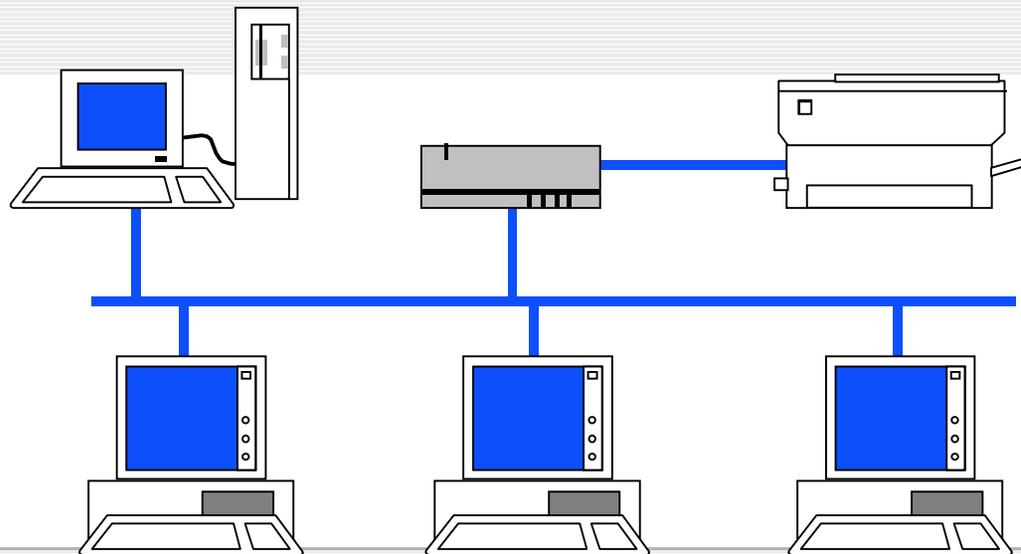


# Redes de Computadores

## Capa de Enlace de Datos





## Indice

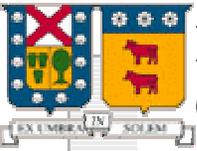
### ■ IEEE 802.2 LLC

### ■ Puentes

- Bridges

- Switches

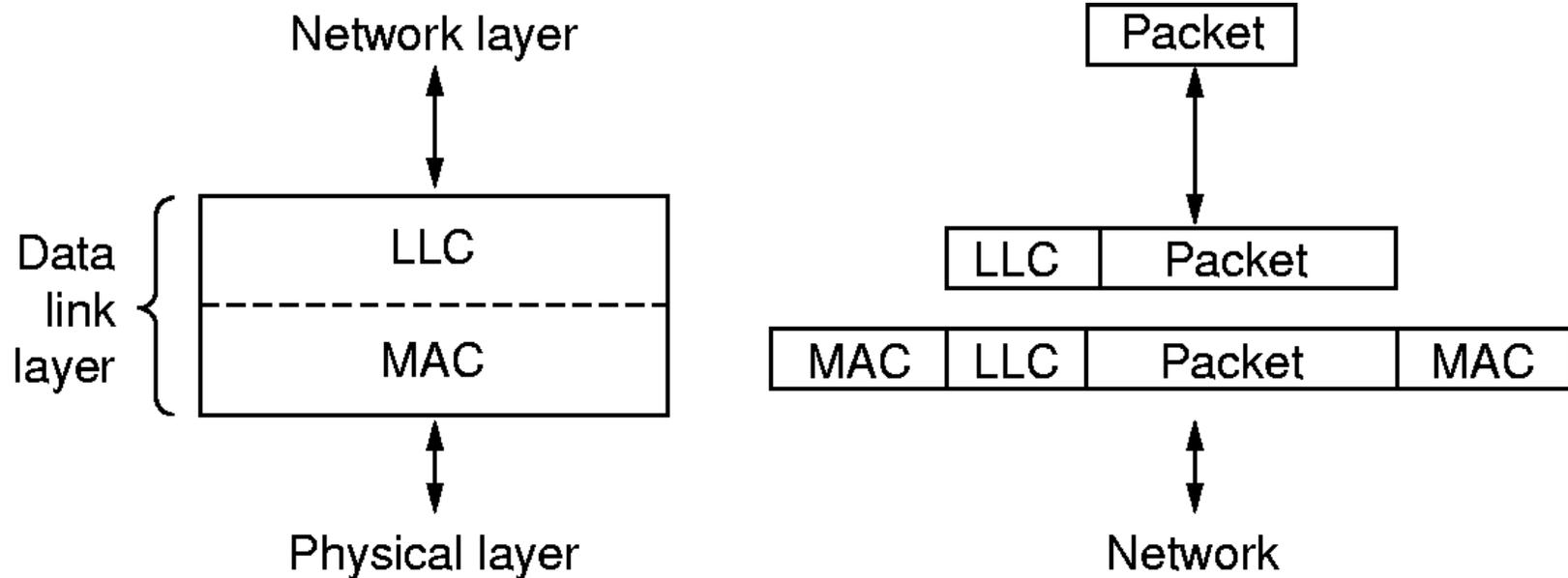
- Nuevas normas en 802.1



# IEEE 802.2: LLC

## ■ LLC: Logical Link Control

- estándar IEEE para control de errores y control de flujo
- header LLC (basado en HDLC): números de secuencia y acuse

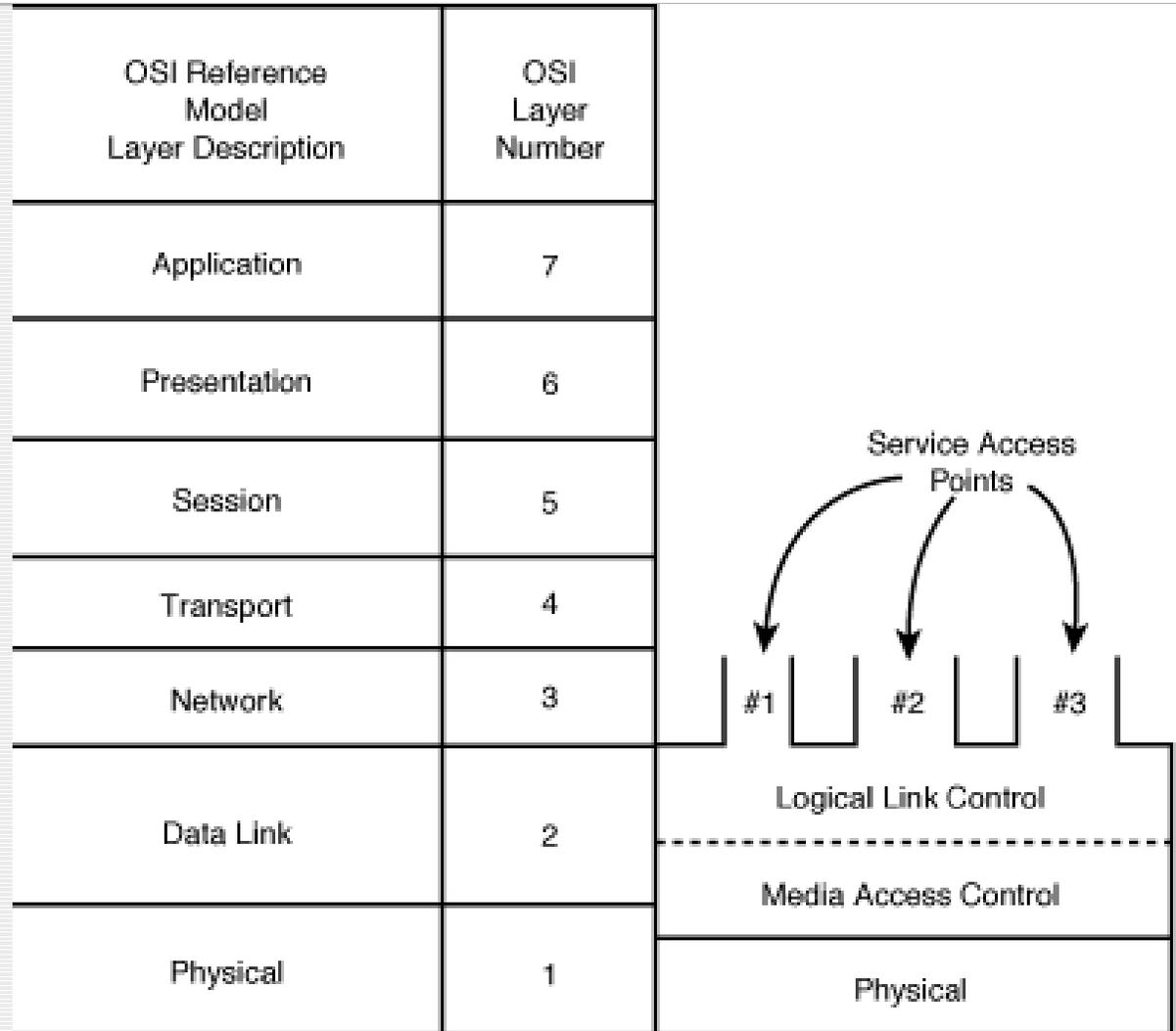




# IEEE 802.2: LLC

Proporciona 3 tipos de servicio:

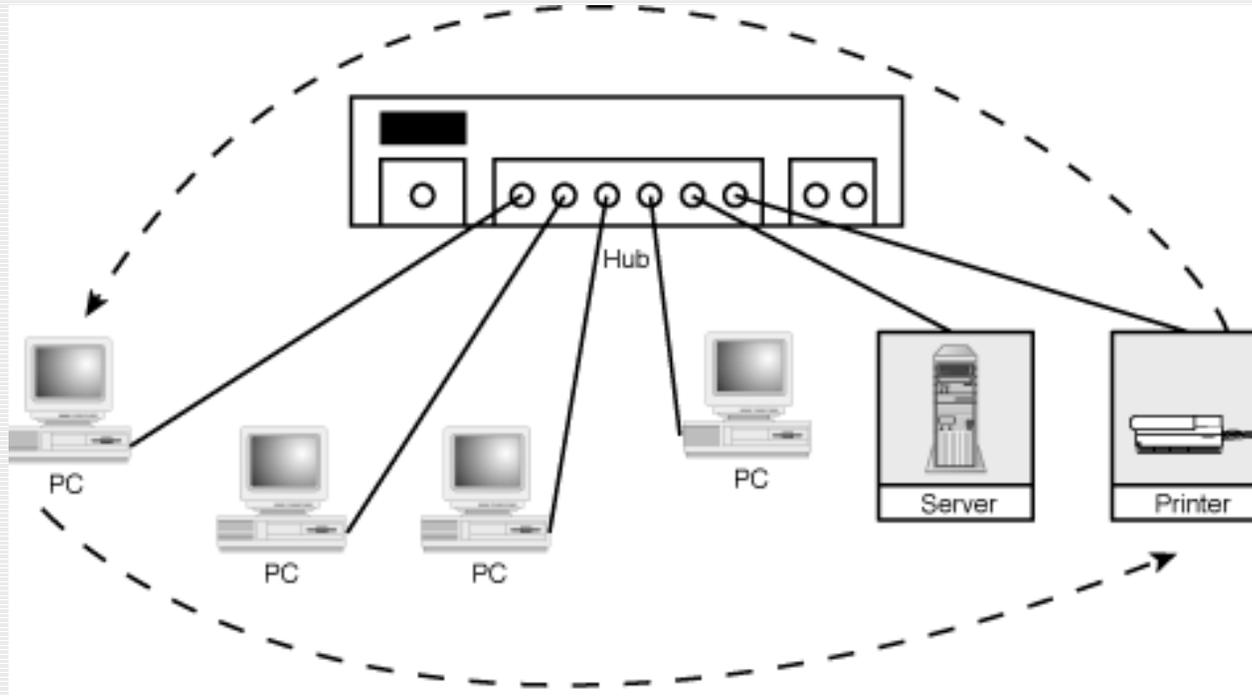
- servicio de entrega no confiable de paquetes
- servicio con acuse de paquetes
- servicio de entrega confiable "orientado a la conexión".





## Repeaters (Hubs)

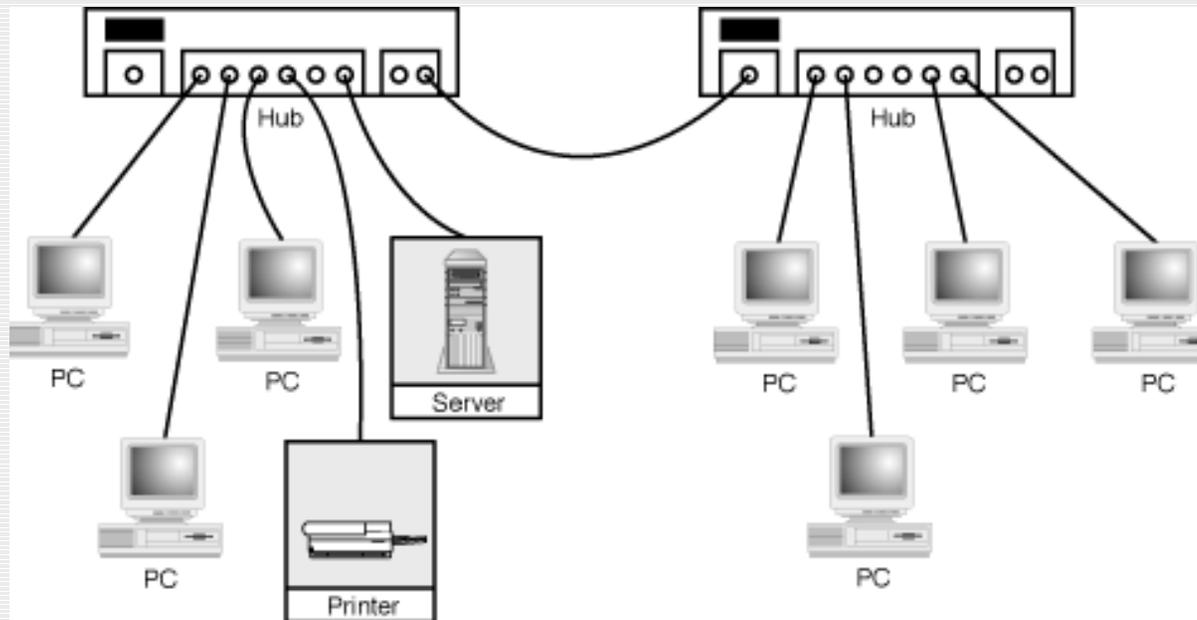
- Los repetidores extienden el tamaño de una red LAN uniendo múltiples segmentos en uno sólo
- Opera en Capa 1 (PHY), por ende no procesan datos
- Recibe una señal (eléctrica, luminosa, EM) en una puerta, la regenera y la TX a todas las otras puertas que posee





## Repeaters (Hubs)

- Es sinónimo de “medio compartido”
- Es transparente para los nodos.
- Poseen latencia (tiempo de procesamiento)
- Propaga errores de frames malos (CRC, etc)
- Propaga colisiones (todos los nodos conectados a los mismo repetidores pertenecen al mismo “**dominio de colisiones**”)





# 10Mbps Ethernet Hub Rule

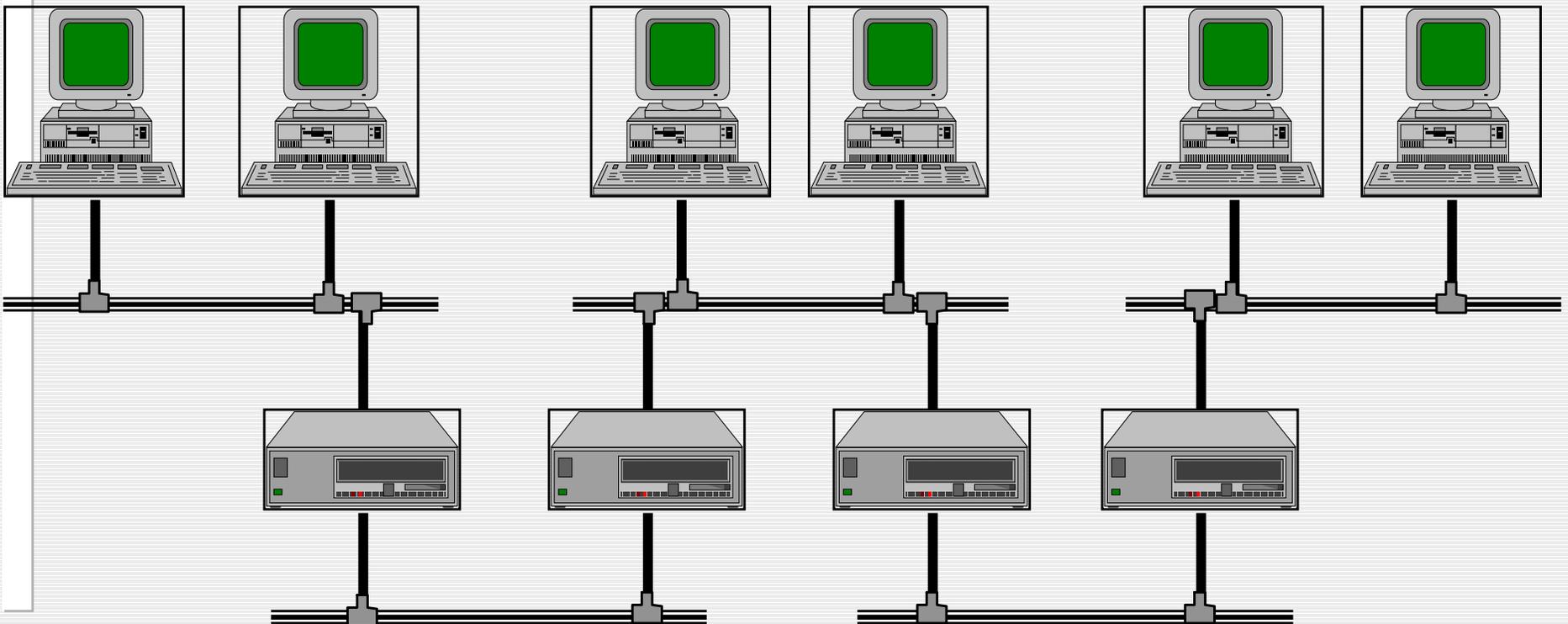
## ■ Regla Ethernet de 5-4-3

- debido a que el emisor de una frame Ethernet debe escuchar si hubo colisión antes de finalizar su transmisión, existe un límite del diámetro de la red Ethernet a 10Mbps, por lo que se elaboró la siguiente regla:
- 5 segmentos son permitidos (500m c/u en caso de 10Base5)
- esto implica 4 repetidores
- 3 de estos segmentos pueden tener nodos (estaciones PC u otro)
- 2 de estos segmentos NO pueden tener nodos sino ser links entre hubs
- todas las estaciones forman 1 dominio de colisión de un máximo de 1024 estaciones.



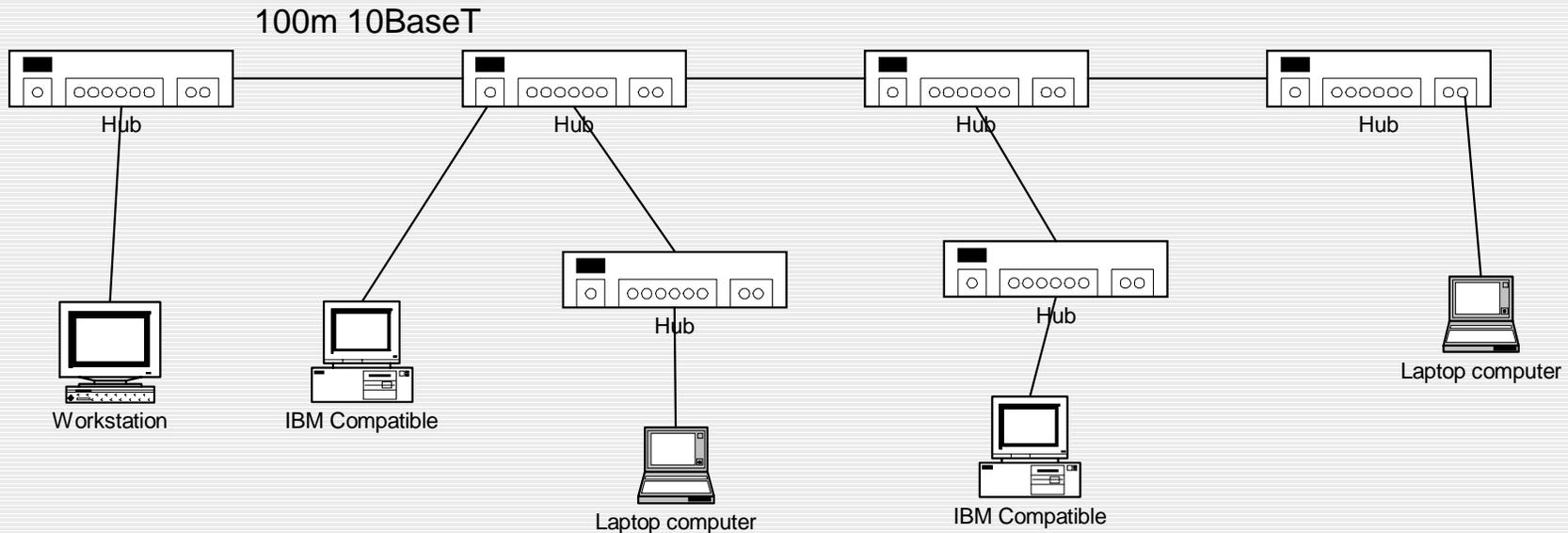
# Regla 5-4-3 Ethernet 10Base2 (o 10Base5)

- 5 segmentos (185m/500m) como máximo entre 2 computadores
- 4 Repetidores como máximo entre 2 computadores
- 3 segmentos (185m/500m) de enlaces
- 1 sólo Dominio de Colision (máximo 1024 nodos)





## Ejemplo de Aplicación de la Regla 5-4-3 HUBS Ethernet 10BaseT

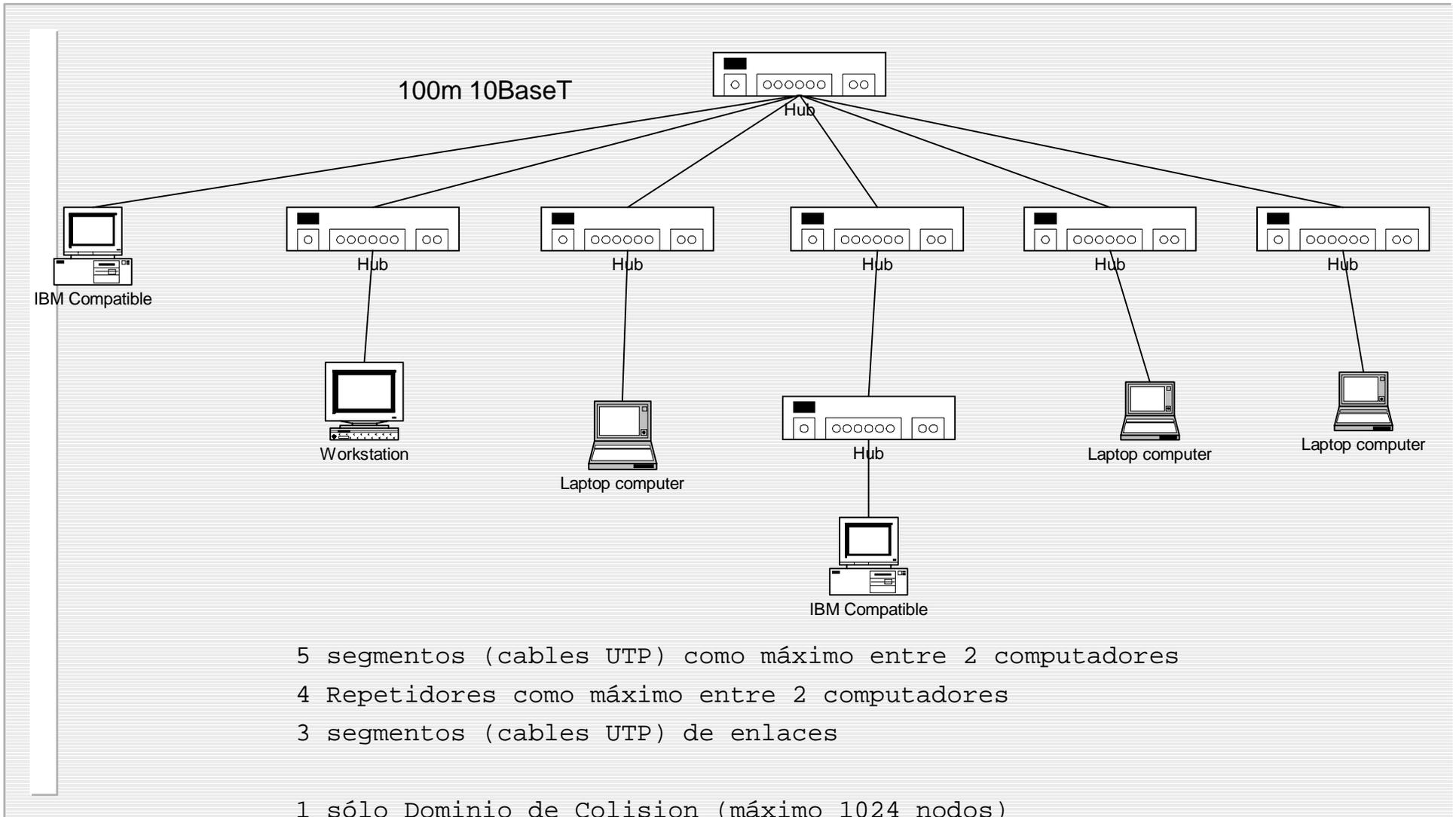


- 5 segmentos (cables UTP) como máximo entre 2 computadores cualesquiera
- 4 Repetidores como máximo entre 2 computadores cualesquiera
- 3 segmentos (cables UTP) de enlaces entre 2 computadores cualesquiera
- 1 sólo Dominio de Colision (máximo 1024 nodos)

¿y si necesito incorporar más hubs?...



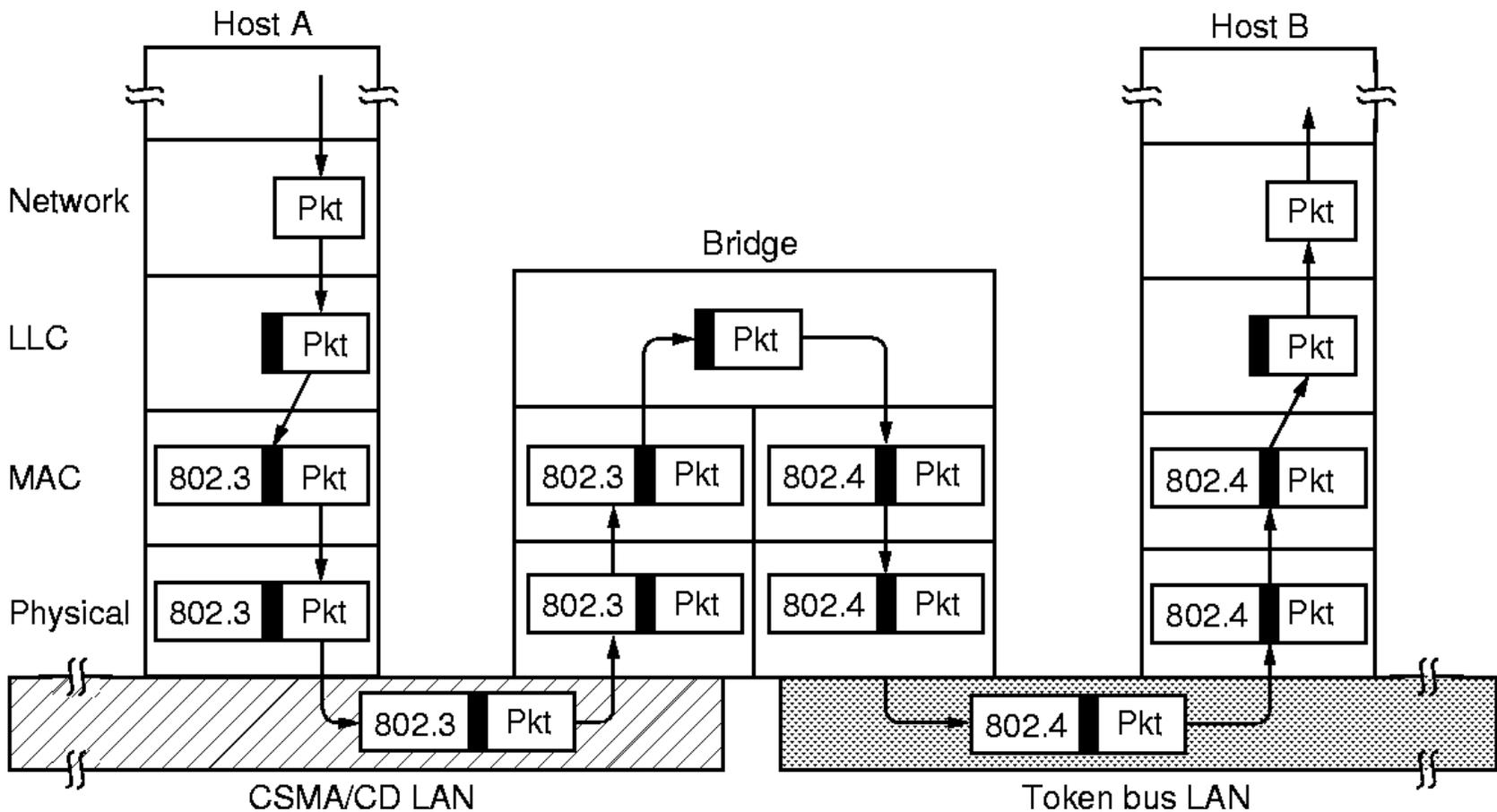
## Para más HUBS usar Jerarquía!!





# Puentes (Bridge)

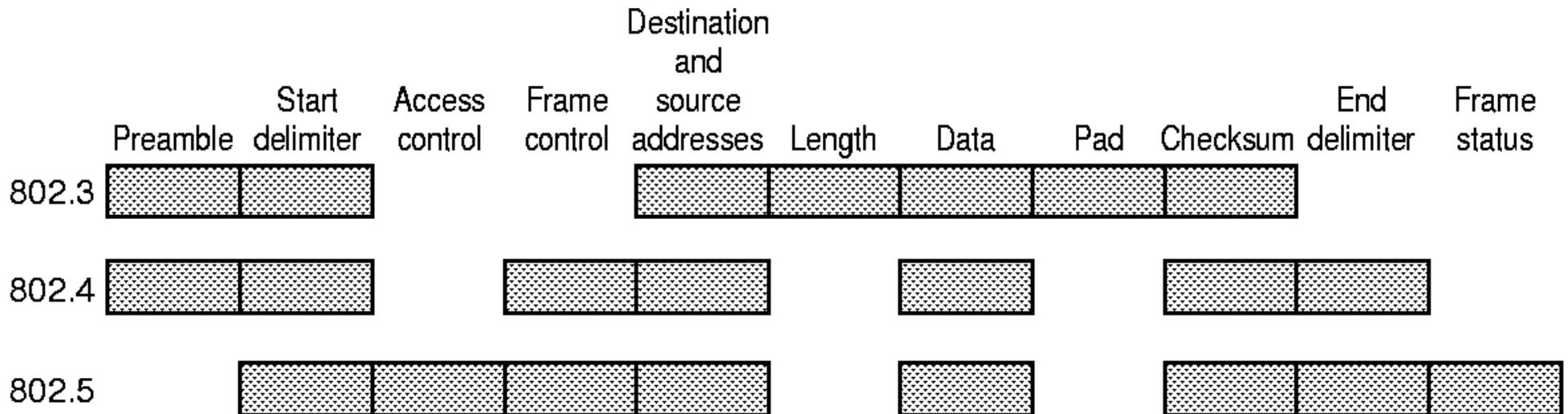
- Orientado a comunicar distintas redes de diferente Capa 2
- Discrimina si el frame debe o no pasar a la otra red.

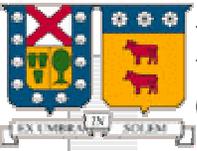




# Puentes

- Deben adaptar los marcos sin modificar la DATA
- Por ende son transparentes a la capa 3 (IP, IPX, OSI, etc.)
- Poseen puertos de las LAN a comunicar
- Traducción se realiza vía software
- Pueden adaptar redes de distintas velocidades.





## Comparación.....

Device Parameter	Repeater	Bridge
OSI layer	Layer 1/PHY	Layer 2/MAC
Number of hops	Five	Unlimited (1)
Looks at frames?	No, only regenerates entire frame	Yes, looks at individual address of every frame
Invisible device?	Yes	No
Port-port latency	<1 $\mu$ s	50-1500 bit times(2)
Propagates errors?	Yes	No (3)
Network design implications?	Extends collision domain	Extends broadcast domain and divides collision domain
Principal use	Enlarges an existing network	Connects different networks(4)

1 Theoretically, this number is unlimited. In reality, each bridge adds a delay. Too large of a delay can cause higher-level problems.

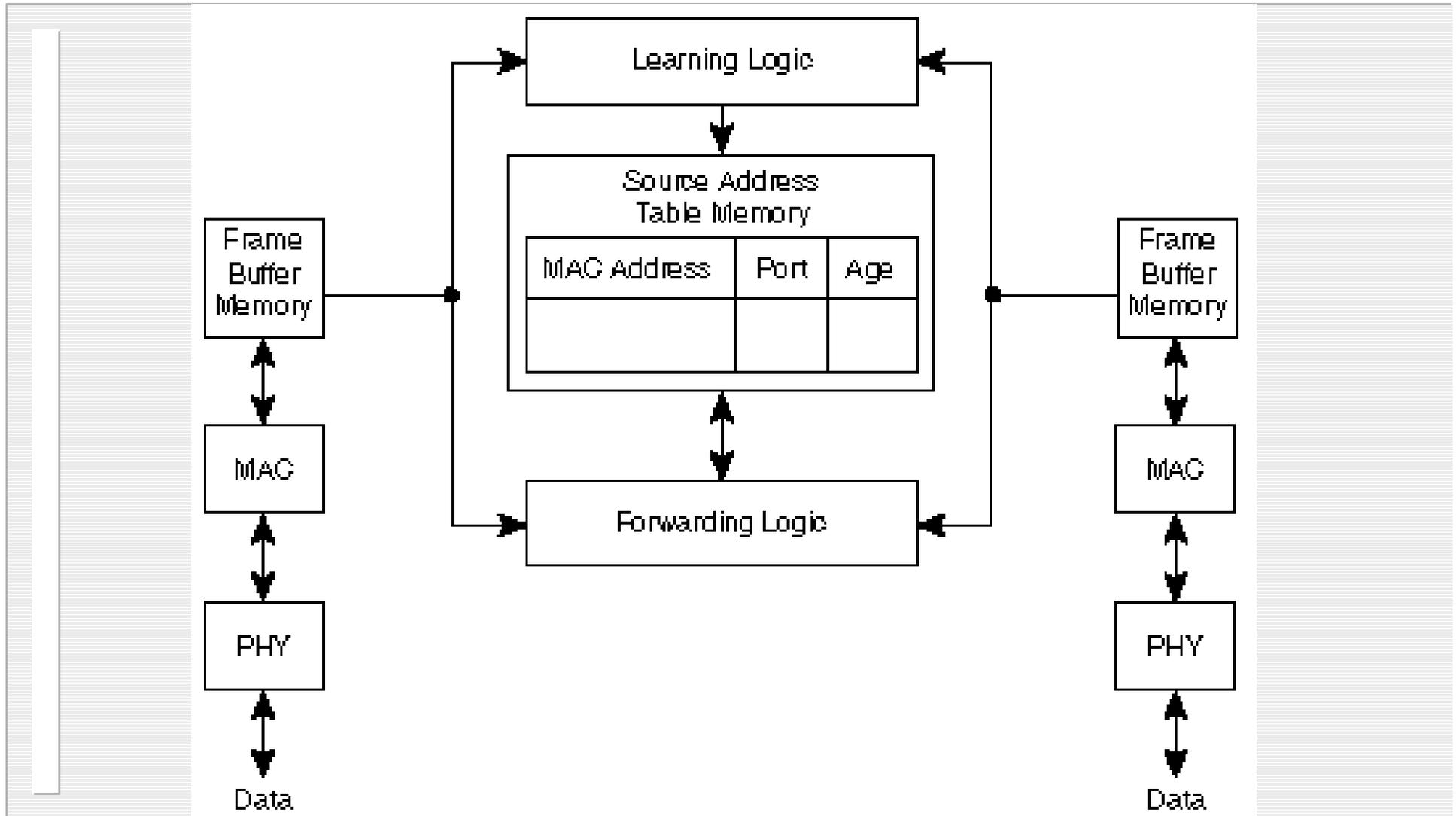
2 The latency depends on two things: the frame size and the forwarding mechanism.

3 Bridges do not forward Layer 2 type errors, such as runt or CRC error frames. Higher-level, such as Layer 3, errors will be forwarded

4 Routers can also connect different networks.

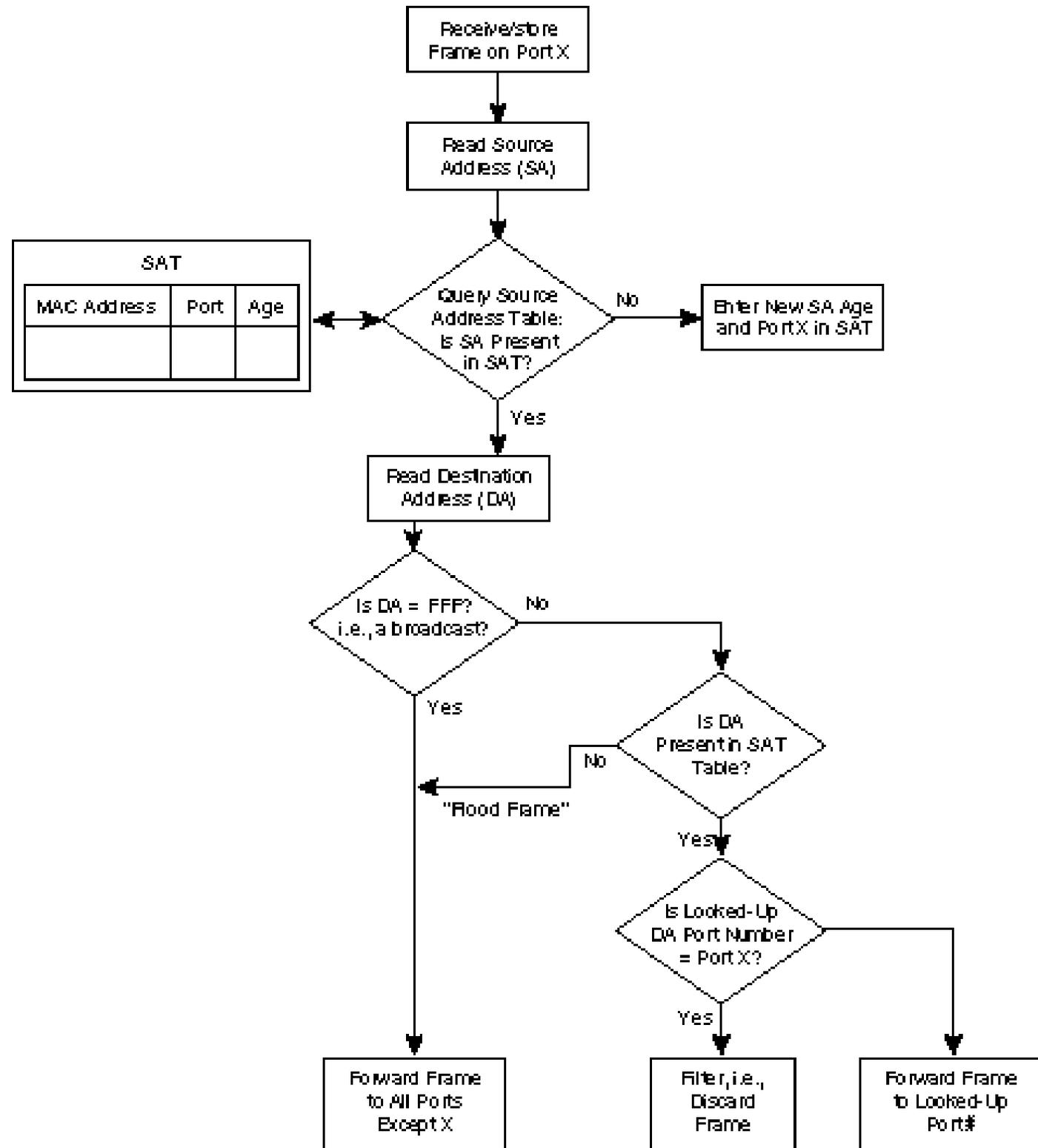


# Diagrama en Bloque de un Switch





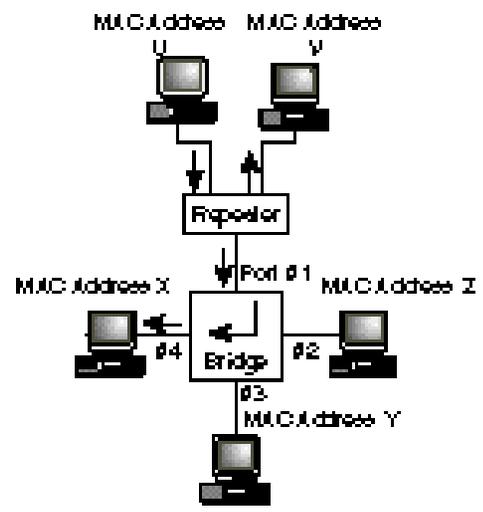
# Diagrama de Flujo de un Switch





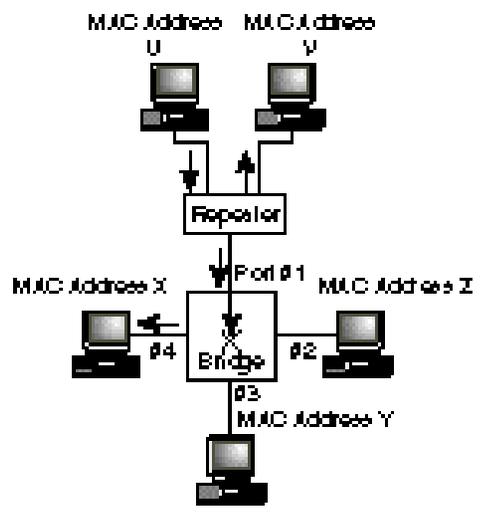
# Formas de procesar un frame

- 1- envío directo a la puerta (usando la SAT)
- 2- Filtraje
- 3- Inundación (Flooding)



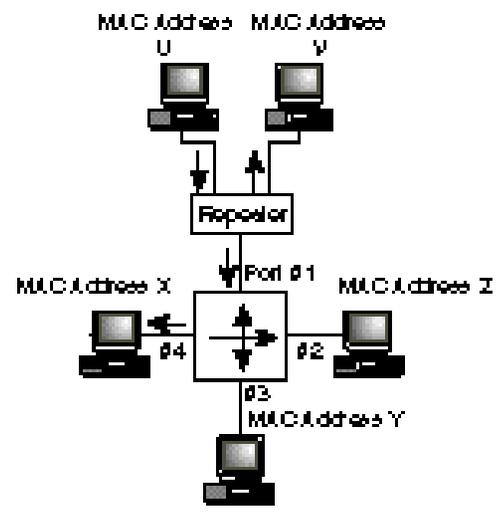
DA=X	SA=U	Data
------	------	------

Ethernet Frame Forwarded



DA=U	SA=U	Data
------	------	------

Ethernet Frame Filtered



DA=T	SA=X	Data
------	------	------

Or

DA=FFF	SA=X	Data
--------	------	------

Ethernet Frame Flooded

Source Address Table (SAT)		
MAC Address	Port #	Age
U	1	July 98
V	1	June 98
Z	2	Sep 98
Y	3	Aug 98
X	4	Oct 98



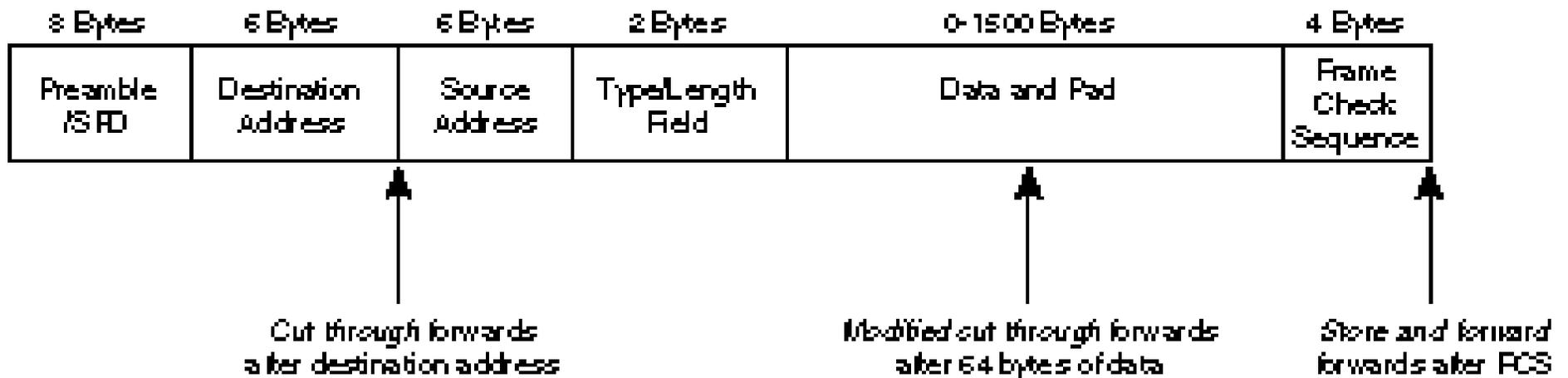
## Diferencias entre Bridges y Switches

- Switches son Bridges multipuerta
- Los
  - Bridges están compuesto por CPU+Mem+SW
  - Switch están enteramente compuestos por HW (no son programables en su lógica de conmutación)
- Los Switches son más baratos que Bridges
- Los Switch pueden procesar múltiples frames a la vez (poseen un Backplane rápido)
- Los Switch poseen varias tecnologías de conmutación: cut-through, store & forward y cut-through-modificado. Bridges sólo realizan store & forward



## Formas de Conmutación (Switching)

- *Store & Forward*: recibe el frame entero, comprueba su validez y luego lo envía
- *cut-through*: lee hasta la dirección destino y luego envía
- *cut-through-modificado*: lee hasta los primeros 64 bytes de data y luego envía

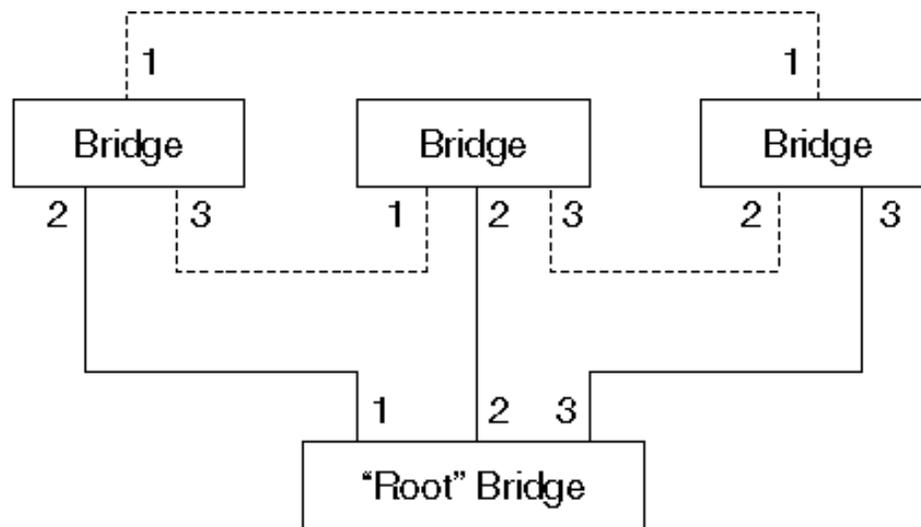


Se usa “Store&Forward” como el estándar de facto en switches 10/100, Fast y Gigabit.



## IEEE 802.1D (Spanning Tree)

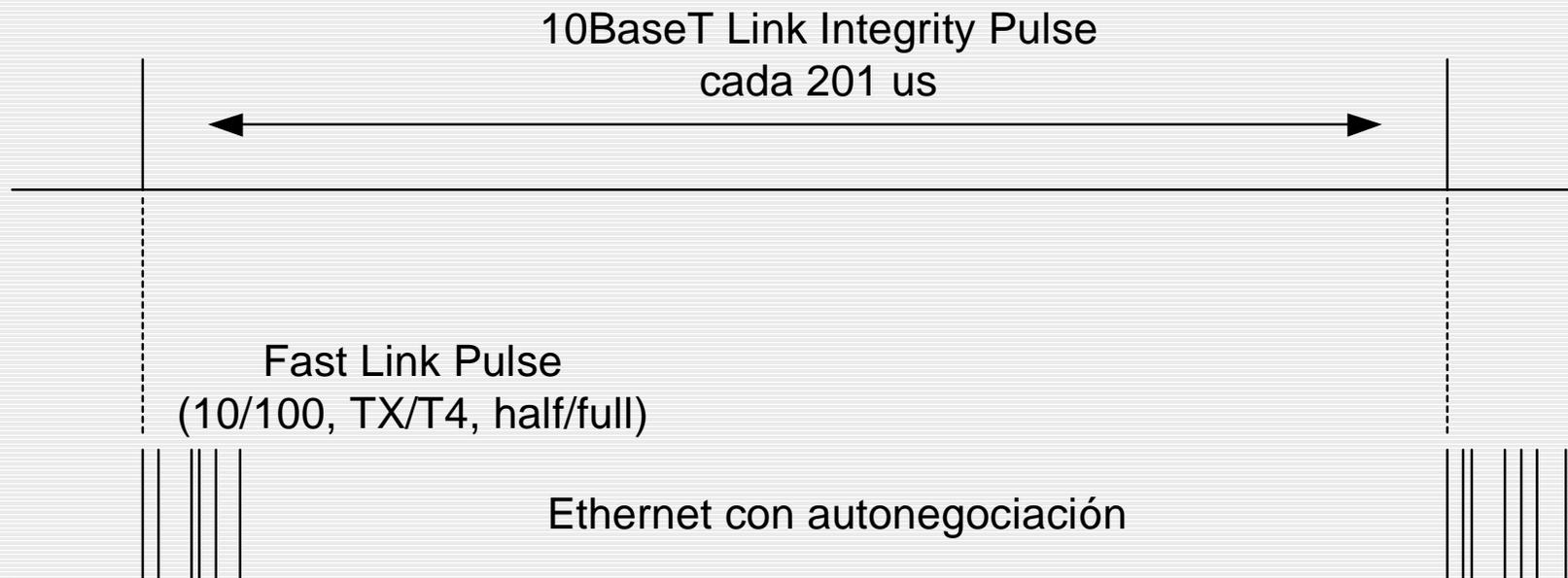
- Si los bridges conectan varias LAN y se forma un Loop, es probable que ocurra un “Broadcast Storm” provocado por frames broadcast que circulan eternamente e inunden la red hasta que ninguna estación pueda TX
- 802.1D permite a los bridges crear en forma automática un “árbol” lógico de conecciones, en vez de usar los loops físicos.





# IEEE 802.3x Full Duplex / Flow Control

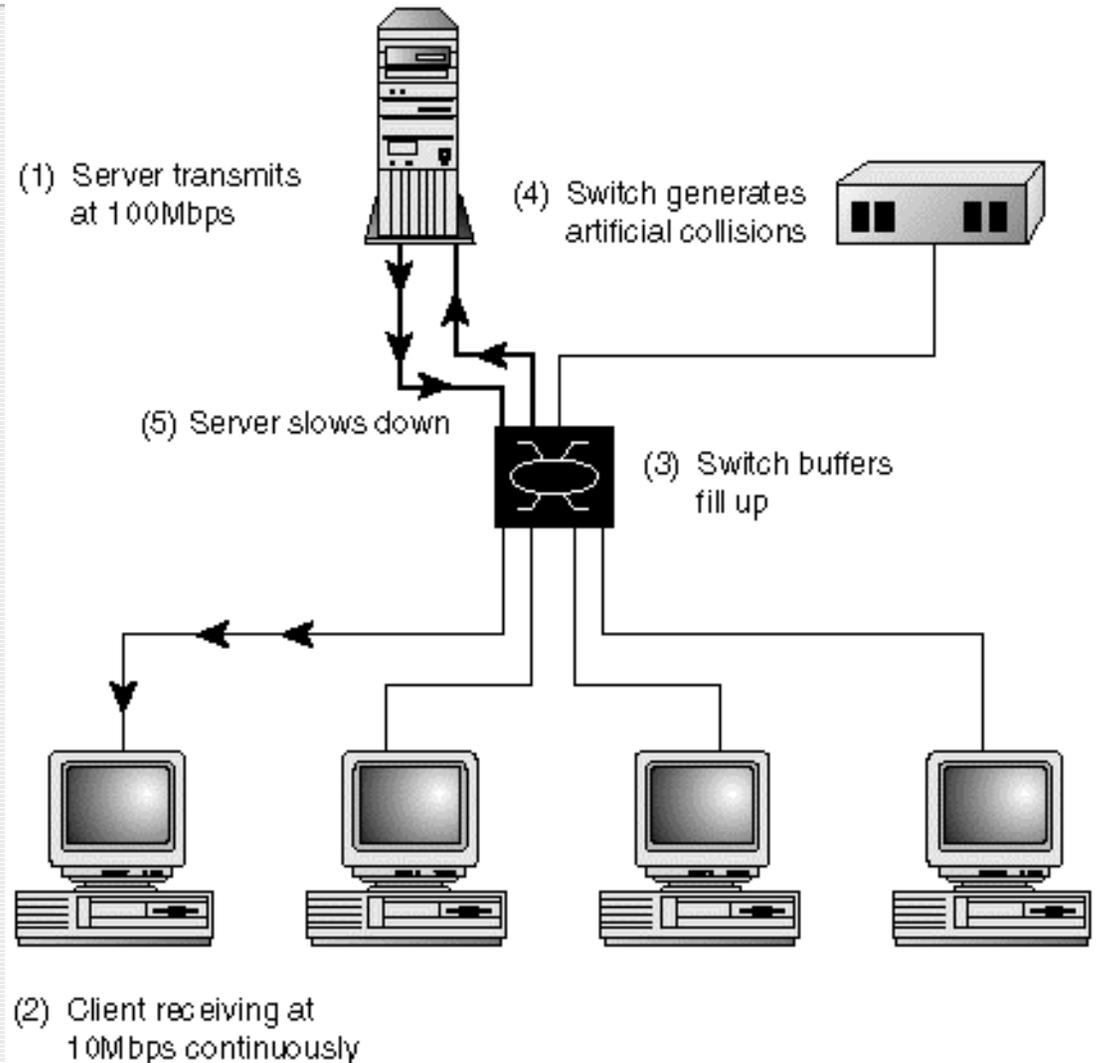
- éste estándar incluye la “autonegociación”
- sólo Gigabit Ethernet y algunas normas de Fast Ethernet permiten full duplex
- si se TX y RX al mismo tiempo, entonces ya no hay “medio compartido”, por ende se desactiva CSMA/CD (¡No hay colisiones!).





# IEEE 802.3x Full Duplex / Flow Control

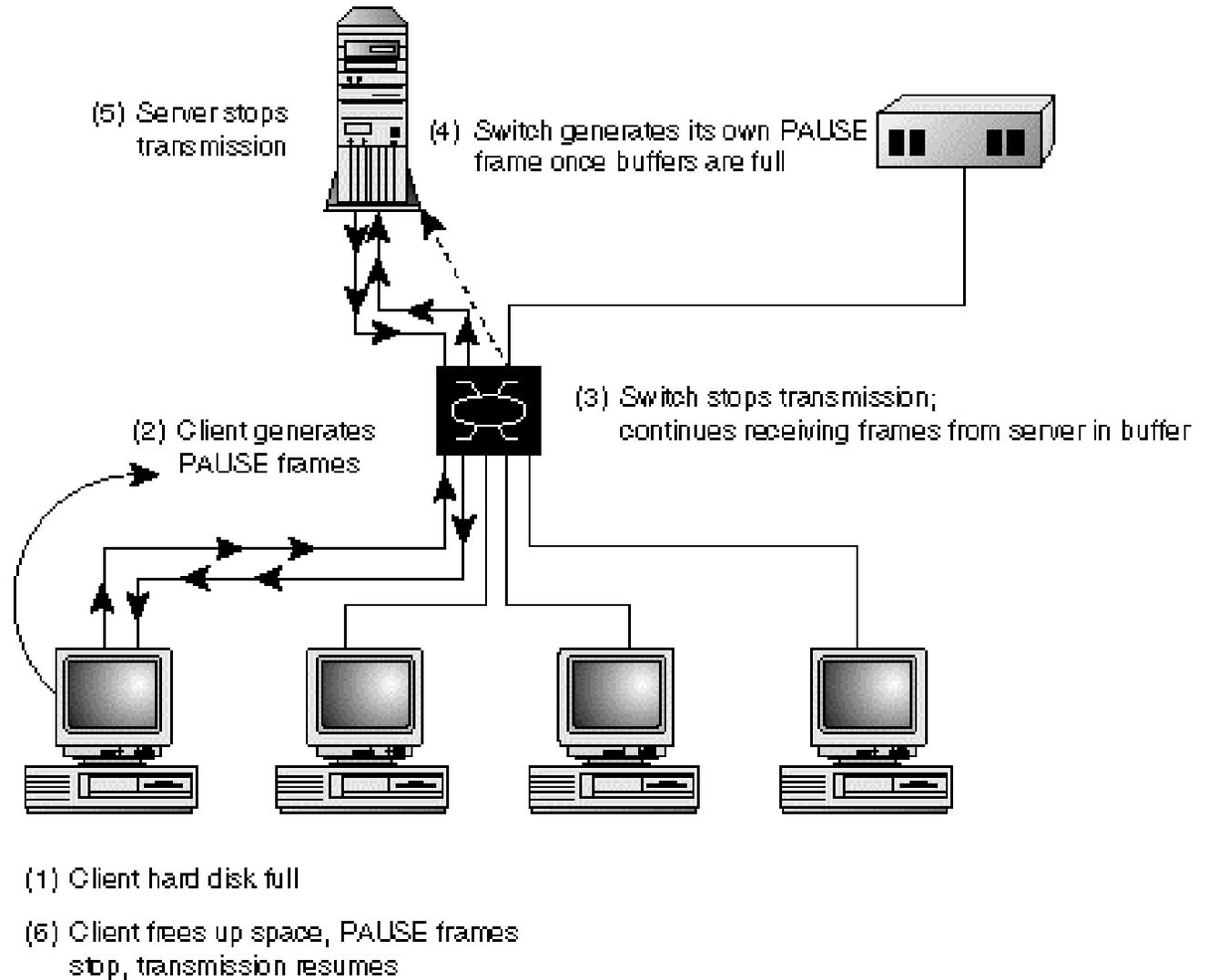
en half duplex, un switch puede realizar control de flujo al provocar colisiones con el TX o tener la puerta ocupada (back-pressure).

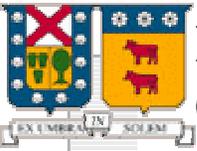




# IEEE 802.3x Full Duplex / Flow Control

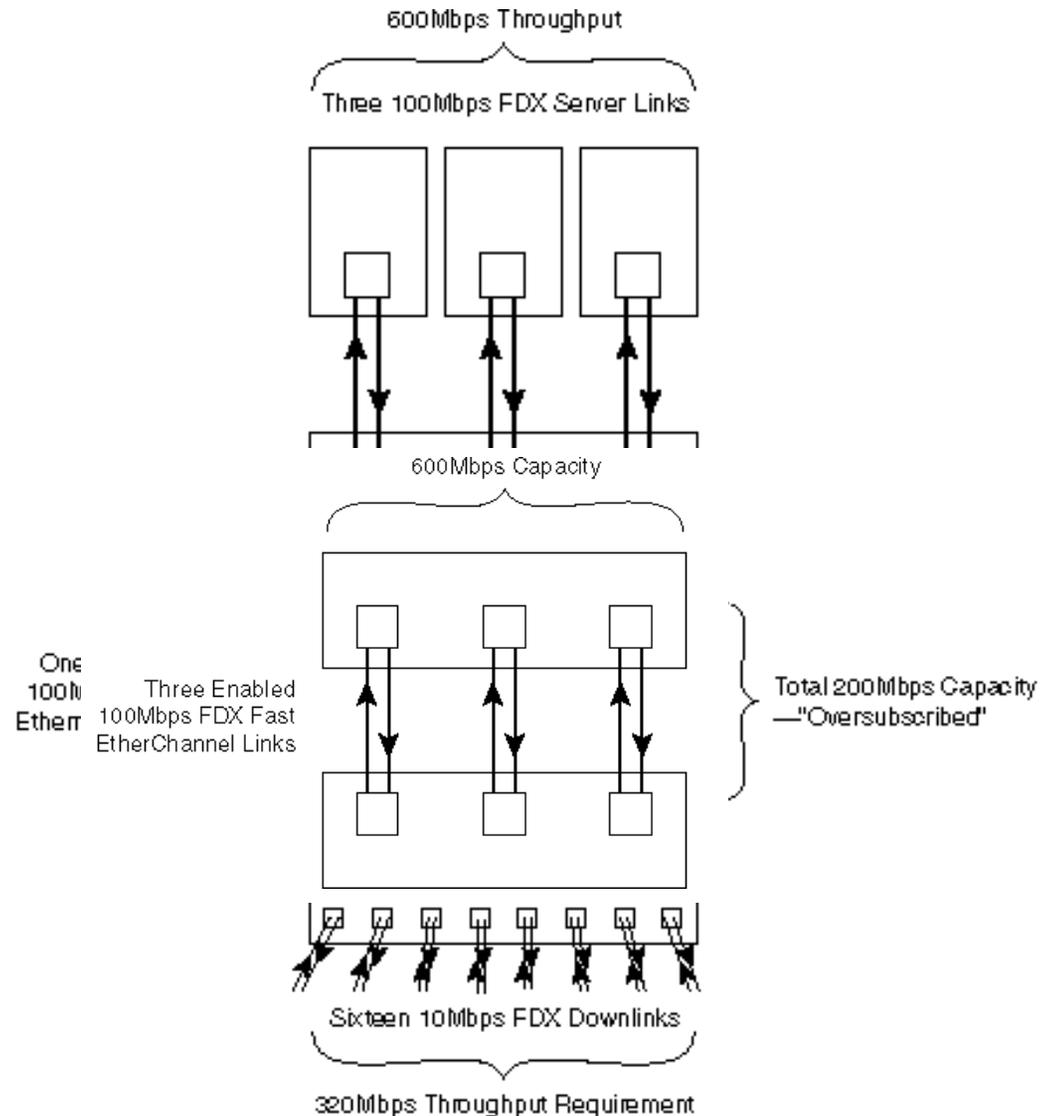
con full duplex flow control, se generan frames de PAUSA desde el RX al Switch, y luego del Switch al TX.





# IEEE 802.3ad Link Aggregation

- Permite unir switches o estaciones con múltiples enlaces sumando su ancho de banda
- Es contradictorio con 802.1D Spanning Tree.

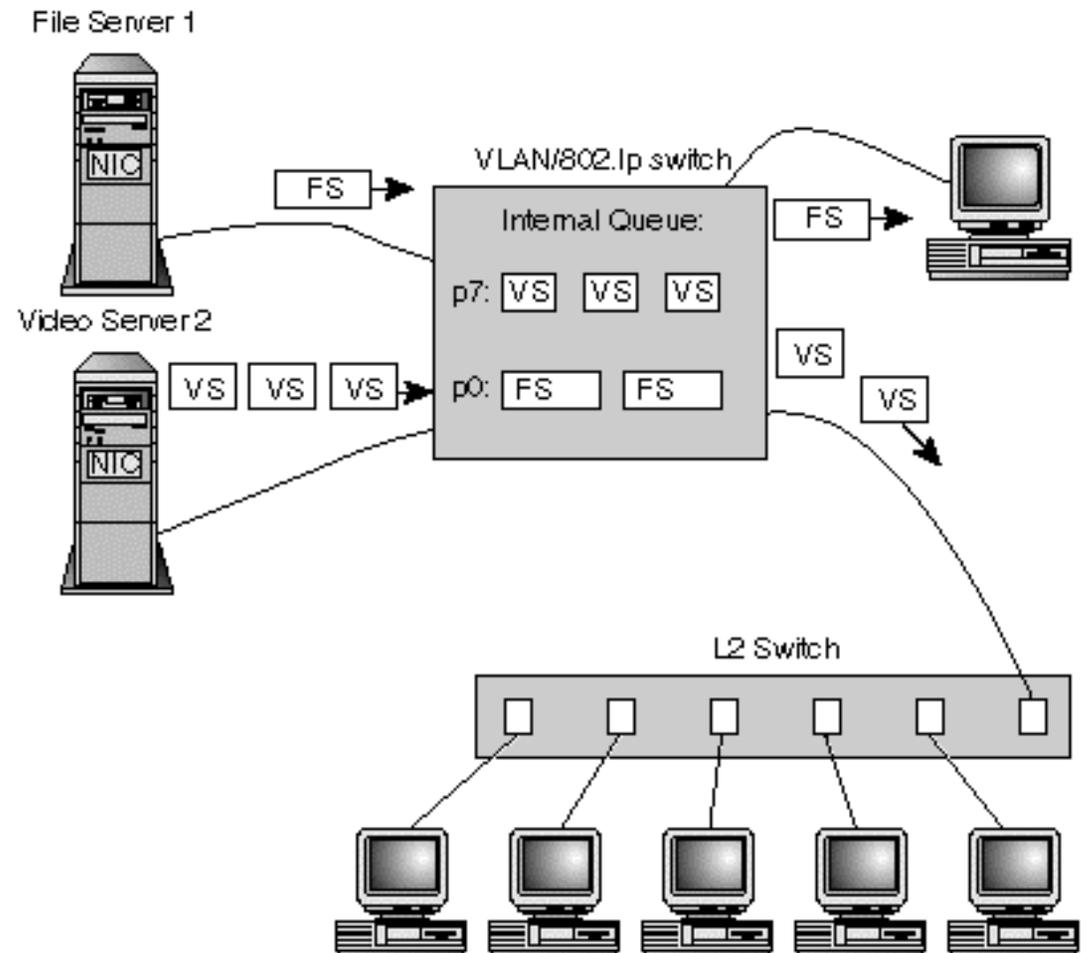




# IEEE 802.1p Priority Switching

- permite tratar frames en forma diferente para incorporar aplicaciones de tiempo real en Ethernet.

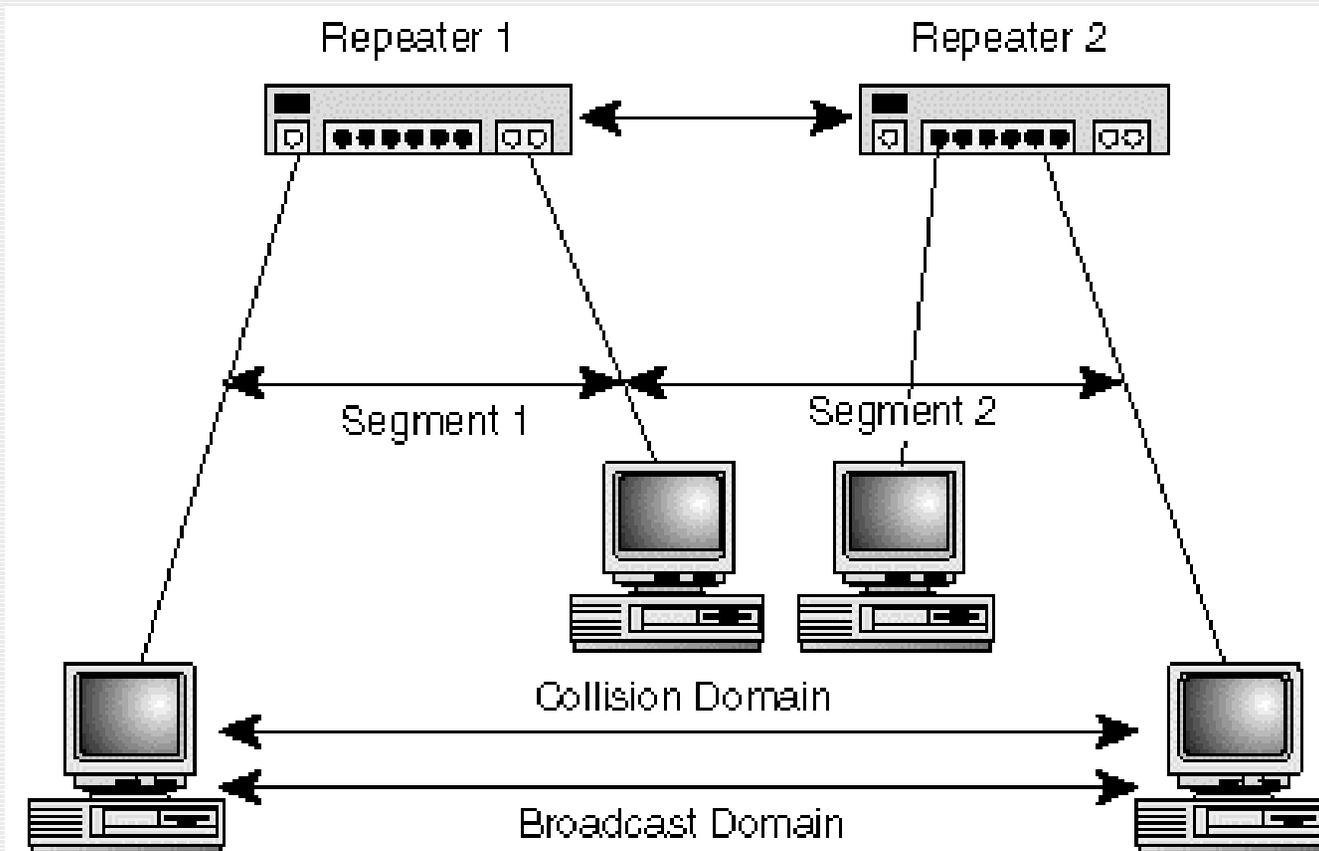
- La prioridad se especificó en 802.1Q, por lo que se implementan ambos protocolos a la vez..





# Dominio de Colisiones y Broadcast

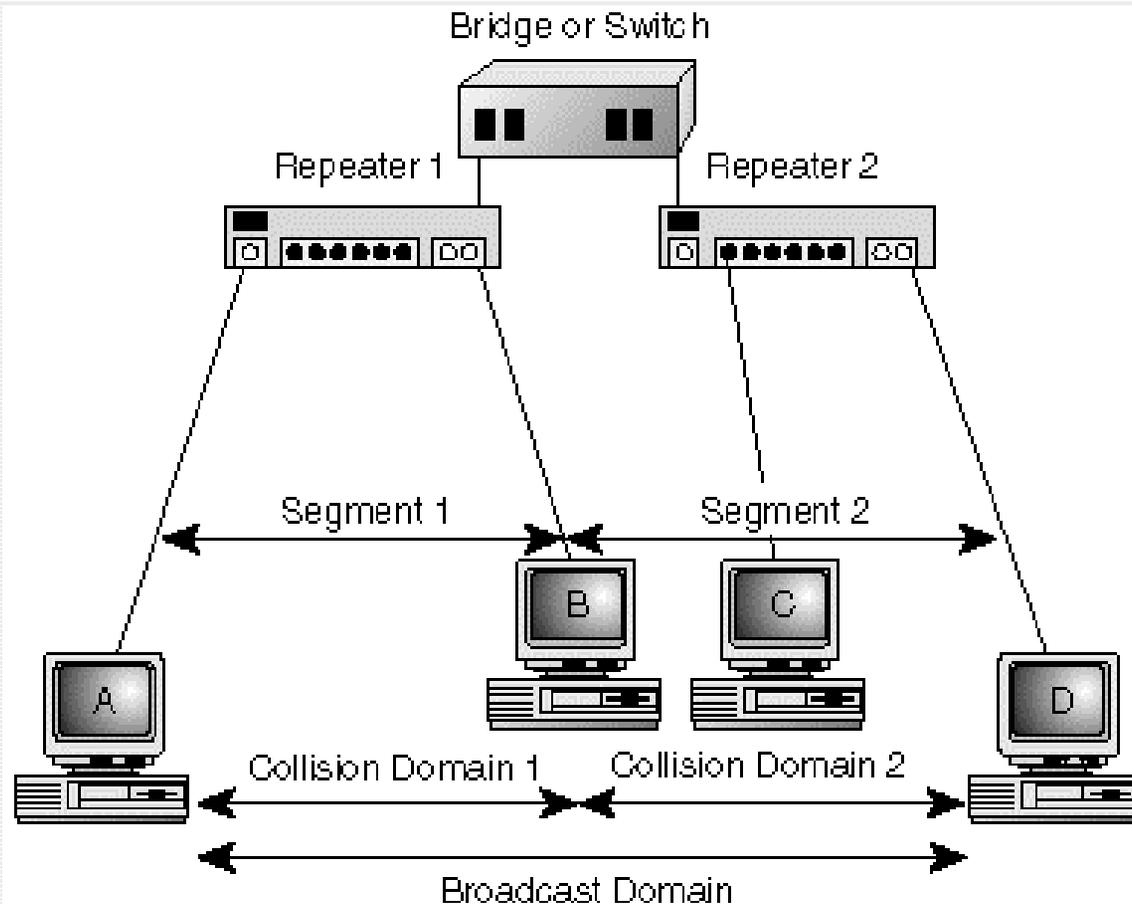
- Repetidores son transparentes a la Capa 2, por ende transmiten colisiones y los broadcast.





# Dominio de Colisiones y Broadcast

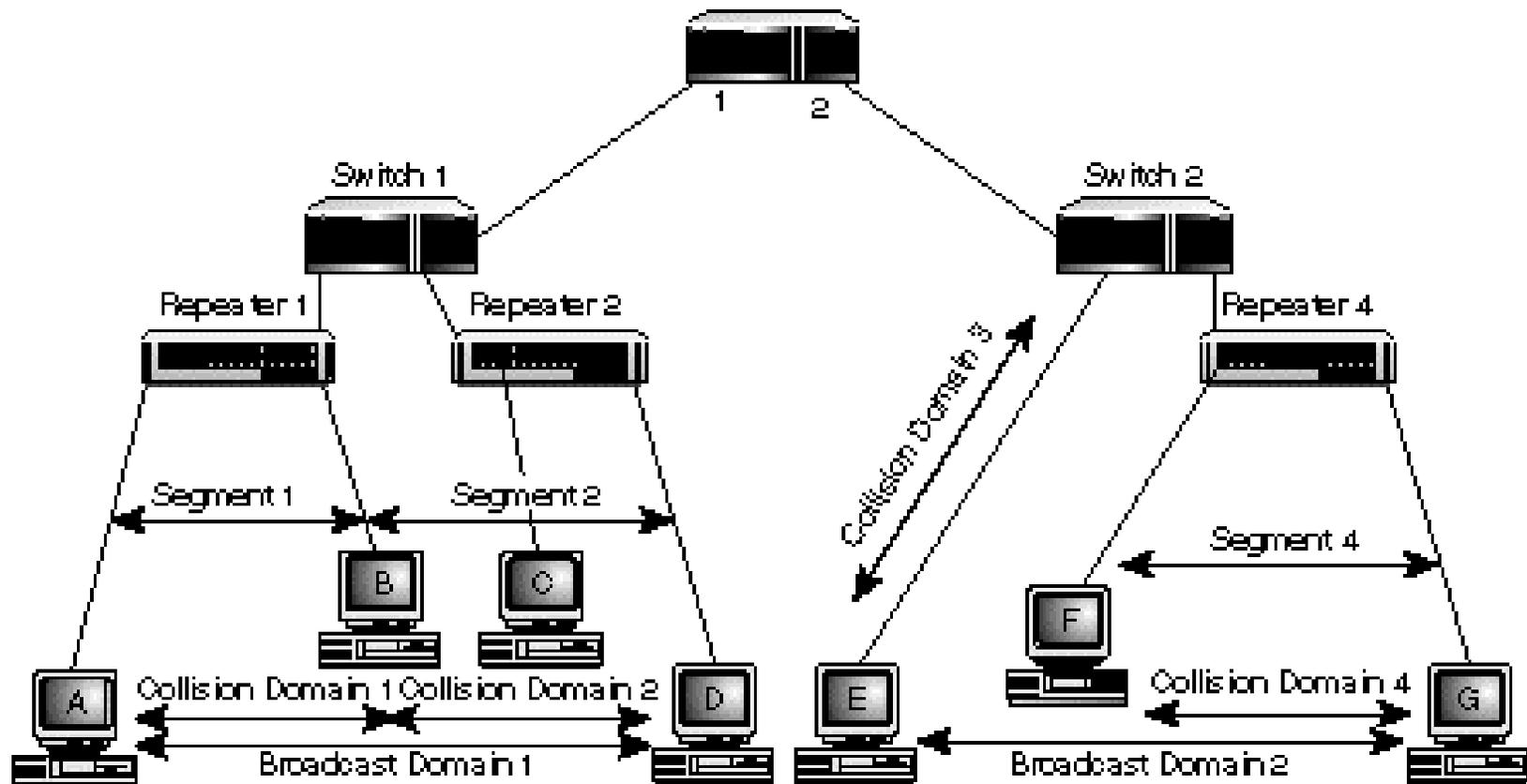
- Los switches sólo transmiten los broadcasts que son frames legítimos de Capa 2.





# Dominio de Colisiones y Broadcast

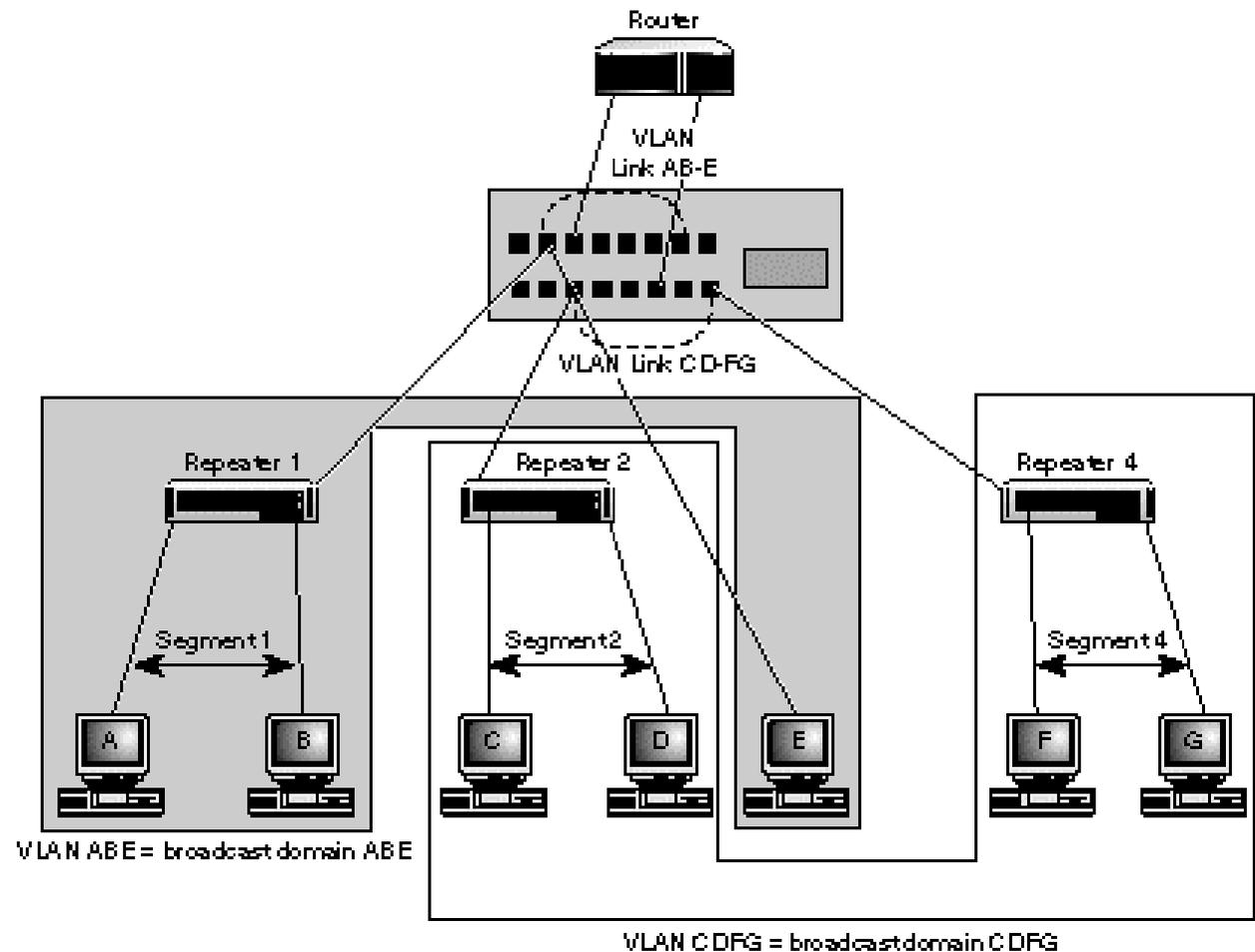
- Los Routers sólo operan con paquetes y por ende no transmiten los frames broadcast de una red LAN a otra.





# Virtual LAN (VLAN)

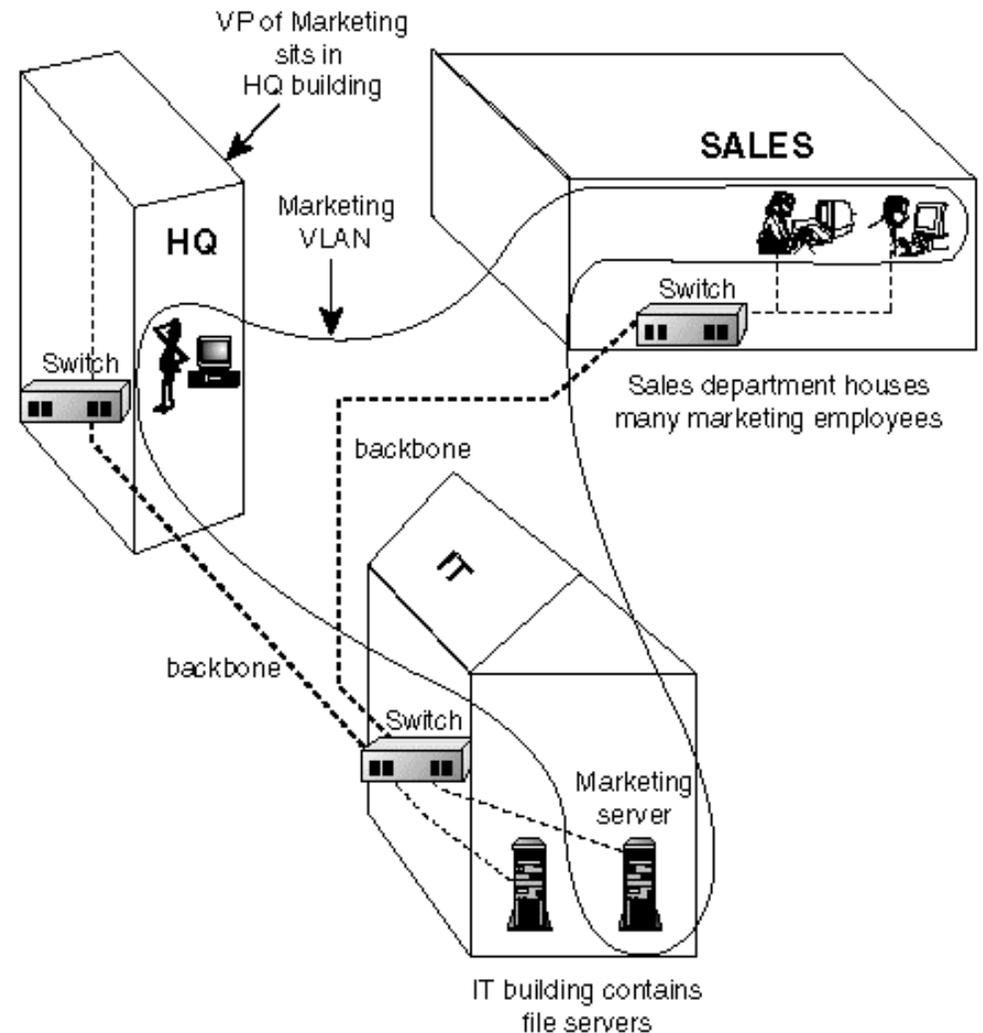
- Otra manera de lograr este mismo efecto es usando VLAN y un sólo switch.





# Virtual LAN (VLAN)

- IEEE 802.1Q
- permite etiquetar cada frame Ethernet para crear VLANs entre varios switches
- Puedo agrupar por
  - puerto de switch
  - direccion MAC
  - protocolo capa 3
  - direcciones IP
  - subred IP
  - mezclas.

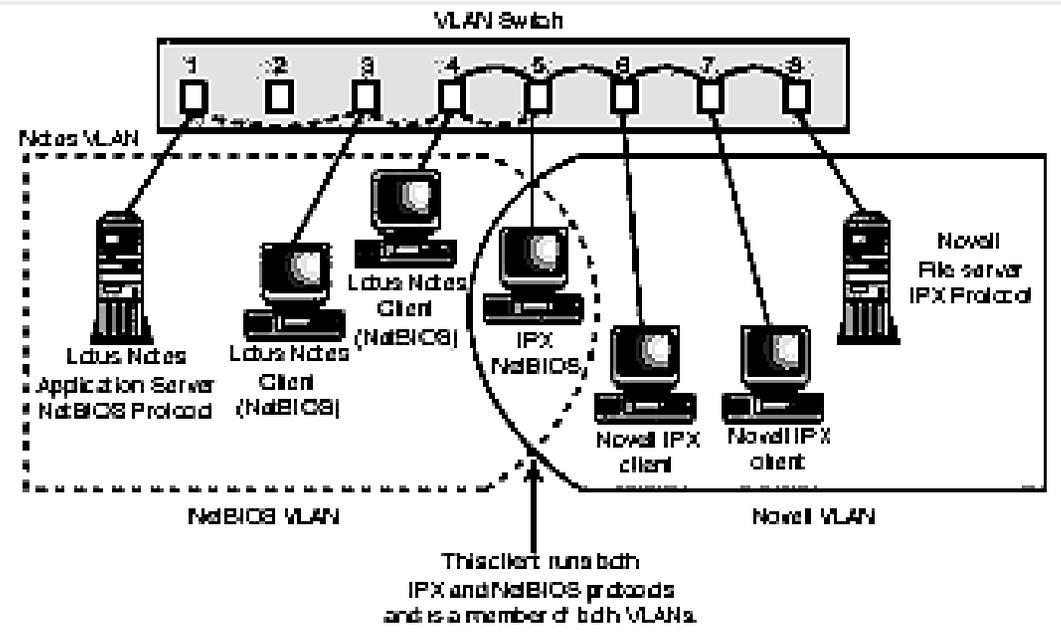
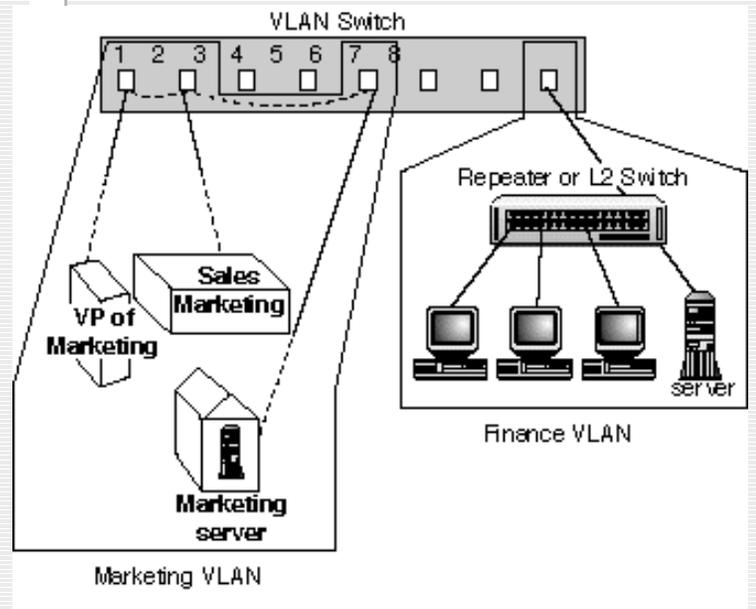




# Virtual LAN (VLAN)

■ VLAN por puerta

VLAN por protocolo Capa 3.





# Virtual LAN (VLAN)

- IEEE 802.3ac modificó el largo máximo de un frame Ethernet a 1522 para albergar el campo de VLAN tagging.

