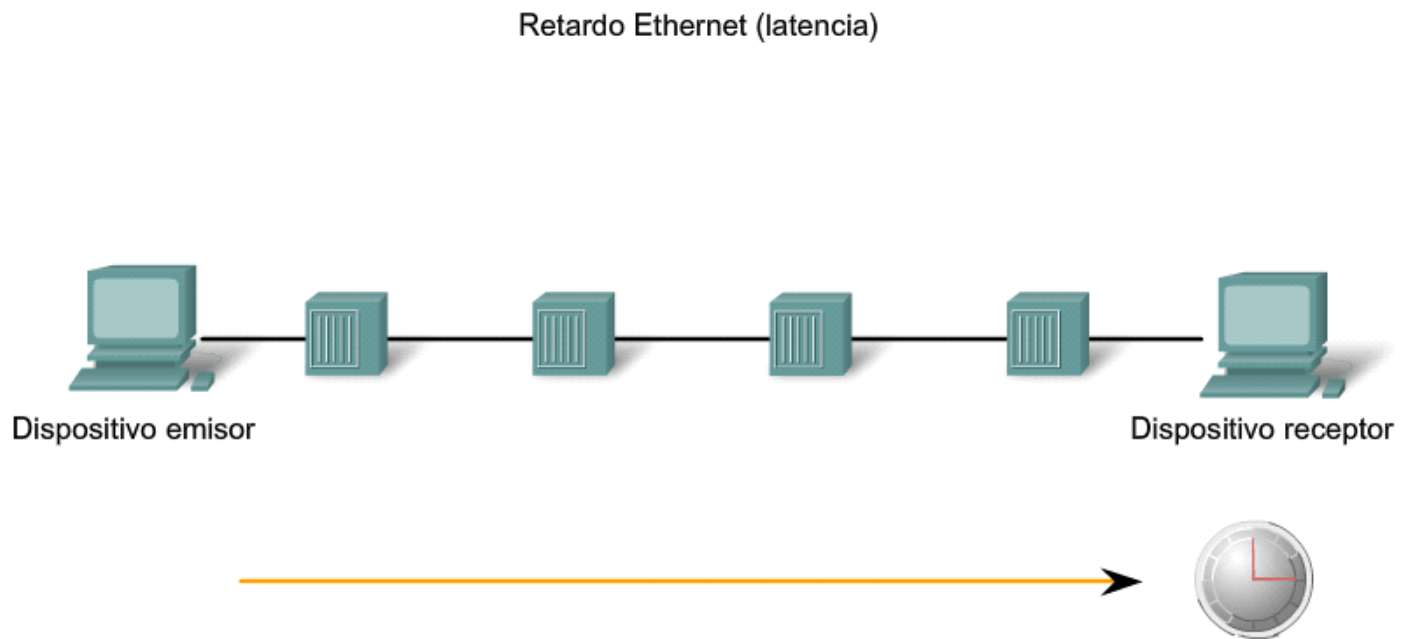
La estación A no detecta alguna señal en el medio, luego empieza a transmitir.

10.4.3.1 Temporización de Ethernet

Latencia

Cada dispositivo intermedio en la red agrega un retardo en la propagación de la señal.

La posibilidad de colisiones se incrementa cuando la latencia aumenta.



10.4.3.2 Temporización de Ethernet

Temporización y sincronización

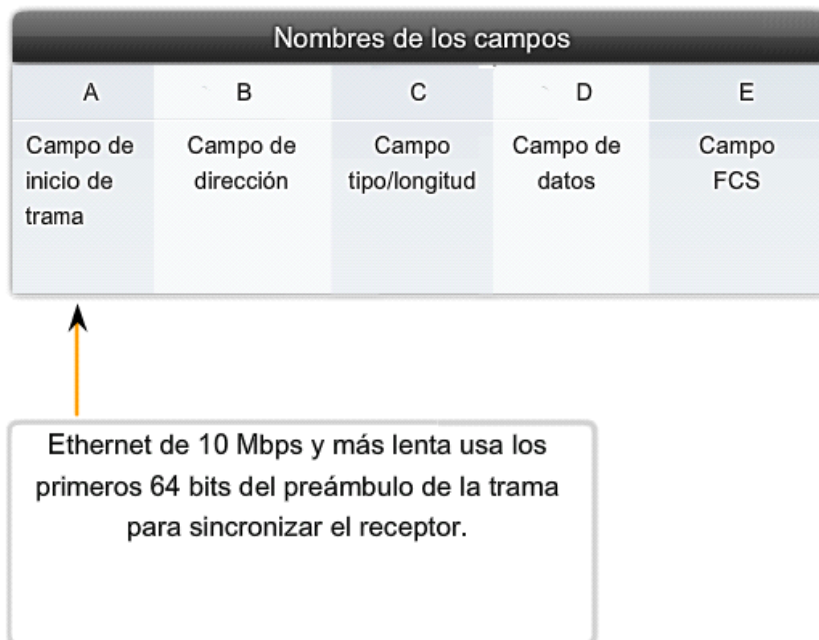
En el modo semidúplex a la velocidad de 10 Mbps, el dispositivo emisor transmite al principio 64 bits al principio, para la sincronización entre el transmisor y el receptor. Esto constituye el Preámbulo.

A continuación, el dispositivo emisor transmite la trama completa.

La transmisión semidúplex a 10 Mbps es asíncrona, debido a que cada trama siempre contiene un preámbulo el cual se descarta al finalizar la secuencia de ocho bytes.

La transmisión de Ethernet a 100 Mbps se puede considerar sincrónica, no es necesario el Preámbulo. Sin embargo por razones de compatibilidad con la transmisión a 10 Mbps, aún se usan los campos de Preámbulo y Delimitador de Inicio de Trama.

Sincronización de tramas para comunicaciones asíncronas



10.4.3.3 Temporización de Ethernet

Tiempo de bit

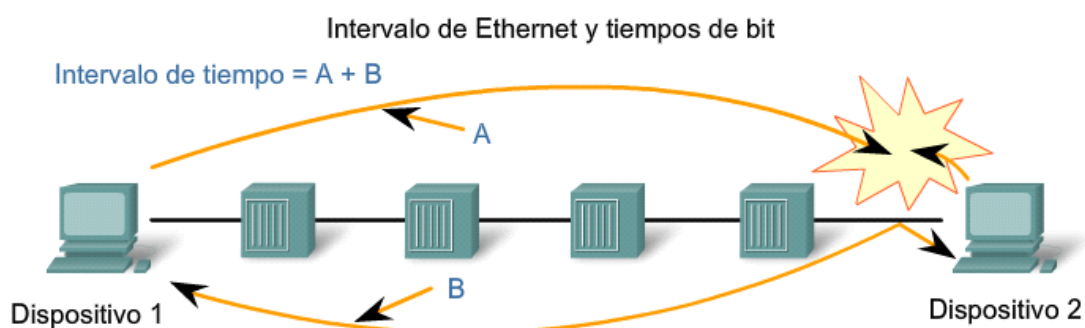
El tiempo de bit indica la duración de un bit. Para la Ethernet de 10 Mbps el tiempo de duración de un bit es de 100 ns.

Es el tiempo requerido para que un bit pueda ser colocado en un medio de transmisión. Un cable UTP de una red Ethernet tiene un retardo de tiempo estimado de 20,3 cm por nanosegundo.

Para una longitud de 100 metros de cable se requiere un poco menos de 5 tiempos de bit para la transmisión de una señal 10Base-T.

Para que el procedimiento de CSMA/CD funcione correctamente, se debe detectar la colisión antes de la transmisión de una trama completa.

Este análisis establece la necesidad del espaciamiento entre las tramas.



Velocidad	Intervalo de tiempo	
10 Mbps	512 tiempo de bit	51,2 μ s
100 Mbps	512 tiempo de bit	5,12 μ s
1 Gbps	4096 tiempo de bit	4,096 μ s
10 Gbps	no corresponde	no corresponde

Velocidad de Ethernet	Tiempo de bit
10 Mbps	100 ns
100 Mbps	10 ns
1000 Mbps = 1 Gbps	1 ns
10000 Mbps = 10 Gbps	0,1 ns

10.4.4.1 Espacio entre tramas y postergacion

Espacio entre tramas

Se requiere un espaciado entre dos tramas que no han colisionado.

Esto permite el procesamiento de las tramas antes de la transmisión de la trama siguiente.

El espacio entre tramas se mide desde el último bit del FCS y el primer bit del Preámbulo de la trama siguiente.

Una vez enviada la trama, Los restantes equipos terminales de datos deben esperar 96 tiempos de bit para el envío de la siguiente trama.

Separación entre tramas Ethernet

Velocidad	Separación entre tramas	Tiempo necesario
10 Mbps	96 tiempo de bit	9,6 μ s
100 Mbps	96 tiempo de bit	0,96 μ s
1 Gbps	96 tiempo de bit	0,096 μ s
10 Gbps	96 tiempo de bit	0,0096 μ s

El tiempo entre tramas se reduce a medida que aumenta la velocidad de Ethernet



10.4.4.2 Espacio entre tramas y postergación

Señal de congestión

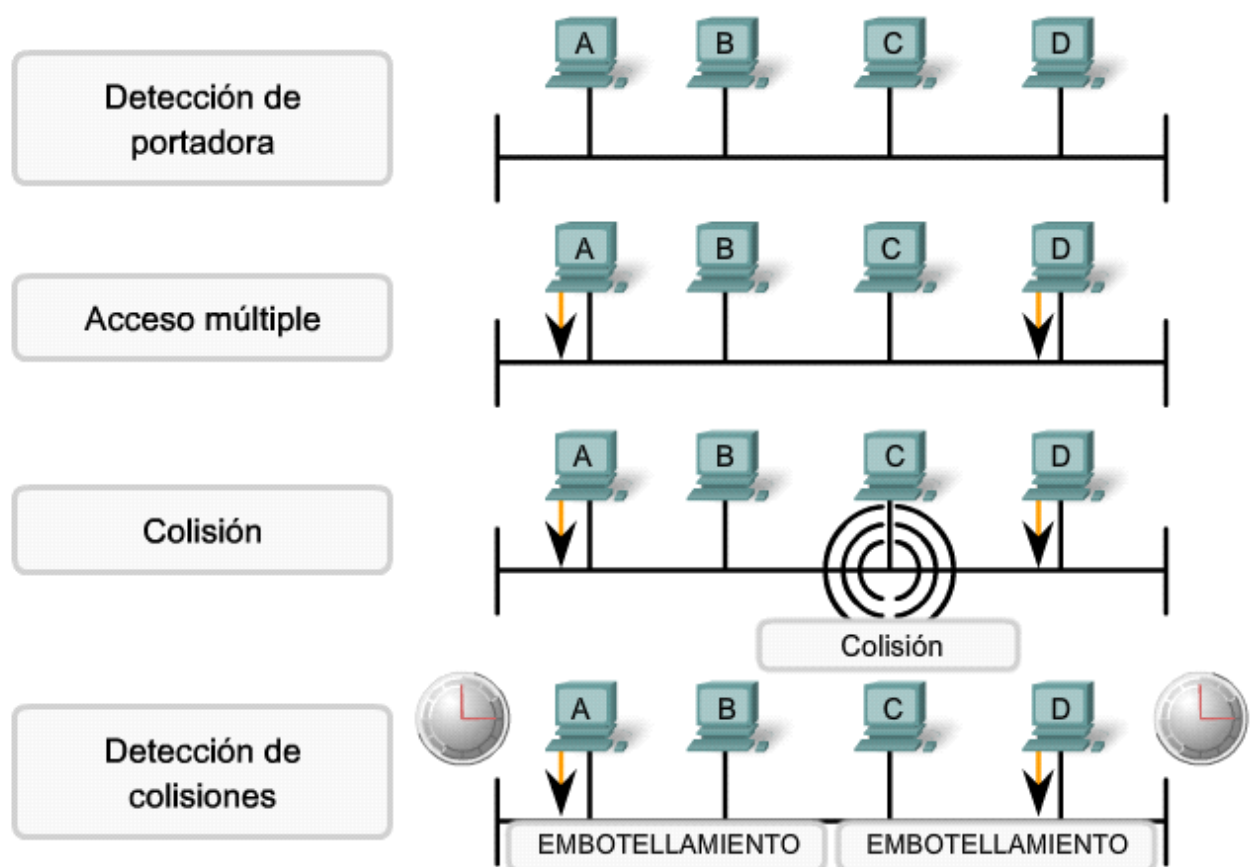
El aumento del número de equipos terminales incrementa la probabilidad de existencia de colisiones.

Cuando se presenta una colisión, los dispositivos transmisores envían una señal de congestión de 32 bits a todos los equipos de la red.

La señal de colisión es una trama invalida con una secuencia definida, usualmente 1010...

La mínima longitud de una trama es de 64 bytes.

Las estaciones que detectan una colisión envían una señal de embotellamiento.



10.4.4.3 Espacio entre tramas y postergacion

Temporización de postergación

Una vez producida la colisión, los dispositivos que efectuaron la transmisión deben esperar un tiempo adicional con relación a los terminales inactivos, para un nuevo intento de retransmisión.

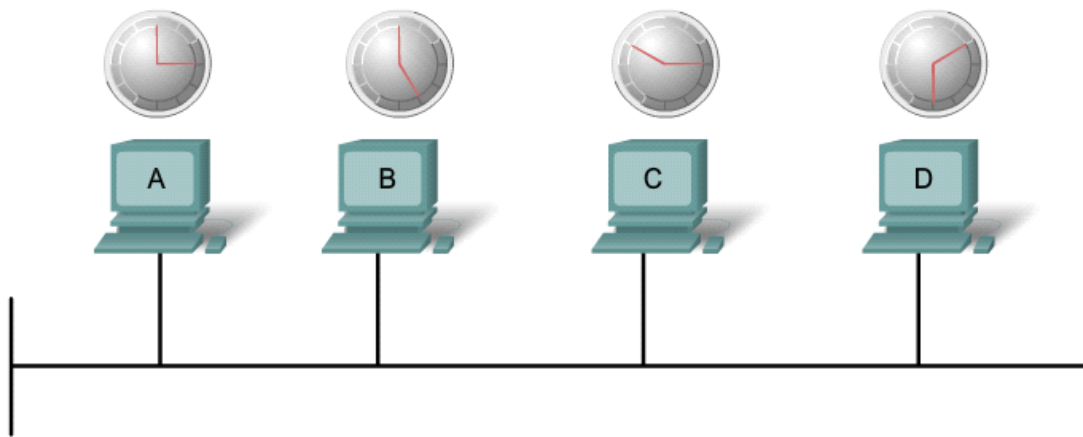
El tiempo de espera adicional se les asigna aleatoriamente y con valores diferentes para evitar la retransmisión simultáneamente en un instante posterior.

Si la MAC no puede realizar la retransmisión después de 16 intentos, genera un error en la capa de red.

Este caso es frecuente en redes con sobrecarga en la cantidad de dispositivos ó algún problema físico en la red.

El uso de switches permite una mejora en el desempeño de una red.

Temporización de postergación



Una vez que se recibe una señal de embotellamiento, todas las estaciones dejan de transmitir y cada una espera un periodo de tiempo aleatorio—establecido por el temporizador de postergación—antes de intentar enviar otra trama.

10.5.1 Descripción general de la capa física de Ethernet

Las diferencias entre Ethernet Estándar, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gbit Ethernet tienen lugar en la capa física.

Ethernet se rige por los estándares 802.3 y existen cuatro velocidades de transmisión y diferentes medios de transmisión.

- 10 Mbps, 10Base-T Ethernet.
- 100 Mbps, Fast Ethernet.
- 1000 Mbps, Gigabit Ethernet.
- 10 Gbps, 10 Gigabit Ethernet.

Tipos de Ethernet

Tipos de Ethernet	Ancho de banda	Tipo de cable	Duplex	Distancia máxima
10Base-5	10mbps	Coaxial thicknet	Half	500m
10Base-2	10mbps	Coaxial thinnet	Half	185m
10Base-T	10mbps	UTP Cat3/Cat5	Half	100m
100Base-T	100mbps	UTP Cat5	Half	100m
100Base-TX	200mbps	UTP Cat5	Full	100m
100Base-FX	100Mbps	Fibra multimodo	Half	400m
100Base-FX	200mbps	Fibra multimodo	Full	2km
1000Base-T	1Gbps	UTP Cat 5e	Full	100m
1000Base-TX	1Gbps	UTP Cat 6	Full	100m
1000Base-SX	1Gbps	Fibra multimodo	Full	550m
1000Base-LX	1Gbps	Fibra monomodo	Full	5km
10GBase-CX4	10Gbps	Twinaxial	Full	15m
10GBase-T	10Gbps	UTP Cat6a/Cat7	Full	100m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra multimodo	Full	300m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra monomodo	Full	10km

10.5.2.1 Ethernet de 10 y 100 Mbps

Las implementaciones de 10 Mbps han sido

- 10Base5 con cable coaxial Grueso.
- 10Base2 con cable coaxial Delgado.
- 10Base-T con cable de par trenzado no blindado cat3/cat5.

El estándar 802.3 no admite las primeras implementaciones de Ethernet con las denominaciones 10Base5 ni 10Base2.

10 Mbps Ethernet: 10Base-T

Utiliza la codificación Manchester para los dos cables de par trenzado.

La topología es en estrella física y tiene un longitud máxima de 100 metros.

Para el aumento de la distancia se puede utilizar hubs o switches.

La 10Base-T utiliza dos pares, de cuatro pares disponibles.

Cada par finaliza en un enchufe RJ-45 de ocho terminales.

El par conectado a los terminales 1 y 2 se usan para transmitir desde el equipo terminal de datos.

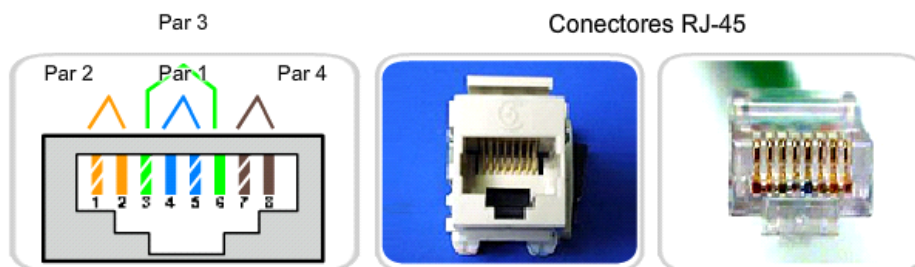
El par conectado a los terminales 3 y 6 se usan para recibir en el equipo terminal de datos.

La ethernet 10Base-T no se elige actualmente en las nuevas instalaciones de redes Ethernet.

En los puntos de concentración de la red se usan hubs o switches.

Las conexiones a los switches permiten el funcionamiento en semidúplex o dúplex.

Ethernet 10Base-T salidas de pin RJ-45



Número de pin	Señal
1	TD+ (Transmitir datos, señal diferencial positiva)
2	TD- (Transmitir datos, señal diferencial negativa)
3	RD+ (Recibir datos, señal diferencial positiva)
4	No se utiliza
5	No se utiliza
6	RD- (Recibir datos, señal diferencial negativa)
7	No se utiliza
8	No se utiliza

10.5.2.2 Ethernet de 10 y 100 Mbps

La Ethernet de 100 Mbps se denomina también Fast Ethernet.
Las implementaciones conocidas son 100Base-TX y 100Base-FX.

100Base-TX

Cantidad de cables de comunicación usados y conectores similares al 10Base-TX.

Longitud permitida: 100 m.

Uso de cable UTP de categoría cinco o superior.

Transmisión con codificación 4B/5B.

Funcionamiento semidúplex con hubs.

Funcionamiento dúplex con switches.

Codificación Manchester.

100Base-FX

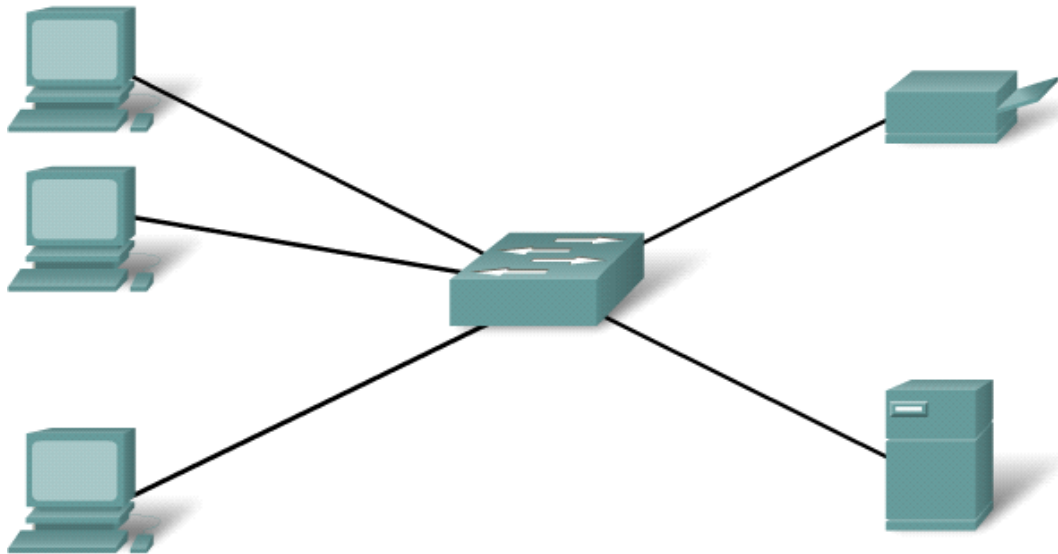
Señalización similar al estándar 100Base-TX pero implementado con fibra óptica.

Longitud de hasta 400 metros en enlaces semidúplex.

Longitud de hasta 2000 metros en enlaces dúplex.

No se usan hubs.

Topología en estrella utilizada con Ethernet 10BASE-T y 100BASE-TX



10.5.3.1 Ethernet de 1000 Mbps

Gigabit Ethernet : 1000 Mbps

Uso de cables UTP, fibra óptica monomodo y fibra óptica multimodo.

Cambios de estado de los bits: tiempo de subida, tiempo de bajada.

Sincronización de la red a través de los bits transmitidos.

Alcance de 100 metros.

Cables de categoría UTP 6.

Ethernet 1000Base-T

Transmisión dúplex por medio del uso de los cuatro pares de hilos del conector.

El cable directo conecta los dispositivos conforme a la distribución 1-1 , 2-2,8-8.

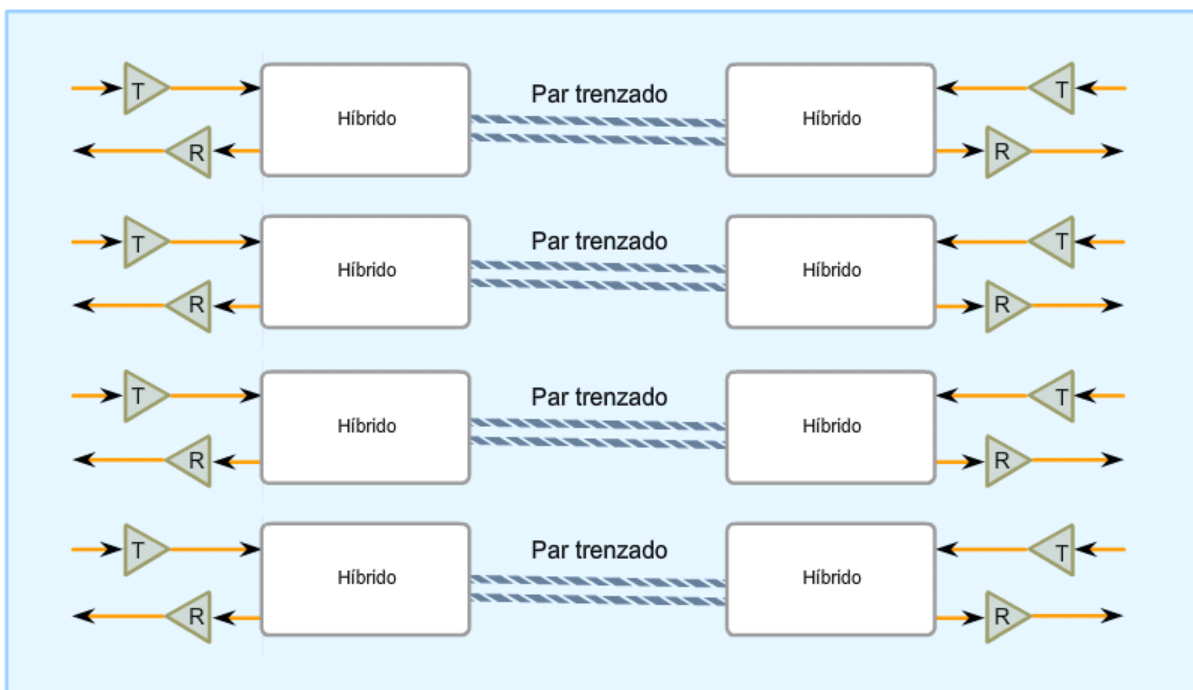
El cable cruzado realiza el entrecruzamiento los conectores terminales conforme a la distribución 1,2 con 3,4, luego 5,6 con 7,8 y así sucesivamente.

Transmite un byte por medio de la representación de símbolos.

Cada par puede realizar la transmisión ó recepción simultáneamente.

Cada par de conductores transporta 250 Mbits. Con esto se logra la transmisión de 1000 Mbps, el receptor debe re-ensamblar los bits.

Circuitos 1000BASE-T



10.5.3.2 Ethernet de 1000 Mbps

Ethernet 1000Base-SX y 1000Base-LX por fibra óptica

Transmisión dúplex por dos hebras de fibras ópticas.
Inmunidad al ruido, aumento de ancho de banda, mayor alcance.

Fibra óptica multimodo: hasta 550 metros.

Fibra óptica monomodo: hasta 10 Km.

Codificación 8B/10B.

Radioenlaces de microondas y satelitales: 3 - 30 Ghz.

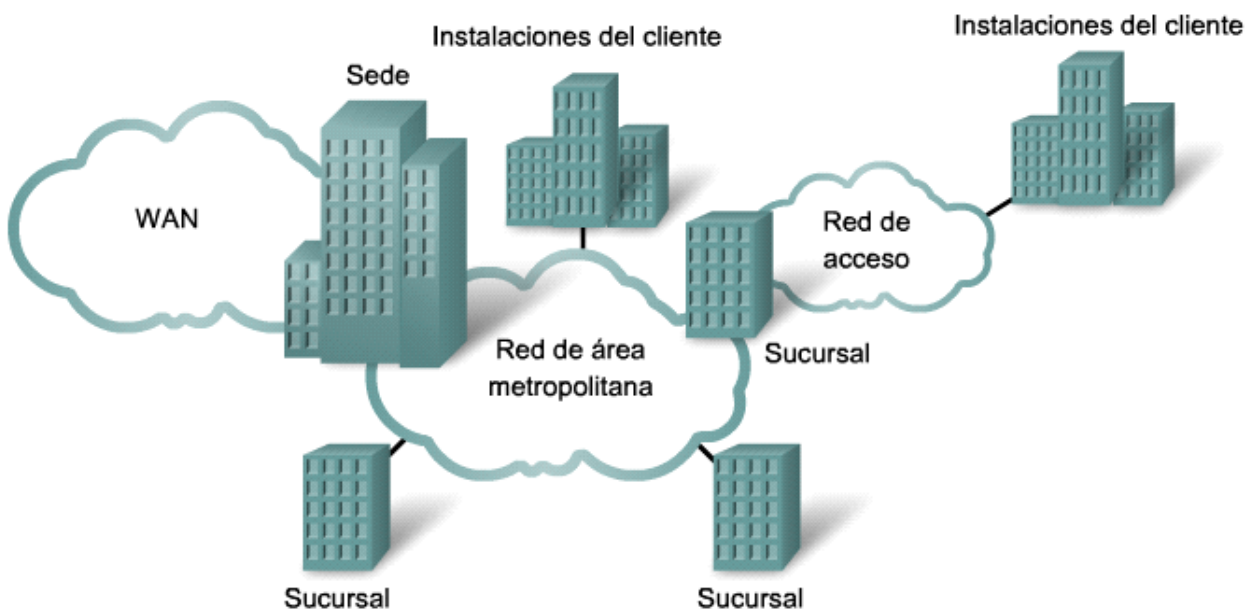
Soporte de enlace de fibra 1000Base-X		
Configuración del enlace	1000Base-SX (850 nm de longitud de onda)	1000Base-LX (1300 nm de longitud de onda)
125/62.5 µm fibra óptica multimodo	Compatible	Compatible
fibra óptica multimodo de 125/50 µm	Compatible	Compatible
fibra óptica monomodo de 125/10 µm	No compatible	Compatible

10.5.4 Ethernet: opciones futuras

Estándar IEEE 802.3ae, Ethernet de 10 Gbps.
Transmisión por fibra óptica.
Formato de la trama similar a Fast Ethernet y a Gigabit Ethernet.
Tiempo de duración del bit: 0,1 ns.
Funcionamiento en el modo full duplex.
Implementado en WAN. Expandible a MAN y WAN.

Futuras velocidades de Ethernet
Velocidades de 40, 100 y 160 Gbit/s.

La trama común Ethernet se puede aplicar a diferentes tipos de red



Ethernet					
8	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama

10.6.1 Ethernet antigua: utilización de hubs

El hub retransmite a todos los dispositivos las señales recibidas desde cualquier host. El uso del hub está limitado a redes con pocos host y con un bajo tráfico.

Escalabilidad

Cada hub que se agrega a la red permite una mayor cantidad de colisiones con la consecuente disminución del ancho de banda.

Latencia

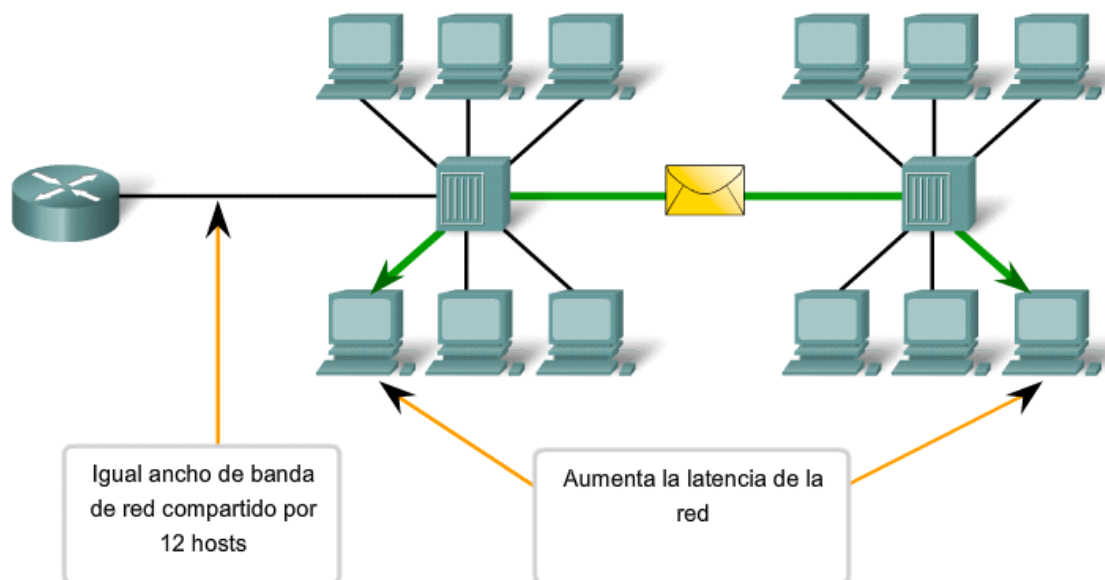
El tiempo de espera de los host para que la red quede libre aumenta debido a la cantidad de retransmisiones.

La extensión de la red por medio de la interconexión de hubs ocasiona demoras en el recorrido de la señal.

Colisiones

El aumento del número de hosts en la red permite que ocurra una mayor cantidad de colisiones en la red y la cantidad de retransmisiones.

Rendimiento deficiente de las LAN basadas en hubs



10.6.2.1 Ethernet: utilización de switches

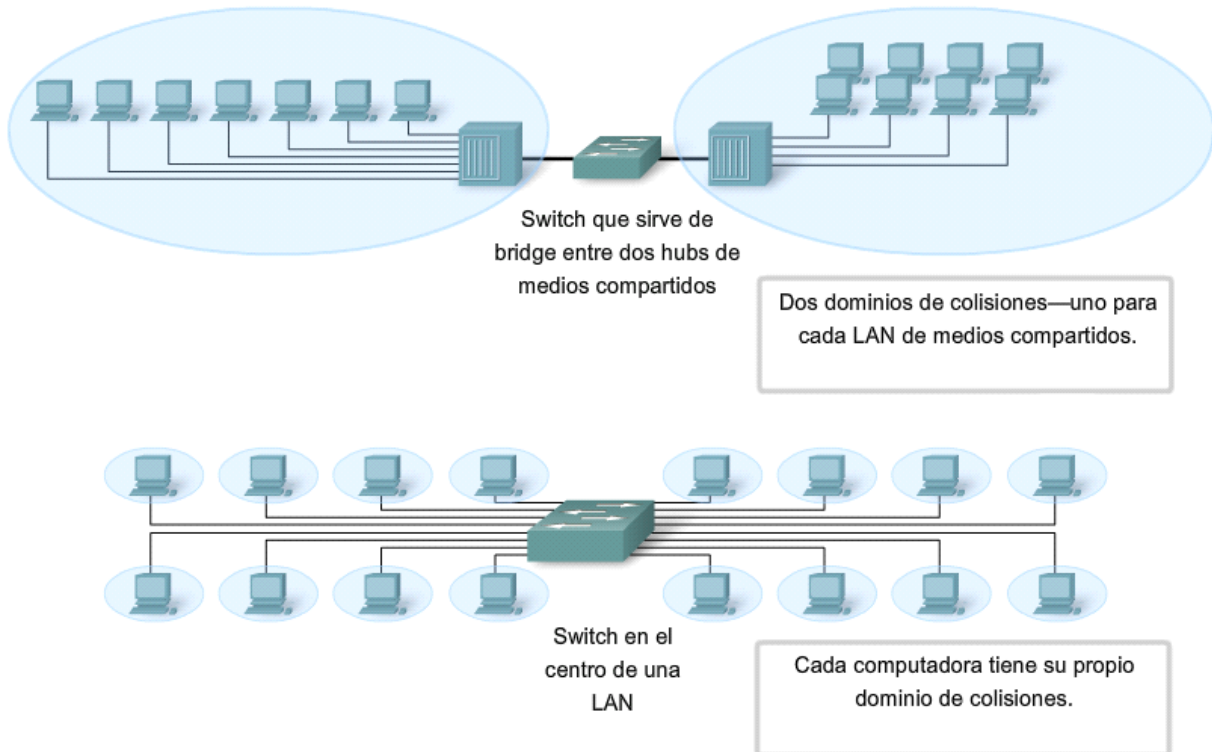
Los switches permiten la segmentación de las LAN en dominios de colisiones.

Cada puerto del switch representa un dominio de colisiones distinto y brinda un ancho de banda completo al nodo o nodos conectados a dicho puerto.

Una LAN puede tener un switch centralizado para la conexión a hubs con su correspondiente hosts. En este caso el ancho de banda está compartido entre los hosts conectados a cada hub. Las colisiones quedan limitadas en cada hub.

Una LAN puede estar estructurada con cada host conectado a un puerto del switch. Cada host tiene su propio dominio de colisiones y un ancho de banda completo.

Usos del switch



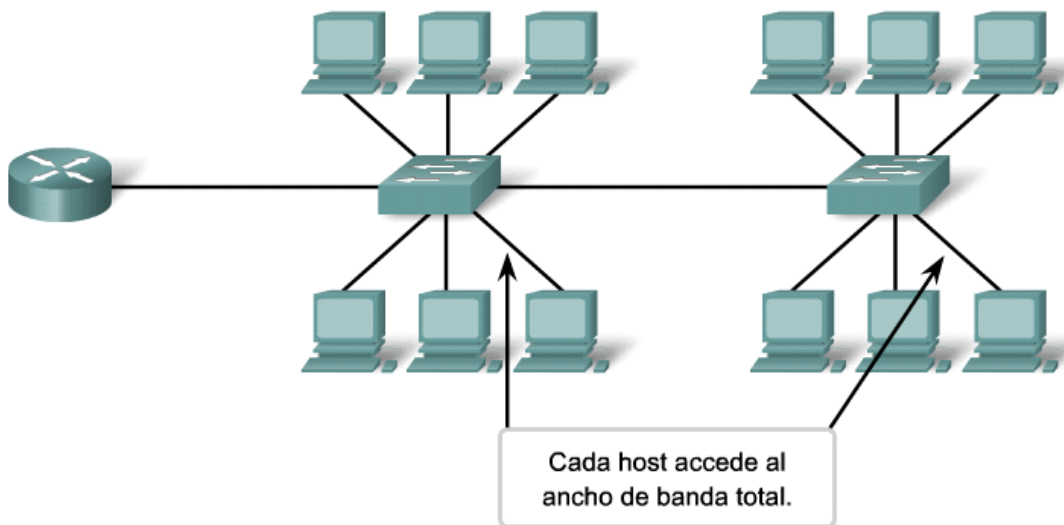
10.6.2.2 Ethernet: utilización de switches

En una LAN en la cual los nodos se conectan directamente al switch el rendimiento de la red aumenta notablemente.

Ancho de banda dedicado

El hub comparte el ancho de banda de la red conforme a la cantidad de nodos conectados a la red. Con el uso del switch, cada nodo conectado directamente a un puerto del switch tiene asignado el ancho de banda completo. No comparte el ancho de banda con los dispositivos conectados a otro puerto del switch.

Características de las LAN basadas en switches



10.6.2.3 Ethernet: utilización de switches

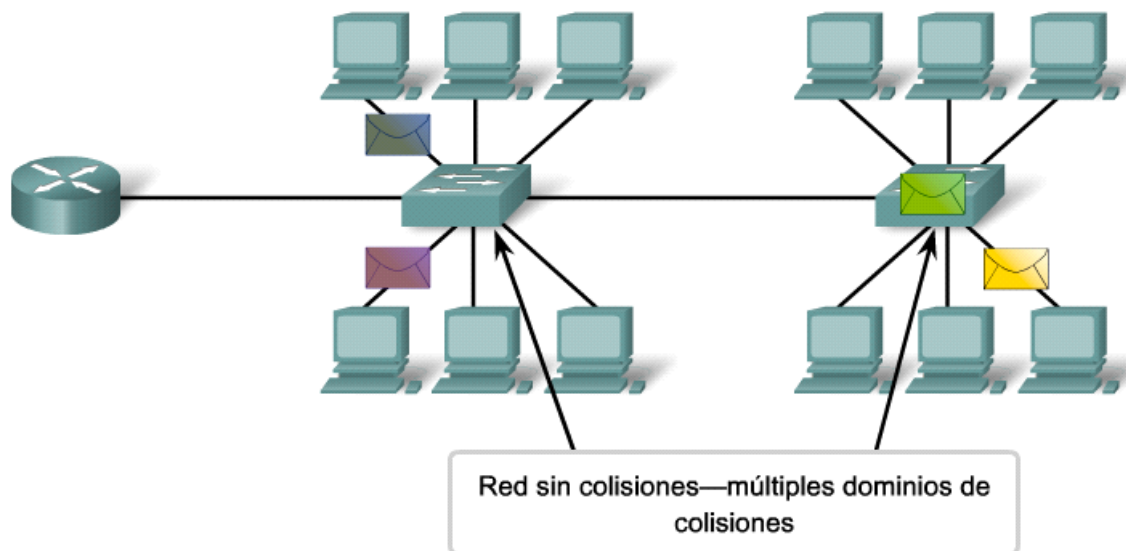
Entorno libre de colisiones

En una red con hubs, aproximadamente entre el 40% y 50% del ancho de banda se consume en colisiones.

En una red con switches en la cual cada nodo se conecta a una puerta del switch, cada nodo tiene acceso casi al 100 % del ancho de banda.

Es un entorno casi libre de colisiones.

Características de las LAN basadas en switches

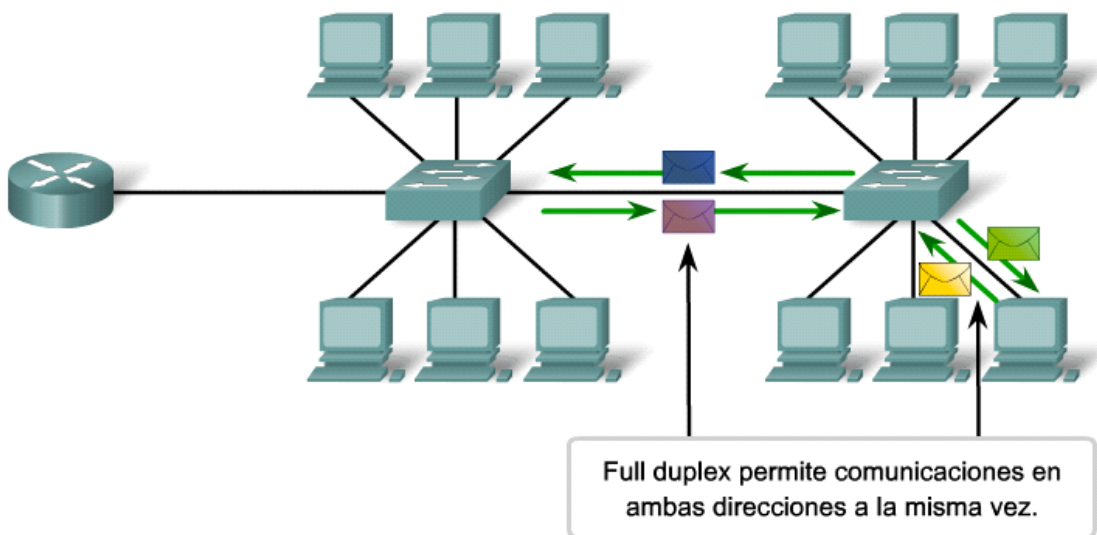


10.6.2.4 Ethernet: utilización de switches

Operación full dúplex

Con el uso de hubs solo es posible la transmisión ó recepción de tramas, modo semidúplex. Con el uso de switches, cada nodo puede transmitir y recibir tramas simultáneamente, ocupando el ancho de banda disponible, sin colisiones.

Características de las LAN basadas en switches



Uso de switches en lugar de hubs

- Disponibilidad: los switches comenzaron a ser utilizados desde mediados de 1995. Las primeras redes funcionaron con hubs y continúan funcionando con dichos equipos hasta la fecha.
- Costo: Los primeros switches tuvieron un precio elevado, sin embargo el precio ha ido decreciendo.
- Requisitos: algunas redes tienen pocos nodos, tráfico bajo y acceso a pocas aplicaciones, no necesitan la actualización de la red

10.6.2.5 Ethernet: utilización de switches

Uso de switches en lugar de hubs

- Disponibilidad: los switches comenzaron a ser utilizados desde mediados de 1995. Las primeras redes funcionaron con hubs y continúan funcionando con dichos equipos hasta la fecha.
- Costo: Los primeros switches tuvieron un precio elevado, sin embargo el precio ha ido decreciendo.
- Requisitos: las primeras redes tenían pocos nodos, tráfico bajo y acceso a pocas aplicaciones, no necesitan la actualización de la red. Inicialmente un hub era suficiente.
- Las aplicaciones interactivas de la actualidad, el alto flujo de tráfico y el incremento de nodos y redes motivo el uso de switches .

10.6.3.1 Switches: Re-envío selectivo

Los switches Ethernet re-envían tramas selectivamente desde un puerto receptor hasta un puerto de destino donde está conectado el nodo de destino.

Este intercambio directo de información entre el nodo emisor y el nodo receptor presenta una conexión punto a punto entre ambos nodos, conexión que tiene duración solamente durante el tiempo de transferencia de la trama.

Durante este tiempo de transferencia de la trama, los dos nodos tienen una conexión de ancho de banda completo y representan una conexión lógica punto a punto.

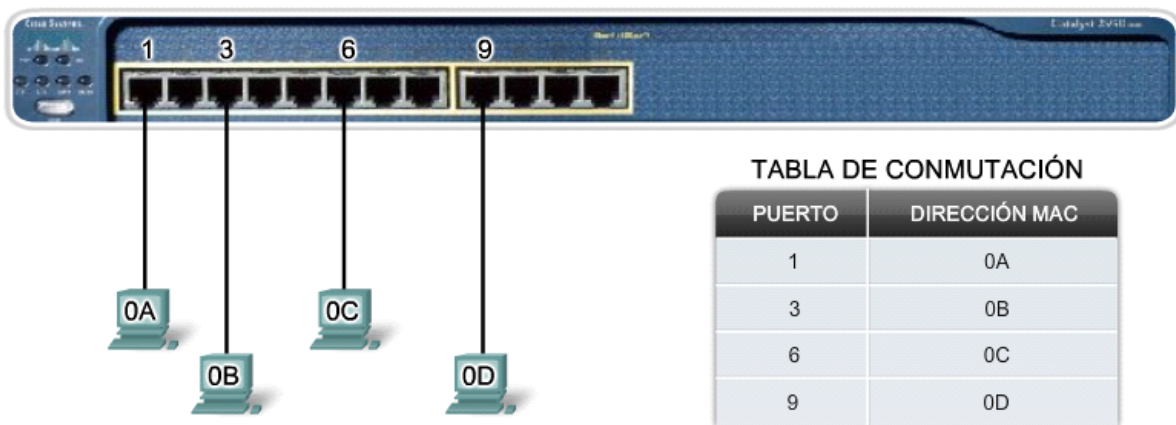
Esta conexión temporal no se establece de manera simultánea en ambos sentidos.

El intercambio de información entre los nodos se produce por medio de un proceso de almacenamiento y retransmisión.

Con la conmutación de almacenamiento y retransmisión, el switch recibe toda la trama, verifica la FCS y lo reenvía al puerto para el nodo correspondiente de destino.

Debido a que los nodos no tienen que esperar los medios de comunicación estén inactivos para el envío de una trama, los nodos pueden enviar a la velocidad completa del medio sin pérdidas debido a las colisiones

Switches: reenvío selectivo



TRAMA 1	Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Relleno	CRC
		0C	0A				
TRAMA 2	Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Relleno	CRC
		0C	0D				

10.6.3.2 Switches: Re-envío selectivo

Re-envío por la MAC de destino

El switch mantiene una tabla, denominada tabla MAC, que hace coincidir la dirección MAC de destino con el puerto utilizado para conectarse con un nodo.

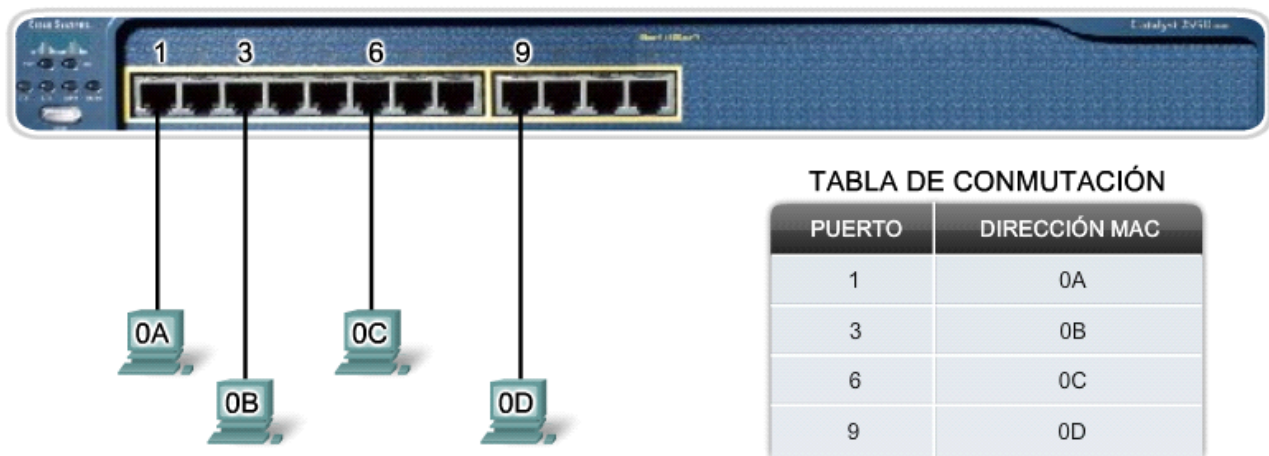
Para cada trama entrante, la dirección MAC de destino se compara con el listado de direcciones de la tabla MAC.

Si se produce una coincidencia en la tabla, la trama se re-envía al número de puerto asociado con la MAC de destino.

La tabla MAC se denomina también tabla de switch o la denominación más antigua es tabla de puente.

Los puentes son dispositivos que fueron utilizados las primeras redes para la separación de redes y luego fueron sustituidos por los switches.

Switches: reenvío selectivo

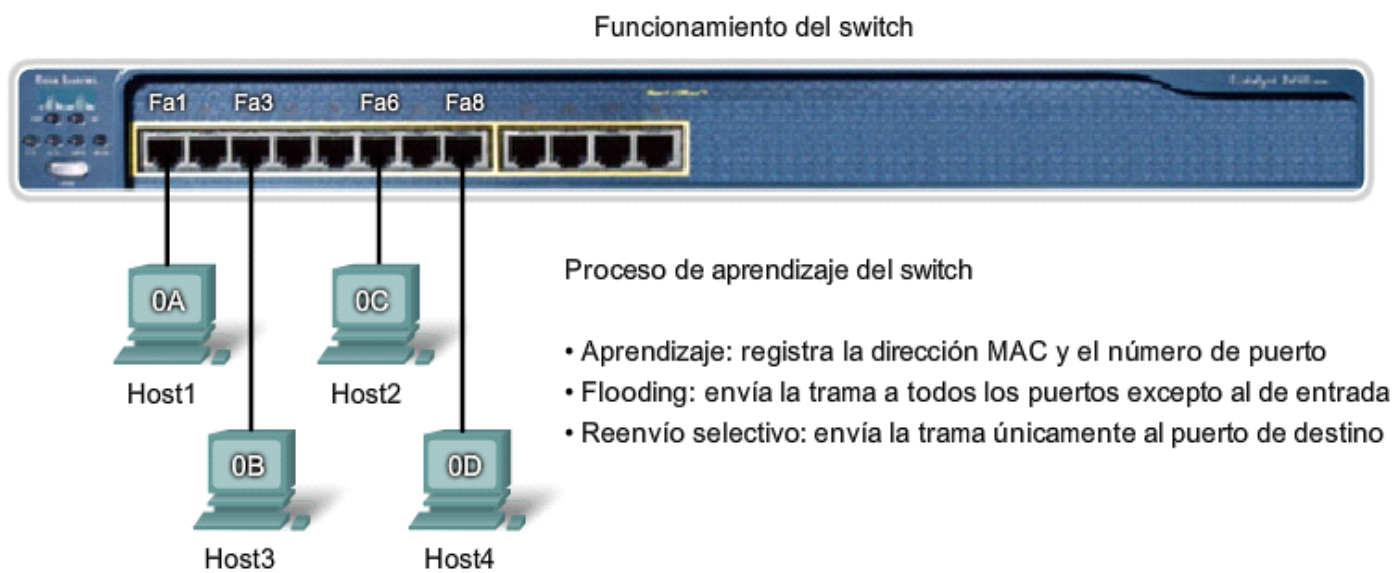


TRAMA 1	Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Relleno	CRC
		0C	0A				
TRAMA 2	Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Relleno	CRC
		0C	0D				

10.6.3.3 Switches: Re-envío selectivo

Los switches realizan cinco operaciones para el cumplimiento de su finalidad.

- Aprendizaje.
- Actualización.
- Saturación.
- Re-envío selectivo.
- Filtrado.



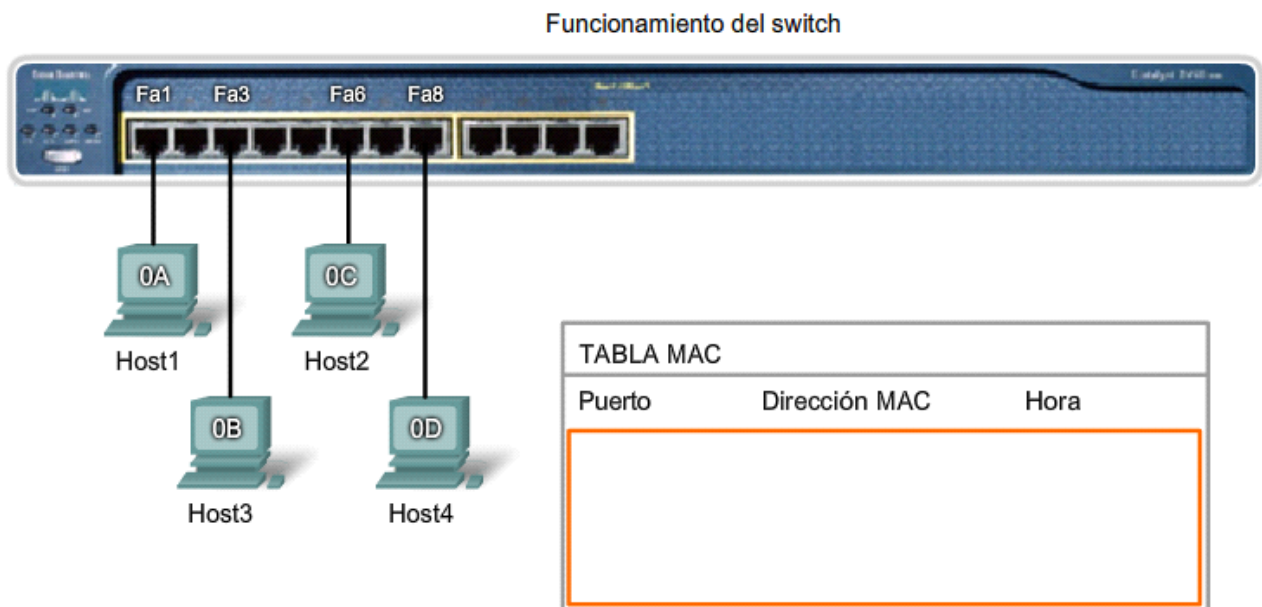
10.6.3.4 Switches: Re-envío selectivo

Aprendizaje

La tabla MAC debe ser completada con las direcciones MAC y los números de puertos correspondientes. Este proceso de relacionamiento se asigna dinámicamente durante el funcionamiento normal del switch.

A medida que cada trama ingresa al switch, la dirección MAC de origen es analizada por el switch. Mediante un proceso de búsqueda, el switch determina si la tabla ya contiene una entrada para esa dirección MAC.

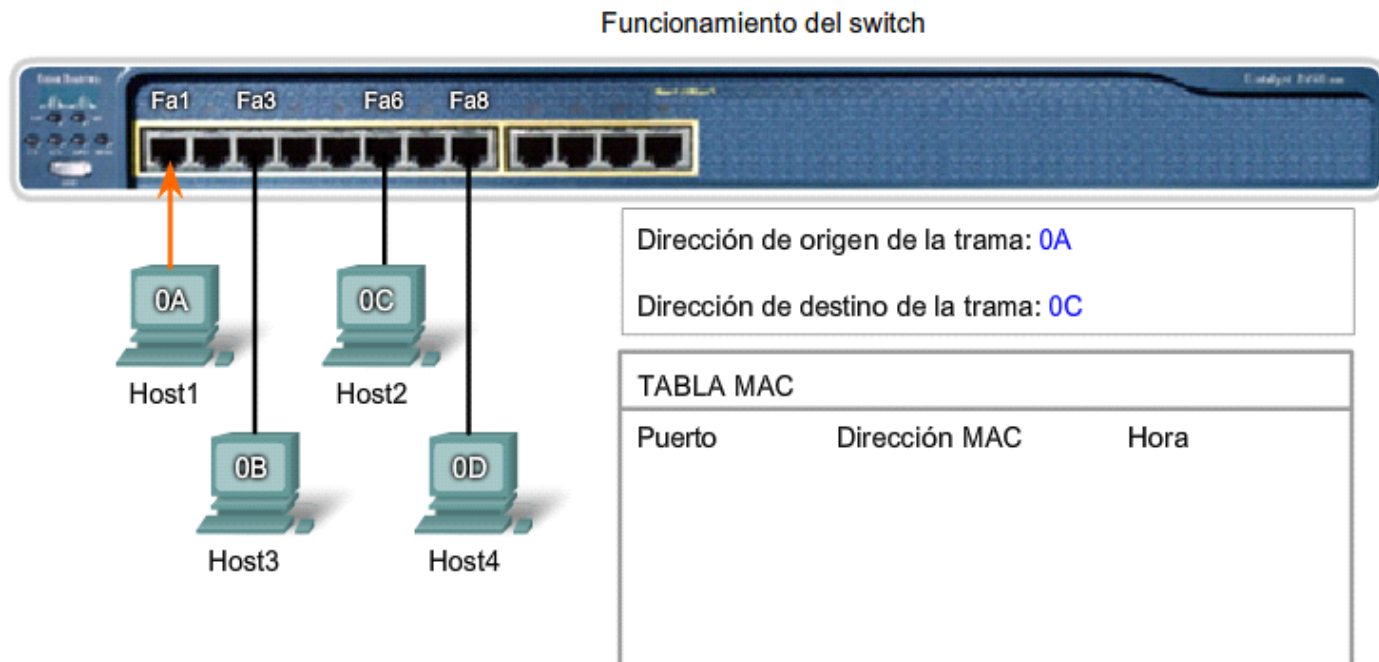
Si no existe ninguna entrada para esa dirección MAC, el switch crea una nueva entrada en la tabla con la dirección MAC de origen y el número de puerto del switch. Con esta asignación el switch puede re-enviar las tramas a este nodo.



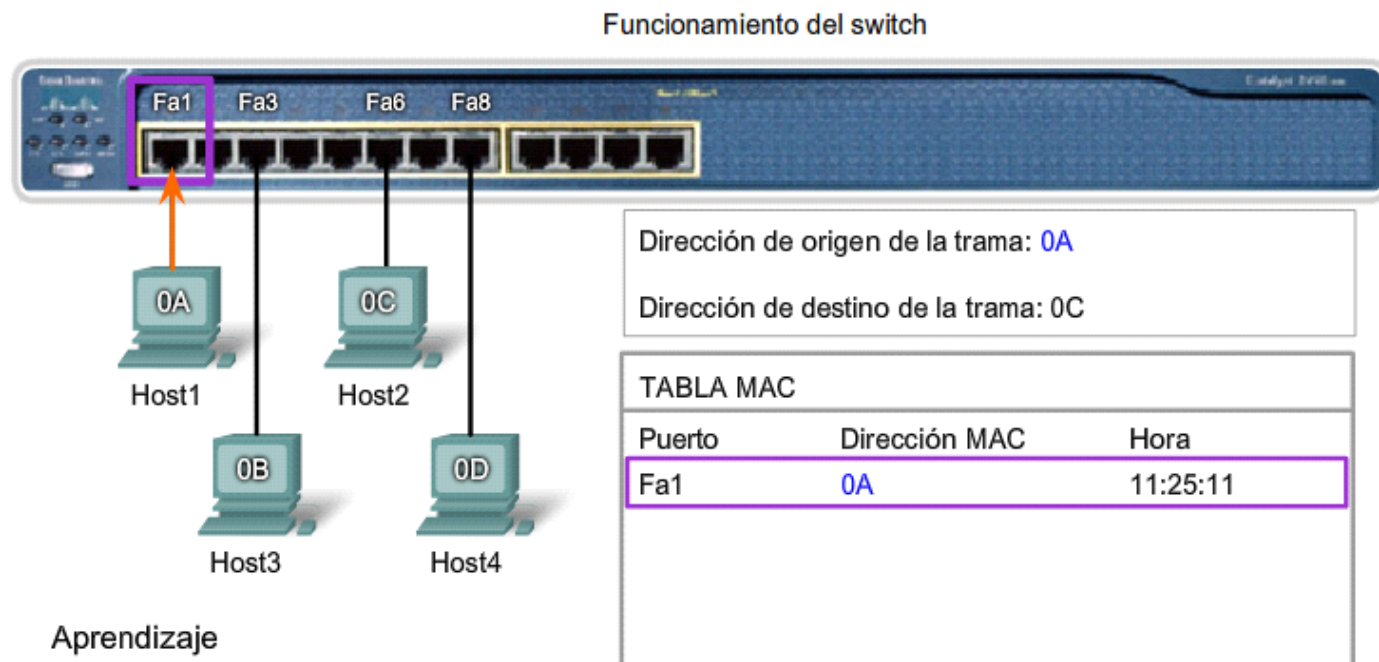
Al iniciar el switch, la tabla de direcciones MAC está vacía.

10.6.3.5 Switches: Re-envío selectivo

Aprendizaje



El Host1 envía datos al Host2. La trama enviada contiene una dirección MAC de origen y una dirección MAC de destino.



Aprendizaje

El switch lee la dirección MAC de origen, 0A, de la trama recibida en el puerto Fa1 y la almacena en la tabla de direcciones MAC para utilizarla en el reenvío de tramas al Host1.

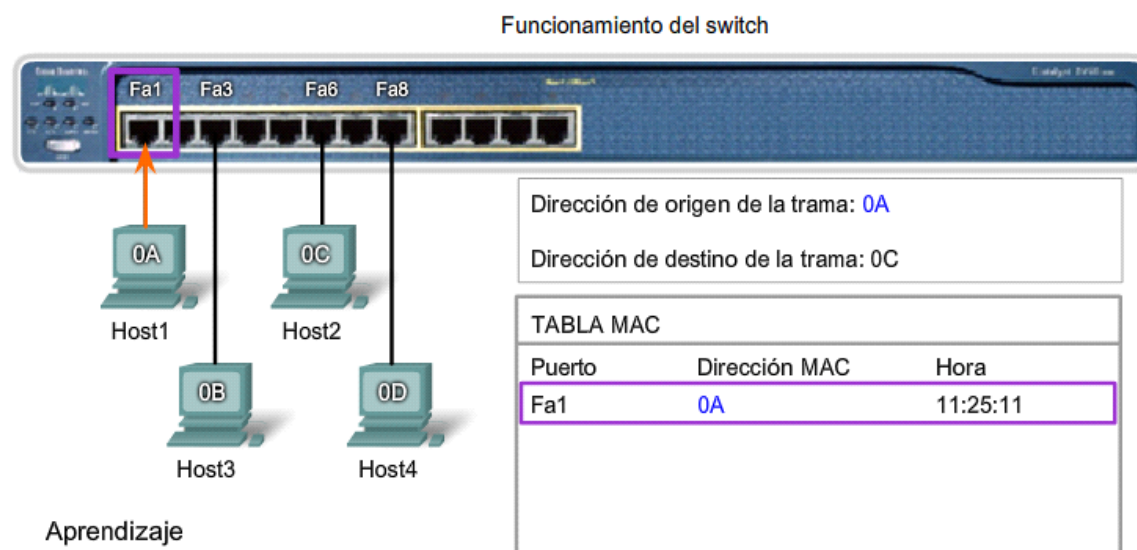
10.6.3.6 Switches: Re-envío selectivo

Actualización

Las entradas a la tabla que han sido aprendidas por el procedimiento de aprendizaje tienen una marca horaria.

Después de haberse creado una entrada en la tabla MAC empieza un proceso regresivo hasta llegar a una cuenta de cero para la eliminación de las entradas antiguas en la tabla.

La tabla vuelve a actualizarse cada vez que el switch recibe una entrada por ese nodo.



Aprendizaje

El switch lee la dirección MAC de origen, 0A, de la trama recibida en el puerto Fa1 y la almacena en la tabla de direcciones MAC para utilizarla en el reenvío de tramas al Host1.

10.6.3.7 Switches: Re- envío selectivo

Saturación

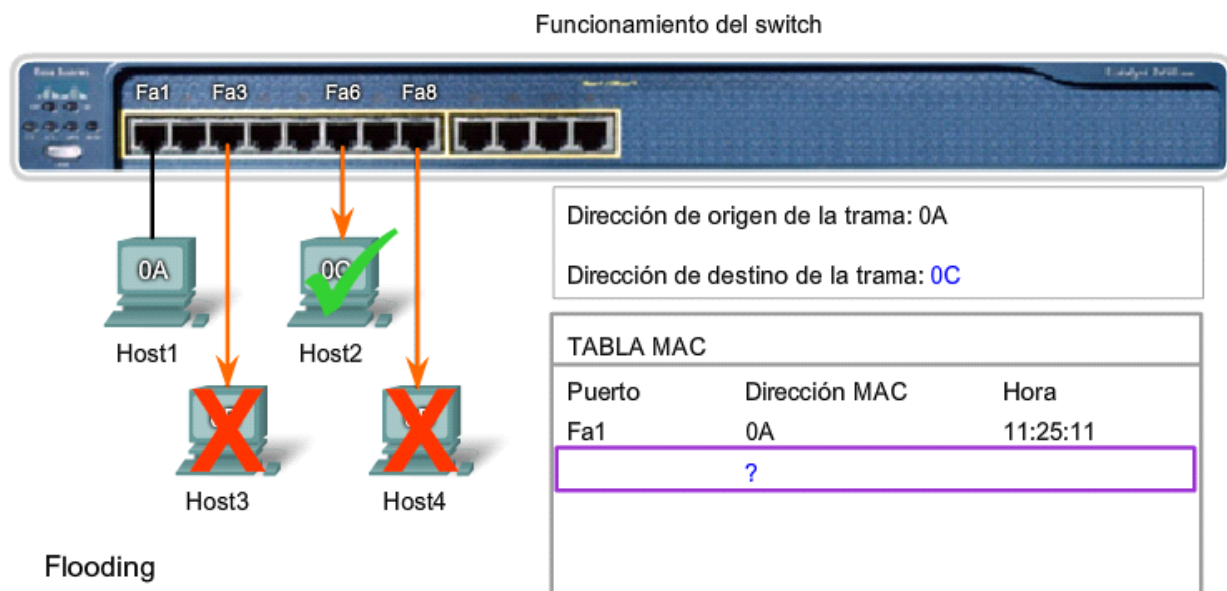
Si el switch desconoce la dirección de destino de la trama porque no figura en la tabla MAC, el switch re-envía la trama a todos los puertos, excepto al puerto por donde ingresó la trama.

Este proceso se denomina saturación o inundación o difusión (broadcast).

El switch no re-envía la trama por el puerto por donde ingresó la trama, porque el nodo de destino ya habría recibido la trama en ese caso.

Cuando el nodo de destino responde, el switch aprende la dirección del nodo y lo agrega en la tabla MAC.

Cuando una trama llega al switch y el switch ya aprendió la dirección del nodo de destino, la trama se re-envía únicamente al puerto correspondiente.



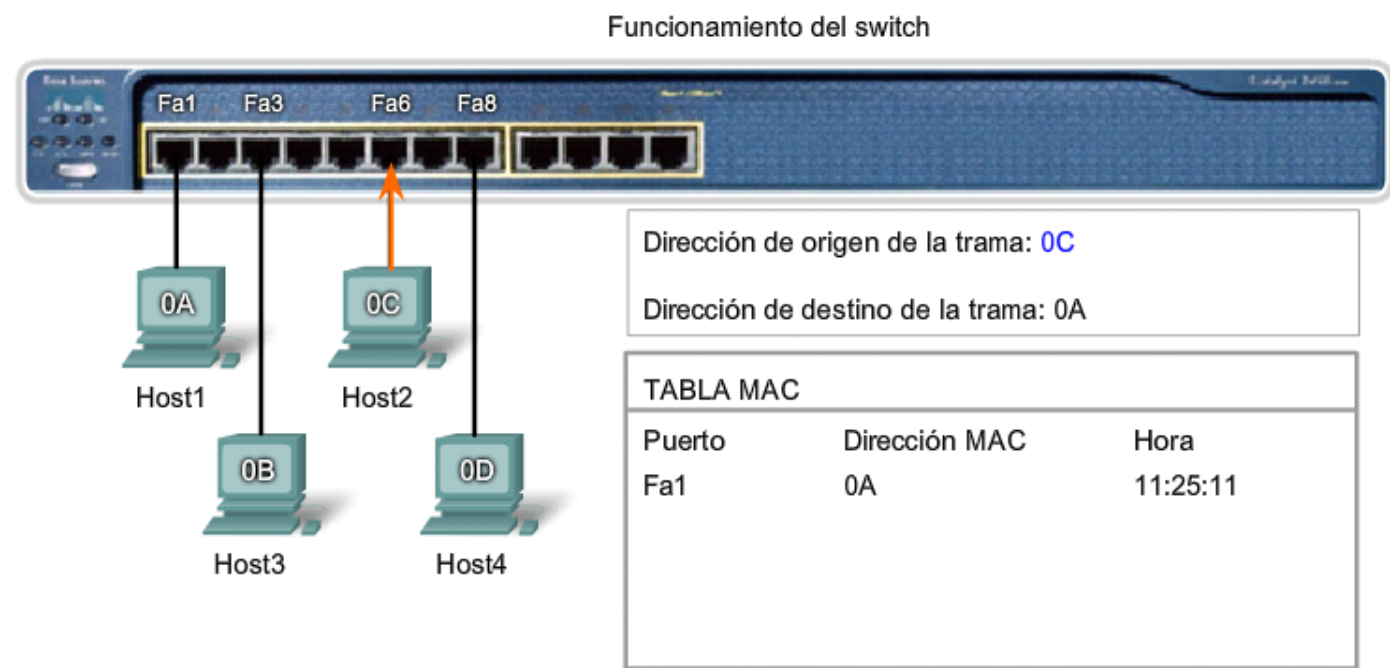
Flooding

La dirección MAC de destino, 0C, no está en la tabla MAC. El switch inunda la trama desde todos los puertos excepto Fa1, el puerto del emisor. Host3 y Host4 la reciben, pero la dirección que está en la trama no coincide con sus direcciones MAC. Descartan la trama. La dirección MAC de destino en la trama coincide con Host2 y éste acepta la trama.

10.6.3.8 Switches: Re-envío selectivo

Re-envío selectivo

El equipo terminal de datos de destino contesta la trama recibida.



Host2 le envía a Host1 una trama que contiene una respuesta. La dirección de origen en la trama es la dirección MAC de Host2. La dirección de destino en la trama coincide con la dirección MAC de Host1.

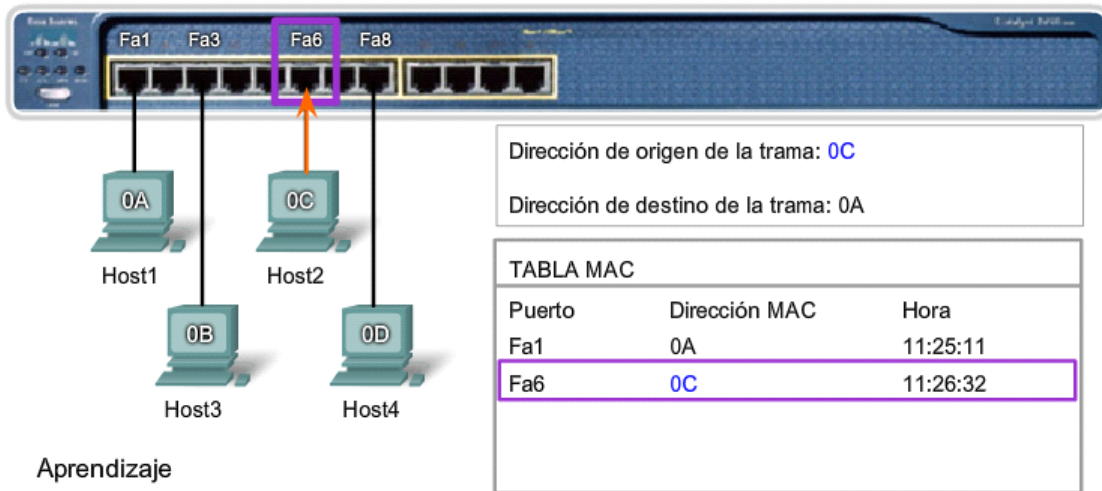
10.6.3.9 Switches: Re-envío selectivo

Re-envío selectivo

El equipo terminal de datos de destino contesta la trama recibida.

El puerto del switch completa la tabla MAC la respuesta procedente del dispositivo receptor.

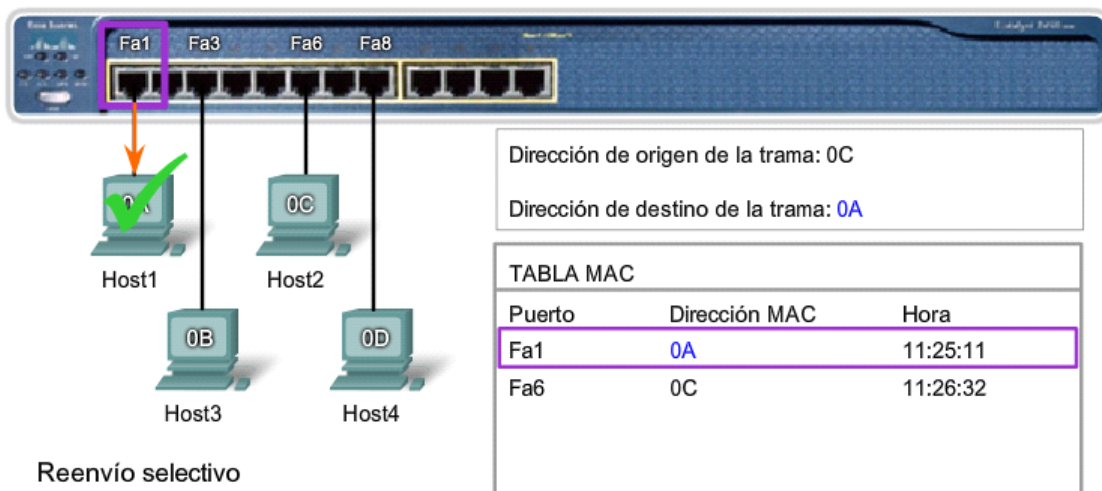
Funcionamiento del switch



El switch registra en su tabla MAC las direcciones MAC y los números de puertos de ambos equipos terminales de datos.

Después que el switch haya aprendido completado en su tabla MAC las direcciones MAC con los números de puertos asociados, las tramas siguientes lo envía únicamente hacia el nodo de destino sin difusión múltiple hacia los demás puertos.

Funcionamiento del switch



10.6.3.10 Switches: Re-envío selectivo

Filtrado

Algunos tramas no son re-enviadas al nodo de destino debido a:

- Tramas incorrectas con longitud inferior a la longitud mínima de caracteres.
- Tramas con el CRC incorrecto.
- La trama no se re-envía al puerto de procedencia.
- Bloqueo intencional del tráfico hacia un determinado equipo terminal de datos.

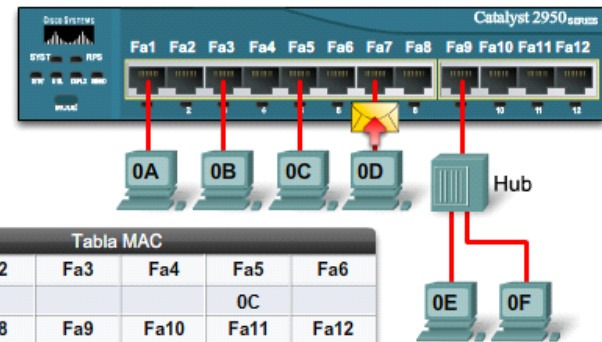
10.6.4.1 Ethernet: comparación de hubs y switches

Ejemplo de transferencia de tramas en un switch

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	0E	0D			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
				0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
		0E			

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fa1 | <input type="checkbox"/> Fa4 | <input type="checkbox"/> Fa7 | <input type="checkbox"/> Fa10 |
| <input type="checkbox"/> Fa2 | <input type="checkbox"/> Fa5 | <input type="checkbox"/> Fa8 | <input type="checkbox"/> Fa11 |
| <input type="checkbox"/> Fa3 | <input type="checkbox"/> Fa6 | <input type="checkbox"/> Fa9 | <input type="checkbox"/> Fa12 |

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

- ☐ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.
- ☐ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

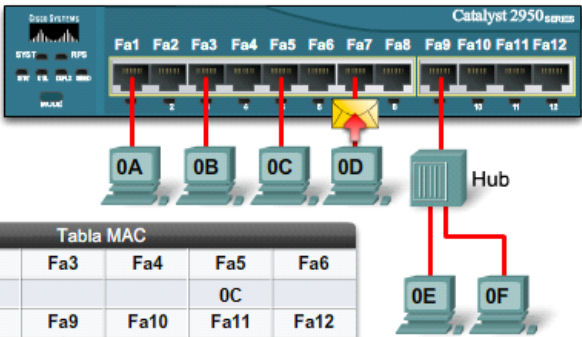
10.6.4.2 Ethernet: comparación de hubs y switches

Respuesta.

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	0E	0D			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
				0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
		0E			

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

☐ Fa1

☐ Fa2

☐ Fa3

☐ Fa4

☐ Fa5

☐ Fa6

☐ Fa7

☒ Fa9

☐ Fa10

☐ Fa11

☐ Fa12

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

☒ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.

☐ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.

☒ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.

☐ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.

☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

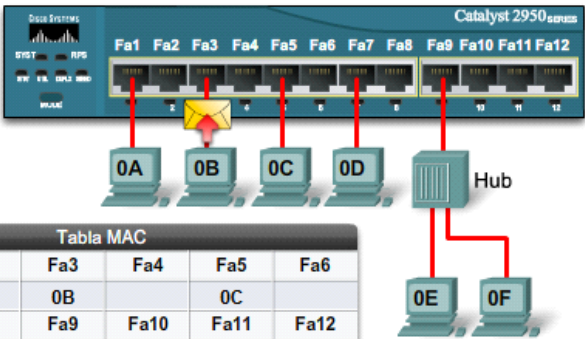
10.6.4.3 Ethernet: comparación de hubs y switches

Ejemplo de transferencia de tramas en un switch

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	0A	0B			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
		0B		0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
0D					

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

☐ Fa1

☐ Fa4

☐ Fa7

☐ Fa10

☐ Fa2

☐ Fa5

☐ Fa8

☐ Fa11

☐ Fa3

☐ Fa6

☐ Fa9

☐ Fa12

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

☐ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.

☐ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.

☐ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.

☐ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.

☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

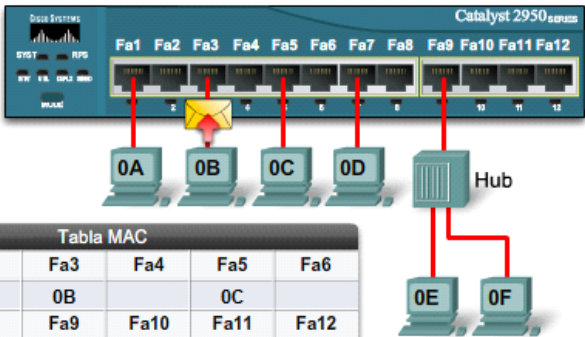
10.6.4.4 Ethernet: comparación de hubs y switches

Respuesta.

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	0A	0B			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
		0B		0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
0D					

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

- ☒ Fa1
- ☐ Fa4
- ☒ Fa7
- ☐ Fa10
- ☐ Fa2
- ☒ Fa5
- ☐ Fa8
- ☐ Fa11
- ☐ Fa3
- ☐ Fa6
- ☒ Fa9
- ☐ Fa12

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

- ☐ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.
- ☐ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.
- ☒ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

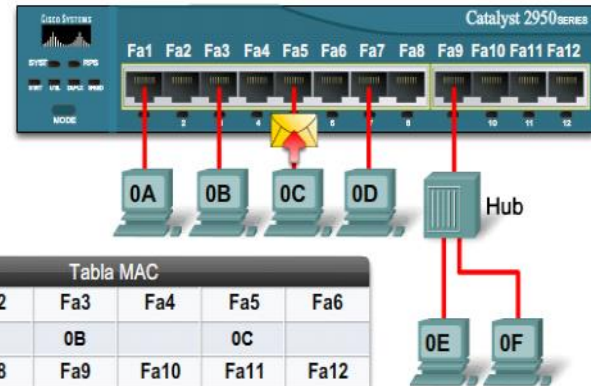
10.6.4.5 Ethernet: comparación de hubs y switches

Ejemplo de transferencia de tramas en un switch

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	FF	0C			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
0A		0B		0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fa1 | <input type="checkbox"/> Fa4 | <input type="checkbox"/> Fa7 | <input type="checkbox"/> Fa10 |
| <input type="checkbox"/> Fa2 | <input type="checkbox"/> Fa5 | <input type="checkbox"/> Fa8 | <input type="checkbox"/> Fa11 |
| <input type="checkbox"/> Fa3 | <input type="checkbox"/> Fa6 | <input type="checkbox"/> Fa9 | <input type="checkbox"/> Fa12 |

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

- ☐ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.
- ☐ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

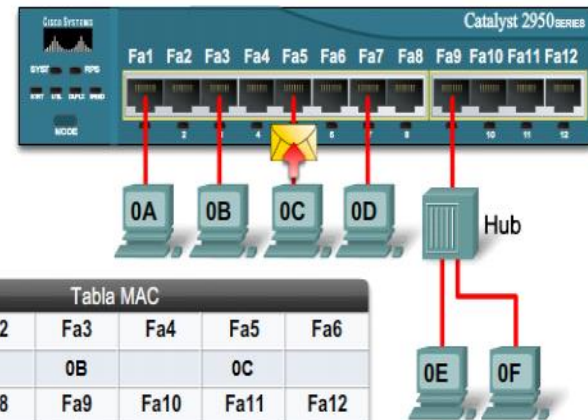
10.6.4.6 Ethernet: comparación de hubs y switches

Respuesta.

Actividad

Determine el modo en que el switch envía una trama según las direcciones MAC de origen y de destino y la información en la tabla MAC del switch.

Conteste las preguntas a continuación utilizando la información provista.



Preámbulo	MAC de destino	MAC de origen	Tipo de longitud	Datos encapsulados	Final de la trama
	FF	0C			

Tabla MAC					
Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6
0A		0B		0C	
Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12

1. ¿Adónde reenvía el switch la trama?

- ☒ Fa1 ☐ Fa4 ☒ Fa7 ☐ Fa10
☐ Fa2 ☐ Fa5 ☐ Fa8 ☐ Fa11
☒ Fa3 ☐ Fa6 ☒ Fa9 ☐ Fa12

2. Cuando el switch reenvía la trama, ¿qué afirmaciones son verdaderas?

- ☐ El switch agrega la dirección MAC de origen a la tabla MAC.
- ☒ La trama es una trama de broadcast y se reenvía a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se envía sólo a un puerto específico.
- ☐ La trama es una trama de unicast y se distribuye por saturación a todos los puertos.
- ☐ La trama es una trama de unicast, pero se descarta en el switch.

10.7.1.1 El proceso de ARP. Correspondencia de direcciones IP a direcciones MAC.

Las funciones básicas del protocolo ARP son:

- Resolución de direcciones IPv4 a direcciones MAC.
- Mantenimiento de una tabla de correspondencias en una memoria.

Resolución de direcciones IPv4 a direcciones MAC

Una trama se coloca en los medios de transmisión cuando el dispositivo emisor contenga la dirección MAC del host de destino.

Cuando se envía un paquete a la capa de Enlace de Datos, el nodo consulta su tabla para determinar si en su tabla ARP existe la dirección IP del host de destino y la dirección MAC del host de destino.

Esta información se almacena en la tabla ARP, localizado en la memoria RAM del computador.

Tabla ARP de un host

Dirección IP	Dirección MAC	Marca horaria
--------------	---------------	---------------

En caso que el host emisor no contenga la dirección MAC del host receptor, el host emisor debe iniciar un proceso de determinación de la dirección MAC del host receptor.

El host receptor puede estar ubicado en la misma red del host emisor o en una red diferente.

10.7.1.2 Determinación de la red de destino de un paquete

Un host conoce su dirección de red por medio de la operación AND de su dirección IP y su máscara de subred.

Un host determina si el host de destino está ubicado en la misma red local del emisor o en una red remota por medio de la operación AND entre la IP de destino y la máscara de subred del host emisor.

Host de destino en la misma red local del emisor

Comunicación entre el host PC0 y PC3 por medio de una PDU sencilla.

PC0 determina su red por medio de la operación AND con su máscara.

IP de PC0 : 192.168.1.1

Máscara de subred: 255.255.255.0

Operación AND: 192.168.1.0

PC0 determina la red del host de destino de PC3

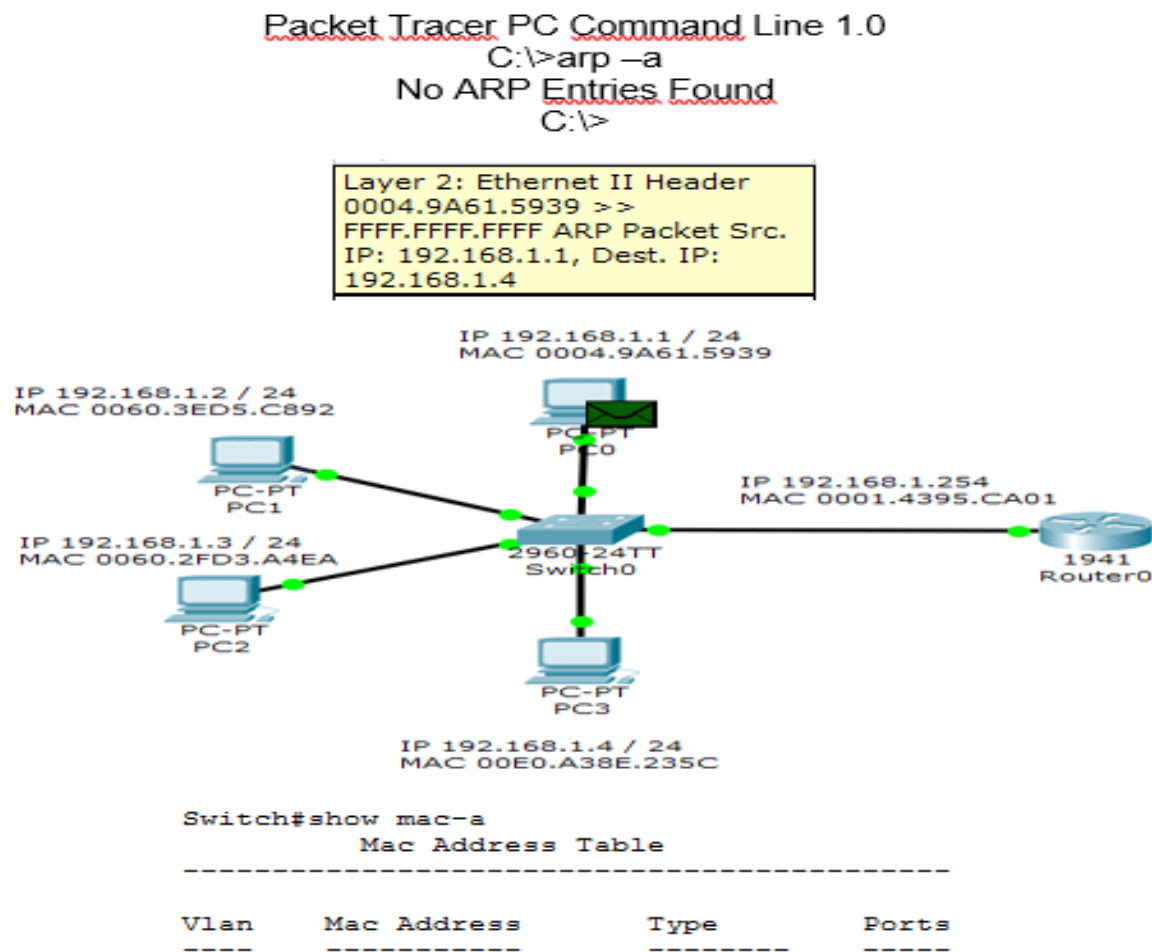
IP de PC3: 192.168.1.4

Máscara de subred: 255.255.255.0

Operación AND: 192.168.1.0

10.7.1.3 Hosts emisor y de destino en la misma red

El host emisor envía un mensaje de solicitud por medio del protocolo ARP en el modo de difusión (broadcast) a todos los dispositivos conectados a la red local, incluido a la puerta de enlace predeterminada o gateway del enrutador.

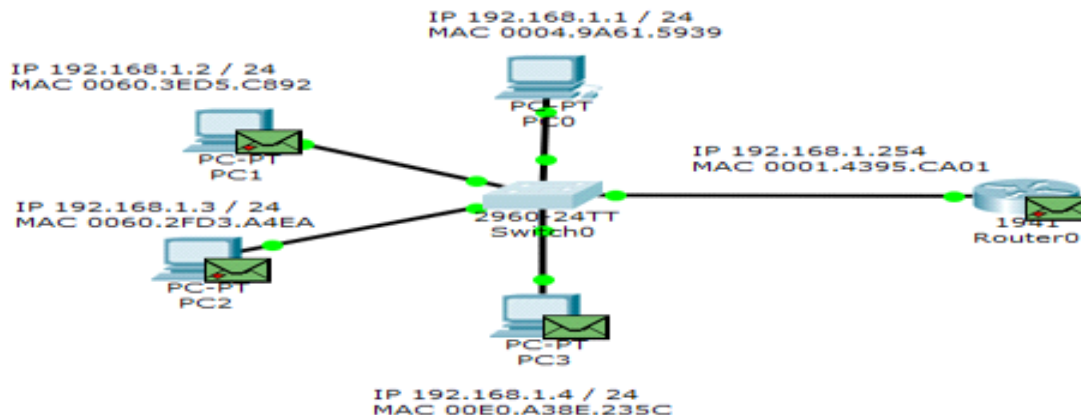


10.7.1.4 Hosts emisor y receptor en la misma red

El host receptor, al cual está destinado la solicitud, almacena en su tabla ARP la dirección IP y MAC del host emisor de la solicitud.

Es probable que exista un intercambio de información o tráfico entre el host emisor de la consulta y el host receptor de la consulta.

El enrutador, en su interface de la puerta de enlace predeterminada o gateway, aprende las direcciones IP y MAC del host emisor de la consulta. Este proceso de aprendizaje se repite con todos los mensajes de difusión que se presentan en la red local.



Layer 2: Ethernet II Header
0004.9A61.5939 >>
FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src.
IP: 192.168.1.1, Dest. IP:
192.168.1.4

Layer 2: Ethernet II Header
00E0.A38E.235C >>
0004.9A61.5939 ARP Packet
Src. IP: 192.168.1.4, Dest. IP:
192.168.1.1

Switch>show mac-a

Mac Address Table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0004.9a61.5939	DYNAMIC	Fa0/2
1	00e0.a38e.235c	DYNAMIC	Fa0/5

10.7.1.5 El proceso de ARP. Correspondencia de direcciones IP a direcciones MAC.

Creación de la trama

Cuando la capa de Enlace de Datos recibe de las capas superiores una solicitud para el envío de un mensaje a un dispositivo con una dirección IP de destino dada, busca en su tabla la existencia de la correspondencia entre IP y MAC.

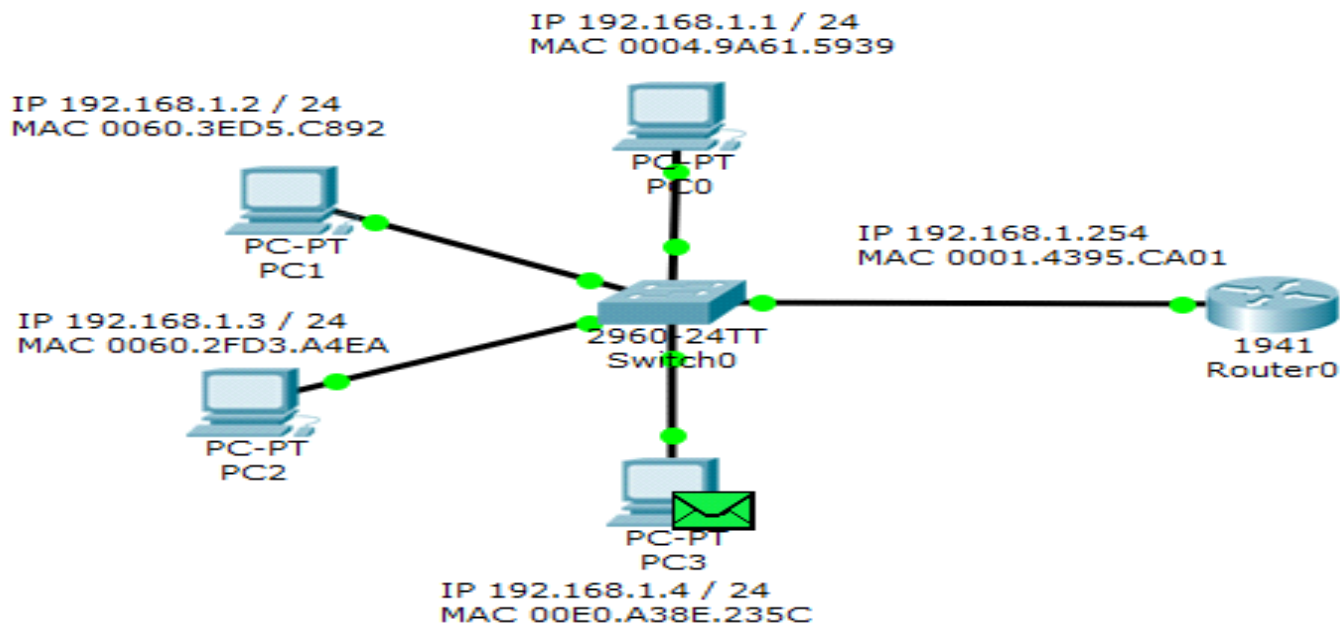
En caso que no tenga esta información, se genera un proceso ARP en la cual se envía un mensaje de difusión en la cual se le solicita al IP de destino que conteste con su dirección MAC.

En caso que se reciba la respuesta, se encapsula el mensaje con la dirección MAC de destino para ser enviada.

En caso que no se reciba respuesta alguna, el mensaje se descarta y se informa a la aplicación correspondiente por medio de un mensaje de error ICMP.

10.7.1.6 Hosts emisor y receptor en la misma red

Envío de un mensaje de prueba ICMP desde PC0 hasta PC3.



Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.1.1, Dest. IP: 192.168.1.4 ICMP Message Type: 8
Layer 2: Ethernet II Header 0004.9A61.5939 >> 00E0.A38E.235C
Layer 1: Port FastEthernet0



Layer 3: IP Header Src. IP: 192.168.1.4, Dest. IP: 192.168.1.1 ICMP Message Type: 0
Layer 2: Ethernet II Header 00E0.A38E.235C >> 0004.9A61.5939
Layer 1: Port(s): FastEthernet0

10.7.1.7 Tabla de ARP

Mantenimiento de la tabla ARP

La tabla ARP se mantiene dinámicamente. El tiempo de expiración de un contenido depende del sistema operativo y puede variar entre 2 minutos y 20 minutos aproximadamente.

El nodo puede registrar los valores de IP con la dirección MAC por medio de la información proveniente de la red, la cual es compartida con otros usuarios.

Otra forma de registro de estos valores es por medio de un mensaje de difusión (broadcast) enviado a los demás dispositivos con quienes comparte la red. El emisor pregunta al dispositivo destinatario que conteste con su dirección MAC.

La tabla dinámica del ARP tiene una marca horaria. Si un dispositivo no recibe la misma información dentro del plazo establecido, esta correspondencia IP-MAC es borrado de la memoria.

También es posible el ingreso de valores IP-MAC manualmente. Estos valores no caducan en el tiempo, en consecuencia deben ser eliminados manualmente cuando dejan de ser usados.

10.7.2.1 El proceso ARP: destinos fuera de la red local

Un host emisor debe enviar tráfico hacia un host receptor ubicado en otra red.

El host emisor envía un mensaje ARP de difusión en su red local con la dirección IP del host receptor.

El enrutador detecta que la dirección IP de destino no le corresponde a la red local.

La detección del tráfico hacia otra red lo hace por medio de la operación AND entre la dirección IP de destino y la máscara de la red local de la puerta de enlace predeterminada o gateway.

Ejemplo de un mensaje desde PC0 hasta PC3, donde el emisor es PC0.

El enrutador determina que el tráfico está dirigido a la red local.

IP PC0: 192.168.1.1

Máscara de PC0: 255.255.255.0

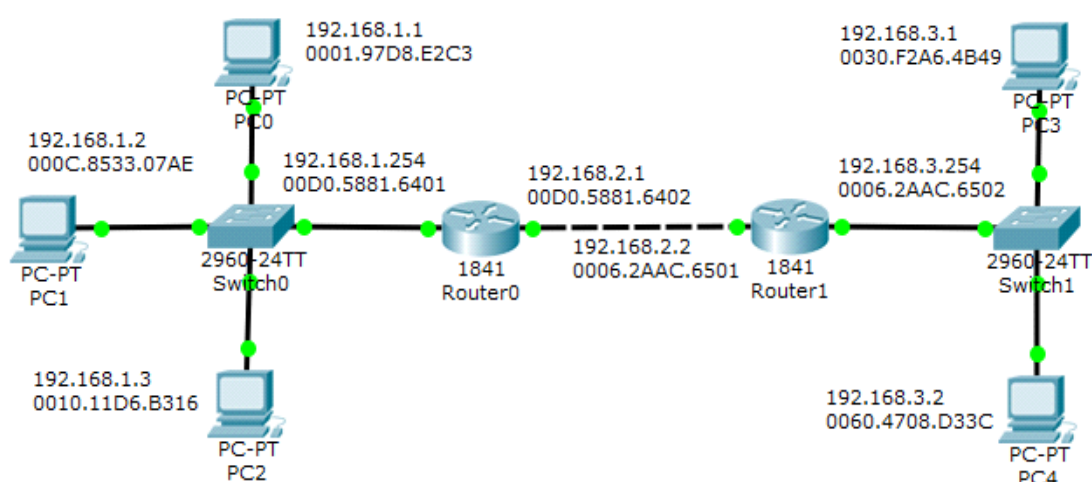
Operación AND: 192.168.1.0

El enrutador determina que el tráfico de destino le corresponde a un host de una red diferente.

IP de destino PC3: 192.168.3.1

Máscara de PC0: 255.255.255.0

Operación AND: 192.168.3.0



10.7.2.2 El proceso ARP: destinos fuera de la red local

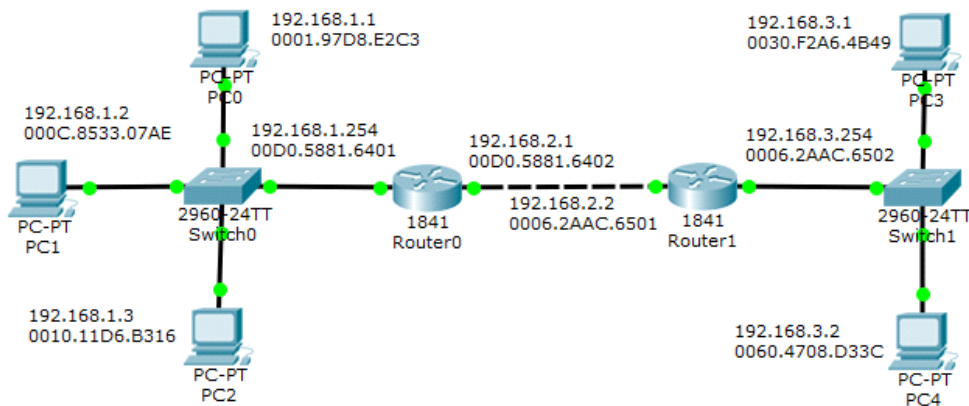
Tráfico saliente

Si el host IP se encuentra en la red local, se usará la dirección MAC del dispositivo ubicado en la misma red.

Si el nodo de destino no se encuentra en la red local, el host emisor envía el mensaje con la dirección IP del dispositivo de destino y en el modo de difusión en la red local.

El enrutador detecta que la IP de destino del tráfico está dirigido a una red diferente, en consecuencia le contesta con su dirección física MAC.

El nodo de origen usará la dirección MAC del enrutador como dispositivo de destino para el envío del mensaje en la red local.



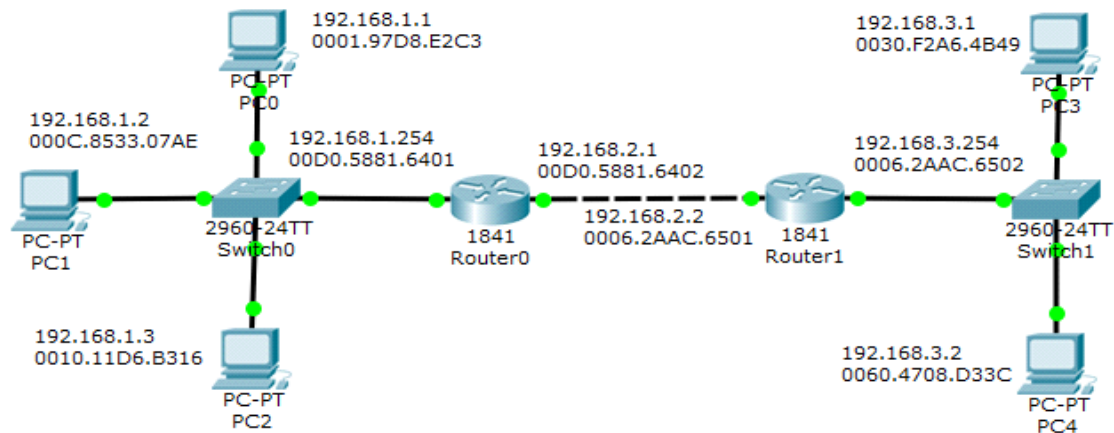
10.7.2.3 El proceso ARP: destinos fuera de la red local

Simulación del tráfico desde PC0 hasta PC3.

Los enlaces punto a punto PTP no usan el protocolo ARP.

En los enlaces punto a punto PTP, los enrutadores conocen la dirección IP de la interface del enrutador contiguo con el cual está conectado y otros parámetros por medio del protocolo de enrutamiento entre los enrutadores.

El enrutador actúa como un intermediario o un proxy ARP para el envío de un mensaje a un host configurado en una red diferente.



10.7.2.4 El proceso ARP: destino fuera de la red local

Tráfico entrante

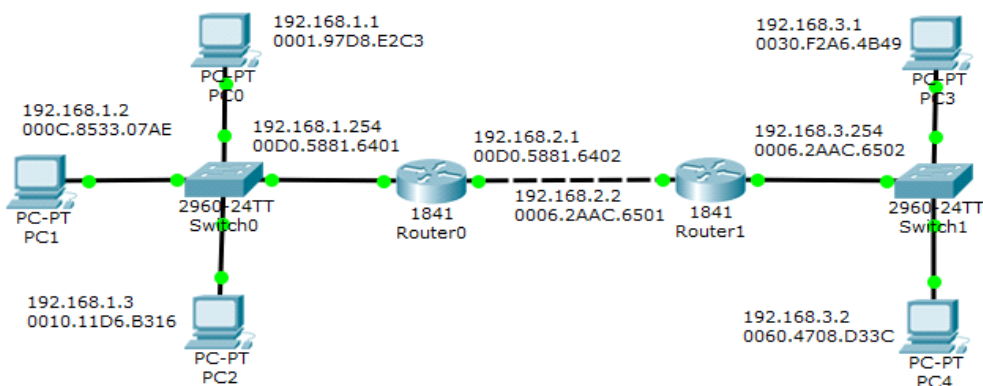
Simulación de la respuesta desde PC3 hasta PC0.

Un enrutador recibe un tráfico procedente de otra red para entregarlo a un host conectado a una red local de una de las interfaces del enrutador.

Si la tabla del enrutador contiene en su tabla la dirección IP y la dirección MAC del host de destino, el tráfico se entrega directamente en el modo unicast.

Si la tabla del enrutador no contiene la dirección MAC del host al cual va dirigido el mensaje por medio de la dirección IP de destino, el enrutador envía un mensaje ARP en el modo de difusión solicitando la dirección MAC del host cuya IP es el destino.

La respuesta del host de destino con su dirección MAC permitirá que el paquete retenido en el enrutador pueda ser entregado al host de destino.



10.7.3.1 El proceso de ARP: eliminación de mapeos de direcciones

En cada dispositivo, conforme al sistema operativo, un temporizador elimina las entradas de ARP almacenadas que no hayan sido utilizadas por un cierto tiempo.

Cuando el uso de la tabla IP-MAC es continuado y recurrente, la expiración del temporizador se extiende.

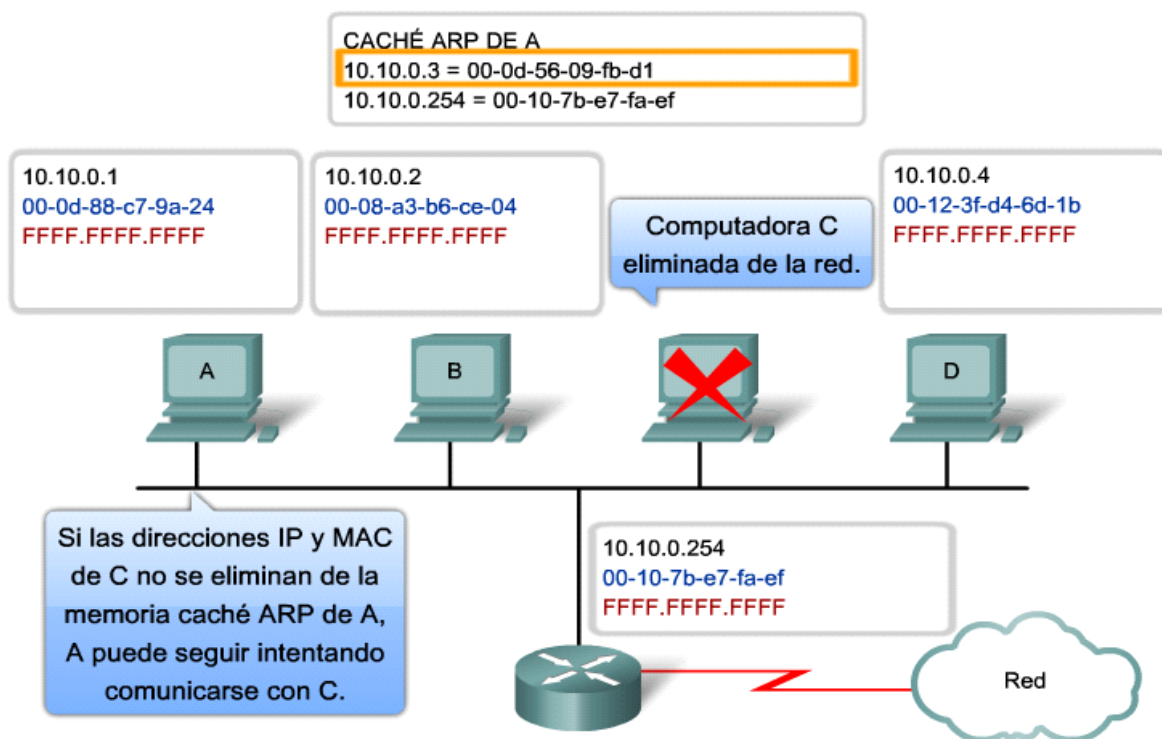
Cuando se elimina una entrada, el proceso de búsqueda se repite nuevamente cuando se vuelve a repetir el acceso.

Se procede al almacenamiento temporal debido a la limitación de la cantidad de memoria disponible y a la posibilidad que un usuario demore o nunca más se vuelva conectar con un determinado destino.

El tiempo de almacenamiento de la tabla de ARP depende del sistema operativo, la capacidad de memoria y de la continuidad del uso de la dirección IP-MAC.

Un valor de referencia del tiempo de almacenamiento puede variar entre dos y 20 minutos.

Proceso ARP: Eliminación de las asignaciones de direcciones



10.7.4 Broadcast de ARP: inconvenientes

Sobrecarga en los medios de transmisión

Inundación de mensajes de difusión (broadcast) cuando numerosos usuarios encienden simultáneamente sus equipos en una misma red. Por ejemplo en un laboratorio.

Seguridad

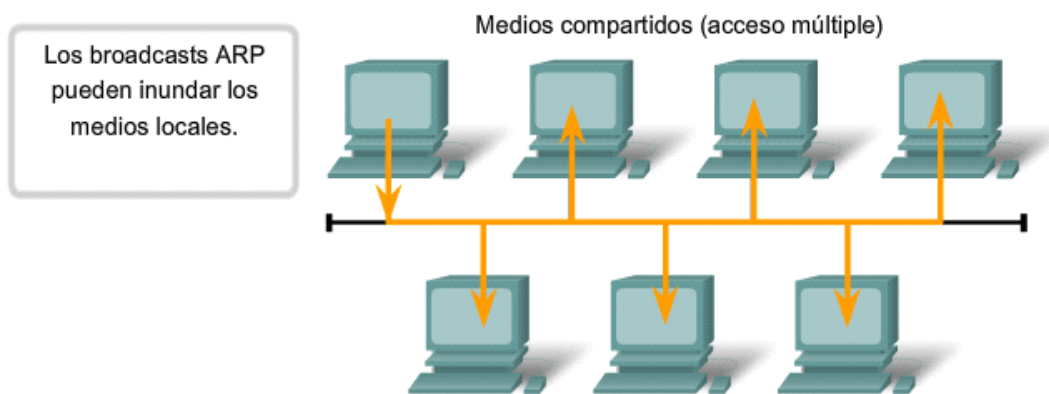
Posibilidad de suplantación de la dirección IP-MAC para conectarse a otro dispositivo.

Un usuario se conecta a la red y recibe las direcciones ARP de determinados dispositivos terminales. Esa dirección MAC es replicada en otro dispositivo, lo cual permite que los usuarios de la red ingresen a un servidor diferente.

Las MAC autorizadas pueden configurarse manualmente para el acceso restringido.

Problemas de ARP:

- Broadcasts, sobrecarga en la
- seguridad de los medios



Un mensaje ARP falso puede proporcionar una dirección MAC incorrecta que luego robará las tramas que utilicen esa dirección (denominado suplantación de identidad).

Ethernet					
8	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama