



# REDES DE COMPUTADORAS 1

---

Clase 7

# Agenda

- Introducción y servicios
- Detección y corrección de errores
- Protocolos de acceso múltiple
- Direccionamiento de capa enlace
- Ethernet
- Hubs y switches

# Direcciones MAC

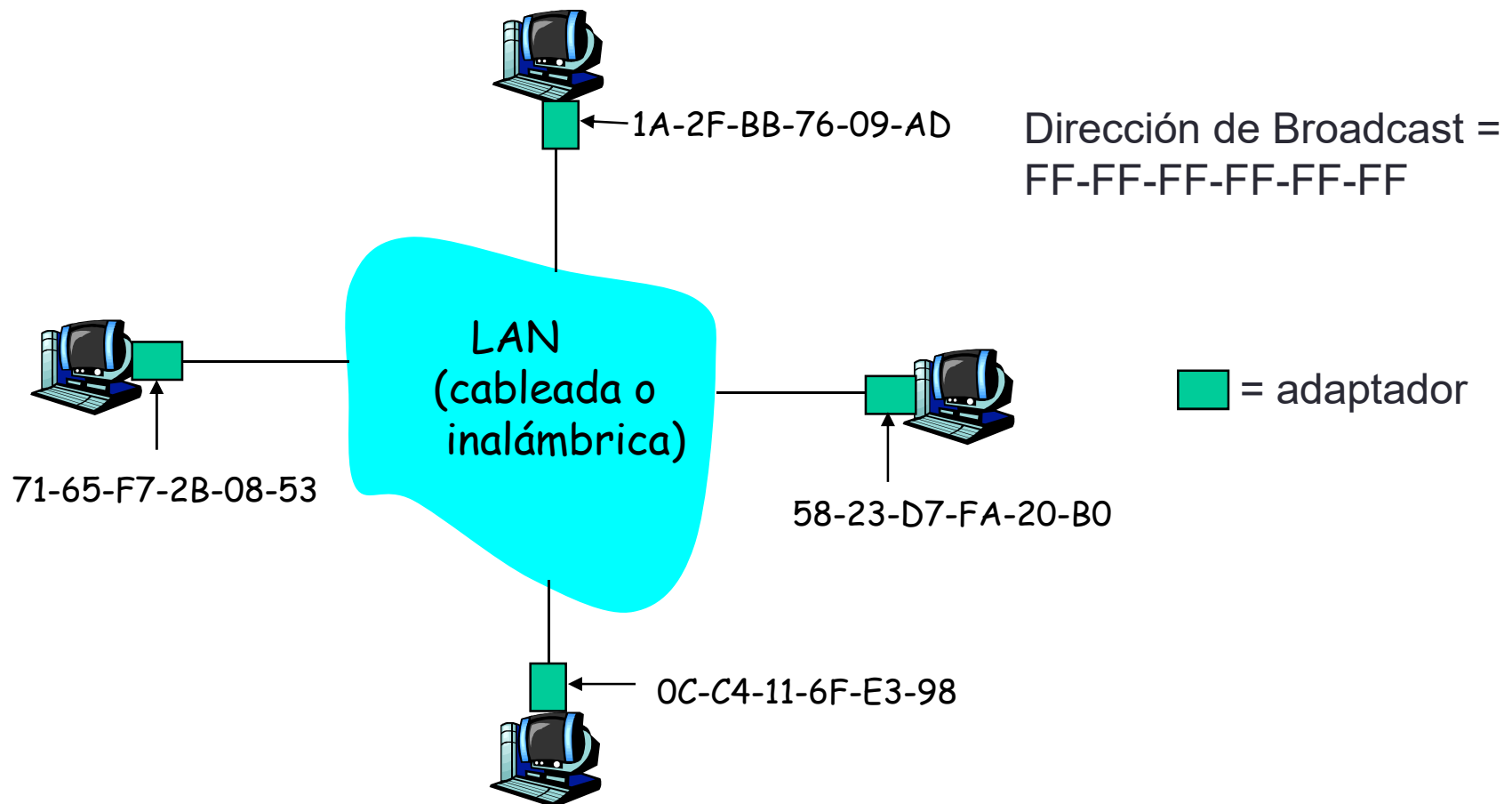
- Direcciones IP son de 32-bit:
  - Direcciones de la capa de red.
  - Utilizadas para conducir un datagrama a la subred destino.
  - Es jerárquico.
  - No es portátil.
    - ➔ asignado por administrador de subred.

# Direcciones MAC (Ethernet)

- Direcciones de 48 bits.
- Utilizadas para conducir un datagrama de una interfaz a otra interfaz físicamente conectadas.
  - ➔ En la misma subred.
- Grabadas en una ROM de la tarjeta adaptadora.
- Administradas por IEEE.
- Fabricantes de interfaces compran porciones del espacio de direcciones disponibles.
- Es portátil y no jerárquico
  - ➔ Se puede mover una tarjeta de una LAN a otra.

# Direcciones MAC

Cada adaptador (tarjeta) en la LAN tiene una dirección MAC única



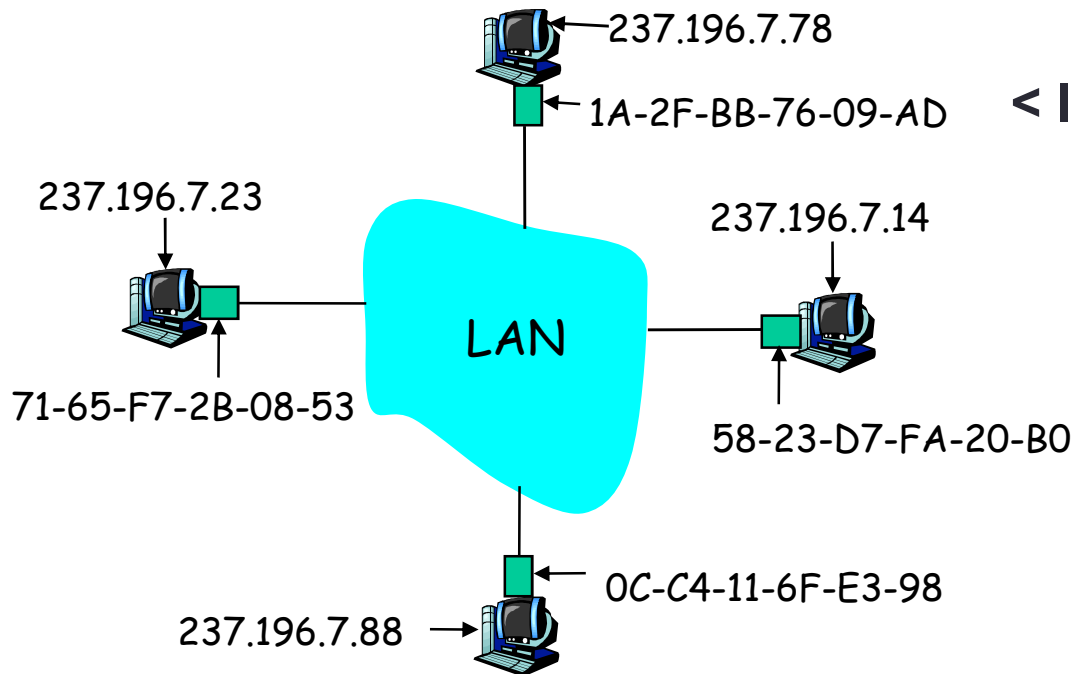
# ARP: Address Resolution Protocol

Pregunta: ¿Cómo determinar la dirección MAC sabiendo la dirección IP?

- Cada nodo IP (Host o Router) de la LAN tiene una tabla ARP
- Tabla ARP:  
Mapea direcciones IP → MAC

**< IP address; MAC address; TTL >**

- ❖ TTL (Time To Live): tiempo de expiración para el mapeo (típicamente 20 min)
- ❖ Mismo nombre pero no confundir con TTL en encabezado IP.



# Protocolo ARP: Dentro de la misma LAN

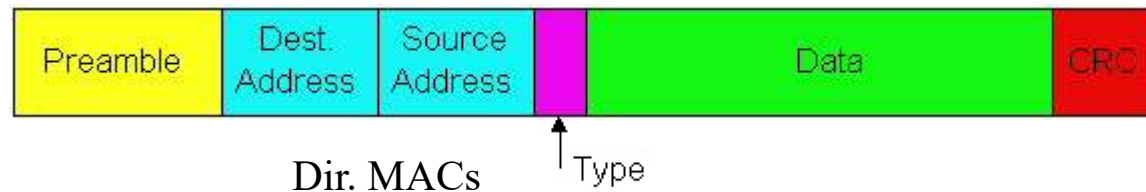
- **A** quiere enviar un datagrama a **B**, y la dirección MAC de **B** no está en tabla ARP de **A**.
- **A** difunde (broadcast) un paquete de consulta ARP, conteniendo la IP de **B**.
  - ❖ Dirección destino MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF.
  - ❖ Todas las máquinas de la LAN reciben la consulta ARP.
- **B** recibe paquete ARP, y responde a **A** con su dirección MAC.
  - ❖ La respuesta es enviada a la MAC de **A** (unicast).
- **A** guarda el par (IP,MAC) en su tabla ARP hasta que la información envejece (times out)
  - ❖ La información expira a menos que sea refrescada

ARP es “plug-and-play”:

*Los nodos crean sus tablas de ARP sin intervención de la administradores*

# Estructura de trama Ethernet

El adaptador transmisor encapsula el datagrama IP (u otro protocolo de red) en la trama Ethernet



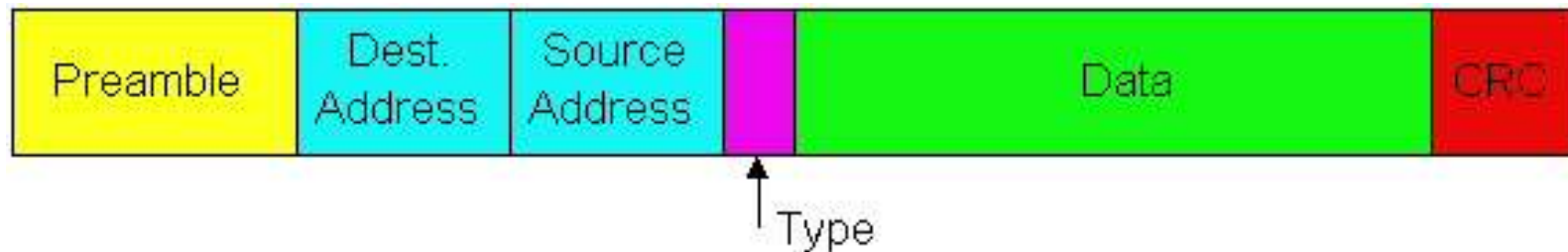
## Preámbulo:

- 7 bytes con patrón 10101010 seguido por un byte con patrón 10101011
- Usado para sincronizar la frecuencia de reloj del receptor



# Estructura de trama Ethernet

- **Direcciones:** 6 bytes ( = 48 bits)
  - Si el adaptador recibe trama con dirección destino propia o dirección de broadcast (eg paquete ARP), éste pasa los datos de la trama al protocolo de capa de red
  - de otro modo, el adaptador descarta la trama.
- **Tipo:** indica el protocolo de capa superior (principalmente IP pero hay otros como Novell IPX y AppleTalk)
- **CRC:** chequeado en receptor, si un error es detectado, la trama es simplemente descartada.



# Servicios de Ethernet

- Sin conexión y No confiable.
  - Flujo de datagramas pasado a la capa de red puede tener vacíos por tramas descartada.
  - Los vacíos son llenados si la aplicación está usando TCP.
  - Si la aplicación está usando UDP entonces va a contener vacíos en la secuencia de datos recibidos.
- Utiliza CSMA/CD.
  - Sin ranuras.
  - Sensa por portadora → el adaptador no transmite si otro adaptador lo está haciendo).
  - Detecta Colisiones → adaptador transmisor aborta cuando éste detecta que otro adaptador está transmitiendo.
  - Acceso Aleatorio → Antes de intentar una retransmisión el adaptador espera un tiempo aleatorio

# CSMA/CD de Ethernet

## Backoff Exponencial:

**Objetivo:** estimar la carga actual → si la carga es alta, la espera aleatoria será mayor

1ª colisión: elige K entre {0,1}; retardo es  $K \cdot 512$  periodos de bits.

2ª colisión: elige K de {0,1,2,3}...

3ª colisión: elige K de {0,1,2,3,4,5,6,7}

10ª colisiones o más, elige K de {0,1,2,3,4,...,1023}

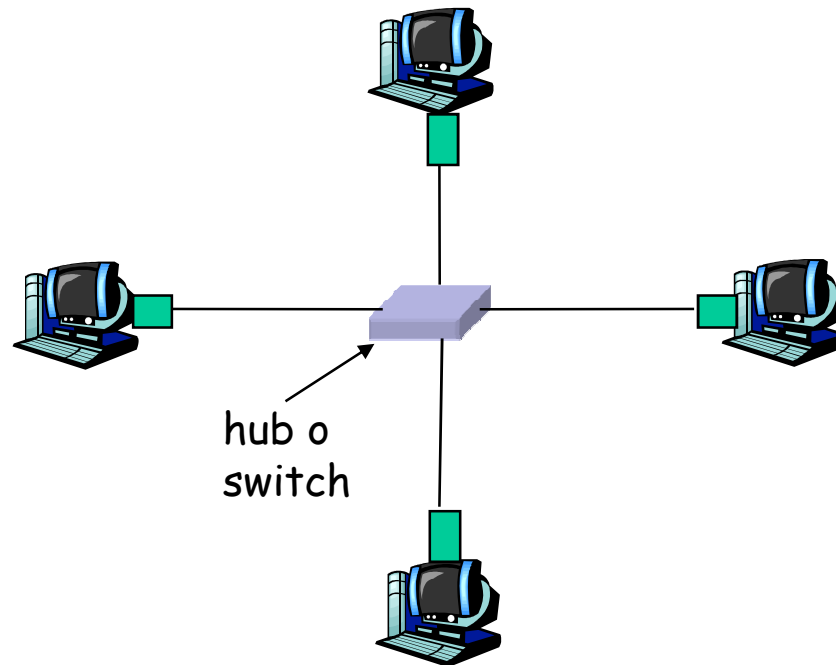
## Periodo de 1 bit:

0,1  $\mu$ seg en 10 Mbps → para K=1023, se esperará alrededor de 50 mseg

La eficiencia es mucho mayor que ALOHA (ranurado o no)

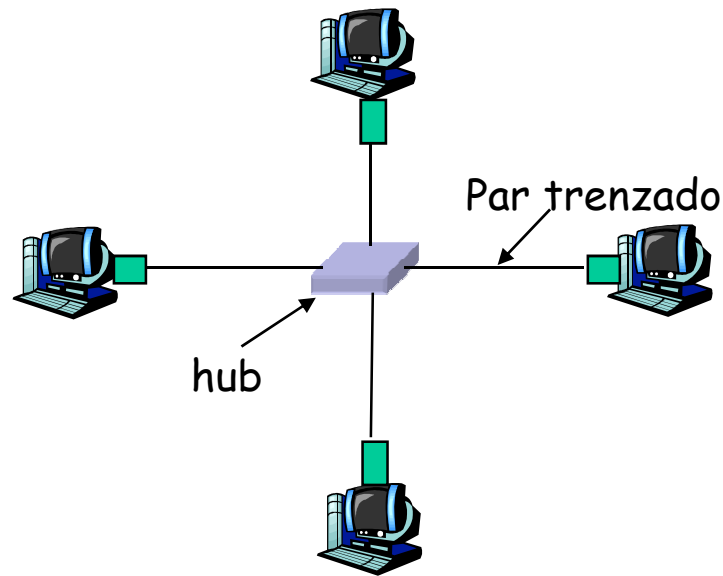
# Topología Estrella

- En los 90 era común la topología Bus
- Hoy domina la topología estrella
- Elecciones de conexión: hub (extinguido) o switch



# Hubs

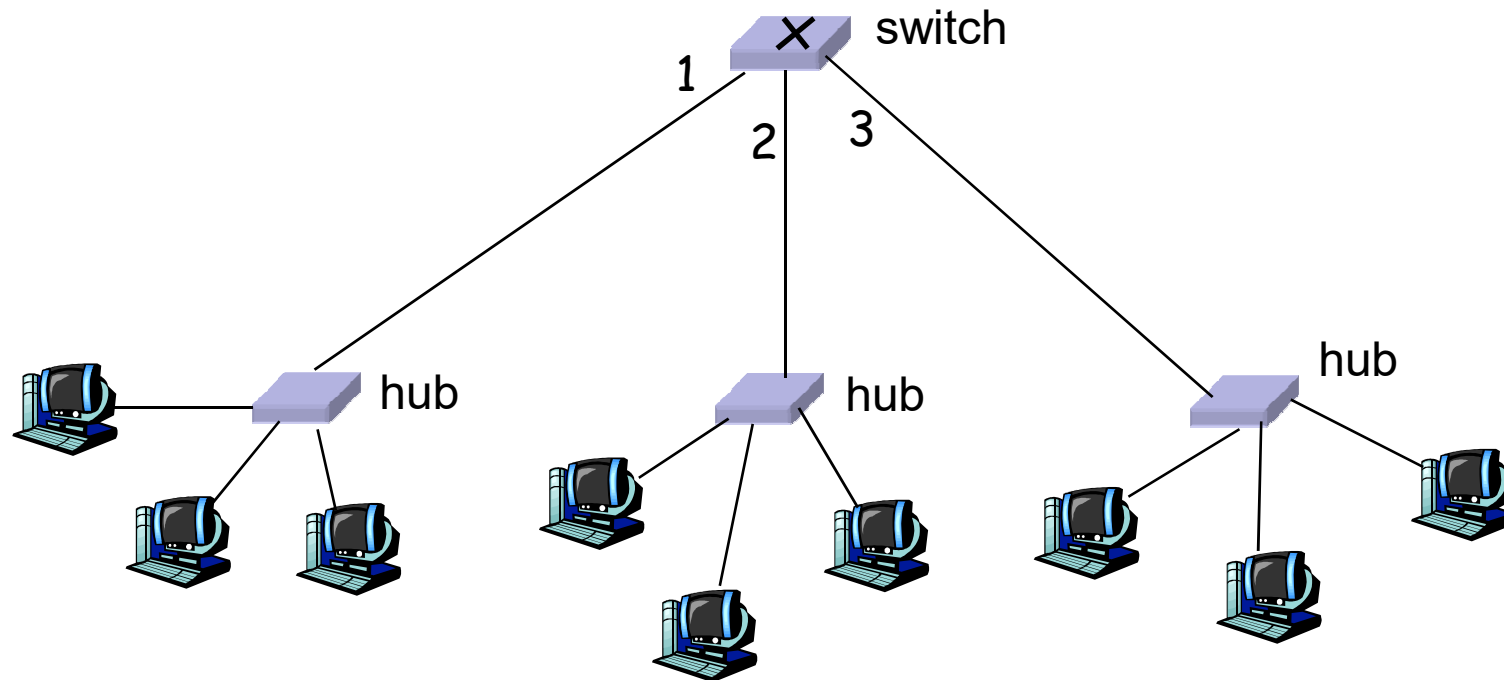
- Hubs son esencialmente repetidores de capa física:
  - Los bits que ingresan por un enlace salen por TODOS los otros
  - No hay almacenamiento y reenvío
  - No hay CSMA/CD en hub: el adaptador detecta la colisión



# Switches

- Dispositivo de capa enlace de datos
  - Almacena y re-envía tramas Ethernet.
  - Examina encabezados de tramas y re-envía basado en dirección MAC.
  - Cuando debe re-enviar una trama, usa CSMA/CD para acceder al medio.
- Transparente
  - Hosts no notan la presencia de switches
- Plug-and-play (aprenden solos)
  - Switches no requieren ser configurados
- Divide la subred en segmentos de LAN (para efectos de colisiones, por ejemplo)
- Filtra paquetes:
  - Tramas de un mismo segmento de LAN no son re-enviados a los otros segmentos.
  - Los segmentos pasan a ser dominios de colisión separados.

# Reenvío



- ¿Cómo determinar en qué segmento LAN enviar la trama?
- Similar a problema de ruteo ...

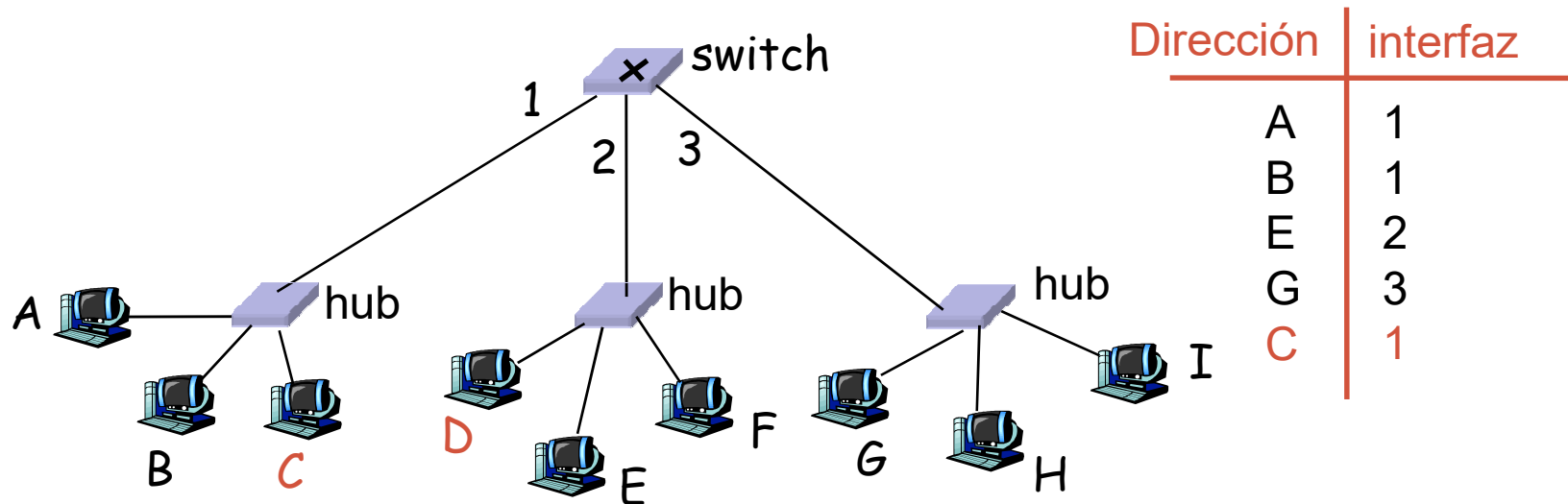
# Auto aprendizaje

- Cada switch tiene una tabla de conmutación (switching table)
- Entradas de la tabla del switch:
  - (Dirección MAC, Interfaz, Marca de tiempo)
  - Entradas antiguas son descartadas (TTL ~60 min)
- Switches *aprenden* qué hosts se encuentra en qué interfaz
  - Cuando una trama es recibida, el switch “aprende” la interfaz del sector del Tx observando la MAC de la trama LAN de llegada.
  - Graba el par Tx/localización en tabla del switch.



# Ejemplo de Switches

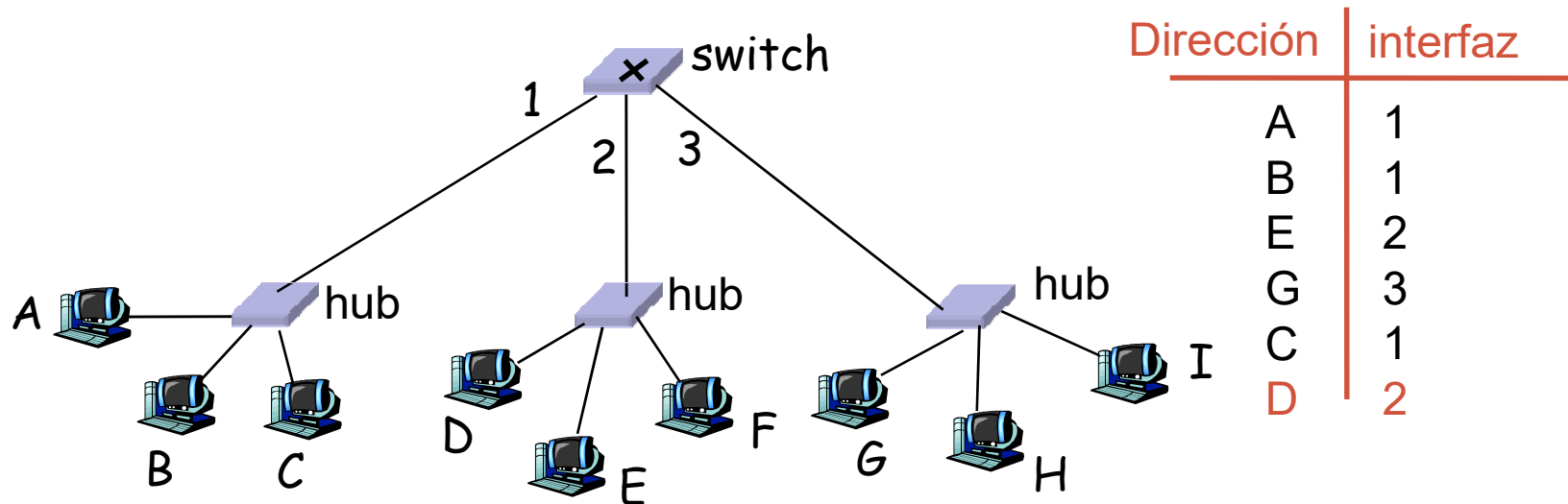
Supongamos que C envía una trama a D



- El switch (o bridge) recibe trama de C
  - Anota en tabla del switch que C está en interfaz 1
  - Debido a que D no está en la tabla, el switch re-envía la trama a interfaces 2 y 3 (inunda)
- La trama es recibida por D

# Ejemplo de Switches

Supongamos que D responde a C con otra trama



- El switch recibe la trama de D
  - Y anota en su tabla que D está en interfaz 2
  - Debido a que C ya está en la tabla, el switch re-envía la trama sólo por interfaz
- La trama es recibida por C

# Filtrado y reenvío

Cuando un switch recibe una trama:

Busca en su tabla usando la dirección MAC destino

if encuentra entrada para el destino

then {

if destino está en segmento desde donde llegó trama

then descarte trama

else re-envíe la trama a la interfaz indicada

}

else {

inunde

Registre dirección origen

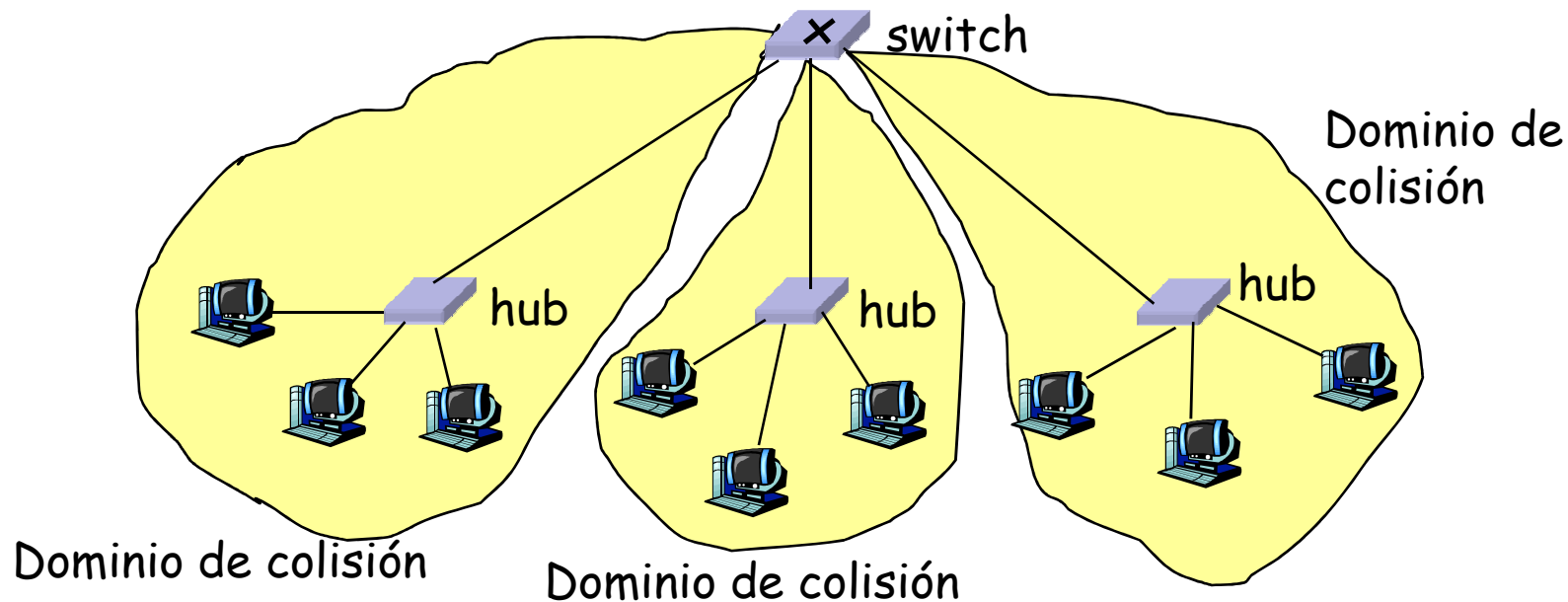
}

*Re-envíe en todas la interfaces  
excepto la de llegada*



# Switch: Aislamiento de tráfico

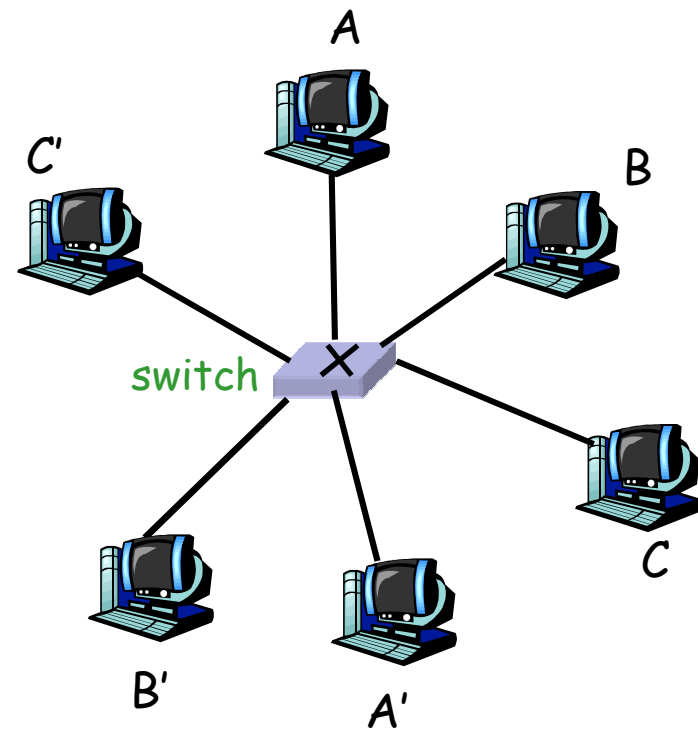
- El uso de un switch divide la subred en segmentos de LAN (para efectos de colisiones, por ejemplo)
- El switch filtra paquetes:
  - Las tramas de una mismo segmento de la LAN normalmente no son re-enviados a los otros segmentos
  - Los segmentos pasan a ser dominios de colisión separados



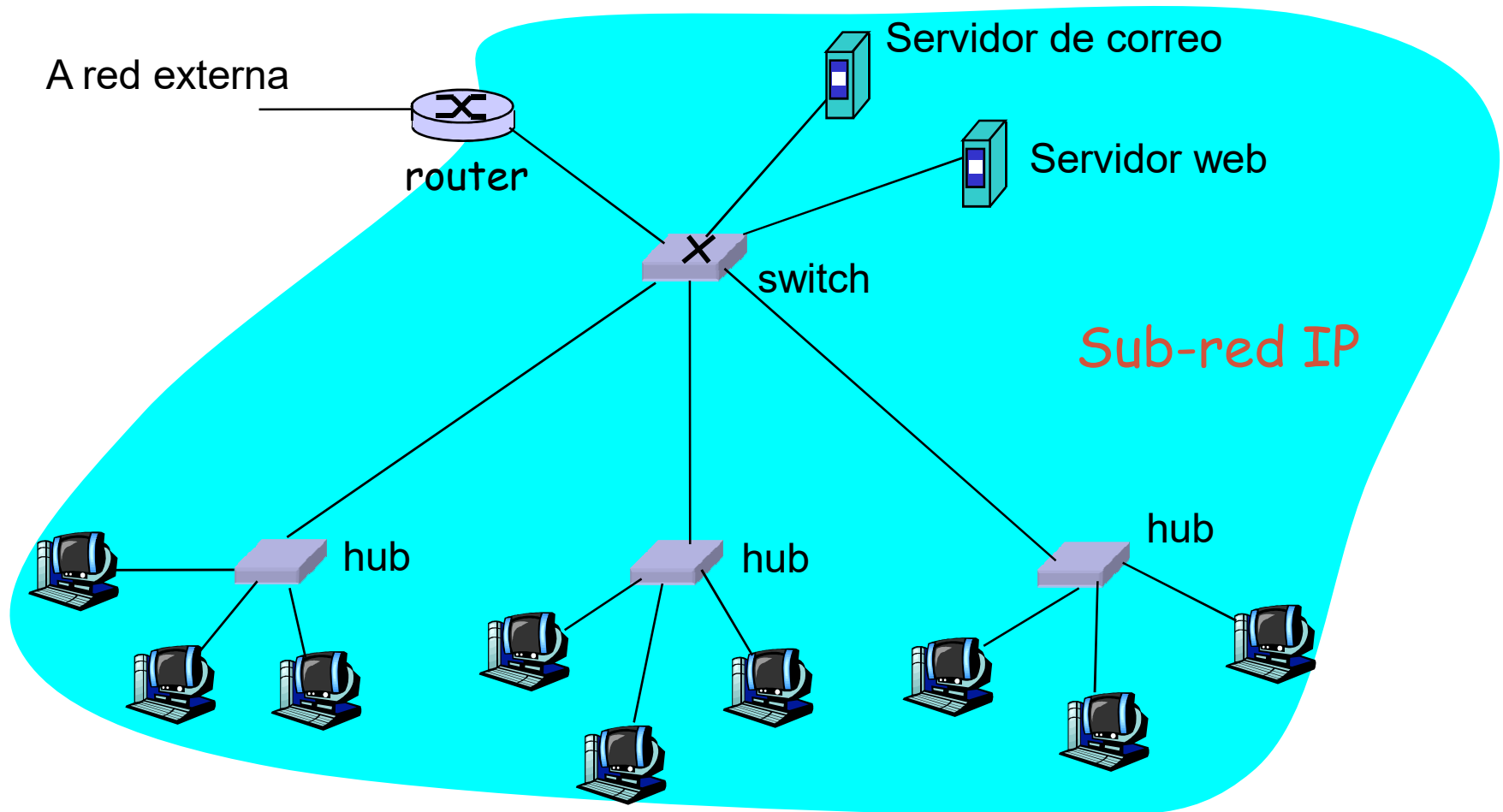
# Switches: accesos dedicados

- Switch con muchas interfaces
- Cada host tiene conexión directa al switch
- No hay colisiones; full duplex

Conmutación: puede haber comunicación A-a-A' y B-a-B' simultáneamente, no hay colisiones

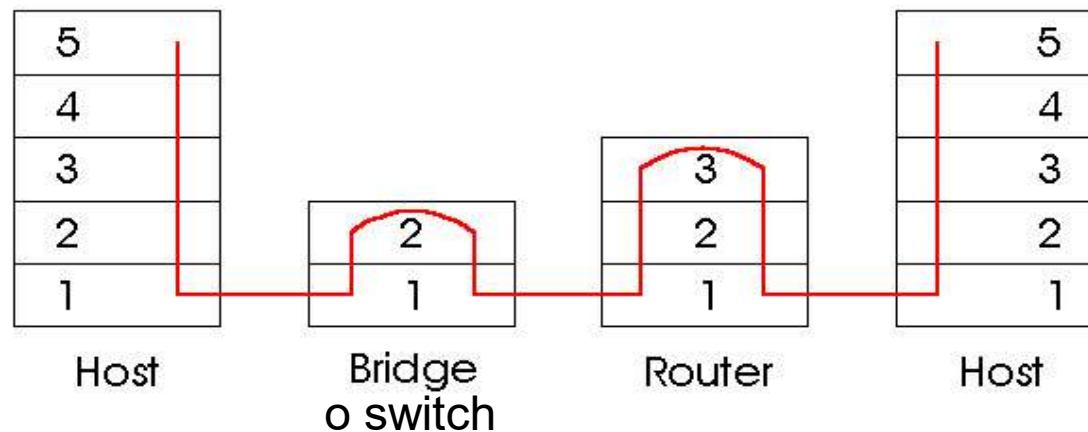


# Redes Institucionales



# Switches vs. Routers

- Ambos son dispositivos de almacenamiento y re-envío
  - Routers son dispositivos de capa de red (examinan encabezados de capa de red)
  - Switches son dispositivos de capa enlace de datos.
- Routers mantienen tablas de ruteo, implementan los algoritmos de ruteo
- Switches mantienen las tablas de switches, implementan filtrado y algoritmos de aprendizaje



# Resumen comparativo

	Hubs	Switches	Routers
Aisla tráfico	No	Si	Si
Plug & play	Si	Si	No
Ruteo óptimo	No	No	Si