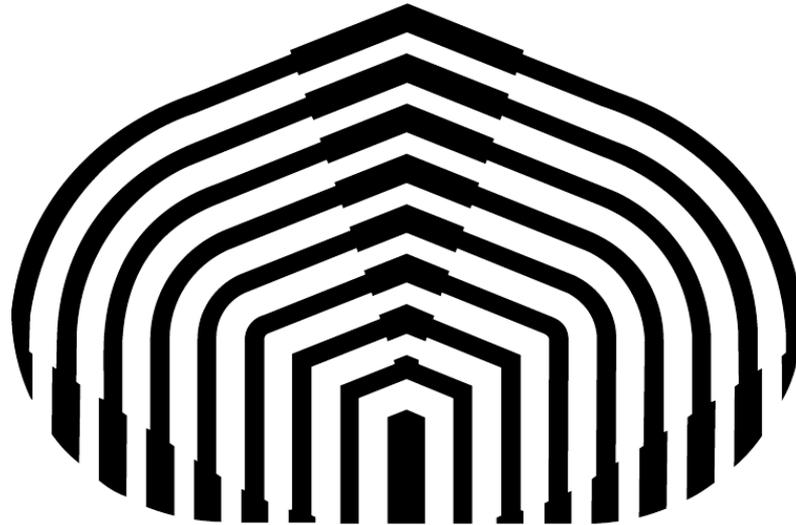


# REDES DE COMPUTADORAS

## EC5751



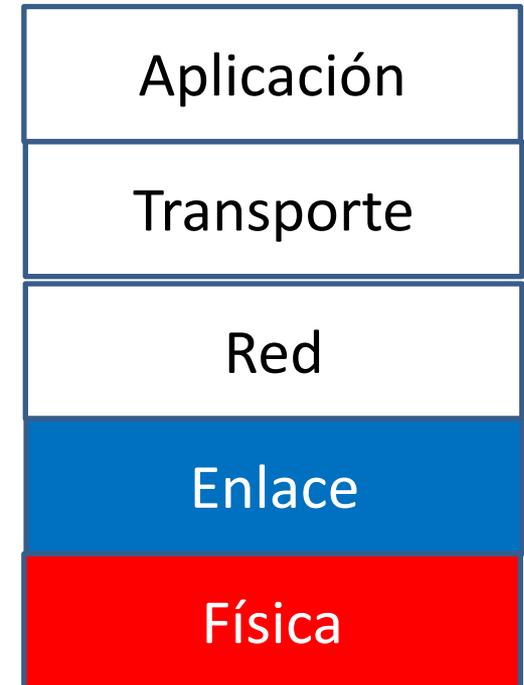
# USB

Conmutación

# Conmutación

## Contenido

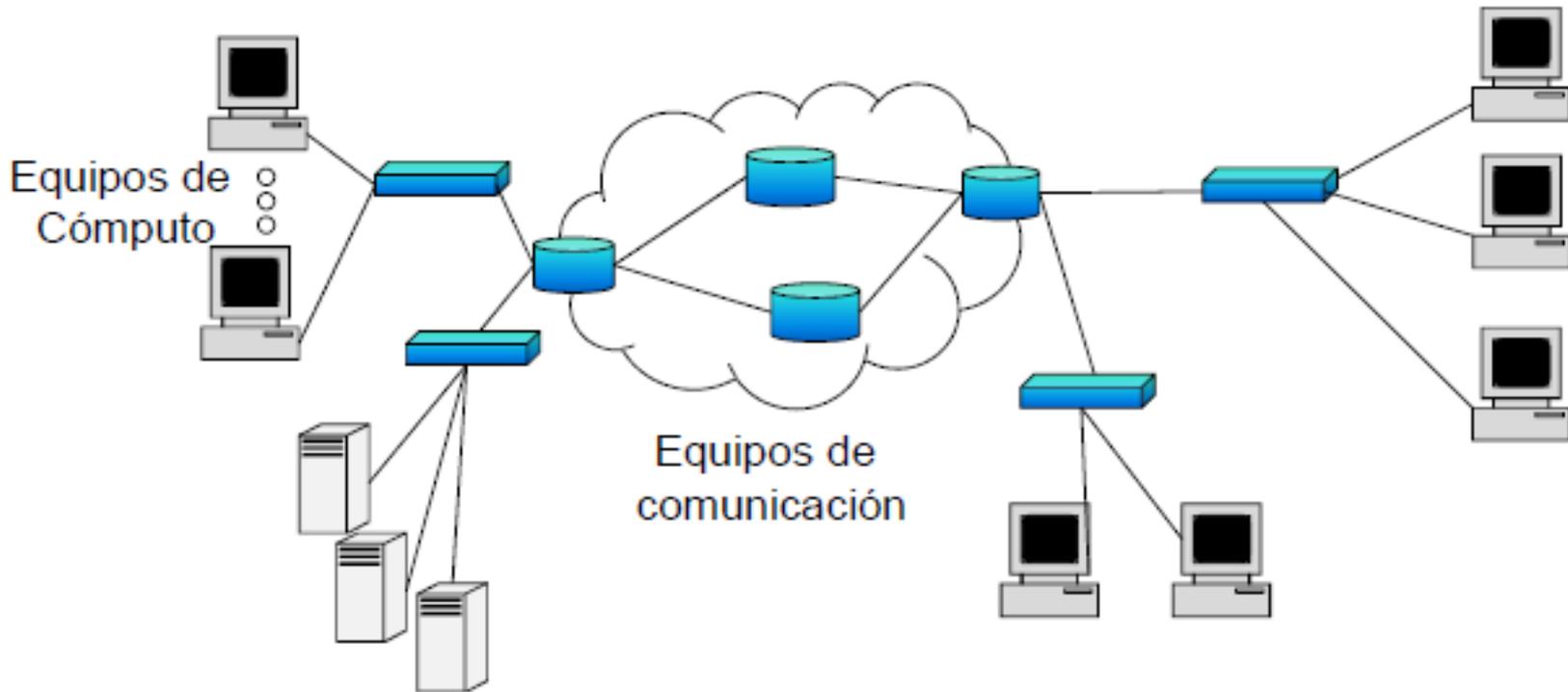
- HUB
- Bridge
- Switch
- Spanning Tree



# Conmutación

## Estructura General de una Red

Las redes dependen de dispositivos intermediarios para proporcionar conectividad, los cuales trabajan detrás de escena y garantizar que los datos fluyan en todos los caminos. Estos dispositivos conectan los hosts individuales a la red y permiten conectar varias redes individuales para formar *internetwork*.



# Conmutación

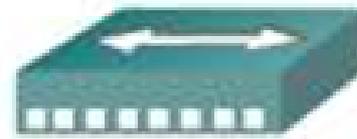
## Bajemos un momento a la capa Física **HUB o Concentrador**



- “Concentra” las conexiones a las interfaces de las computadoras de la red, es el punto central desde el cual parten los cables de par trenzado hasta los distintos puestos de la red, siguiendo una topología de estrella.
- Cuando se transmiten señales eléctricas por un cable, se produce una degeneración proporcional a la longitud del cable, lo que se denomina **Atenuación**. El **HUB** se añade para reforzar la señal del cable y servir de bus o anillo “activo”.
- Normalmente funciona como un repetidor, y no modifica de ningún modo la señal, excepto amplificándola para la transmisión por el segmento de cable extendido.

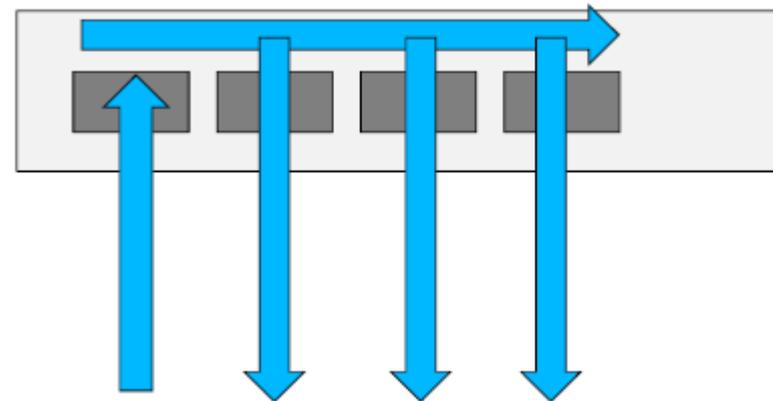
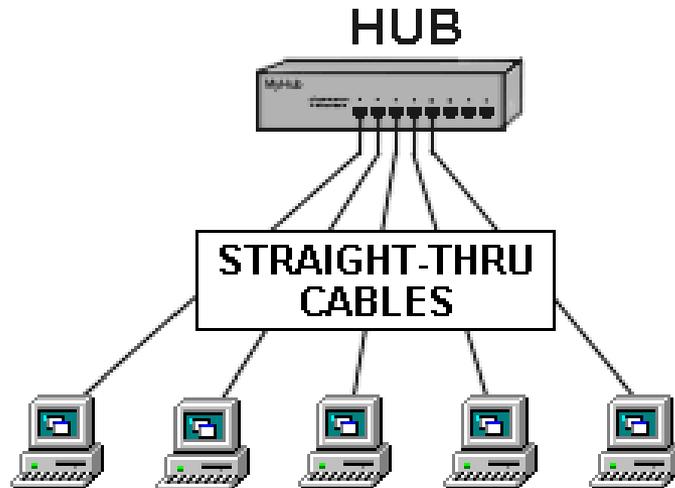
# Conmutación

## HUB o Concentrador



Hub LAN

Los HUB's *difunden* la información que reciben desde un puerto por todos los demás (su comportamiento es similar al de un ladrón eléctrico).



# Conmutación

## HUB o Concentrador

### **Características:**

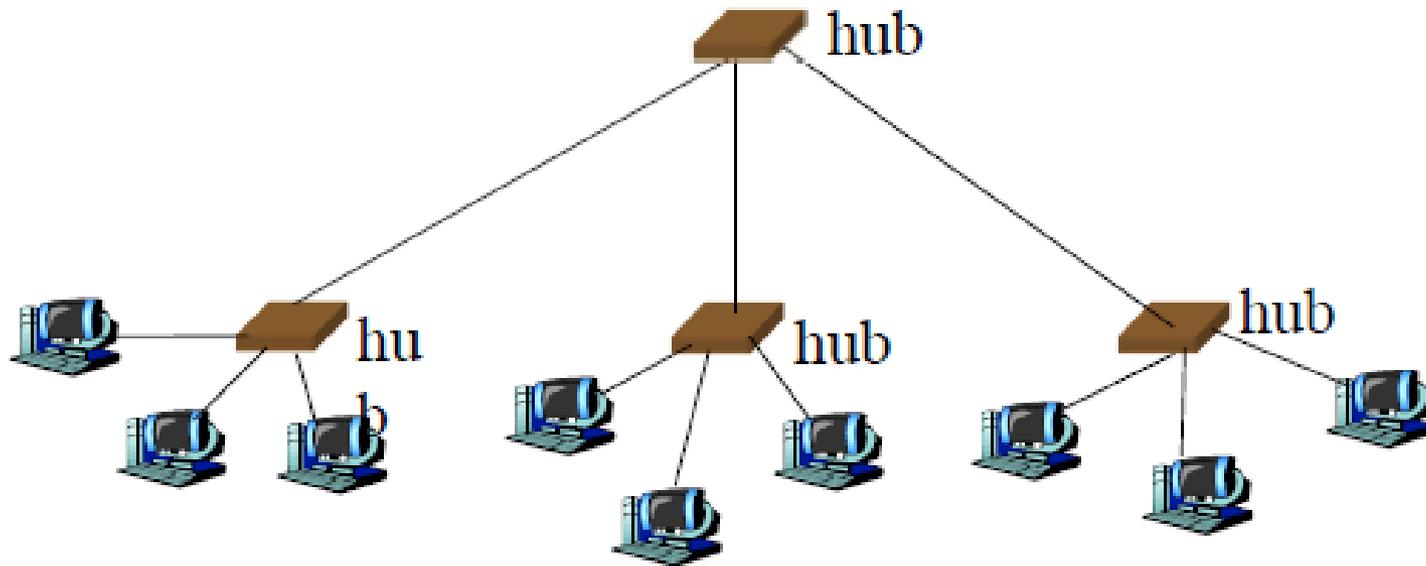
- Regenera las señales de red para que puedan viajar más lejos
- Se usa principalmente en sistemas de cables lineales como Ethernet
- Opera en el nivel más bajo de la pila de un protocolo: el nivel físico. No se usa en protocolos de más alto nivel.
- Dos segmentos conectados por un repetidor deben usar el mismo método de acceso a la comunicación.
- Los segmentos conectados mediante un repetidor forman parte de la misma red y tienen el mismo rango de direcciones de red.

# Conmutación y Enrutamiento

## HUB o Concentrador

**Backbone** de HUB's permite interconecta segmentos LAN

- Extiende distancia máxima entre nodos
- Pero segmentos de colisión individuales se transforman en un gran dominio de colisión
- No se puede conectar 10BaseT y 100BaseT



# Conmutación

## HUB o Concentrador

### **Crecen las redes**

Inicialmente los equipos de una instalación se conectaban a un concentrador o Hub.

- A medida que el tiempo fue pasando, cada departamento dentro de una organización necesitaba compartir recursos (impresoras, datos, correos) esto implicó el surgimiento dentro de la misma organización de diferentes redes.
- Pero luego un departamento necesitó de datos en los otros departamentos, por lo que fue necesario conectar esas redes que originalmente eran independientes.

# Conmutación



## Bridge - Puento

La primera solución a este problema la dio el Puento

Es un dispositivo que interconecta las redes y proporciona un camino de comunicación entre dos o más segmentos de red o subredes. El Bridge permite extender el dominio de broadcast, pero limitando el “**dominio de colisión**”. Separan redes a nivel MAC. Las razones para utilizar un puente son las siguientes:

- Ampliar la extensión de la red o el número de nodos que la constituyen.
- Reducir el cuello de botella del tráfico causado por un número excesivo de nodos unidos.
- Unir redes distintas y enviar paquetes entre ellas, se asume que ejecutan el mismo protocolo de red.

# Conmutación

## Dominio de Colisión

- **Un dominio de colisión es un segmento del cableado de la red donde ocurren colisiones**, es decir que cada vez que se produzca una colisión, afectará a todos los ordenadores conectados a ese segmento, pero no a los ordenadores pertenecientes a otros dominios de colisión.
- Todas las ramas de un hub forman un mismo dominio de colisión (las colisiones se retransmiten por todos los puertos del hub)
- Cada rama de un puente constituye un dominio de colisiones distinto (las colisiones no se retransmiten por los puertos del puente).

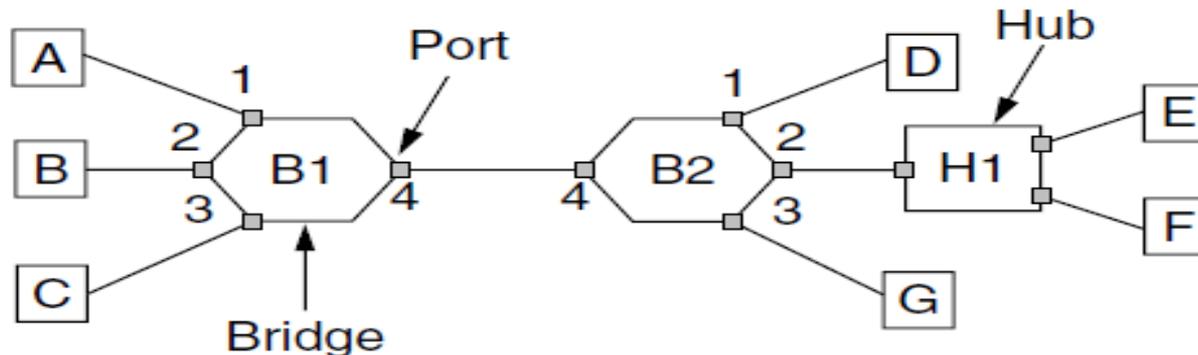
**Nota:** Se acepta un número aproximado de 25-30 equipos como medida máxima que se pueden conectar dentro de un mismo dominio de colisión. Sin embargo, este número dependerá en gran medida del tráfico de la red y un detalle importante a tomar en cuenta durante el diseño y la implementación.

# Conmutación



## Bridge - Puente

- Objetivos:
  - Mejorar rendimiento (separan tráfico local)
  - Aumentar seguridad (los sniffers ya no capturan todo el tráfico)
  - Aumentar la fiabilidad (actúan como puertas cortafuegos, un problema ya no afecta a toda la red)
  - Permitir la interoperabilidad entre redes diferentes (Ethernet-WiFi)
  - Mejorar alcance
  - Permitir un mayor número de estaciones



# Conmutación

## Puentes - Bridge

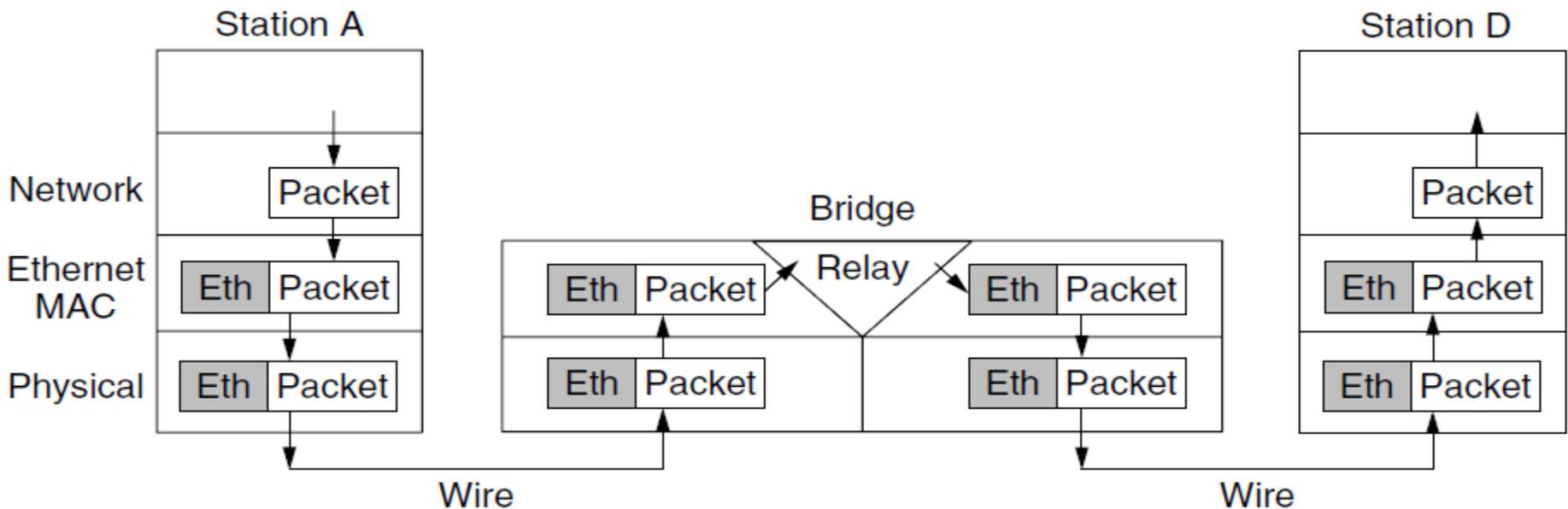
Los Puentes contienen:

- Algoritmos de aprendizaje retrospectivo elige el puerto de salida:
  - Asocia la dirección origen en la trama con el puerto de entrada
  - La trama con la dirección destino es enviada al puerto aprendido
  - Destinos no conocidos son enviados a todos los puertos
- No necesita configuración
  - Olvida las direcciones no usadas para permitir cambios
  - Ancho de banda eficiente para tráfico en ambos sentidos

# Conmutación

## Puentes - Bridge

- Los puentes extienden la capa de enlace, ya que usan pero no remueven las cabeceras y las direcciones Ethernet
- No inspeccionan la cabecera de red



# Conmutación

## Conmutadores/Switches



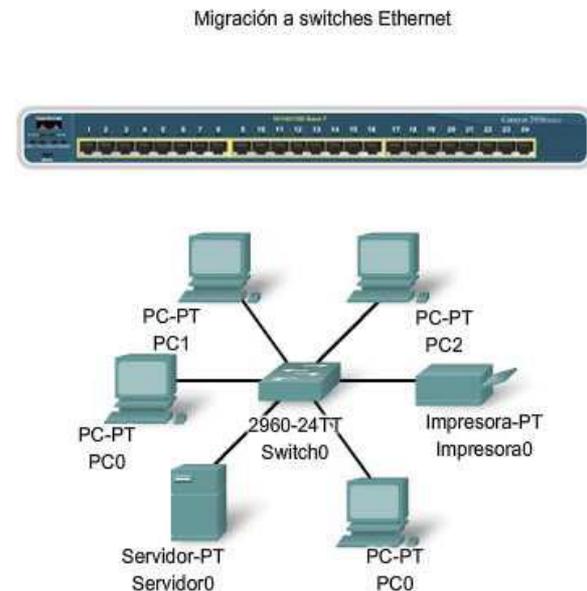
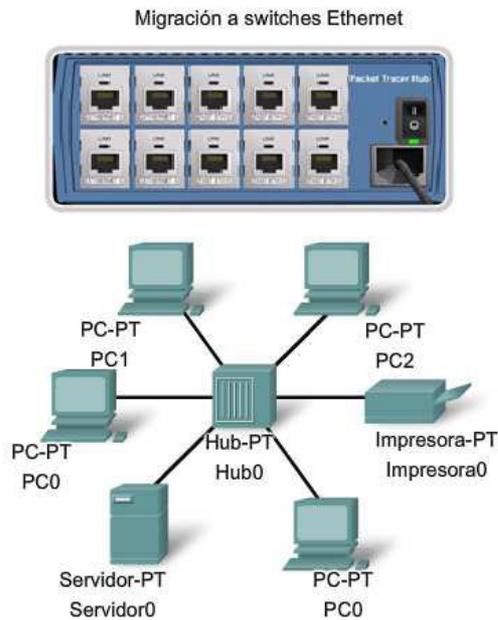
Switch LAN

- Conmutar: Cambiar una cosa por otra, en nuestro caso cambiar un circuito por otro.
- Estos servicios se desarrollan en las capas mas bajas, típicamente en la 2 y 3
- Sin embargo hay nuevos modelos que apuntan a hacer esto en los niveles mas altos.
- Inicialmente eran equipos, ahora se tiende a ir hacia aplicaciones de Software.

# Conmutación

## Switches

- En redes 10BASE-T, el punto central del segmento de red era generalmente un hub. Esto creaba un medio compartido, donde sólo una estación a la vez podía realizar una transmisión de manera exitosa. Este tipo de conexión es llamada “Half-Duplex”.
- Por ello se introducen los “Switches” para Ethernet 100 base Tx. Ahora el canal es 100% Full-Duplex



# Conmutación

## Switches

- Un switch o conmutador es un hub mejorado: tiene las mismas posibilidades de interconexión que un hub (es decir no impone ninguna restricción de acceso entre los ordenadores conectados a sus puertos). Sin embargo difiere en su función lógica al comportarse de un modo más eficiente reduciendo el tráfico en las redes y el número de colisiones.
- Son dispositivos utilizados para entregar todo el ancho de banda a un segmento de red en una fracción de tiempo. Permite utilizar toda la velocidad inter-red.
- El switch realiza transferencia de tráfico de broadcast y de multicast, pero disminuye los dominios de colisión al mínimo.

# Conmutación

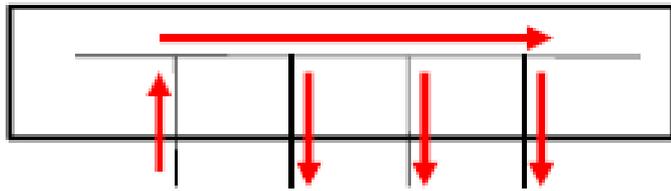
## Switches

- Suelen contener 3 diodos luminosos para cada puerto: uno enciende si hay señal (link), otro indica la velocidad de la rama (100 Mbps encendido, 10 Mbps apagado) y el último se enciende si se producen colisiones en esa rama
- Cada puerto tiene un buffer o memoria intermedia para almacenar tramas Ethernet.
- Puede trabajar con velocidades distintas en sus ramas (autosensing): unas ramas pueden ir a 10 Mbps y otras a 100 Mbps o mas.

# Conmutación

## Switches

Concentrador



Origen

Destino

Contenido

00:02:5A:0A:14:78

- 00:02:5A:0A:F4:32

XXXXXXXXXX

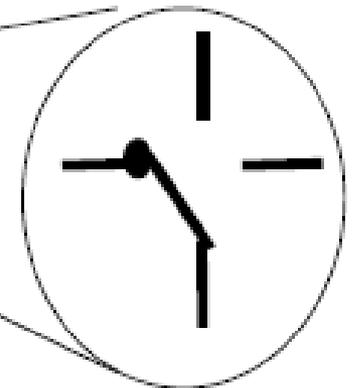
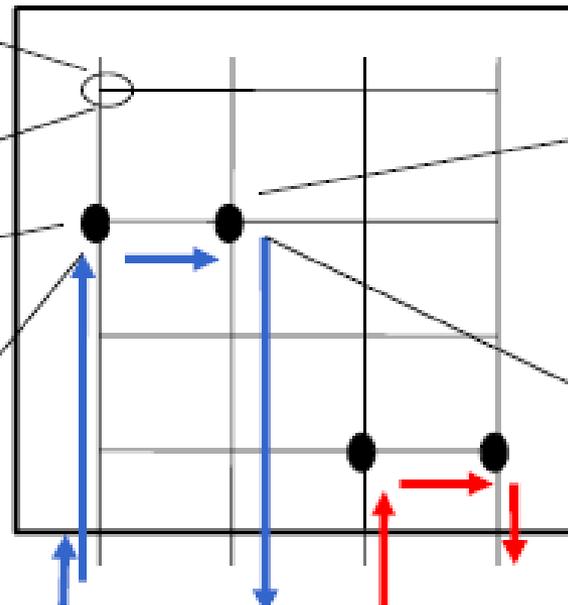
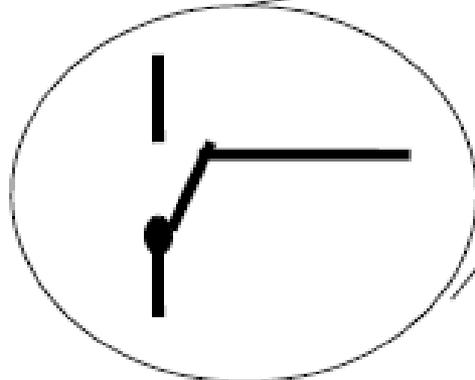
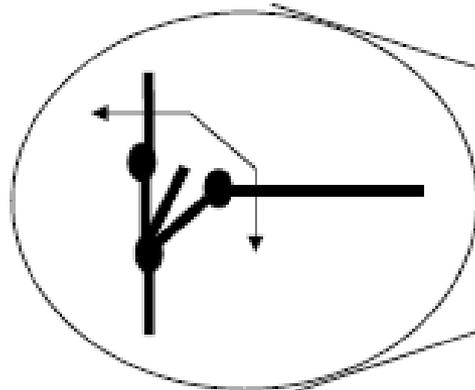
Tablas internas del Switch

00:02:5A:0A:14:78 - p1

00:02:5A:0A:F4:32 - p2

F0:01:5F:73:00:51 - p3

Switch o Conmutador



p1

p2

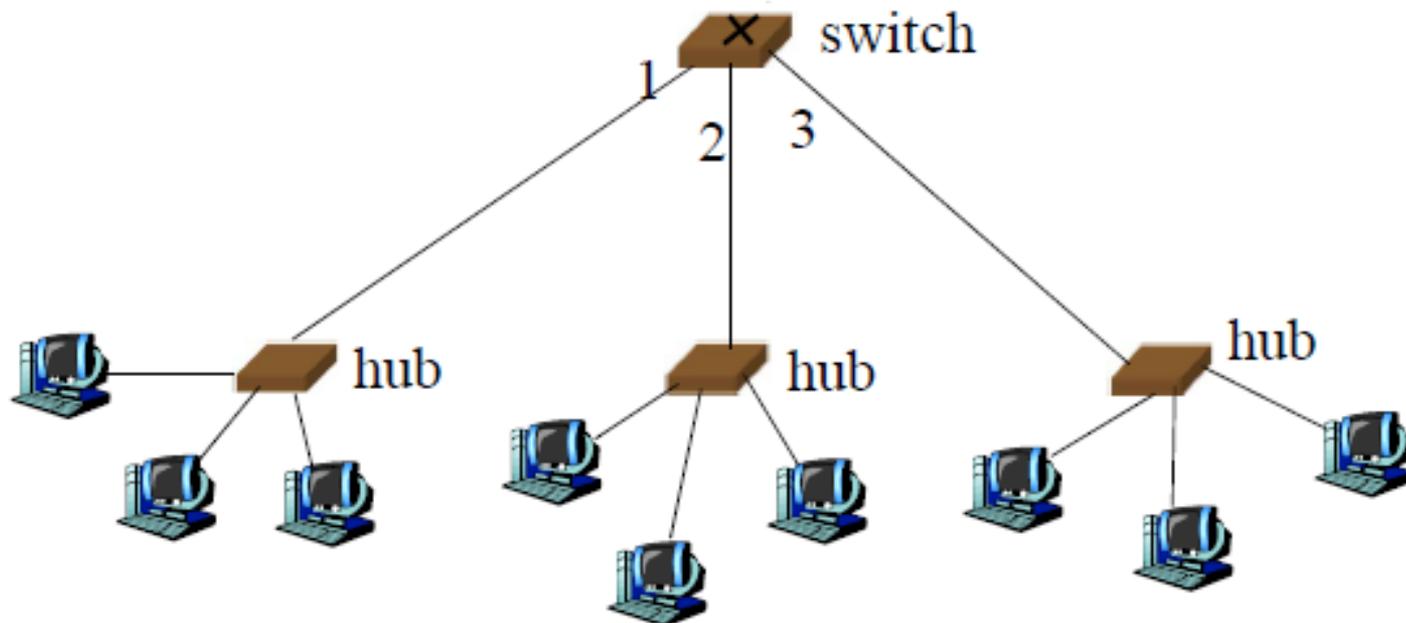
p3

p4

# Conmutación

## Switches

- Un “Switch” aísla las secciones de la red, trabaja en la capa de enlace, pero actúa como un “separador” de redes.
- Mejora la velocidad de la operación.
- ¿Cómo determinar en qué segmento LAN enviar la trama?



# Conmutación

## Switches

- Lo averigua de forma automática mediante aprendizaje. Los conmutadores contienen una tabla dinámica de direcciones físicas y números de puerto, la misma esta vacía al conectarlo.
- Las tramas Ethernet contienen un campo con la dirección MAC de origen, esta es agregada a su tabla basándose en el número de puerto por el que ha recibido la trama.
- El Sw analiza las tramas entrantes y busca la dirección de destino en su tabla. Si la encuentra, reenviará la trama por el puerto indicado. Si no la encuentra, actuara como un hub y la difundirá por todas sus ramas.
- A medida que el tráfico se incrementa en la red, la tabla se construye de forma dinámica. Para evitar que la información quede desactualizada (si se quita o agrega un nodo) las entradas desaparecerán cuando agoten su tiempo de vida (TTL – en seg).

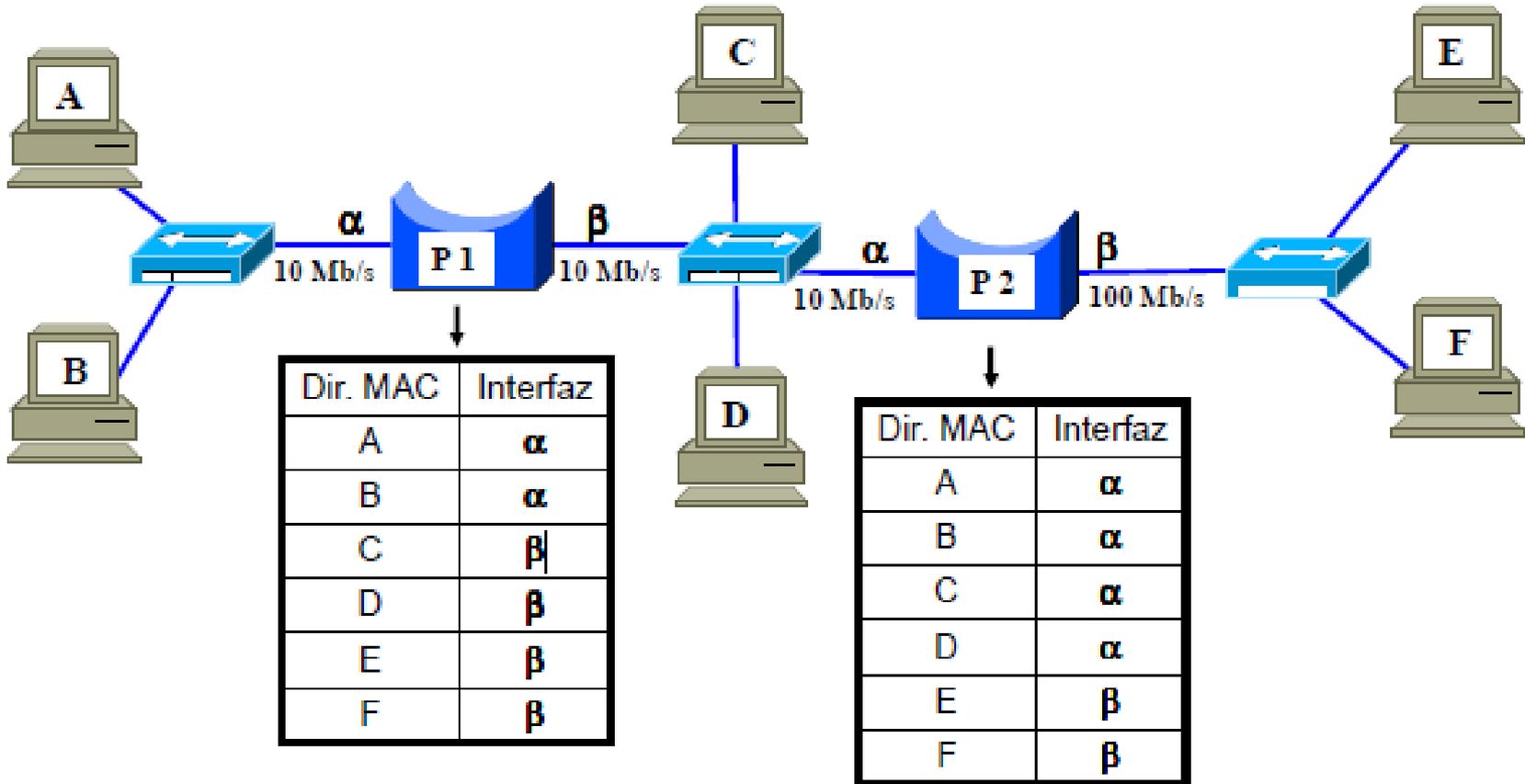
# Conmutación

## Switches

- También se les llama “Puentes Transparentes”
- La idea es comprar los “puentes”, colocarlos y que todo este listo para usarse, es decir que no se requiera ningún tipo de configuración de hardware o software para que la red opere adecuadamente aprovechando el servicio que le brindan los puentes (Plug and Play).
- Esto es posible usando dos algoritmos
  - Aprendizaje hacia atrás: Para detener el tráfico que se envía hacia donde no es necesario
  - Árbol expandido: Para romper ciclos en la conexión y reducir el tráfico que esto implica sin perder confiabilidad importante en las conexiones de la red

# Conmutación

## Switches: Ejemplo



Desde el punto de vista de P1 las estaciones C, D, E y F están en la misma LAN, ya que cuando P2 reenvía por a las tramas de E y F no cambia la dirección MAC de origen

# Conmutación

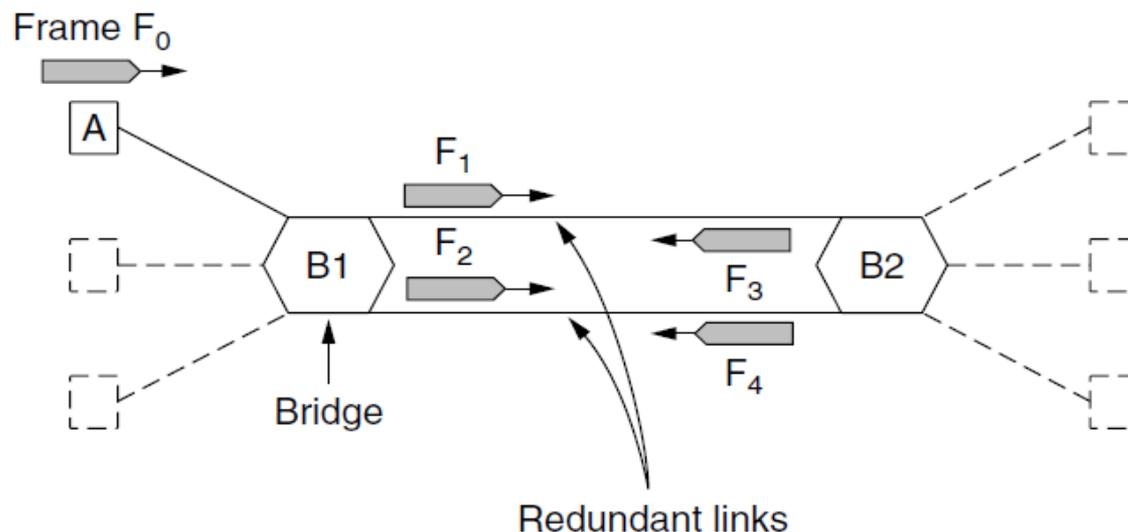
## Switches

- La tabla de direcciones MAC de los conmutadores LAN se conoce como tabla CAM (Content Addressable Memory).
- Al cabo de un rato de normal funcionamiento de la red la CAM incluye las direcciones de la mayoría de las estaciones activas de todas las LANs conectadas directa o indirectamente al Sw.
- Las entradas de las CAM tienen un tiempo de vida limitado para permitir la movilidad (típicamente 5 min. default en Cisco).
- La tabla CAM se mantiene en memoria dinámica y tienen un tamaño limitado (típico 1K-16K direcciones).
- La tabla es exhaustiva. No existe un mecanismo de agrupación de direcciones por rangos ya que normalmente éstas no guardan ninguna relación.

# Conmutación

## Bucles o Lazos

- A veces al interconectar conmutadores se producen bucles, es decir hay más de un camino posible entre dos redes.
- Estos bucles pueden hacerse por error o porque se quiere disponer de varios caminos para tener mayor fiabilidad y tolerancia a fallos.
- Debido a la forma como funcionan los puentes transparentes cuando se produce un bucle, la red se bloquea.



# Conmutación

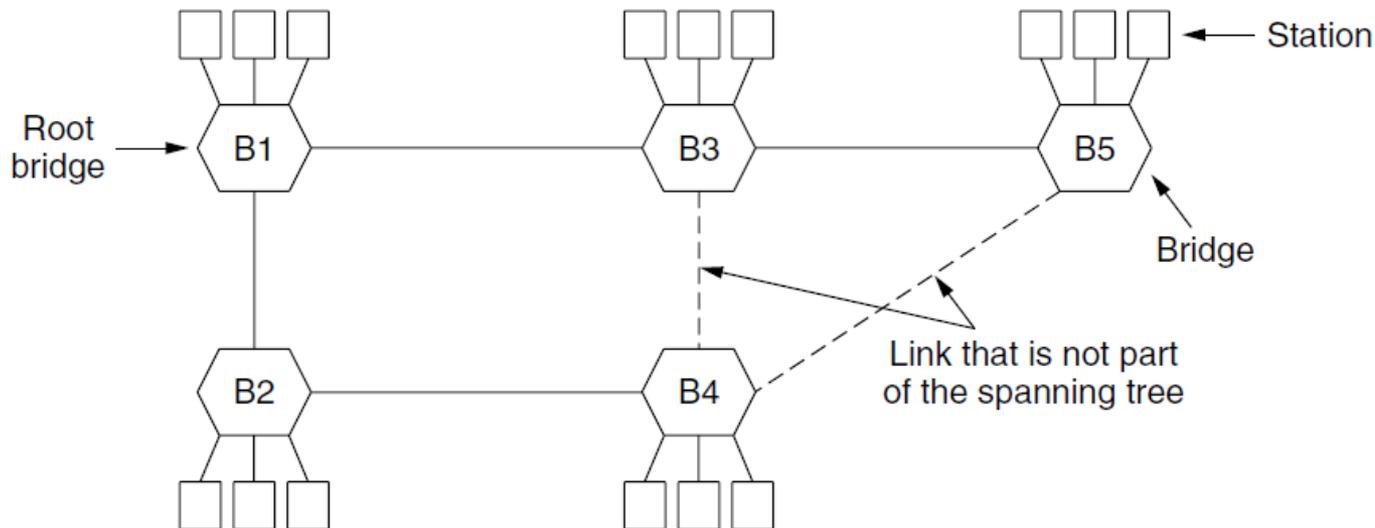
## Bucles

- Esto se debe a dos características de los puentes transparentes
  - Proceden por inundación cuando la dirección de destino no está en su tabla de direcciones.
  - Cuando reenvían una trama la copia es indistinguible del original. No existe ningún campo (p. ej. un contador de saltos) que permita diferenciar las sucesivas copias.
- Existen dos posibles estrategias para solucionarlo
  - Se prohíbe explícitamente la creación de redes con bucles
  - Se habilita algún mecanismo, por software, que permita a los conmutadores detectar la presencia de bucles en la topología, para que se desactiven las interfaces necesarias para que no haya bucles

# Conmutación

## Bucles: Árbol de Expansión (Spanning Tree)

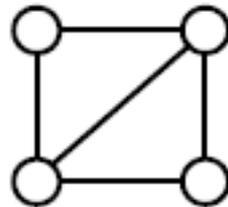
Un árbol de expansión conectando cinco puentes. Las líneas punteadas son enlaces que no forman parte del árbol de expansión.



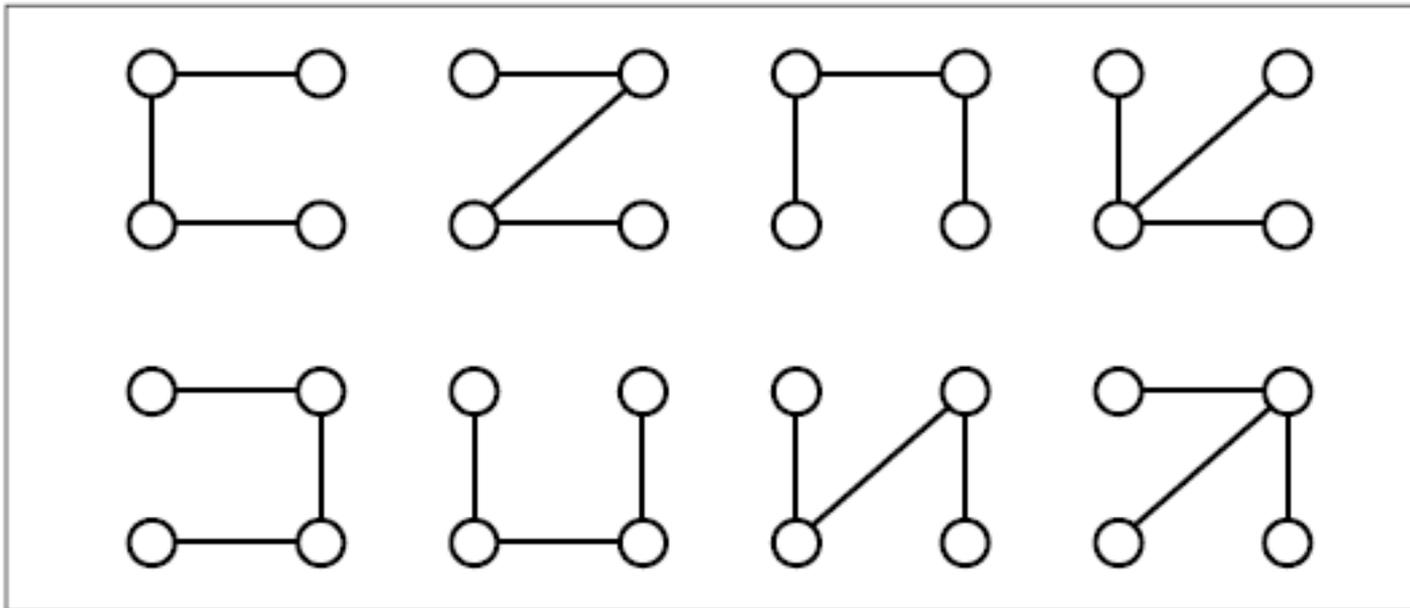
El creador de STP (Spanning-Tree Protocol) fue DEC  
Especificación IEEE 802.1d

# Conmutación

Bucles: Árbol de Expansión (Spanning Tree)



Grafo de la red



Posibles árboles de expansión

(un grafo con  $n$  nodos tiene un árbol de expansión con  $n-1$  arcos)

# Conmutación

## Bucles: Árbol de Expansión (Spanning Tree)

- Los Sw intercambian regularmente información sobre la topología de la red. Los mensajes que utilizan se denominan **BPDUs** (Bridge Protocol Data Units).
- Las BPDUs emplean un Ethertype propio y se envían a una dirección multicast reservada (01-80-C2-00-00-00). Los conmutadores sin ST los propagarán de forma transparente.
- Cada conmutador dispone de un identificador único (ID) a partir de una dirección MAC única que le asigna el fabricante.
- Además cada puerto del conmutador recibe un identificador y tiene asociado un **costo**.
- Cada conmutador calcula **el grafo** de la red y observa si existe algún bucle; de haberlo se van desactivando interfaces siguiendo unas reglas hasta eliminarlos construyendo un 'spanning tree'.

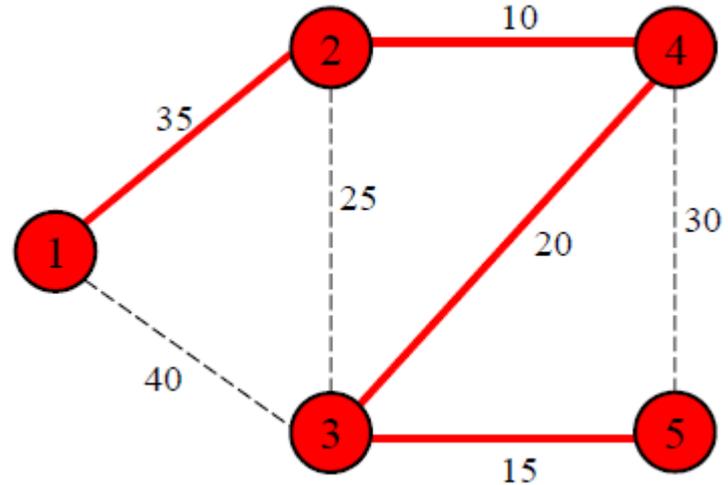
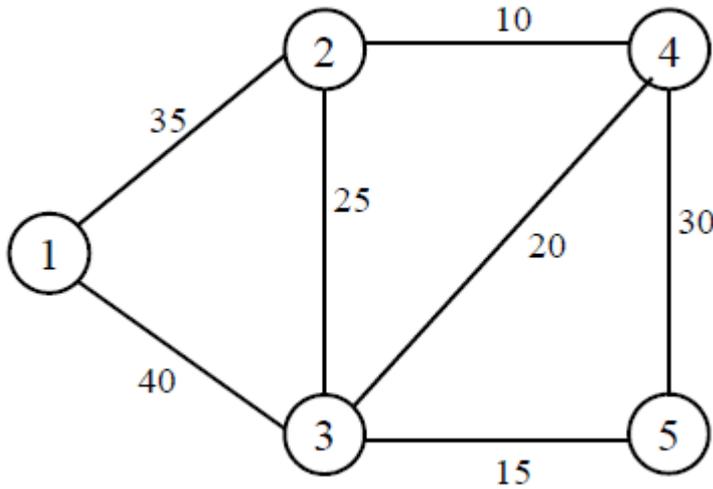
# Conmutación

## Bucles: Árbol de Expansión (Spanning Tree)

- Los conmutadores eligen como raíz del árbol a aquel que tiene el ID más bajo. Todos eligen al mismo.
- Cada conmutador envía BPDUs por sus interfaces indicando su ID, el ID del conmutador raíz y el costo de llegar a él; estos se propagan por toda la red; cada conmutador al reenviar los mensajes de otros les suma el costo de la interfaz propia.
- Con las BPDUs recibidas cada conmutador calcula por que puerto puede llegar él al raíz al mínimo costo. Ese es su **puerto raíz**. En caso de empate elige el puerto de ID más bajo.
- Cada LAN tiene un **puerto designado**, que es aquel por el que esa LAN accede al conmutador raíz al mínimo costo.
- Los puertos que no son ni raíz ni designados son **puertos bloqueados**. Esos puertos son innecesarios para la comunicación y si se les deja funcionar provocan bucles

# Conmutación

Bucles: Árbol de Expansión (Spanning Tree)



Ejemplo

Las rutas en rojo serán el árbol de esa red

# Conmutación

## Switchs vs Puente

- Un switch es funcionalmente equivalente a un puente transparente.
- El Sw implementa el algoritmo de conmutación de tramas en hardware, mientras que el puente lo hace en software.
- El Sw contiene chips diseñados específicamente para ello llamados ASICs (Application Specific Integrated Circuit).
- El Sw es mucho más rápido que el puente, puede funcionar a la velocidad nominal de la interfaz, simultáneamente por todas sus interfaces (wire speed).
- Normalmente los switches tienen muchas más interfaces (4-500) que los puentes (2-6).
- **Hoy en día los puentes no se utilizan.**

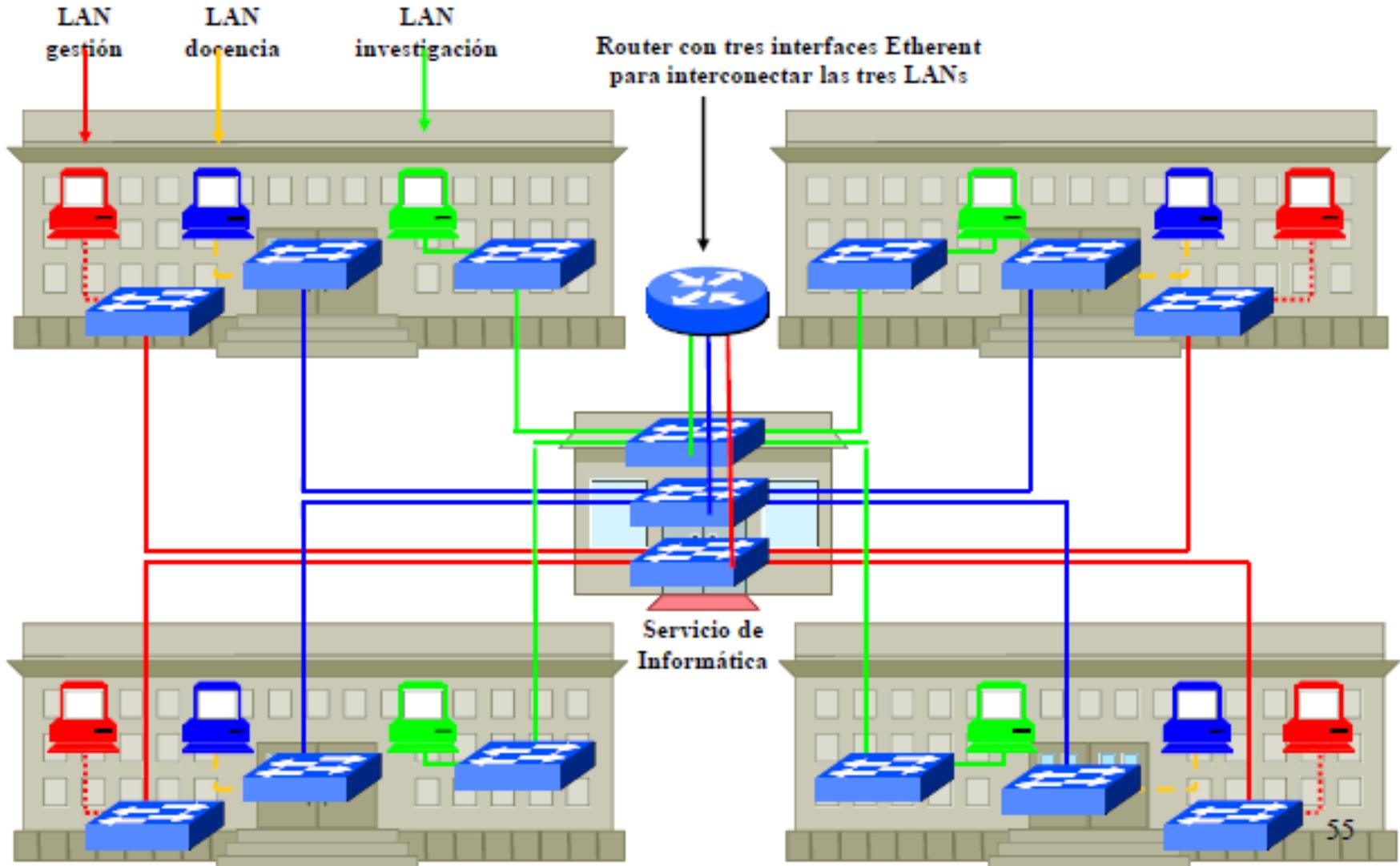
# Conmutación

## VLAN (Virtual Local Area Network)

- Agrupamiento lógico de los puertos de un switch que se comportan como si fuesen un switch independiente.
- Las VLANs pueden ser creadas por el administrador de la red, quien asigna los puertos a la VLAN (VLANs estáticas). Estas son las mas comunes.
- También pueden crearse de manera dinámica, con un servidor al que se llama VMPS (VLAN Management Policy Server). En este de acuerdo con la dirección MAC u otras reglas, se puede asociar un puerto, de uno o varios switch, a una VLAN especifica
- Las VLANs también pueden agruparse por MAC origen o por el valor del campo tipo del frame Ethernet. (RFC2643, IEEE 802.1q y 802.10)

# Conmutación

## VLAN (Virtual Local Area Network)



# Conmutación

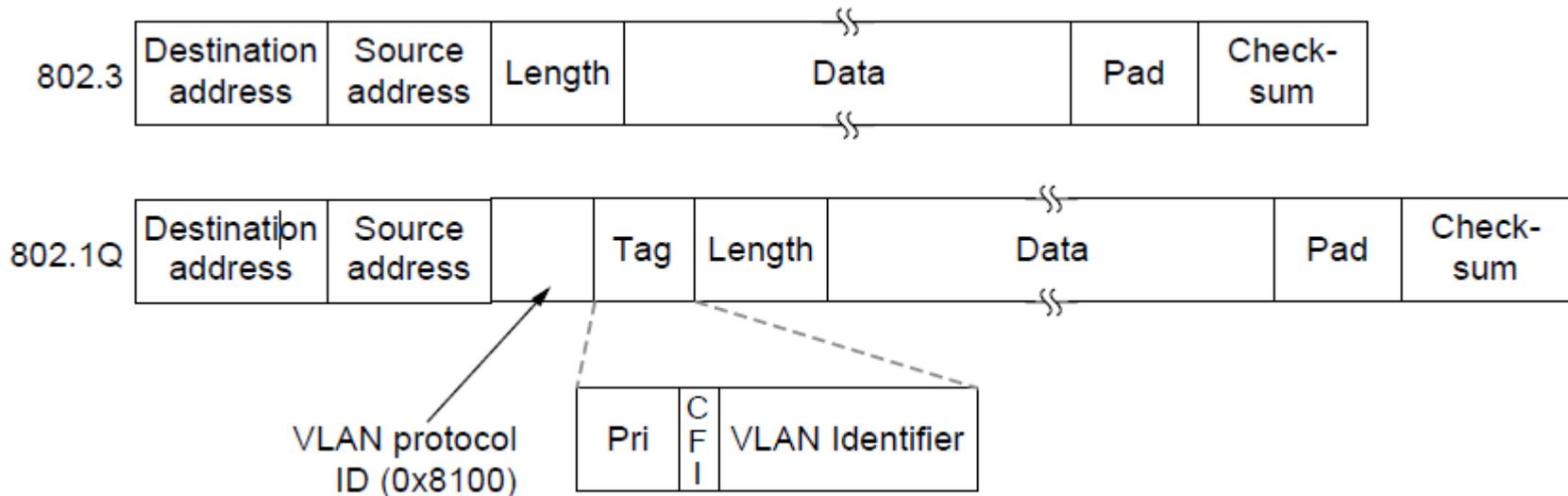
## VLAN

- Al crear VLANs, esencialmente se están creando dominios de broadcast. Es decir, el broadcast creado en una VLAN no se propagará a las otras. Esto detiene las tormentas de broadcast causadas por equipos defectuosos y por aplicaciones que generan broadcast para toda la red.
- En una red de backbone colapsado hay restricciones físicas, con los switches y VLANs NO hay restricciones físicas.
- Las VLANs se pueden organizar por comunidades de usuarios con intereses comunes.
- Para que las VLANs se puedan comunicar se necesitan equipos de capa 3 (es decir, routers) que manejen VLANs (no todos los routers pueden trabajar con VLANs).

# Conmutación

## VLAN

Para saber a que VLAN pertenece una trama se utiliza una “etiqueta” (frame tagging). Esta etiqueta identifica la VLAN (se conoce como VLAN ID).



Formatos de trama Ethernet 802.3 (heredada) y 802.1Q.

# Conmutación

## VLAN

- Hay dos tipos de enlaces en una red con switches:
  - **Enlaces de acceso** (Access links): Son enlaces que pertenecen a una sola VLAN.
  - **Enlaces troncales** (Trunk links): Este tipo de enlaces transportan información de varias VLANs (se soportan sólo sobre enlaces Fast Ethernet o Gigabit Ethernet).



**USB**