

Practica 10 ENLACE

Paso a paso de una solicitud ARP Request

1. El dispositivo necesita enviar un paquete

- Un host (por ejemplo, un PC) quiere enviar un paquete IP a una dirección IP de destino.
- Antes de poder enviar el paquete, necesita conocer la **dirección MAC** del destinatario (o del router gateway si está fuera de la red).

¿Cómo decide PC_A si el destino está en su red?

PC_A usa la **máscara de subred** y su propia dirección IP para **calcular si la IP destino está dentro del mismo rango de red**.

2. Consulta su caché ARP

- El host primero revisa su **tabla ARP** (caché local) para ver si ya conoce la dirección MAC correspondiente a esa IP.
- Si la encuentra, la usa directamente y NO envía una solicitud ARP.

3. Si no está en la tabla ARP, genera una ARP Request

- El host crea un **mensaje ARP Request** preguntando:

| "¿Quién tiene la IP 192.168.1.5? Dígale a 192.168.1.10."

- Este mensaje incluye:
 - Dirección MAC e IP del emisor (source)
 - Dirección IP del destino (target)
 - **La dirección MAC de destino se deja en blanco (unknown)**

4. Envío por Broadcast

- El mensaje ARP Request se **envía por broadcast** en la red local:
 - Dirección MAC destino: **FF:FF:FF:FF:FF:FF**
 - Es recibido por **todos los dispositivos en la red local**

5. Todos los hosts escuchan

- Cada dispositivo de la red recibe el ARP Request.
- Todos comparan la IP solicitada con la suya propia.

6. Solo el dispositivo con esa IP responde (ARP Reply)

- El host que tiene la IP solicitada (por ejemplo, 192.168.1.5) responde con un **ARP Reply (unicast)**.
- Este mensaje incluye su dirección MAC y se envía directamente al solicitante.

7. Actualización de la tabla ARP

- El host que envió la solicitud ARP guarda la IP y la MAC recibida en su **tabla ARP**.
- Así no necesita volver a hacer una solicitud ARP para la misma IP durante un tiempo.

8. Ahora puede enviar el paquete

- Con la dirección MAC conocida, el host puede ahora **encapsular el paquete IP** en una trama Ethernet y enviarlo al destino.

Ejemplo concreto

- **Host A IP:** 192.168.1.10
- **Host B IP:** 192.168.1.5
- **Host A quiere enviar un ping a Host B:**
 1. Host A no conoce la MAC de 192.168.1.5
 2. Host A emite ARP Request (broadcast)
 3. Host B recibe y responde con su MAC
 4. Host A guarda la MAC en su tabla ARP
 5. Host A envía el paquete (ping) a Host B

Ejercicio 1

¿ Que función cumple la capa de enlace? Indique que servicios presta esta capa

Funciones Principales

- **Entramado:** Encapsular datagramas en tramas
- **Acceso al enlace:** Protocolo de acceso al medio (MAC)
- **Entrega confiable:** Entre nodos adyacentes
- **Control de flujo:** Regular velocidad entre emisor y receptor
- **Detección de errores:** Causados por atenuación y ruido
- **Corrección de errores:** Identificar y corregir bits erróneos
- **Half-duplex vs Full-duplex:** Transmisión en una o ambas direcciones

Ejercicio 2

Compare los servicios de la capa de enlace con los de la capa de transporte.

Funciones / Servicios	Capa de Enlace de Datos	Capa de Transporte
Encapsulado	Encapsula datagramas en tramas para transmisión en enlace físico.	Segmenta datos en segmentos para la transmisión entre procesos.
Acceso al medio (MAC)	Controla el acceso al medio físico (ej. CSMA/CD, CSMA/CA).	No aplica, se enfoca en comunicación entre hosts lógicos.
Entrega confiable entre nodos	Garantiza entrega confiable entre nodos adyacentes (local).	Garantiza entrega confiable entre hosts extremos (red completa).
Control de flujo	Controla el flujo entre dispositivos vecinos para evitar saturación local.	Controla el flujo entre procesos remotos para evitar saturación general.
Detección y corrección de errores	Detecta y corrige errores provocados por atenuación, ruido, etc., en la transmisión física.	Detecta errores en segmentos y solicita retransmisión para asegurar integridad.
Multiplexación	No realiza multiplexación de procesos, solo maneja tramas para el enlace físico.	Multiplexa múltiples aplicaciones mediante puertos.

Control de congestión	No suele implementar control de congestión.	Gestiona congestión en la red (ej. TCP).
Medio de transmisión	Gestiona la transmisión en un enlace físico específico.	Gestiona la comunicación lógica de extremo a extremo.
Modo de comunicación	Half-duplex y full-duplex en el enlace físico.	Orientado a conexión (TCP) o no orientado (UDP).
Funciones específicas	Control de acceso al medio, delimitación de tramas, direccionamiento físico (MAC).	Establecimiento, mantenimiento y cierre de conexiones lógicas.

Resumen en pocas palabras:

- **Capa de enlace de datos** se enfoca en la **comunicación confiable y ordenada entre dos dispositivos vecinos** directamente conectados por un enlace físico (por ejemplo, entre un computador y un switch).
- **Capa de transporte** se encarga de la **comunicación confiable entre procesos o aplicaciones en dos hosts diferentes** a través de una red completa, además de gestionar la segmentación, multiplexación y control de congestión.

Ejercicio 3

Direccionamiento Ethernet:

- ¿Cómo se identifican dos máquinas en una red Ethernet?
- ¿Cómo se llaman y qué características poseen estas direcciones?
- ¿Cuál es la dirección de broadcast en la capa de enlace? ¿Qué función cumple?

Las maquinas en una red Ethernet se identifican mediante dirección MAC

La

dirección MAC (*Media Access Control Address*) es un **identificador único de 48 bits**

(6 bytes) asignado a la

interfaz de red de un dispositivo. Es usada para identificar dispositivos dentro de una **red local (LAN)**.

Características:

- **Única a nivel mundial:** Cada dirección MAC es única y está asignada por el fabricante.
- **Fija por hardware:** Está grabada en la memoria ROM de la tarjeta de red.

- **Formato:** Se expresa en hexadecimal y suele dividirse en 6 grupos:
Ejemplo:
`00:1A:2B:3C:4D:5E`
 - Los **primeros 3 bytes** indican el fabricante (OUI - *Organizationally Unique Identifier*).
 - Los **últimos 3 bytes** son un número único dentro del fabricante.

Funciones:

- Identifica de forma **única** a cada dispositivo dentro de una red LAN.
- Se usa para la **entrega local de tramas Ethernet**.
- Es utilizada por el protocolo **ARP** para asociar direcciones IP con direcciones MAC.

La dirección Broadcast de la capa de enlace es FF:FF:FF:FF:FF:FF y su función es permitir el **envío de una trama a todos los dispositivos dentro de una red local (LAN)**.

Ejercicio 4

Sobre los dispositivos de capa de enlace:

- Enumere dispositivos de capa de enlace y explique sus diferencias.
- ¿Qué es una colisión?
- ¿Qué dispositivos dividen dominios de broadcast?
- ¿Qué dispositivos dividen dominios de colisión?

Dispositivos de la capa de enlace:

Repetidor / Hub

- **Función:** Regeneran y reenvían señales. Operan en capa física (no entienden tramas).
- **Tipos:**
 - **Pasivos:** Solo retransmiten señales eléctricas.
 - **Activos:** Regeneran y amplifican la señal.
 - **Inteligentes:** Añaden funciones como detección de errores.
- **Características:**
 - Comparten el mismo **dominio de colisión** y de **broadcast**.

- En redes Ethernet, generan **colisiones** y requieren mecanismos como **CSMA/CD**.
 - **Cascadas/Uplinks**: Se pueden conectar entre sí para expandir la red, pero aumenta el riesgo de colisiones.
-

Bridge

- **Función**: Conecta dos segmentos de red y **filtra** tráfico a nivel de **tramas (capa de enlace)**.
 - **Características**:
 - Tiene **dos puertos**.
 - Implementado por **software**.
 - Aprende direcciones MAC.
 - Puede **adaptar tecnologías** diferentes (por ejemplo, Ethernet a Wi-Fi).
 - Separa **dominios de colisión**, pero no de **broadcast**.
-

Switch

- **Función**: Conecta múltiples dispositivos en una LAN y **dirige tramas** según la dirección MAC.
- **Características**:
 - Utiliza hardware especializado (**ASIC**) para mayor rendimiento.
 - Soporta **full-duplex**: Transmisión y recepción simultánea, evitando colisiones.
 - Crea **micro-segmentación**: Cada puerto es un dominio de colisión independiente.
 - Mejora:
 - **Rendimiento** (menos colisiones),
 - **Seguridad** (uso de VLANs),
 - **Latencia** (menor delay).
 - **Switch Multilayer (capa 3)**: Puede realizar funciones de **enrutamiento**, separando también **dominios de broadcast**.

Router

- **Función:** Interconecta redes diferentes y enruta paquetes IP entre ellas (operando en capa 3).
- **Características:**
 - Cada interfaz física representa un dominio de colisión independiente.
 - Cada interfaz también representa un dominio de broadcast independiente.
 - Filtra el tráfico broadcast y evita que se propague entre subredes.
 - Permite segmentar la red en múltiples subredes y controlar el tráfico entre ellas.
 - Opera con direcciones IP y protocolos de enrutamiento.

Los dispositivos que separan dominios de broadcast son los **routers (y switches multilayer)**, y los que separan dominios de colisión son los **switches y bridges**.

Ejercicio 5

¿Para qué sirve el algoritmo de acceso al medio en Ethernet? ¿Es orientado a la conexión?

Un algoritmo de acceso al medio regula **cómo los dispositivos en una red comparten el medio físico** para enviar datos, evitando que se transmitan dos o más dispositivos al mismo tiempo y se produzcan colisiones.

El objetivo es que los nodos puedan **acceder al canal de comunicación de forma ordenada y eficiente**, especialmente en redes de medio compartido, como Ethernet o Wi-Fi.

Este algoritmo **opera en la capa de enlace de datos (capa 2)** y controla el acceso al medio físico compartido para transmitir tramas, garantizando que solo un dispositivo transmita en un momento dado.

No es un protocolo orientado a conexión, ya que no establece ni mantiene una conexión lógica previa entre dispositivos, sino que simplemente gestiona el uso del medio para evitar interferencias y colisiones.

Ejercicio 6

¿Cuál es la finalidad del protocolo ARP?

ARP (Address Resolution Protocol)

es un protocolo de la

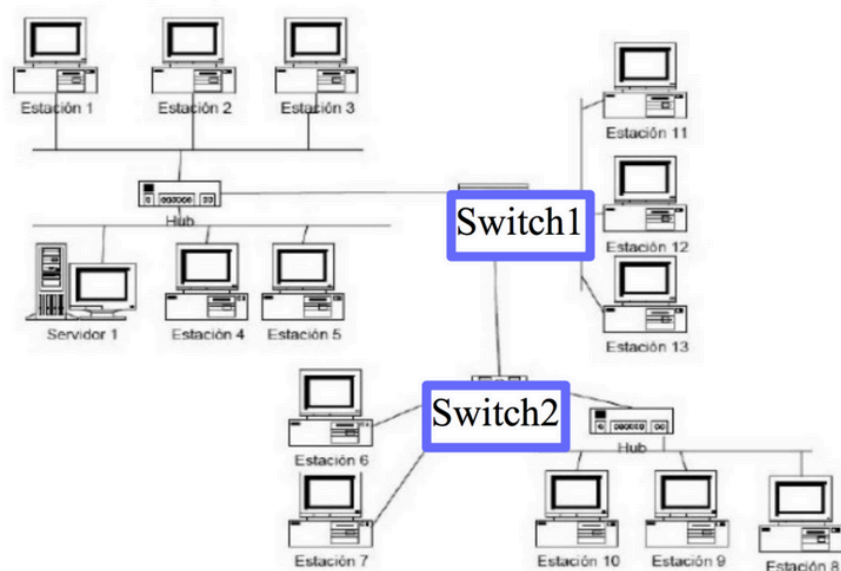
capa de enlace (capa 2) y red (capa 3) que permite **resolver direcciones IP a direcciones MAC** dentro de una red local (LAN).

Su función principal es:

- Dado que la comunicación en una LAN se realiza usando direcciones físicas (MAC), pero las aplicaciones y protocolos IP trabajan con direcciones lógicas (IP),
- ARP traduce o mapea la dirección IP destino a su correspondiente dirección MAC para que la trama Ethernet pueda ser correctamente enviada al dispositivo correcto dentro de la LAN

Ejercicio 7 REVISAR

Dado el siguiente esquema de red, responda:



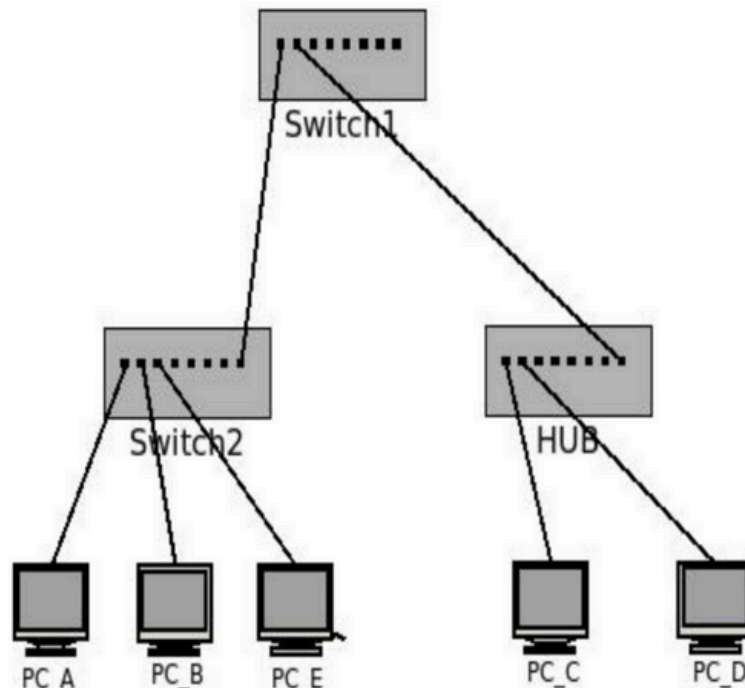
a. Suponiendo que las tablas de los switches (tablas CAM) están llenas con la información correcta, responda quién escucha el mensaje si:

- i. La estación 1 envía una trama al servidor 1.
- ii. La estación 1 envía una trama a la estación 11.
- iii. La estación 1 envía una trama a la estación 9.
- iv. La estación 4 envía una trama a la MAC de broadcast.
- v. La estación 6 envía una trama a la estación 7.
- vi. La estación 6 envía una trama a la estación 10.

b. ¿En qué situaciones se pueden producir colisiones?

Ejercicio 8 REVISAR

En la siguiente topología de red indique:



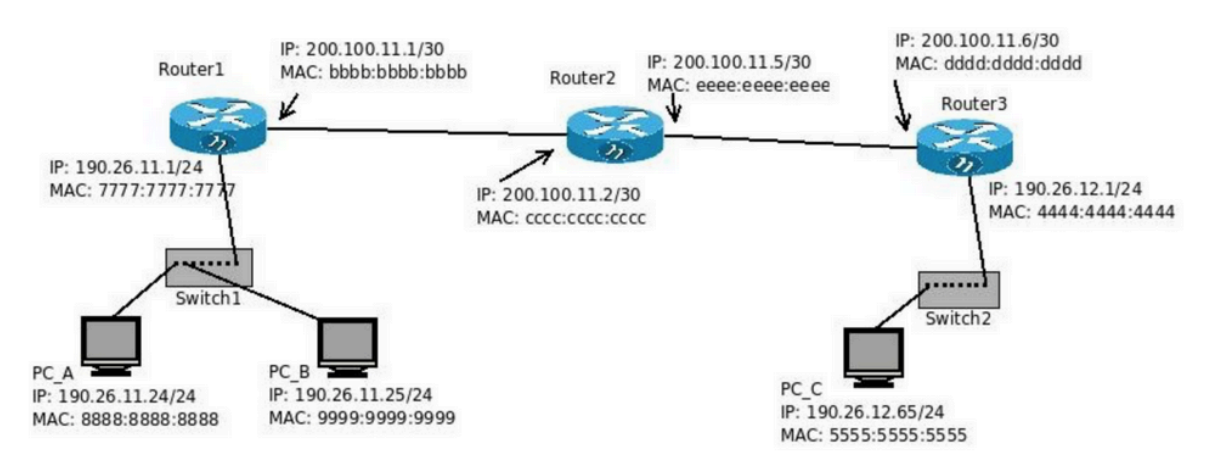
- a. ¿Cuántos dominios de colisión hay?
- b. ¿Cuántos dominios de broadcast hay?
- c. Indique cómo se va llenando la tabla de asociaciones MAC → PORT de los switches

SW1 y SW2 durante el siguiente caso:

- i. A envía una solicitud ARP consultando la MAC de C.
 - ii. C responde esta solicitud ARP.
 - iii. A envía una solicitud ARP consultando la MAC de B.
 - iv. B responde esta solicitud ARP.
- d. Si la PC E y la PC D hubiesen estado realizando un tcpdump para escuchar todo lo que pasa por su interfaz de red, ¿cuáles de los requerimientos/respuestas anteriores hubiesen escuchado cada una?

Ejercicio 9 REVISAR

En la siguiente topología:



Suponiendo que todas las tablas ARP están vacías, tanto de PCs como de routers. Si la PC_A le hace un ping a la PC_C, indique:

- ¿En qué dominios de broadcast hay tráfico ARP? ¿Con qué direcciones de origen y destino?
- ¿En qué dominios de broadcast hay tráfico ICMP?
- ¿Con qué direcciones de origen y destino de capa 2?
- ¿Con qué direcciones de origen y destino de capa 3?
- ¿Cuál es la secuencia correcta en la que se suceden los anteriores?

Ejercicio 10 REVISAR

Si la PC A está en una red y se quiere comunicar con la PC B que está en otra red:

- ¿Cómo se da cuenta la PC A de esto?
- Si la tabla ARP de la PC A está vacía, ¿qué dirección MAC necesita la PC A para poder comunicarse con la PC B?
- En base a lo anterior, ¿qué dirección IP destino tiene el requerimiento ARP? ¿Es la dirección IP del default gateway o es la dirección IP de la PC B?

Complete los campos:

Trama Ethernet: (mac origen: _____ mac destino: _____)

Solicitud ARP: (mac origen: _____ ip origen: _____)

(mac destino: _____ ip destino: _____)

- En base a lo anterior, indique la información de capa 2 y 3 del ICMP ECHO REQUEST que la PC A le envía a la PC B cuando ejecuta un ping, en el segmento de LAN de la PC B.