

Teoría de las Comunicaciones

Rodrigo Castro - Claudio Enrique Righetti
Primer Cuatrimestre de 2017

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Protocolos de acceso múltiple

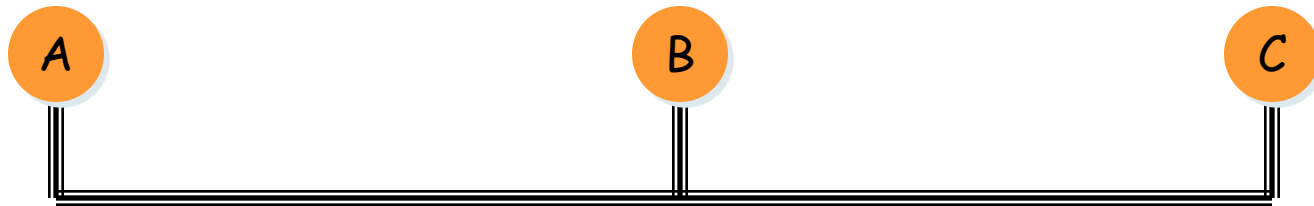
Medios Compartidos

Acceso a medios Compartidos

- ▶ Vimos que podíamos “compartir” un medio de transmisión guiado o no guiado mediante
 - ▶ TDM
 - ▶ FDM
 - ▶ WDM
 - ▶ Existe otra técnica muy difundida, que escapa a los objetivos de esta materia: CDMA (Code Division Multiple Access)
- ▶ Otras formas de compartir: **Contención estadística**
 - ▶ “*Los sistemas en los cuales varios usuarios comparten un canal común de modo tal que puede dar pie a conflictos se conocen como **sistemas de contención**”*
 - ▶ Los conflictos son **1) aceptados y 2) manejados**

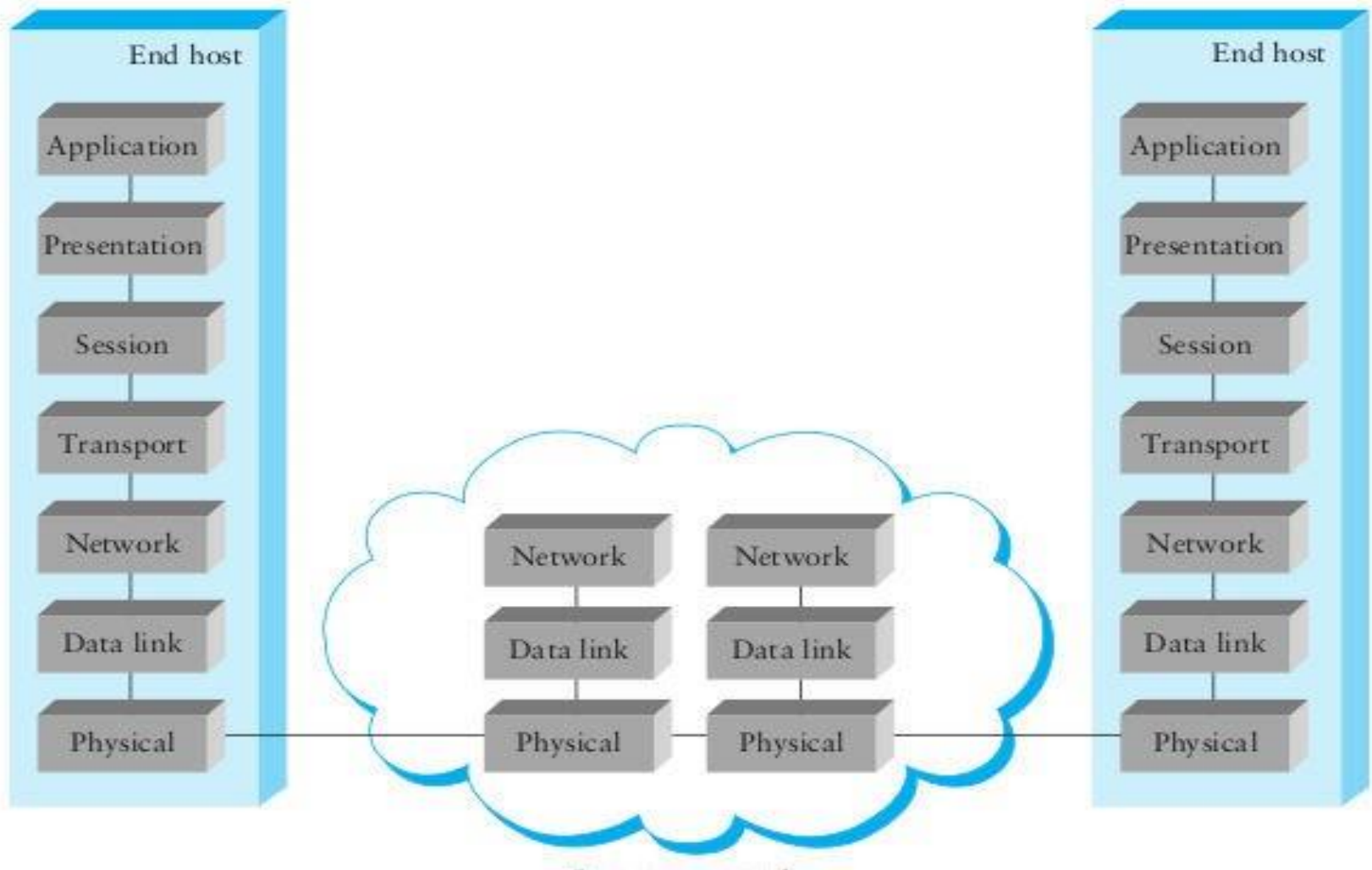
El problema del acceso a un canal compartido

- ▶ Múltiples nodos comparten un medio



- ▶ La simultaneidad de transmisión no es posible
- ▶ “MAC Protocols” (Medium Access Control)
 - ▶ Maximizar, **en promedio**, el número de éxitos en los intentos de comunicación.
 - ▶ Asegurar “**average fairness**” (igualdad de oportunidades, **en promedio**) entre todos los nodos “competidores”

Paradigma de capas

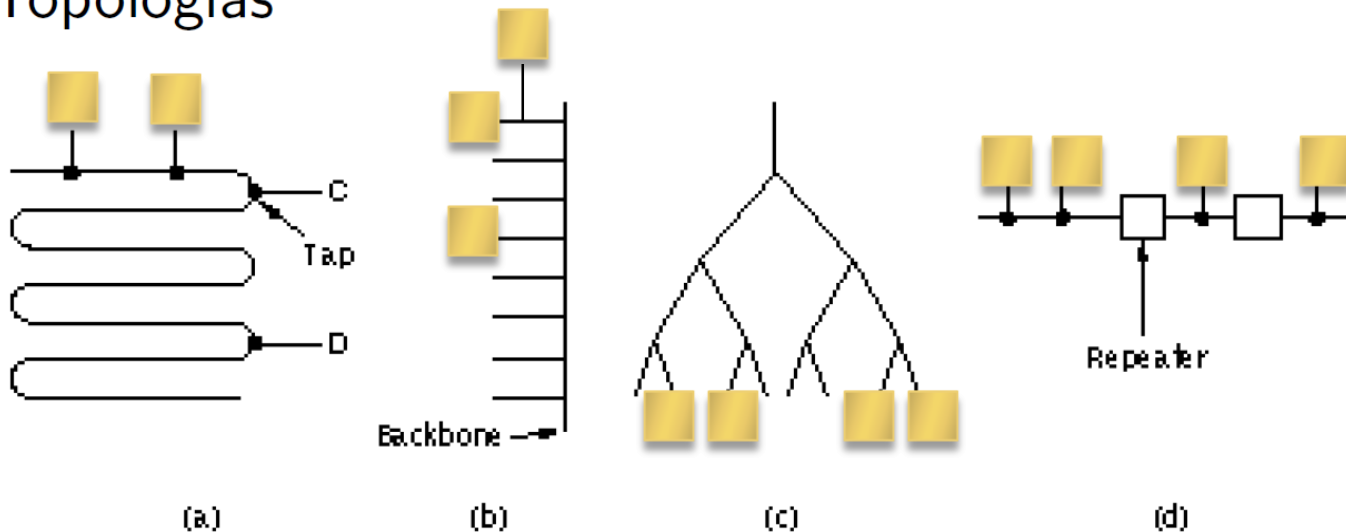


Control de Acceso Compartido

- Un medio físico para varios hosts, control descentralizado.
- Surge la necesidad de:
 - Esquema de Direccionamiento.
 - Control de Acceso.
 - Podría usarse FDM o TDM?
- Ejemplos:
 - Aloha.
 - Ethernet (802.3).
 - WIFI (802.11).
 - Token Ring (802.5).

Ejemplo: Tecnología Ethernet

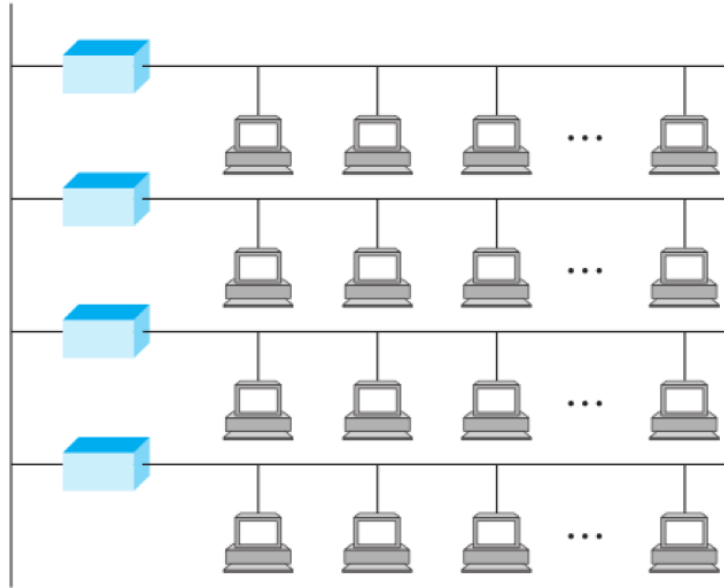
Topologías



Tipos de Cables

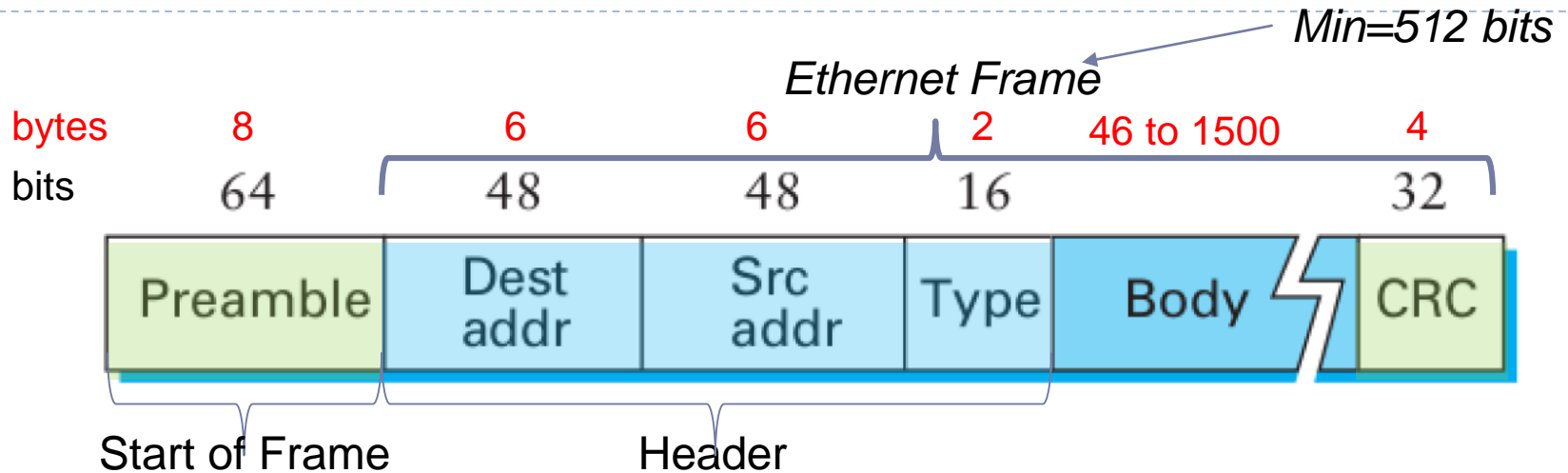
- 10base2 - Coaxil (10 Mbps, 200 m)
- 10base5 - Coaxil (10 Mbps, 500 m)
- 10baseT - Par Trenzado (10/100/1000 Mbps, 100 m)

Acceso compartido en Ethernet 802.3



- IEEE 802.3
- Max. 500m por tramo (evitar atenuación).
- Max. 4 repetidores \Rightarrow Enlace max=2500m
- Min. 2.5m entre hosts.

Formato de Frame Ethernet



Un host recibe frames que estén destinados a ...

... su dirección.

... la dirección broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF).

... una dirección multicast (de estar suscripto).

o cualquier frame (de haber sido activado el modo promiscuo).

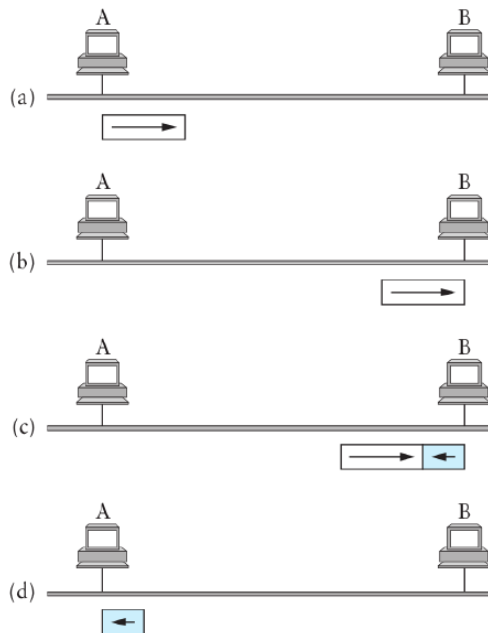
Mecanismo de acceso: CSMA-CD

Cuando un host tiene datos para enviar, sensa el medio:

- Si está *libre*, transmite.
- Si está *ocupado*:
 - 1-persistente: espera a que se libere y transmite. (es el caso de Ethernet IEEE 802.3)
 - p-persistente: espera a que se libere y transmite con probabilidad p .
- Half-duplex: La lógica de recepción está establecida en el sensado para detectar colisiones.

Colisiones

Escenario de peor caso



- Si los hosts envían frames, producen colisiones.
- Es necesario tener un control sobre los envíos, para saber si llegaron sin colisionar.

★ **Largo mínimo de trama:**
Se envía hasta saber que no hubo colisión. El tiempo de propagación entre los extremos es clave.

Ejercicio

Siendo $25,6\mu s$ el delay máximo en una LAN 802.3 de 10Mbps

- a. ¿Cuál es el período de tiempo mínimo que deberá transcurrir para que las estaciones que enviaron un paquete se aseguren de que no ocurrió una colisión?
- b. Calcular el tamaño mínimo de la trama.
- c. ¿Qué pasaría si un emisor desea transmitir una trama de datos de tamaño menor al mínimo especificado?

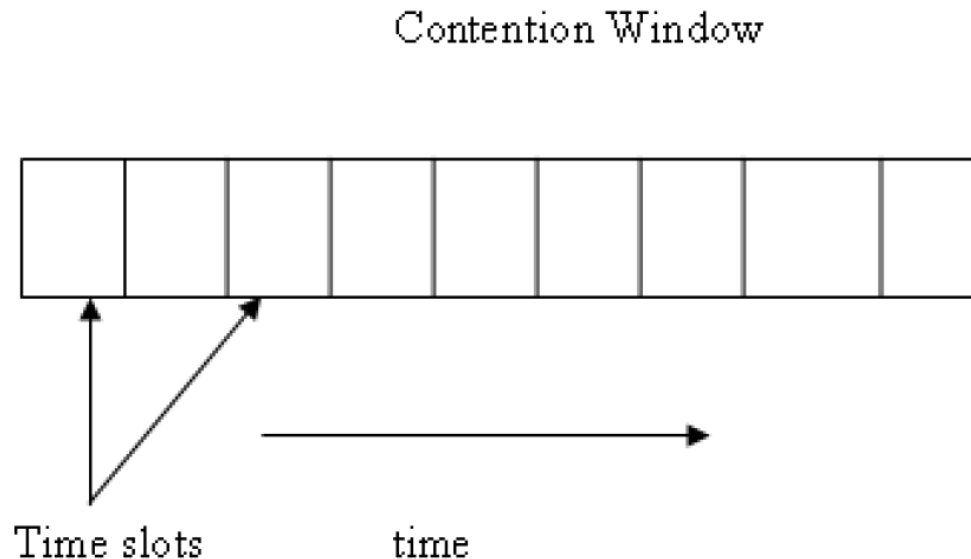
Colisiones

¿Qué hacer ante una colisión?

¡Retransmitir!

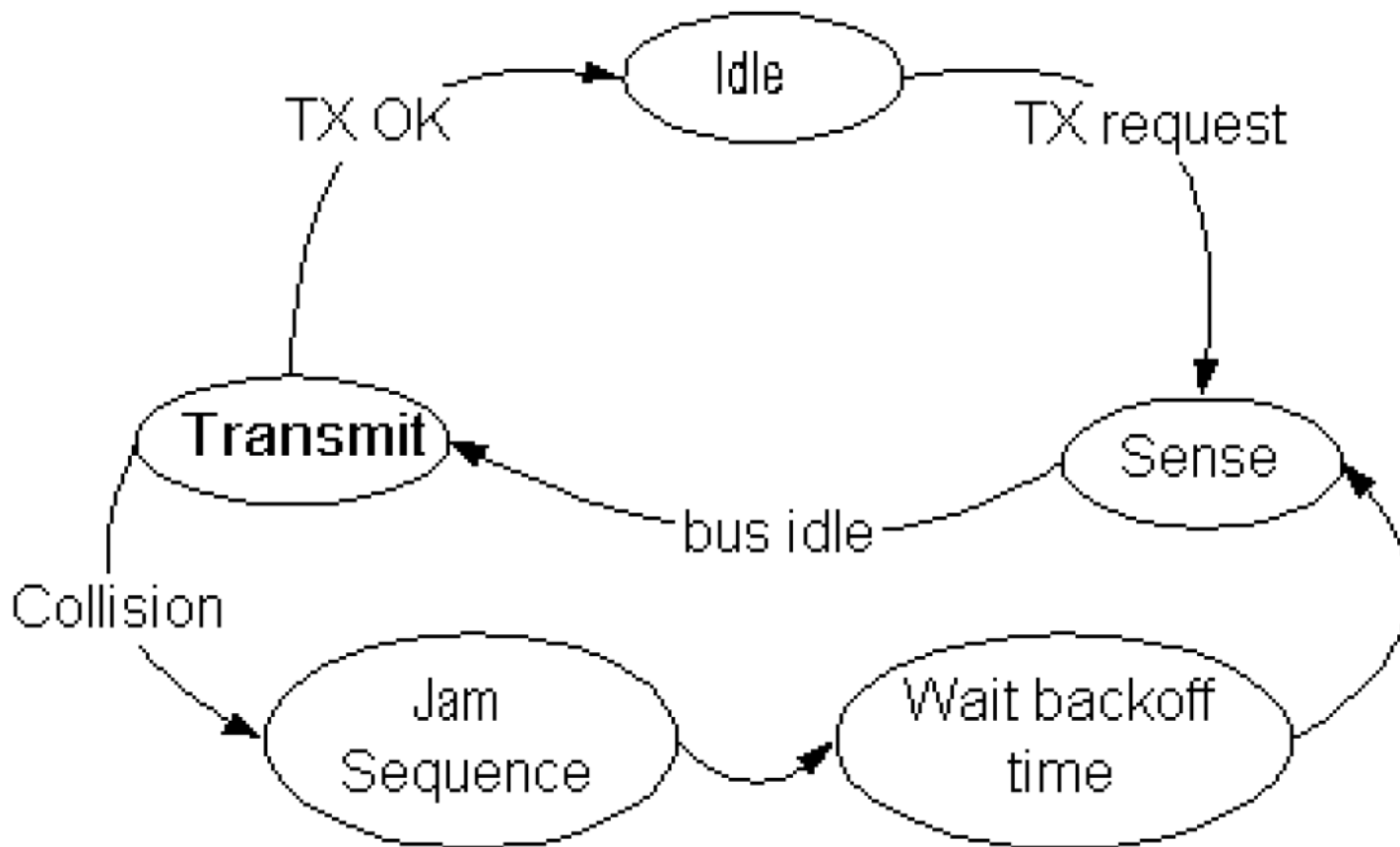
- ¿Inmediatamente?
- ¿Luego de un tiempo fijo?
- ¿Luego de un tiempo aleatorio?

Mecanismo de Exponential BackOff

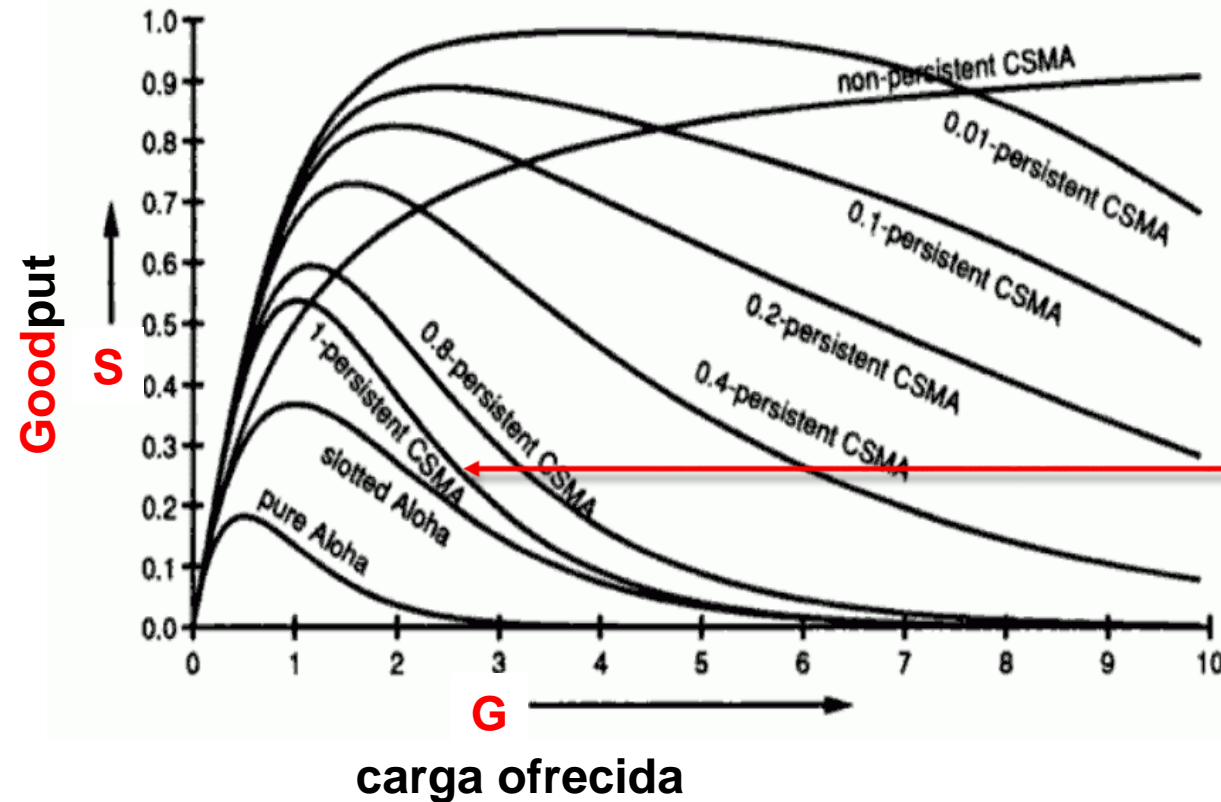


- Elegir un *slot* entre 0 y $2^k - 1$, con k la cantidad de intentos.
- Esperar *slot* veces el RTT antes de sensar para retransmitir.

Estados de un Transmisor CSMA-CD



Performance de CSMA



G = Carga ofrecida
(número de intentos de transmisión por unidad de tiempo)

S = **Goodput** (número de transmisiones **exitosas** por unidad de tiempo)

Ethernet 802.3:

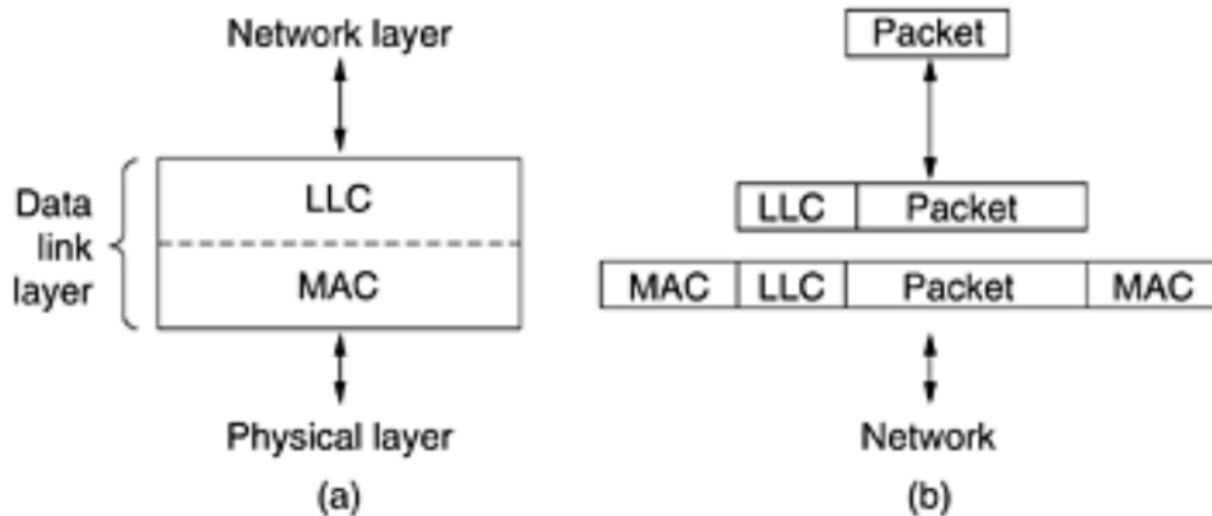
*1-persistent
CSMA-CD*

Incorpora la idea de **Collision Detection** para mejorar un poco más la performance (dejar de transmitir inmediatamente ante una **CD**).

La familia CSMA es **muy flexible de implementar...**
pero escala muy mal (con **G**).

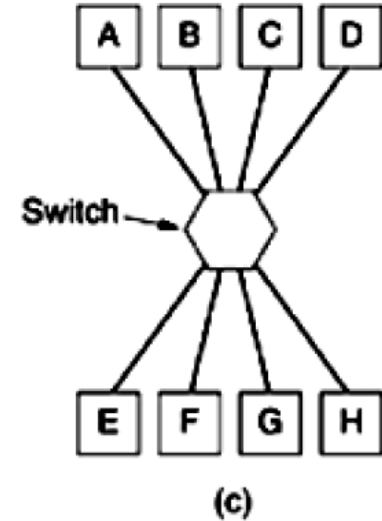
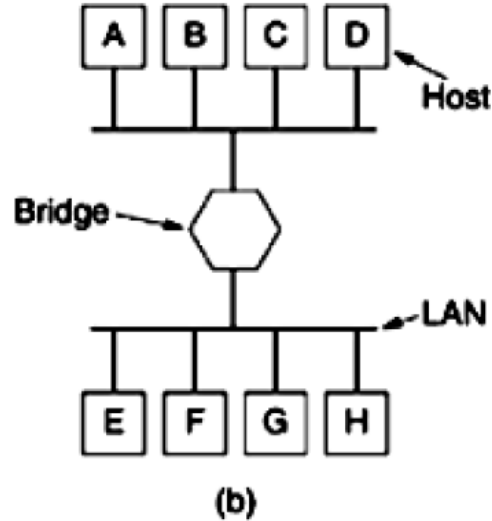
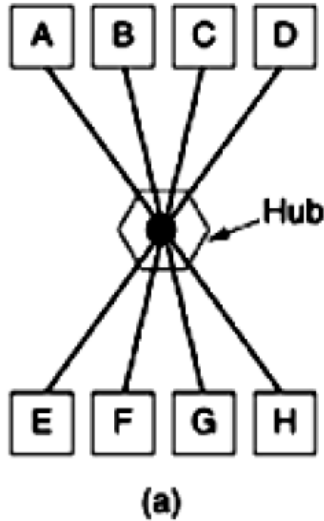
Estándar 802.2

LLC (Logical Link Control)



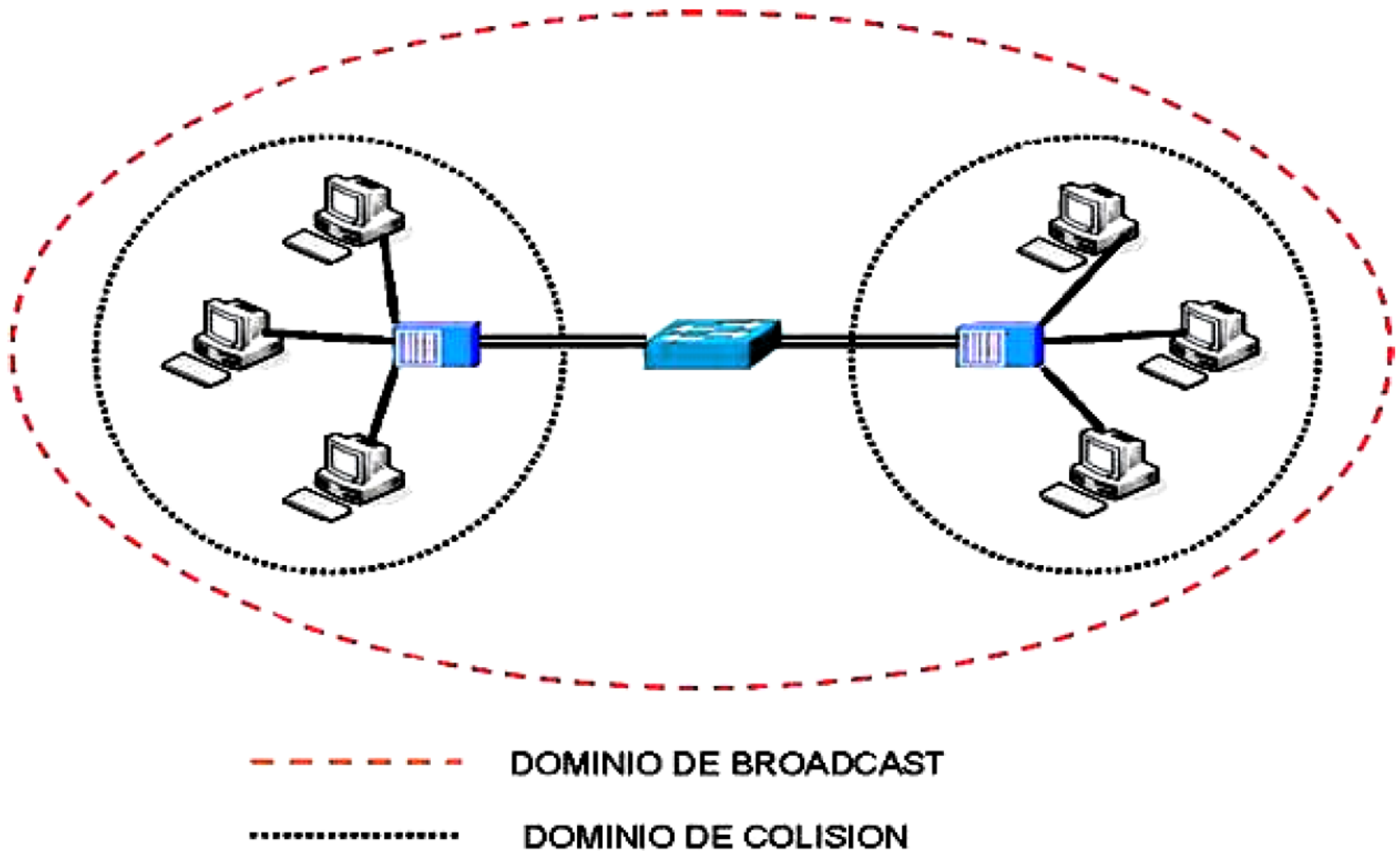
- Ofrece tres tipos de servicios
 - Sin conexión y sin ACK ← CSMA
 - Sin conexión y con ACK
 - Orientado a conexión
- Encapsula distintos tipos de medios físicos (WIFI, Ethernet, ...)

Escalando con “Red de Área Local” (Local Area Network, LAN)

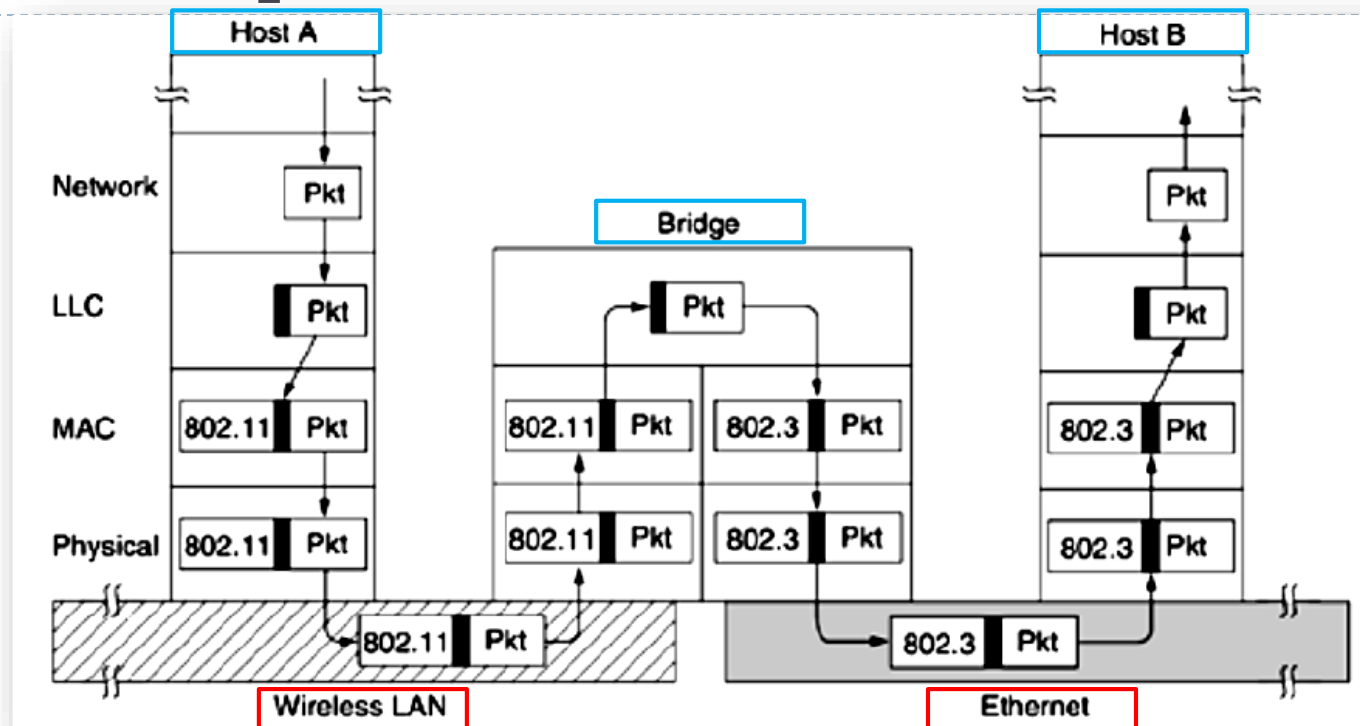


★ Conjunto de estaciones que comparten dominio de broadcast.

Dominio de Colisión vs. Dominio de Broadcast



Concepto de LAN “Extendida” con 802.2

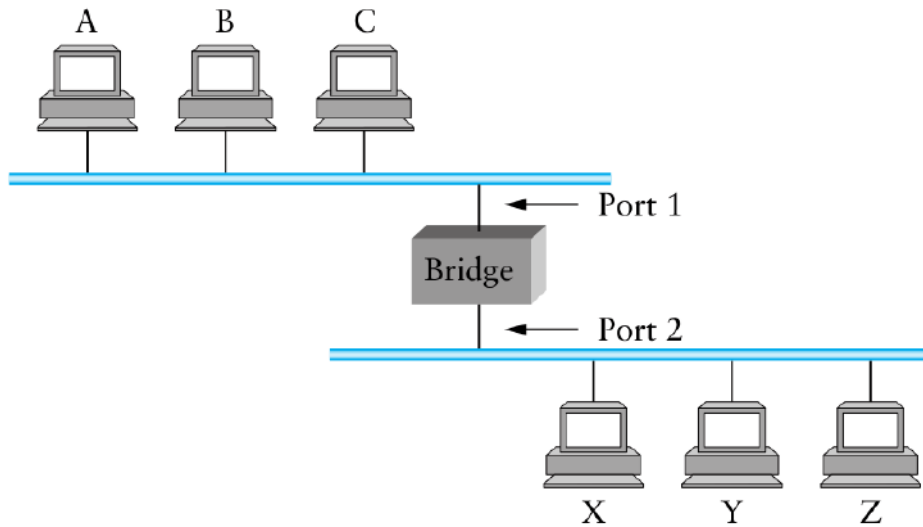


- ★ Las LANs pueden ser de varios tipos de tecnologías.
- ★ Las estaciones deben compartir esquema de direccionamiento.

LAN Extendida

- ★ Por razones de: heterogeneidad, distancia, aislamiento, redundancia, seguridad.
- ★ Distintos tipos de multiplexores. Se pueden caracterizar por la capa o nivel en que trabajan.
 - Físico: Repetidores y hubs.
 - Enlace: Bridges y switches.
 - Red: Routers. Gateways?.

Buscando Escalamiento y Flexibilidad: Learning Bridges



Host	Port
A	1
B	1
C	1
X	2
Y	2
Z	2

Los switchs aprenden

- ★ Relacionan direcciones (i.e.: MAC) con interfaz en función del tráfico en la LAN.

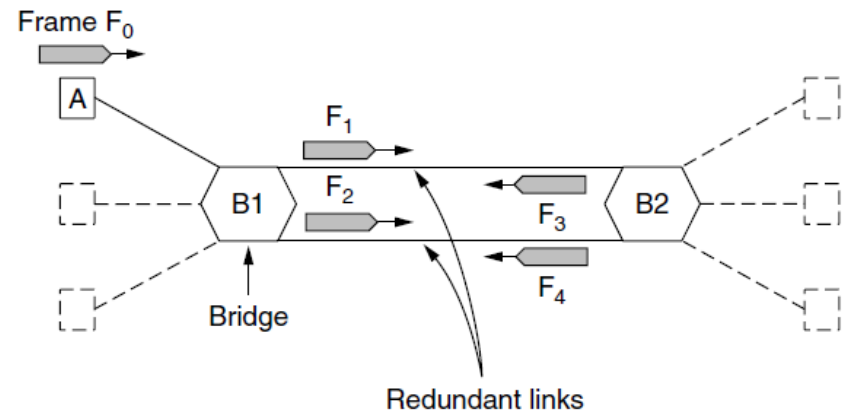
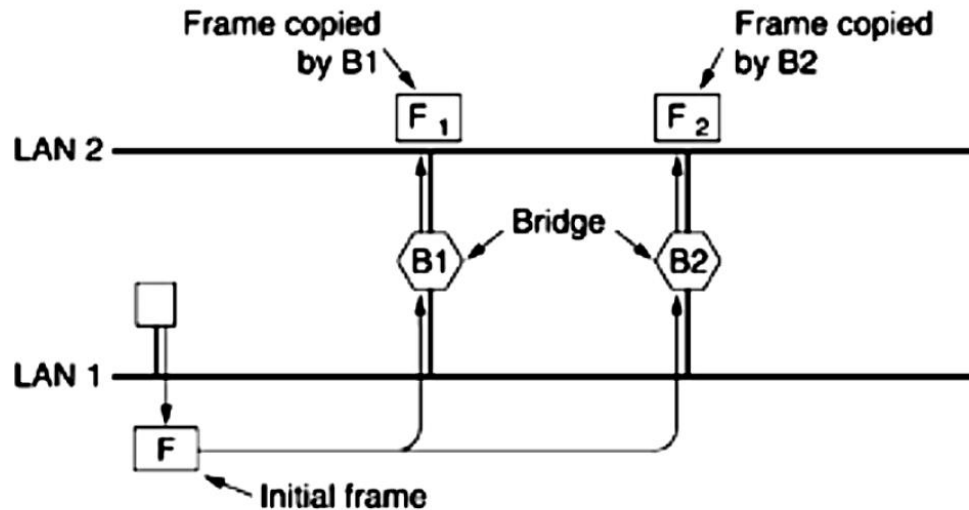
Ejercicio

Dada una LAN con un switch L2 que une 4 hosts (H1 a H4), se envían frames, en este orden:

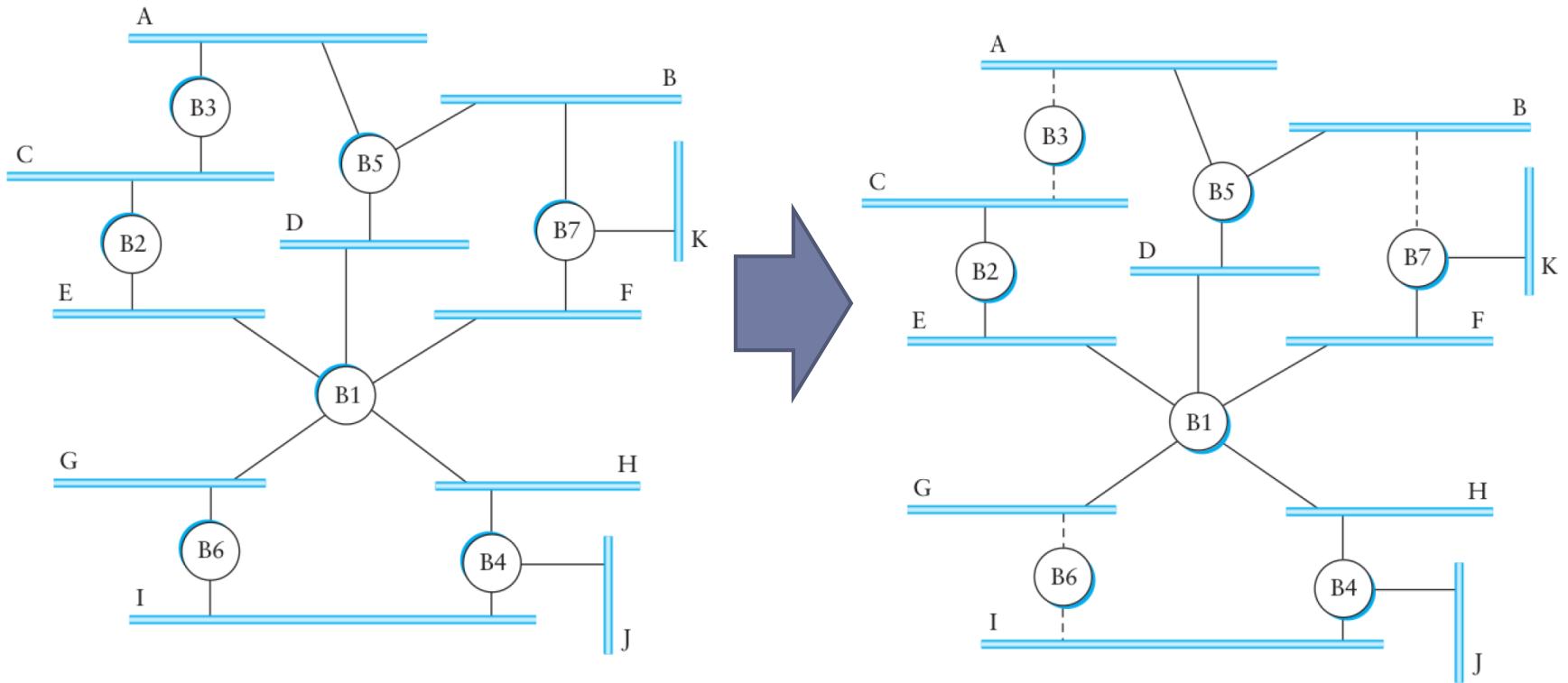
H1 a H2 ; H4 a H3 ; H2 a H1 ; H1 a H3 ; H3 a H1

Asumiendo que la tabla de forwarding del switch se encuentra vacía, diga si los frames son enviados directamente a destino por el switch o son transmitidos por todos los puertos (*flooding*). Indique también los cambios en la tabla de forwarding del switch.

Problema: Topologías con ciclos



Eliminando Ciclos: Spanning Tree Protocol (STP)



Spanning Tree

Idea

- Cada switch envía paquetes (BPDUs) a sus vecinos propagando información acerca de la topología de la LAN de manera periódica.

Mecanismo

- ★ Se elige un switch **root**.
- ★ Cada switch aprende las distancias al **root** de todos sus vecinos.
- ★ Cada switch determina cuál es su **interfaz con distancia mínima al root**.
- ★ Por cada LAN, se elige solo una interfaz de un switch como **designada** que tenga la distancia mínima al root entre las posibles.

BPDUs: Bridge Protocol Data Units

Los BPDUs están conformados por ...

1. El *id* del que está enviando el mensaje.
2. El *id* del **root** según el que está enviando el mensaje.
3. La distancia, en saltos, desde el que envía el mensaje hasta el **root**.

Se actualiza esta información en cada switch si ...

- se identifica un BPDU con menor **root** *id*.
- ó se identifica un BPDU con igual **root** *id* pero a menor distancia.
- ó el **root** *id* y la distancia son las mismas pero el *id* del switch es menor.

Estados de Interfaces en STP

Las interfaces (ports) pueden ser

Root port

El puerto con menor distancia al **root**, elegido de entre los puertos de **un switch**.

Designated port

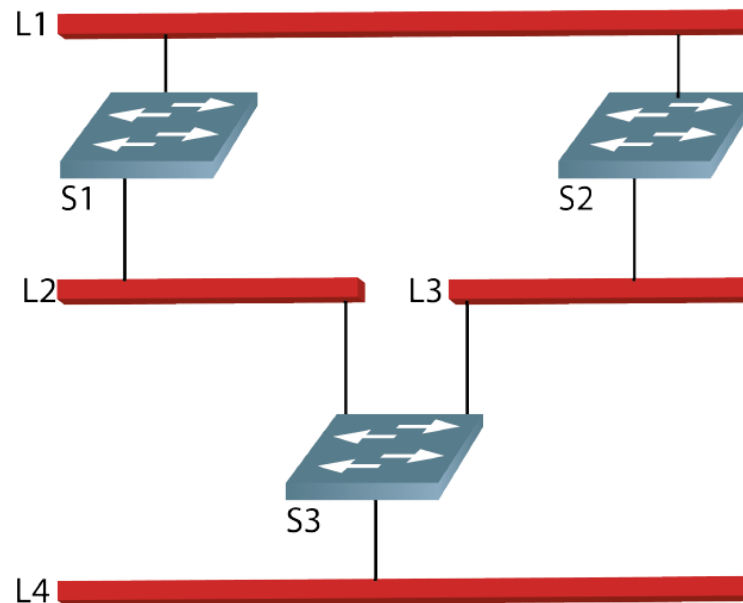
Todo aquel puerto con mejor distancia al **root**, elegido de entre todos los puertos de varios switches conectados **una LAN**.

Blocked port

El resto.

Ejercicio

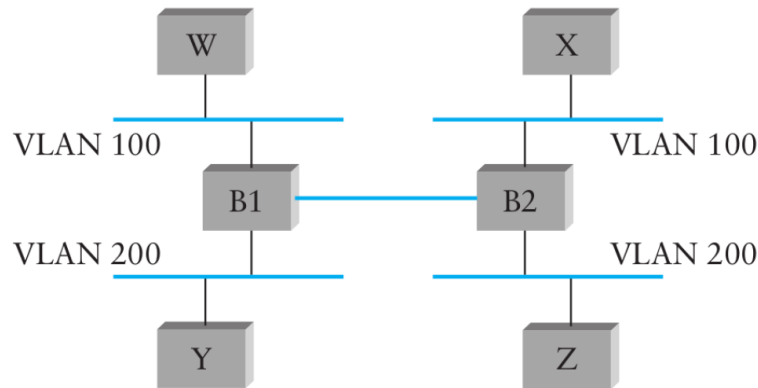
Dada la siguiente LAN



- Simule varios rounds de STP. Asuma que todos los switches comienzan con un round de envío, después todos reciben sus mensajes y realizan los cálculos, luego otro round de envío y así hasta que STP termine. ¿Cuál es el switch root? ¿Qué puertos quedan bloqueados?
- Ahora, el cable de S2 que conecta con L1 se rompe. Recalcule STP ¿Qué sucede?

Escalando aún más: LANs Virtuales (VLANs)

- ▶ Podemos decir que “el broadcast no escala”
- ▶ Como consecuencia las Extended LANs no escalan
- ▶ Un enfoque posible es crear Virtual LANs (VLANs)
- ▶ Las VLANs permiten particionar a una LAN en varias LANs diferentes e interconectarlas.



Se pueden definir según

- a) Dirección MAC.
- b) Interfaz.

Enlaces Troncales

(VLAN trunking 802.1q)

