



Ethernet



RAULBAREÑO GUTIERREZ

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

Objetivos

- Describir el funcionamiento de las subcapas de Ethernet.
- Identificar los campos principales de la trama de Ethernet.
- Describir el propósito y las características de la MAC.
- Describir el propósito del protocolo ARP y las solicitudes ARP que afectan el rendimiento de la red y del host.

- Explicar conceptos básicos de conmutación.
- Comparar switches de configuración fija y switches modulares.
- Configurar un switch de capa 3.

Subcapas LLC y MAC

Ethernet: Tecnología LAN más utilizada.

- Opera en la **capa de enlace de datos y en la capa física**.
- Familia de tecnologías de redes definidos en estándares IEEE 802.2 y 802.3.
- Admite anchos de banda de datos de 10, 100, 1000, 10 000, 40 000 y 100 000 Mbps (100 Gbps).

Estándares de Ethernet: Definen los protocolos de capa 2 y las tecnologías de capa 1.

- Operan en dos subcapas separadas de la capa de enlace de datos: la de control de enlace lógico (LLC) y la MAC.

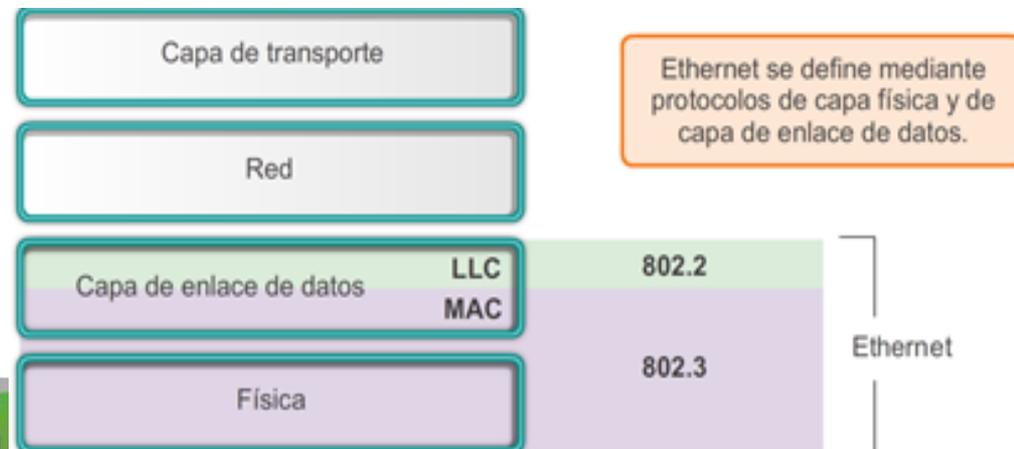
Subcapas LLC y MAC

LLC: Maneja la comunicación entre las capas superiores e inferiores.

- Toma los datos del protocolo de red y agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al destino.

MAC: Constituye la subcapa inferior de la capa de enlace.

- Se implementa mediante hardware, por la NIC de la PC.
- Tiene dos responsabilidades principales:
 - Encapsulación de datos
 - Control de acceso al medio



Subcapa MAC

Encapsulación de datos

- Delimitación de tramas
- Direccinamiento
- Detección de errores

Control de acceso al medio

- Control de la ubicación y la remoción de tramas en los medios
- Recuperación de medios

Capa de Enlace de datos	Subcapa de control de enlace lógico								
	802.3: Control de acceso al medio								
Capa física	Subcapa de señalización física								
	Medio físico	<table border="1"> <tr> <td>10BASE-5 (500 m) 50 Ohm Coaxial tipo N</td> <td>10BASE-2 (185 m) 50 Ohm Coaxial BNC</td> <td>10BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45</td> <td>100BASE-TX (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45</td> <td>1000BASE-CX (25 m) 150 Ohm STP mini-DB-9</td> <td>1000BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45</td> <td>1000BASE-ST (220-550m) MM Fiber SC</td> <td>1000BASE-LX (550-5000m) MM or SM Fiber SC</td> </tr> </table>	10BASE-5 (500 m) 50 Ohm Coaxial tipo N	10BASE-2 (185 m) 50 Ohm Coaxial BNC	10BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-TX (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-CX (25 m) 150 Ohm STP mini-DB-9	1000BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-ST (220-550m) MM Fiber SC
10BASE-5 (500 m) 50 Ohm Coaxial tipo N	10BASE-2 (185 m) 50 Ohm Coaxial BNC	10BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-TX (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-CX (25 m) 150 Ohm STP mini-DB-9	1000BASE-T (100 m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-ST (220-550m) MM Fiber SC	1000BASE-LX (550-5000m) MM or SM Fiber SC		

Subcapa MAC

Encapsulación de datos: Armado de la trama antes de la transmisión y desarmado de la trama en el momento en que se la recibe.

- La capa MAC agrega un encabezado y un tráiler a la PDU de la capa de red.

Proporciona tres funciones principales: Delimitación de tramas: identifica un grupo de bits que componen una trama; sincronización entre los nodos emisor y receptor.

- Direccionamiento: cada encabezado Ethernet que se agrega a la trama contiene la dirección física (dirección MAC) que permite que la trama se entregue a un nodo de destino.
- Detección de errores: cada trama de Ethernet contiene un tráiler con una comprobación de redundancia cíclica (CRC) del contenido de la trama.

Subcapa MAC

Control de acceso al medio

- Responsable de la ubicación y la remoción de tramas en los medios.
- Se comunica directamente con la capa física.
- Si hay varios dispositivos en un único medio que intentan reenviar datos simultáneamente, los datos colisionan, lo que provoca que estos se dañen y no se puedan utilizar.
- Ethernet proporciona un método para controlar la forma en que los nodos comparten el acceso mediante el uso de una tecnología de acceso múltiple por detección de portadora (CSMA).



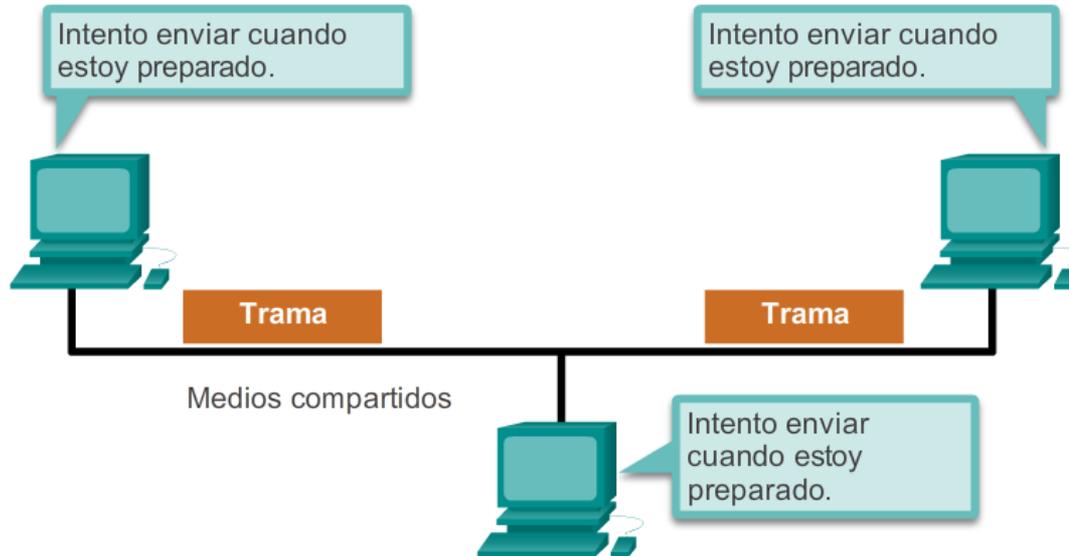
Control de acceso al medio

Proceso de acceso múltiple por detección de portadora (CSMA)

- En primera instancia, se utiliza para detectar si los medios transportan una señal.
- Si no se detecta una señal portadora, el dispositivo transmite sus datos.
- Si dos dispositivos transmiten al mismo tiempo, se produce una colisión de datos.

Control de acceso al medio

Acceso por contienda



Método	Características	Ejemplo
Acceso por contienda	<ul style="list-style-type: none"> Las estaciones pueden transmitir en cualquier momento. Existen colisiones. Existen mecanismos para resolver problemas de contienda. <ul style="list-style-type: none"> CSMA/CD para redes Ethernet CSMA/CA para redes inalámbricas 802.11 	<ul style="list-style-type: none"> Ethernet Acceso inalámbrico



Control de acceso al medio

Los dos métodos comúnmente utilizados son:

CSMA/Detección de colisión: El dispositivo controla los medios para detectar la presencia de una señal de datos.

- Si no hay una señal de datos, indica que el medio está libre, el dispositivo transmite los datos.
- Si luego se detectan señales que muestran que otro dispositivo estaba transmitiendo al mismo tiempo, todos los dispositivos dejan de enviar y vuelven a intentarlo más tarde.
- Si bien las redes Ethernet se diseñan con tecnología CSMA/CD, con los dispositivos intermediarios actuales no se producen colisiones y los procesos utilizados por CSMA/CD son realmente innecesarios.
- Todavía se deben tener en cuenta las colisiones en conexiones inalámbricas en entornos LAN.



Control de acceso al medio

Método de acceso al medio CSMA/Prevención de colisiones (CSMA/CA)

- El dispositivo examina los medios para detectar la presencia de una señal de datos. Si los medios están libres, el dispositivo envía una notificación a través de los medios sobre su intención de utilizarlos.
- El dispositivo luego envía los datos.
- Utilizado por las tecnologías de red inalámbricas 802.11.

Dirección MAC: identidad de Ethernet

- Una dirección MAC capa 2 es un valor binario de 48 bits expresado como 12 dígitos hexadecimales.
- El IEEE obliga a los proveedores a respetar dos normas simples:
 - Deben utilizar el OUI asignado al proveedor como los primeros 3 bytes.
 - Se les debe asignar un valor exclusivo a todas las direcciones MAC con el mismo OUI en los últimos 3 bytes.

Estructura de la dirección MAC de Ethernet



Procesamiento de tramas

- Se asignan MAC a estaciones de trabajo, servidores, impresoras, switches y routers.
- Ejemplos de direcciones MAC: 00-05-9A-3C-78-00, 00:05:9A:3C:78:00 y 0005.9A3C.7800.
- Se reenvía el mensaje a una red Ethernet, se adjunta la información del encabezado al paquete que contiene la MAC de origen y destino.
- Cada NIC revisa la información para ver si la MAC de destino que está en la trama coincide con la MAC física del dispositivo almacenada en la RAM.
- Si no hay coincidencia, el dispositivo descarta la trama.
- Si coincide con la MAC destino de la trama, la NIC pasa la trama a las capas OSI, donde tiene lugar el proceso de desencapsulación.

Encapsulación de Ethernet

- Las primeras versiones Ethernet eran lentas, con velocidad de 10 Mbps.
- En la actualidad, opera a 10 Gigabits por segundo e incluso más rápido.
- La estructura de la trama de Ethernet agrega encabezados y tráilers alrededor de la PDU de capa 3 para encapsular el mensaje que se envía.

Tamaño de campo en bytes

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	Encabezado y datos 802.2	Secuencia de verificación de trama

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

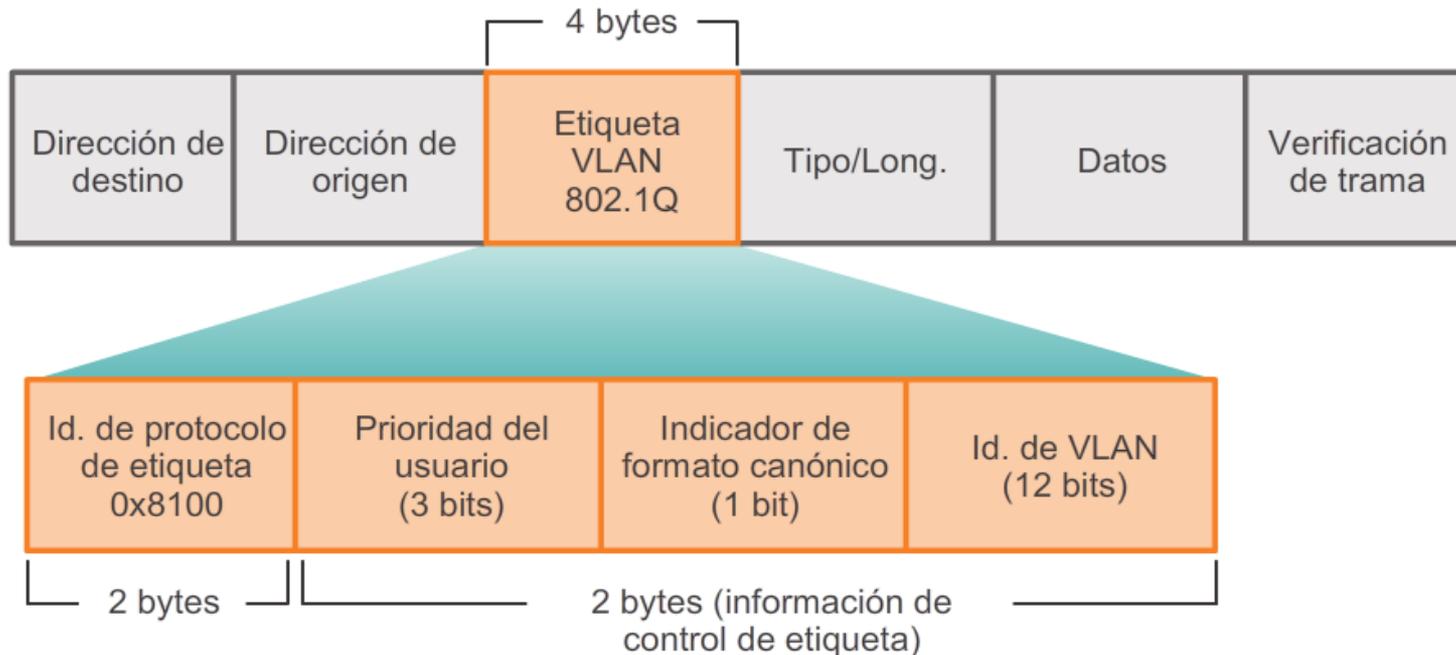
Ethernet II es el formato de trama de Ethernet utilizado en las redes TCP/IP.

Tamaño de la trama de Ethernet

- Los estándares Ethernet II e IEEE 802.3 definen la trama mínima en 64 bytes y la trama máxima en 1518 bytes.
- Una longitud menor que 64 bytes se considera un “fragmento de colisión” o “runt frame”.
- Si el tamaño de una trama transmitida es menor al mínimo o mayor que el máximo, el receptor descarta la trama.
- En la capa física, las diferentes versiones de Ethernet varían en cuanto al método para detectar y colocar datos en los medios.

Tamaño de la trama de Ethernet

Se muestran los campos contenidos en la etiqueta VLAN 802.1Q.



Introducción a la trama de Ethernet

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	Encabezado y datos de 802.2	Secuencia de verificación de trama

Campos

Preámbulo y Delimitador de inicio de trama

Para sincronización entre los dispositivos emisor y receptor.

Campo

Longitud/tipo

Define la longitud exacta del campo de datos y describe qué protocolo se implementa.

Campos

Datos y Pad

Contienen los datos encapsulados de una capa superior, un paquete IPV4.

Introducción a la trama de Ethernet

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	Encabezado y datos de 802.2	Secuencia de verificación de trama

Campo Secuencia de verificación de trama: detectar errores en una trama con comprobación de redundancia cíclica (4 bytes); si los cálculos coinciden no hubo error.

Direcciones MAC y numeración hexadecimal

Equivalentes decimales y binarios a los valores hexadecimales de 0 a F

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 seleccionados

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

Representaciones de direcciones MAC

Con guiones: 00-60-2F-3A-07-BC

Con dos puntos: 00:60:2F:3A:07:BC

Con puntos: 0060.2F3A.07BC

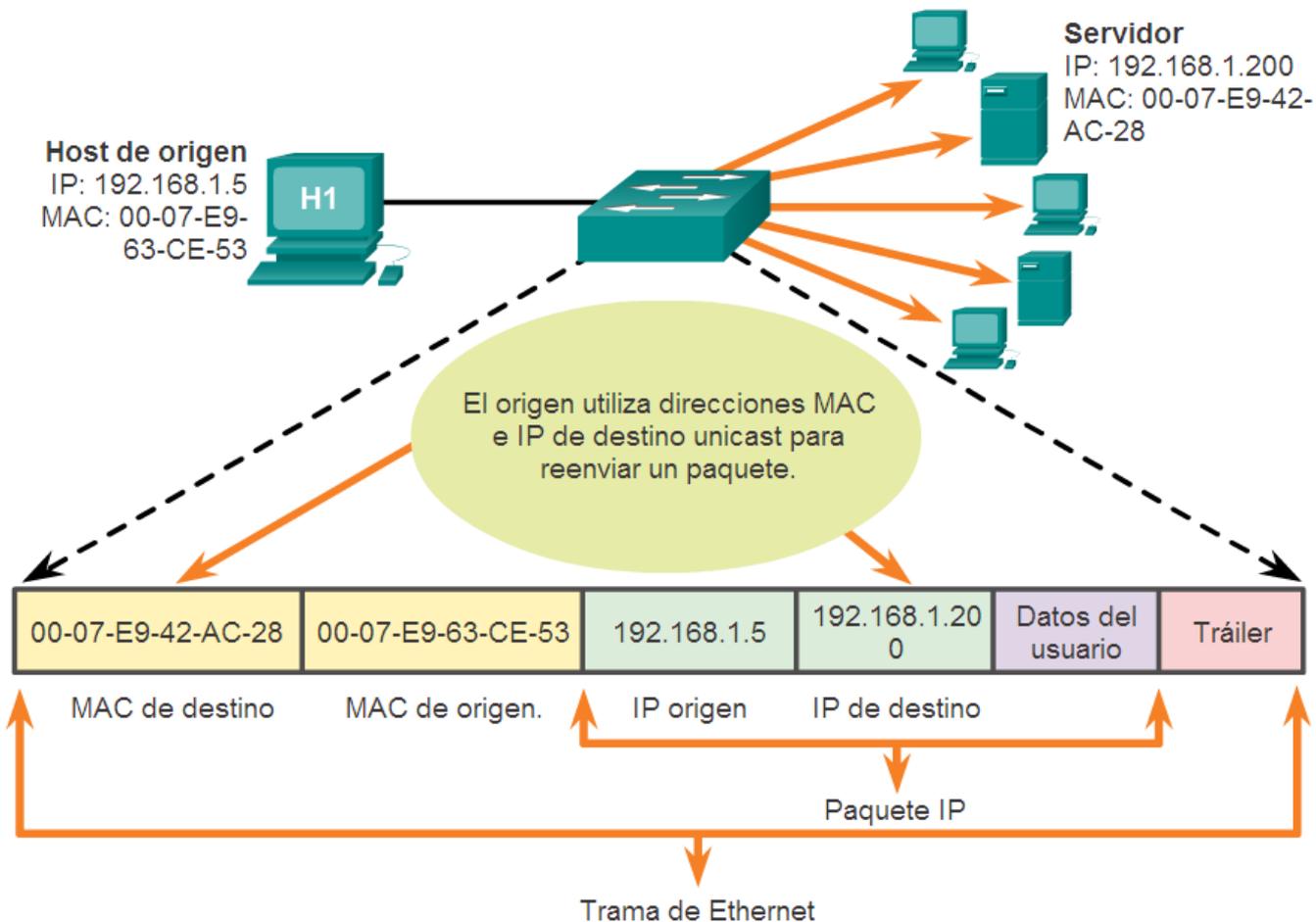
```
C:\>ipconfig/all
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

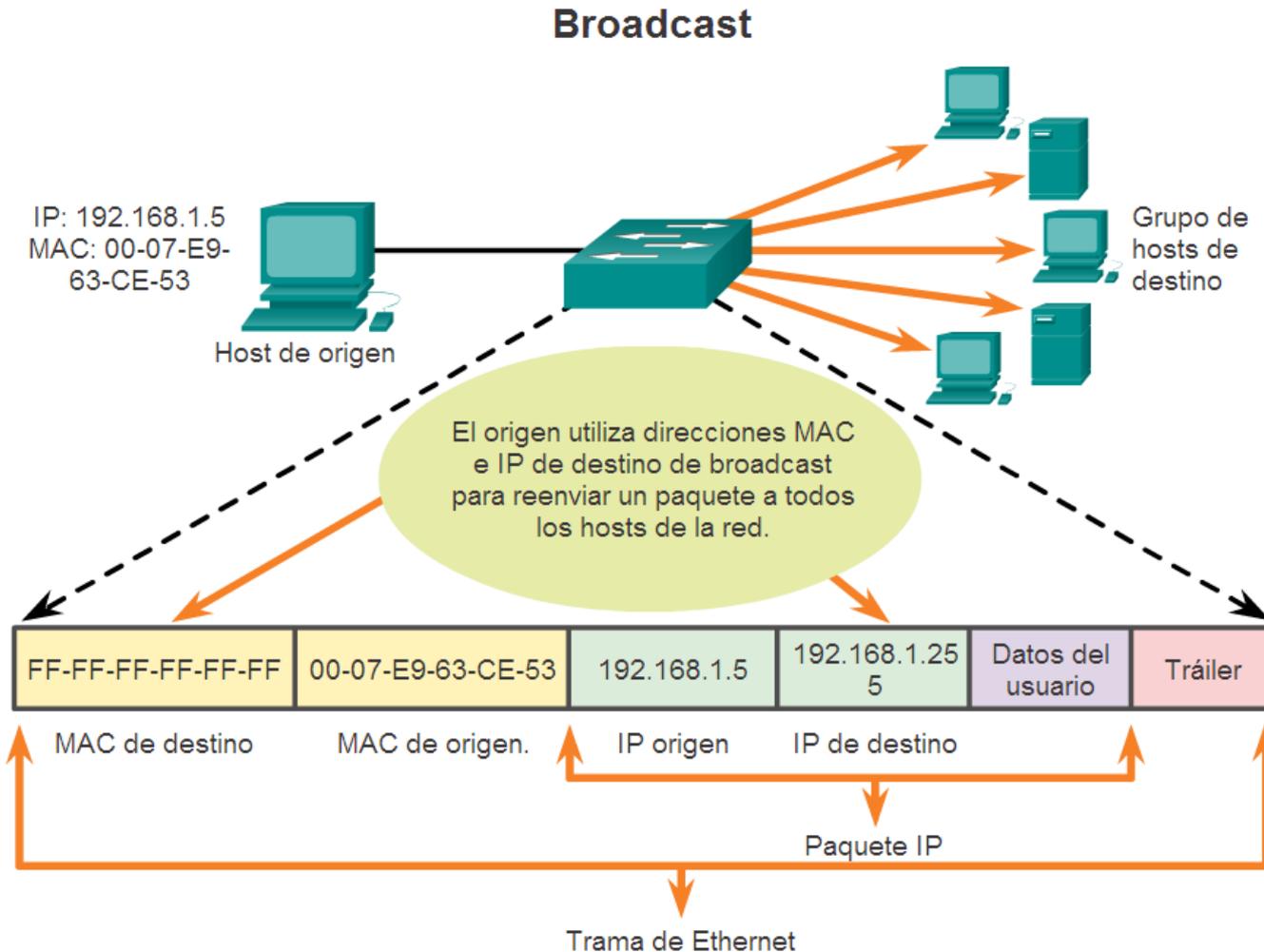
```
Connection-specific DNS Suffix . : example.com
Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-18-DE-C7-F3-F8
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.67 (Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease Obtained. . . . . : Monday, November 26, 2012 12:14:48 PM
Lease Expires . . . . . : Saturday, December 01, 2012 12:15:02 AM
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
DHCP Server . . . . . : 192.168.1.254
DNS Servers . . . . . : 192.168.1.254
```

Dirección MAC unicast

Unicast

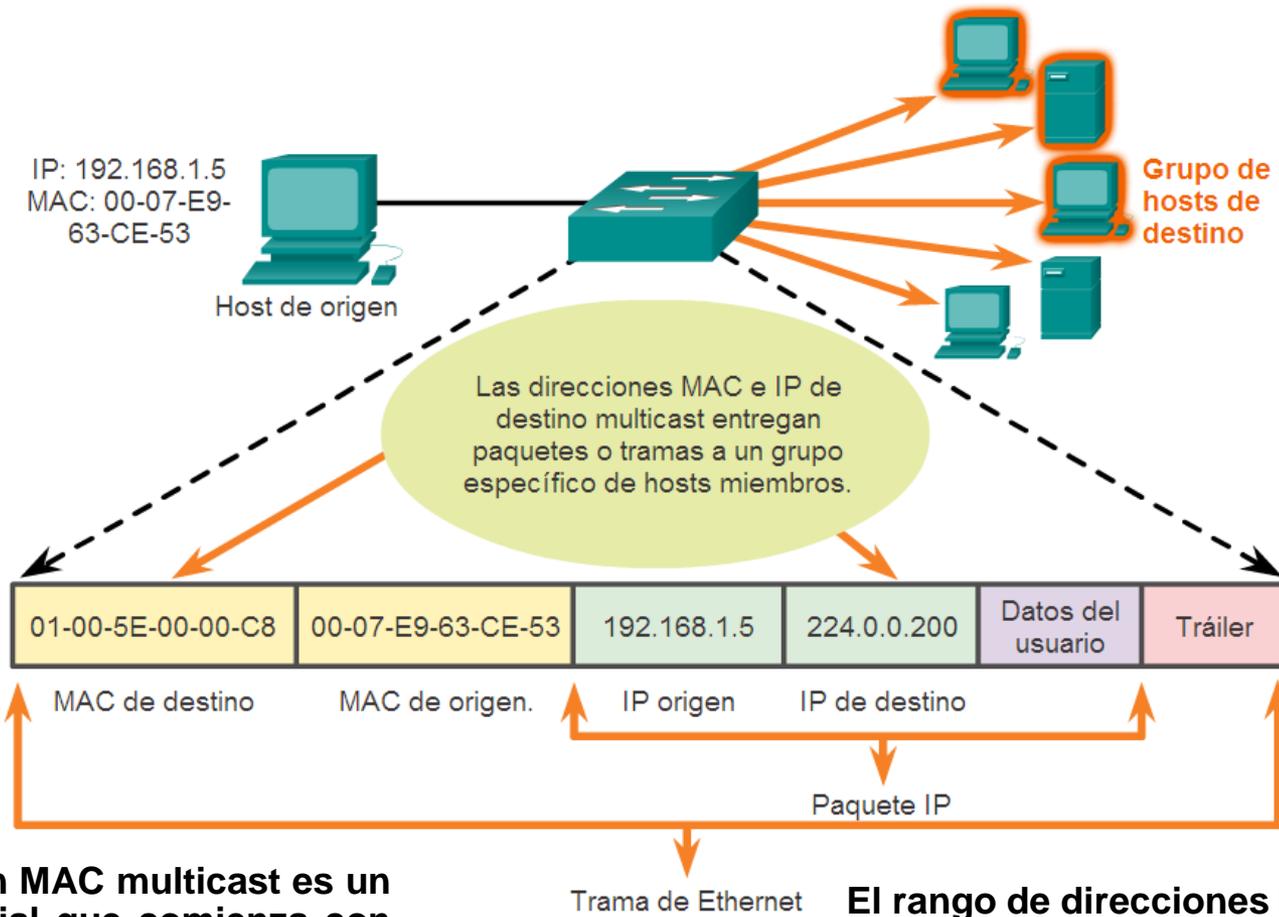


Dirección MAC de broadcast



Dirección MAC multicast

Multicast



La dirección MAC multicast es un valor especial que comienza con 01-00-5E en hexadecimal.

El rango de direcciones IPv4 multicast va de 224.0.0.0 a 239.255.255.255.

MAC e IP

Dirección MAC: Esta dirección no cambia.

- Se conoce como “dirección física” porque se asigna físicamente a la NIC del host.

Dirección IP: Se basa en la ubicación real del host.

- Se conoce como “dirección lógica” porque se asigna lógicamente.
- Un administrador de red la asigna a cada host.

Para que una PC pueda comunicarse, se necesitan tanto la MAC física como la dirección IP lógica,

Conectividad de extremo a extremo, MAC e IP

Dirección MAC de destino BB:BB:BB:BB:BB:BB	Dirección MAC de origen AA:AA:AA:AA:AA:AA	Dirección IP de origen 10.0.0.1	Dirección IP de destino 192.168.1.5	Datos	Tráiler
---	--	------------------------------------	--	-------	---------

Un switch examina las direcciones MAC.

Dirección MAC de destino BB:BB:BB:BB:BB:BB	Dirección MAC de origen AA:AA:AA:AA:AA:AA	Dirección IP de origen 10.0.0.1	Dirección IP de destino 192.168.1.5	Datos	Tráiler
---	--	------------------------------------	--	-------	---------

Un router examina las direcciones IP.

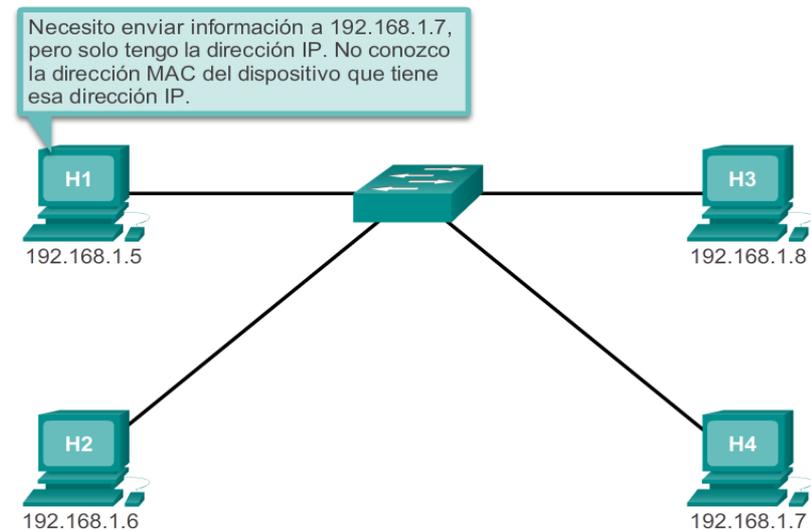
Introducción al protocolo ARP

Propósito de ARP : El nodo emisor necesita una forma de encontrar la MAC del destino para un enlace Ethernet determinado.

El protocolo ARP ofrece dos funciones básicas:

- Resolución de direcciones IPv4 a direcciones MAC
- Mantenimiento

de una tabla de las asignaciones



Funciones y funcionamiento del protocolo ARP

Tabla ARP: Se utiliza para encontrar la dirección de la capa de enlace asignada a la dirección IPv4 de destino.

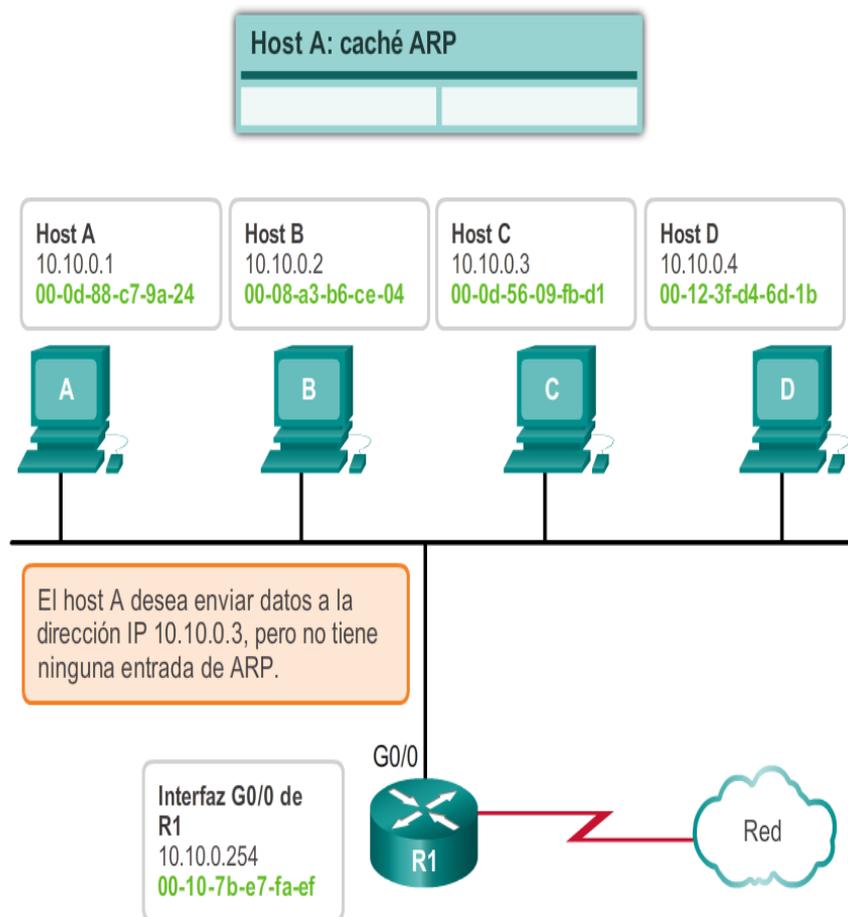
- A medida que un nodo recibe tramas de los medios, registra las direcciones IP y MAC de origen como asignaciones en la tabla ARP.

Solicitud de ARP: Broadcast de capa 2 a todos los dispositivos en la LAN Ethernet.

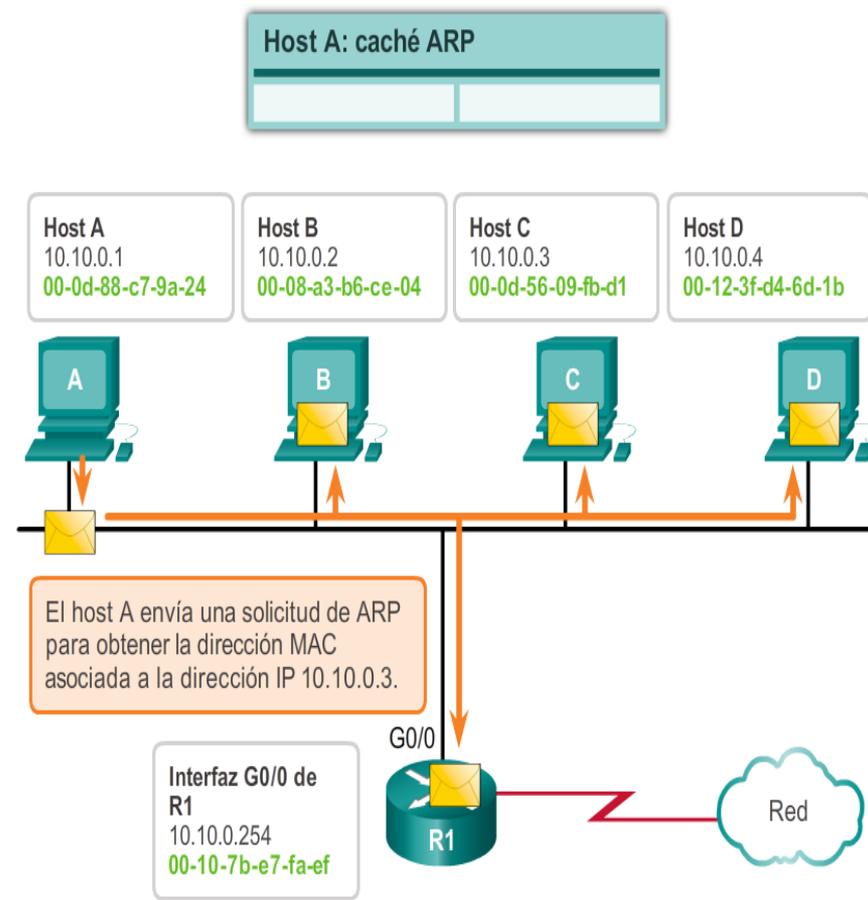
- El nodo que coincide con la IP en el broadcast responde.
- Si ningún dispositivo responde a la solicitud ARP, el paquete se descarta porque no se puede crear una trama.

Funciones y funcionamiento del protocolo ARP

El proceso de ARP: comunicación de forma remota

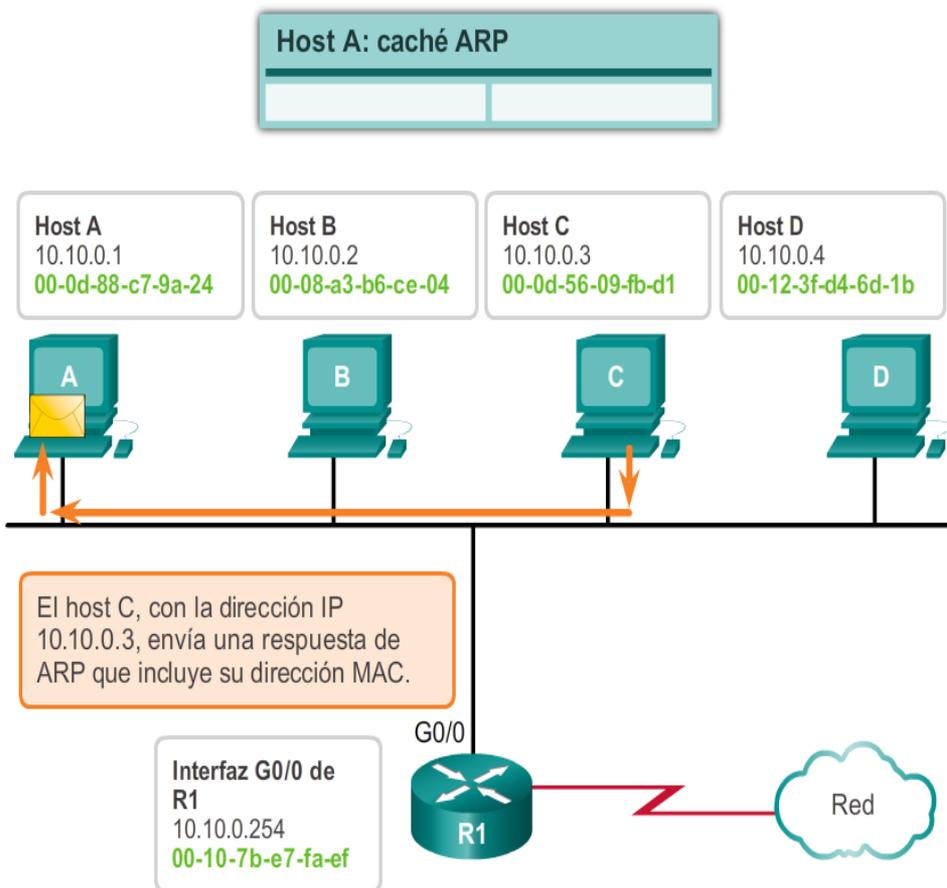


Transmisión de una solicitud de ARP

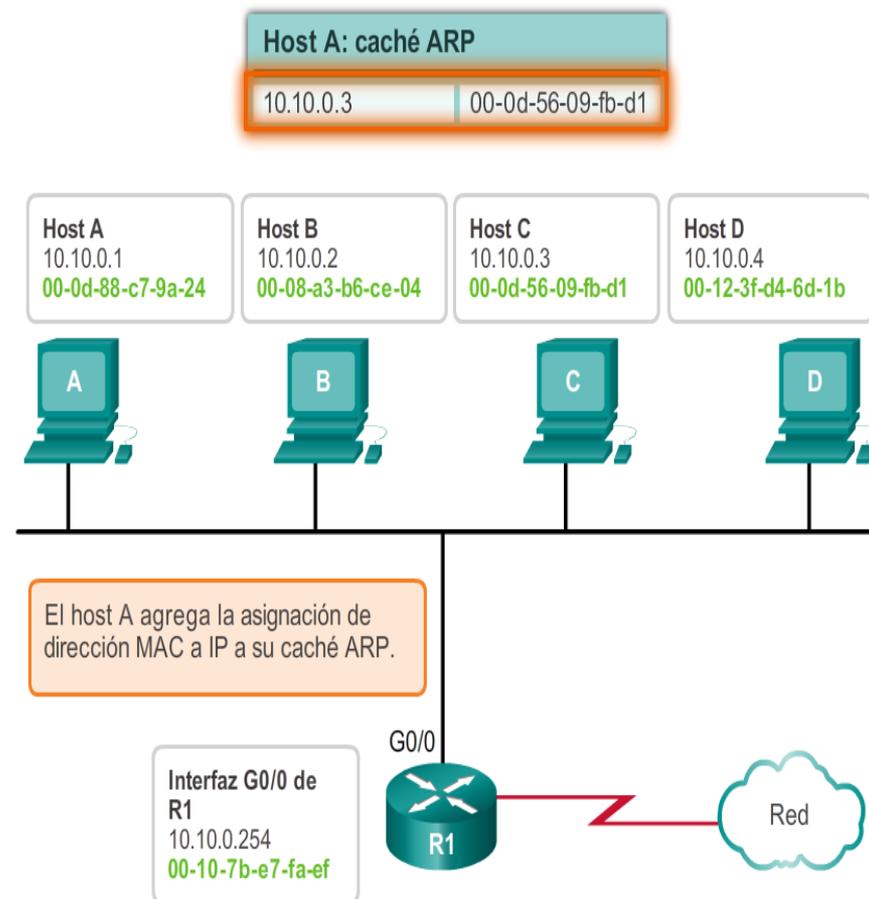


Funciones y funcionamiento del protocolo ARP

Respuesta de ARP con información de MAC

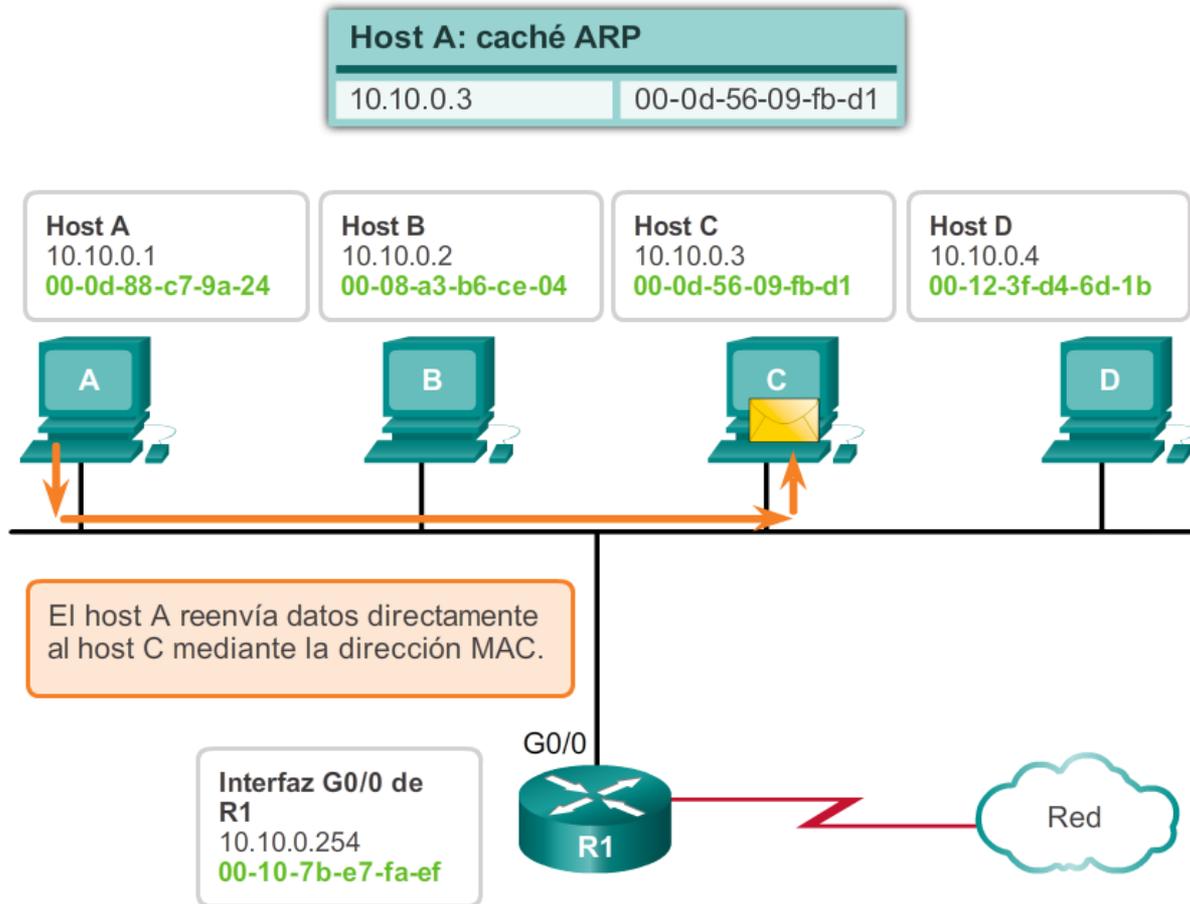


Agregado de asignación de MAC a IP en el caché ARP



Funciones y funcionamiento del protocolo ARP

Reenvío de datos con información de dirección MAC



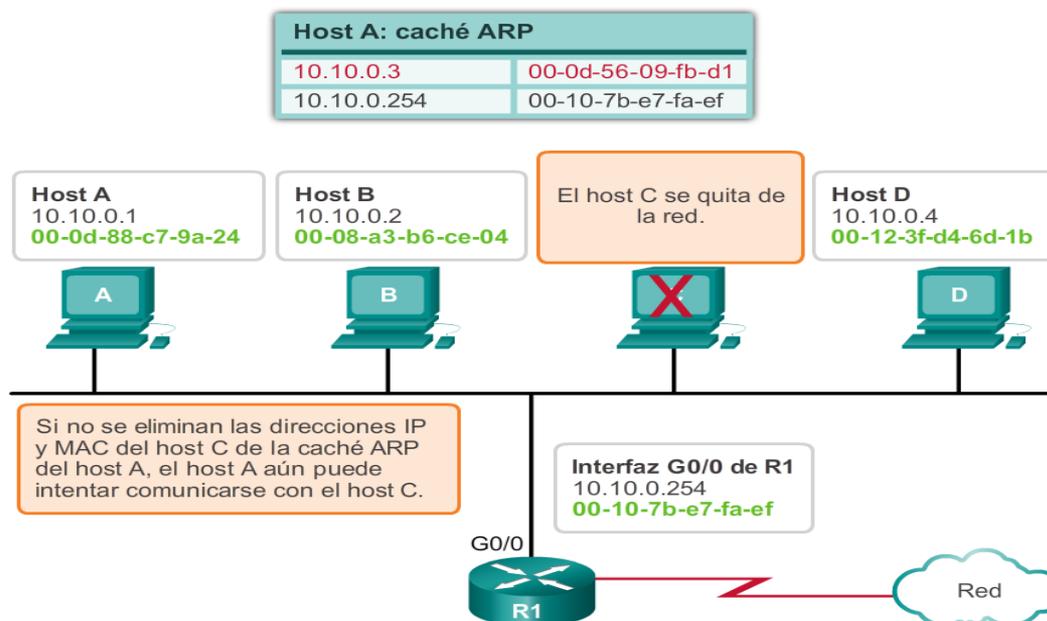
Función del protocolo ARP en la comunicación remota

- Si el host destino se encuentra en la red local, la trama utilizará la MAC de este como la MAC de destino.
- Si el host destino no se encuentra en la red local, el origen utiliza el proceso de ARP para determinar una MAC para la interfaz del router que funciona como gateway.
- En caso de que la entrada del gateway no esté en la tabla, se utiliza una solicitud de ARP para recuperar la MAC relacionada con la IP de la interfaz del router.

Eliminación de entradas de una tabla ARP

- Un temporizador de caché ARP elimina las entradas ARP que no se utilizaron durante un período especificado.
- También se pueden utilizar comandos para eliminar manualmente todas o algunas de las entradas en la tabla ARP.

Eliminación de las asignaciones de direcciones MAC a direcciones IP



Tablas ARP en dispositivos de red

```
Router#show ip arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	172.16.233.229	-	0000.0c59.f892	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.233.218	-	0000.0c07.ac00	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.11	-	0000.0c63.1300	ARPA	Ethernet0/0
Internet	172.16.168.254	9	0000.0c36.6965	ARPA	Ethernet0/0

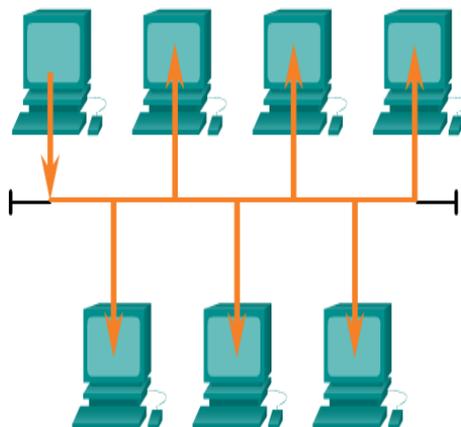
```
C:\>arp -a
```

```
Interface: 192.168.1.67 --- 0xa
```

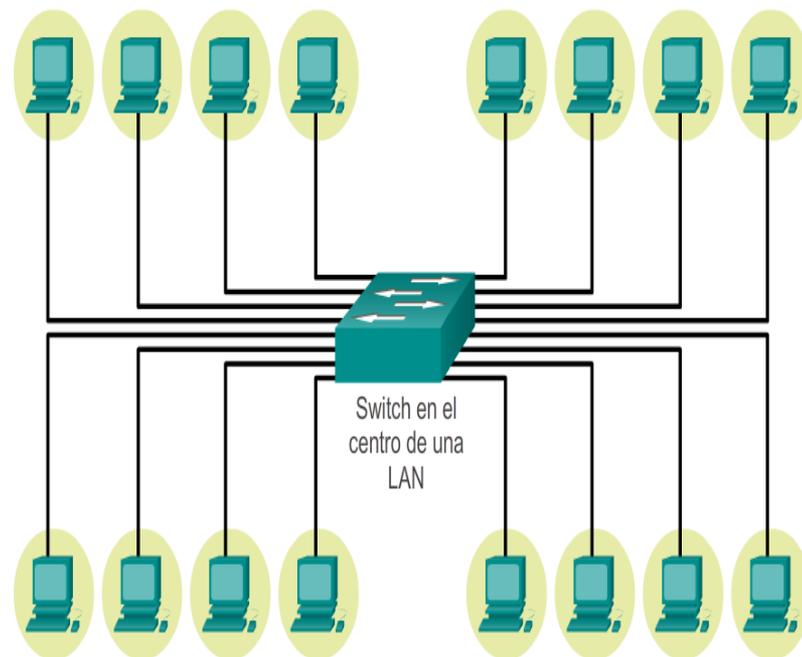
Internet Address	Physical Address	Type
192.168.1.254	64-0f-29-0d-36-91	dynamic
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	static
224.0.0.251	01-00-5e-00-00-fb	static
224.0.0.252	01-00-5e-00-00-fc	static
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	static

Cómo puede ocasionar problemas el protocolo ARP

Medios compartidos (acceso múltiple)



Los broadcasts de ARP pueden saturar los medios locales.



Cada PC tiene su propio dominio de colisiones.

Problemas de ARP:

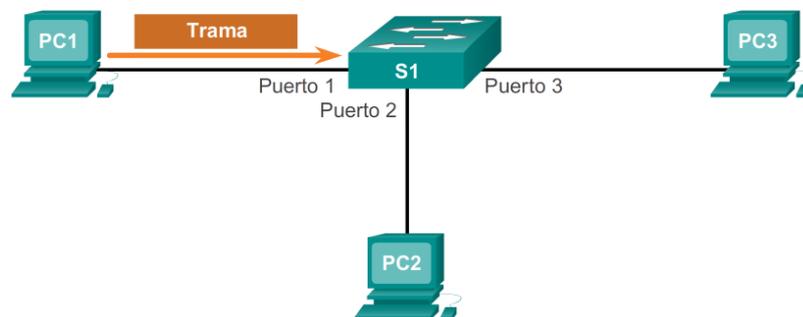
- Broadcasts, sobrecarga en los medios
- Seguridad

Aspectos básicos de los puertos de switch

Switch LAN de capa 2

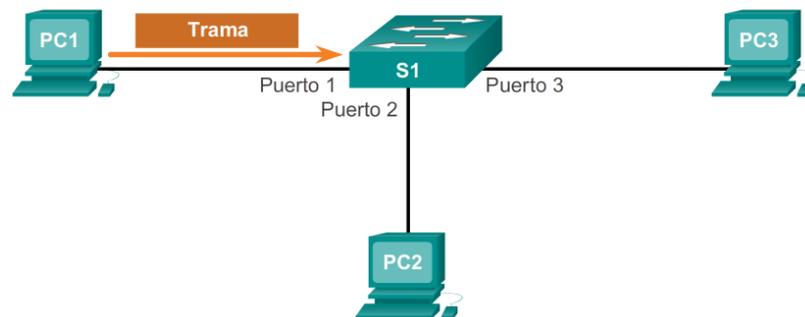
- Conecta dispositivos finales a un dispositivo intermediario central en la mayoría de las redes Ethernet.
- Realiza la conmutación y el filtrado sobre la base de la dirección MAC únicamente.
- Crea una tabla de direcciones MAC que utiliza para tomar decisiones de reenvío.
- Depende de los routers para pasar datos entre subredes IP.

Tabla de direcciones MAC del switch



1. El switch recibe una trama broadcast de PC 1 en puerto 1.
2. El switch ingresa la MAC origen y el puerto del switch que recibió la trama en la tabla.
3. Dado que la dirección destino es broadcast, el switch satura todos los puertos enviando la trama, excepto el puerto que la recibió.
4. El dispositivo destino responde al broadcast con una trama de unicast dirigida a la PC 1.

Tabla de direcciones MAC del switch

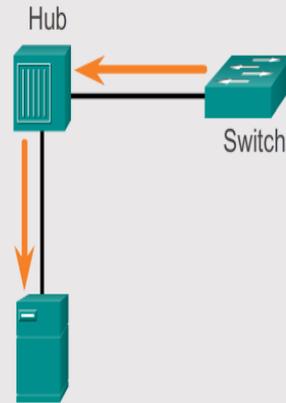


5. El switch introduce en la tabla de direcciones la MAC de origen de la PC 2 y el número del puerto de switch que recibió la trama. En la tabla de direcciones MAC pueden encontrarse la dirección de destino de la trama y su puerto asociado.
6. Ahora el switch puede enviar tramas entre los dispositivos de origen y destino sin saturar el tráfico, ya que cuenta con entradas en la tabla de direcciones que identifican a los puertos asociados.

Configuración de dúplex y MDIX automática

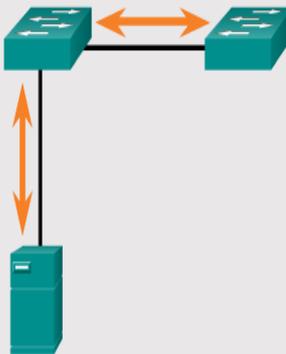
Half duplex (CSMA/CD)

- Flujo de datos unidireccional
- Mayor posibilidad de colisiones
- Conectividad por hub

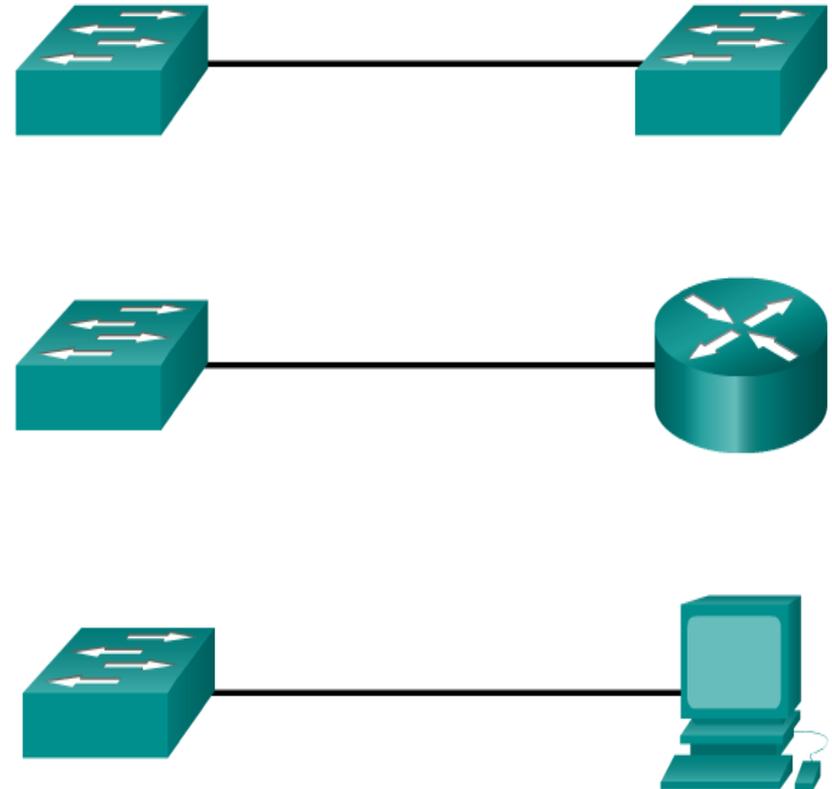


Full duplex

- Solo punto a punto
- Conectado a un puerto de switch dedicado
- Requiere compatibilidad con full-duplex en ambos extremos
- Sin colisiones
- Circuito de detección de colisiones deshabilitado



MDIX detecta automáticamente el tipo de conexión requerida y configura la interfaz en consecuencia.



Métodos de reenvío de tramas en switches Cisco

Almacenamiento y envío



Un switch de almacenamiento y envío recibe la trama completa y calcula la CRC. Si la CRC es válida, el switch busca la dirección de destino, la cual determina la interfaz de salida. Entonces, se envía la trama por el puerto correcto.

Conmutación por método de corte

Existen dos variantes:

Conmutación por envío rápido:

- Nivel más bajo de latencia reenvía un paquete inmediatamente después de leer la dirección de destino; método típico de conmutación por método de corte.

Método de corte



El switch que utiliza el método de corte envía la trama antes de recibirla en su totalidad. Como mínimo, la dirección de destino de la trama debe leerse antes de que la trama pueda enviarse.

Conmutación libre de fragmentos:

- **El switch almacena los primeros 64 bytes de la trama antes de reenviar**; la mayoría de los errores y las colisiones de red se producen en los primeros 64 bytes.

Almacenamiento en búfer de memoria en switches

Memoria basada en puerto

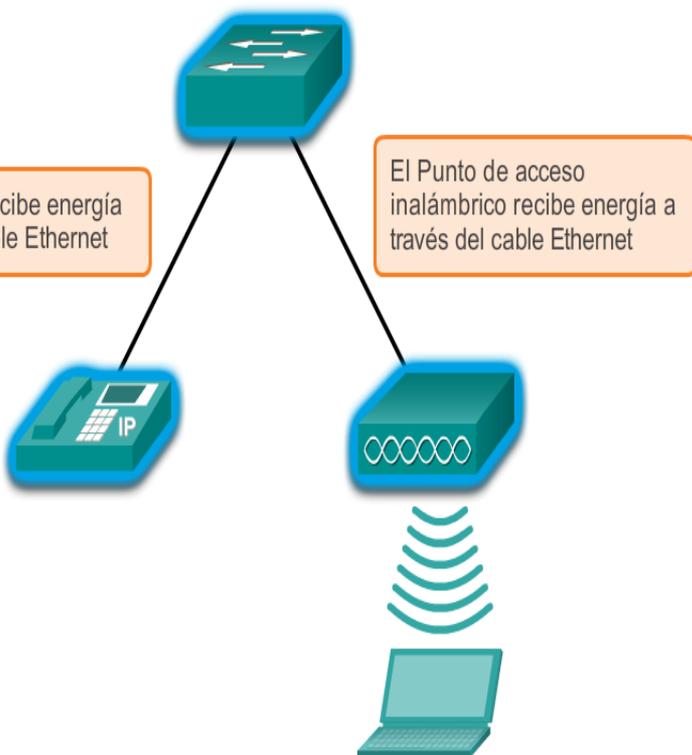
En el búfer de memoria basado en puerto, las tramas se almacenan en colas conectadas a puertos de entrada y de salida específicos.

Memoria compartida

El búfer de memoria compartida deposita todas las tramas en un búfer de memoria común que comparten todos los puertos del switch.

Comparación de configuración fija y configuración modular

Alimentación por Ethernet (PoE)



Factores de forma del switch



Switches de configuración fija

Las características y opciones se limitan a las que vienen originalmente con el switch.



Switches de configuración modular

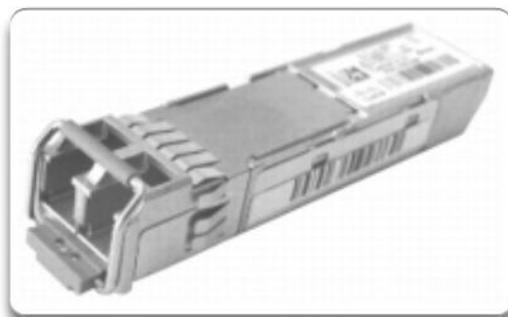
El bastidor admite tarjetas de línea que contienen puertos.



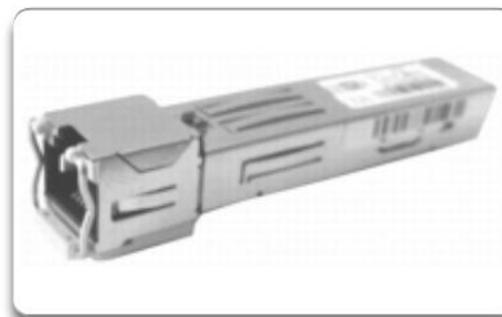
Switches de configuración apilable

Los switches apilables, que se conectan mediante un cable especial, funcionan eficazmente como si fuesen un switch grande.

Opciones de módulos para ranuras de switches Cisco



Cisco Optical Gigabit Ethernet SFP



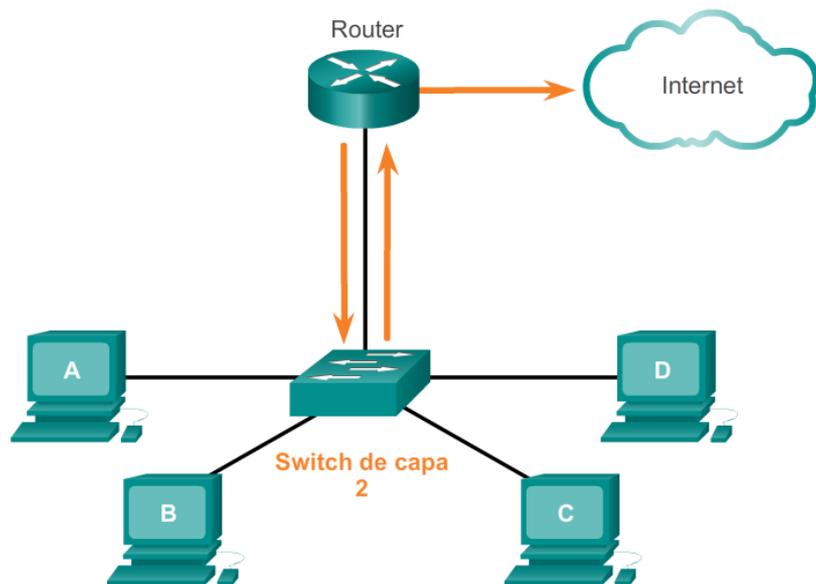
Cisco 1000BASE-T Copper SFP



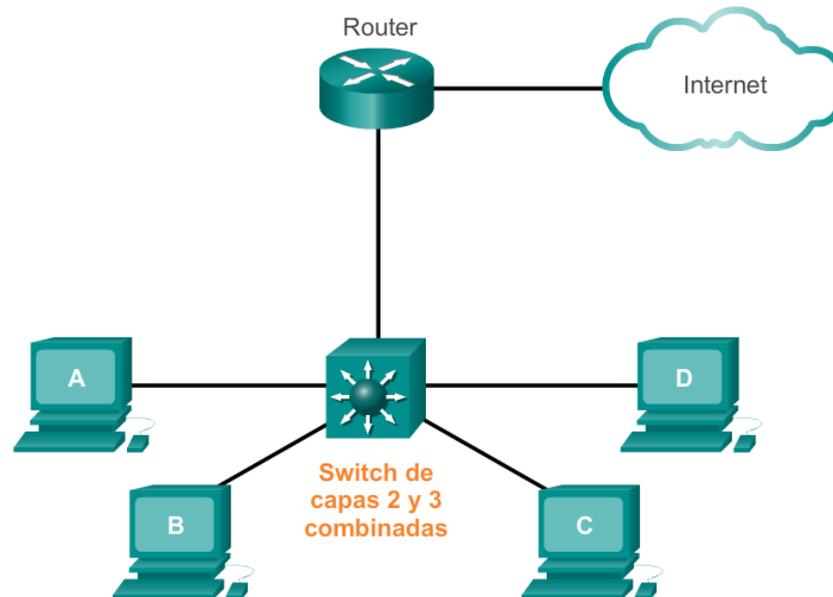
Cisco 2-channel 1000BASE-BX
Optical SFP

Comparación de conmutación de capa 2 y conmutación de capa 3

Conmutación de capa 2



Conmutación de capa 3



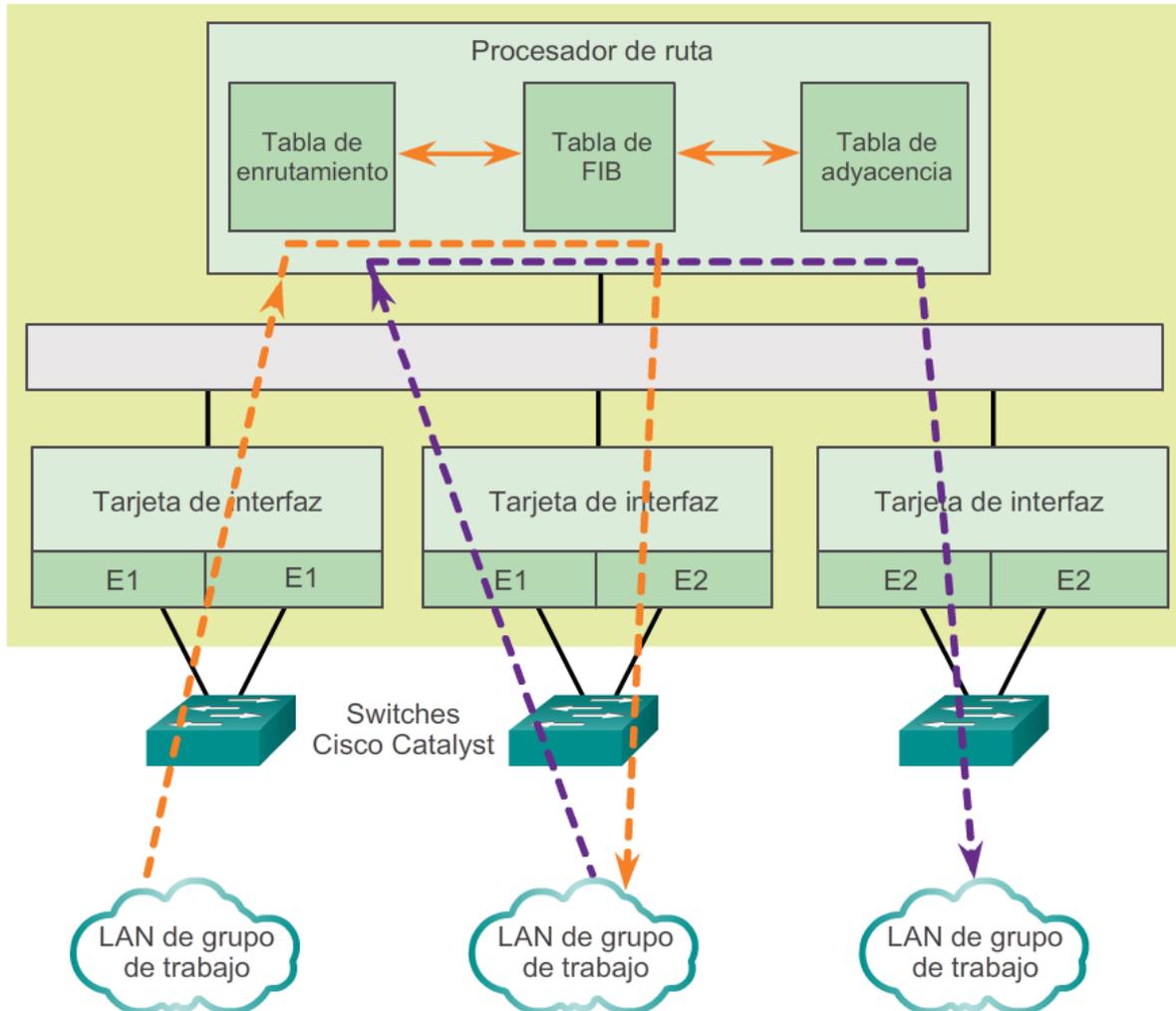


Cisco Express Forwarding

Existen dos componentes principales:

- Base de información de reenvío (FIB): Similar a una tabla de enrutamiento.
 - Los dispositivos de red utilizan esta tabla para tomar decisiones de conmutación basadas en el destino durante la operación de Cisco Express Forwarding.
 - Se actualiza cuando se producen cambios en la red y contiene todas las rutas conocidas hasta ese momento.
- Tablas de adyacencia: Mantiene las direcciones de siguiente salto de la capa 2 para todas las entradas de FIB.

Cisco Express Forwarding



Tipos de interfaces de capa 3

Los principales tipos de interfaces de capa 3 son:

- **Interfaz virtual de switch (SVI):** interfaz lógica en un switch asociado a una red de área local virtual (VLAN).
- **Puerto enrutado:** puerto físico en un switch de capa 3 configurado para funcionar como puerto de router. Configurar los puertos enrutados colocando la interfaz en modo de capa 3 con el comando de configuración de interfaz **no switchport**.
- **EtherChannel de capa 3:** interfaz lógica en dispositivos Cisco asociada a un *conjunto* de puertos enrutados.

Configuración de un puerto enrutado en un switch de capa 3

Configuración de un puerto enrutado

```
S1(config)#interface f0/6
S1(config-if)#no switchport
S1(config-if)#ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
S1(config-if)#no shutdown
S1(config-if)#end
S1#
*Mar  1 00:15:40.115: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
S1#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
Vlan1              unassigned     YES unset  administratively down  down
FastEthernet0/1    unassigned     YES unset  down            down
FastEthernet0/2    unassigned     YES unset  down            down
FastEthernet0/3    unassigned     YES unset  down            down
FastEthernet0/4    unassigned     YES unset  down            down
FastEthernet0/5    unassigned     YES unset  down            down
FastEthernet0/6    192.168.200.1 YES manual  up              up
FastEthernet0/7    unassigned     YES unset  up              up
FastEthernet0/8    unassigned     YES unset  up              up
<output omitted>
```

Resumen

- Ethernet es la tecnología LAN más utilizada en la actualidad.
- Los estándares de Ethernet definen los protocolos de Capa 2 y tecnologías de Capa 1.
- La estructura de la trama Ethernet agrega encabezados y tráilers a la PDU de Capa 3 para encapsular el mensaje que se envía.
- Los estándares IEEE 802.2/3, la trama de Ethernet proporciona direccionamiento MAC y comprobación de errores.
- El reemplazo de hubs por switches en la red local redujo las probabilidades de colisiones de tramas en enlaces half-duplex.

Resumen

- El direccionamiento de Capa 2 proporcionado por Ethernet admite comunicaciones unicast, multicast y broadcast.
- Ethernet utiliza el Protocolo de resolución de direcciones para determinar las MAC de los destinos y asignarlas con direcciones de capa de red conocidas.
- Cada nodo de una red IP tiene una MAC y una IP.
- El protocolo ARP resuelve direcciones IPv4 en direcciones MAC y mantiene una tabla de asignaciones.
- Los switches de capa 2 crean una tabla de direcciones MAC que utilizan para tomar decisiones de reenvío.

Resumen

- Los switches de Capa 3 son también capaces de llevar a cabo funciones de enrutamiento de Capa 3, con lo cual se reduce la necesidad de colocar routers dedicados en una LAN.
- Los switches de capa 3 cuentan con hardware de conmutación especializado, por lo que normalmente pueden enrutar datos con la misma rapidez con la que pueden conmutar.



MUCHAS GRACIAS
CONSTRUIMOS FUTURO

Cisco | Networking Academy[®]
Mind Wide Open[™]