

Comutación Ethernet

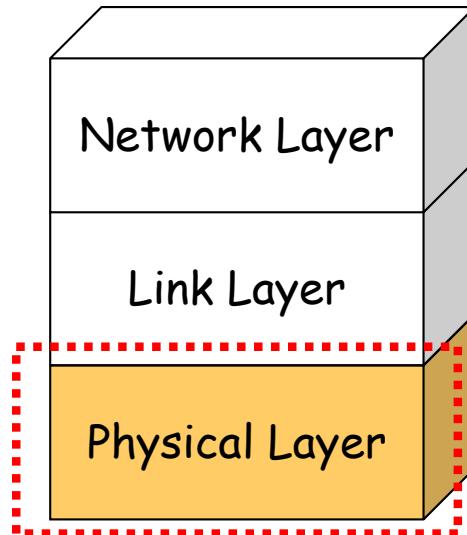
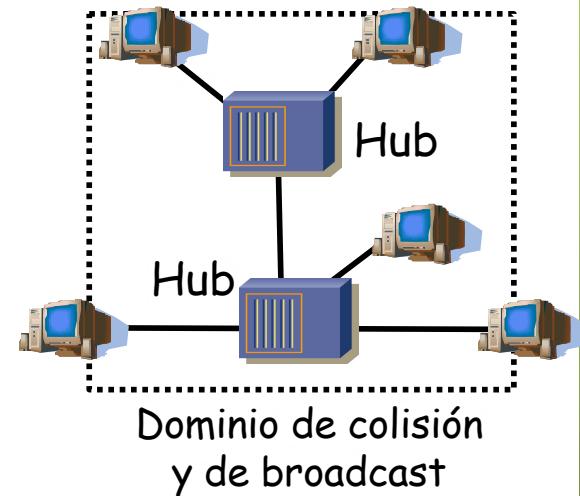
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Puentes y comutadores

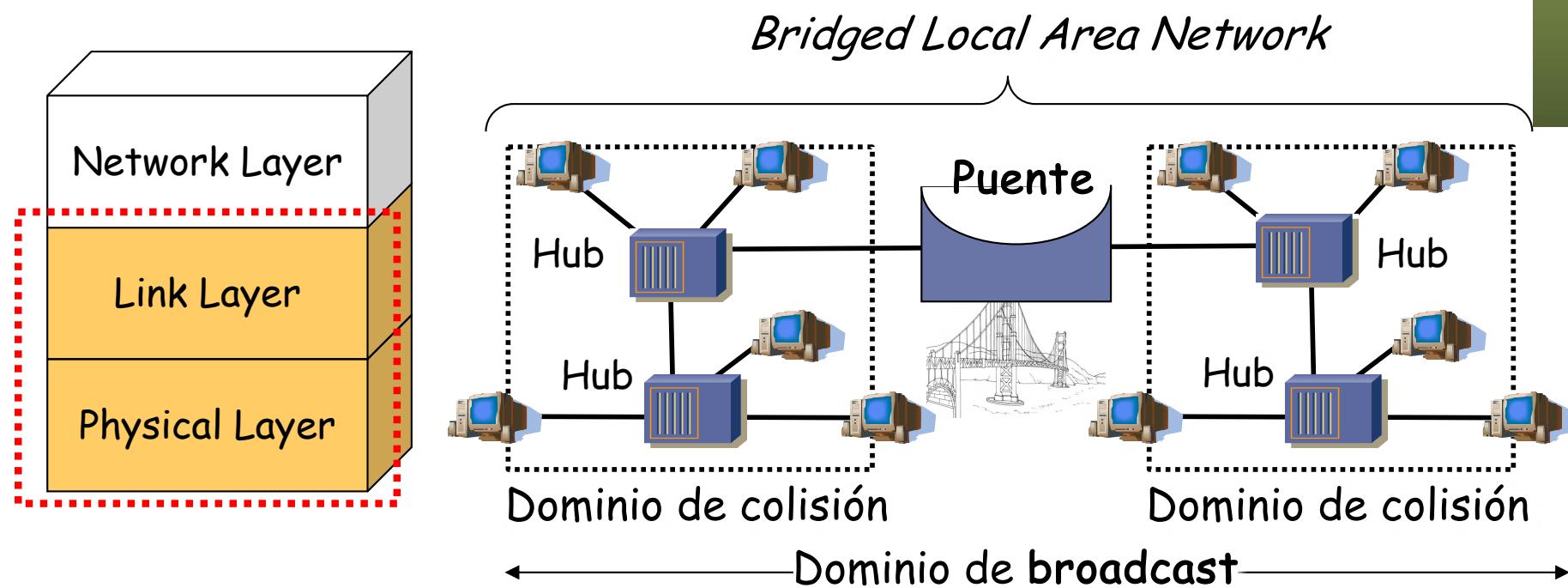
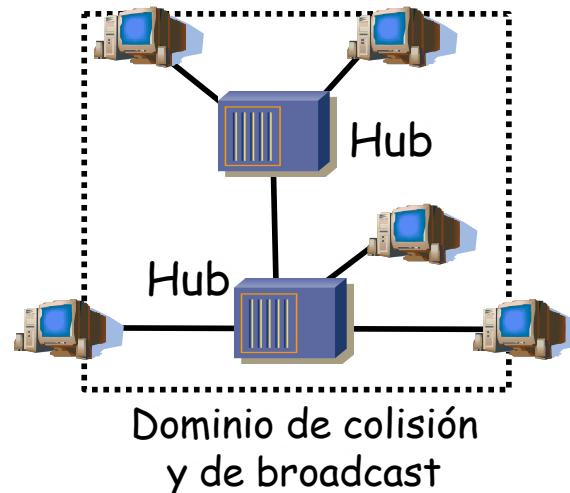
Puentes

- Repetidores unen segmentos Ethernet a nivel físico
⇒ un dominio de colisión
- Puente no es un elemento en la LAN Ethernet original (coaxial, repetidores) (...)



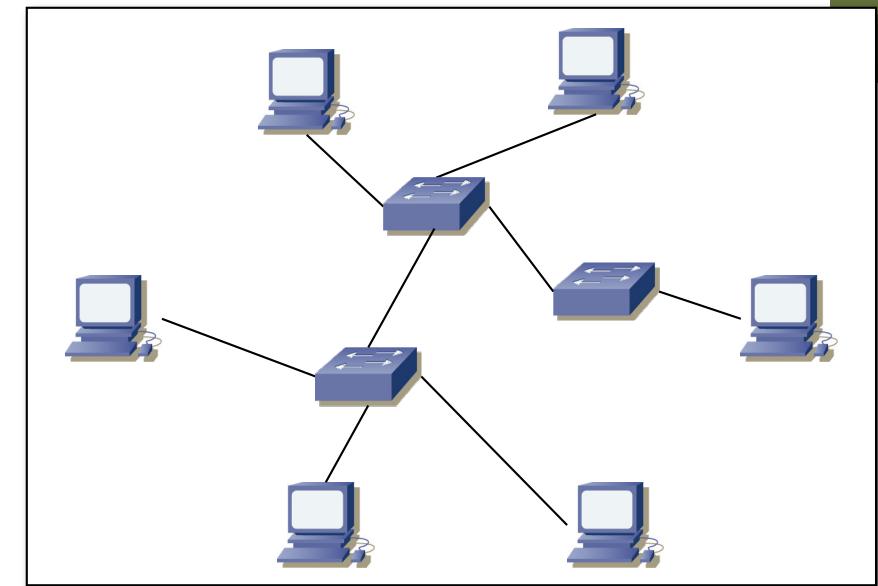
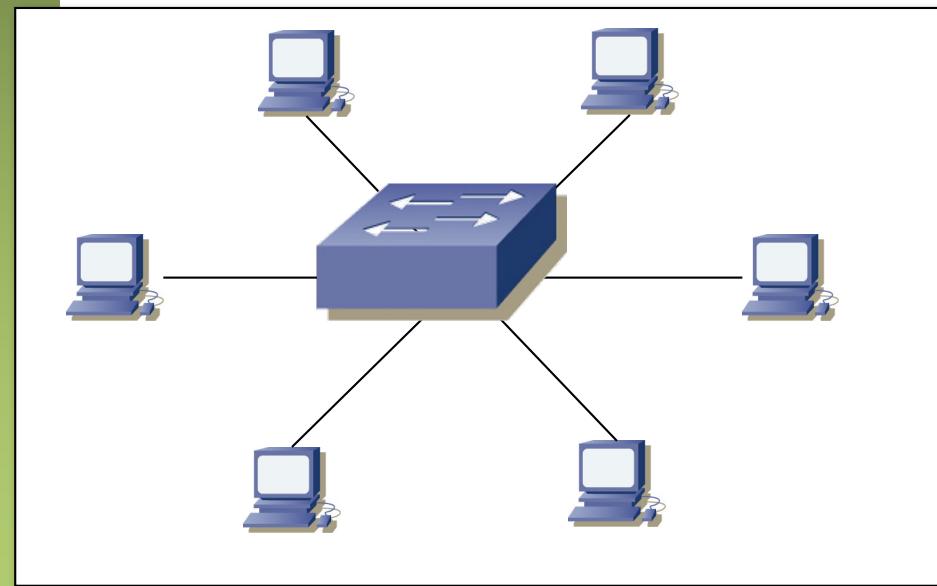
Puentes

- Repetidores unen segmentos Ethernet a nivel físico
⇒ un dominio de colisión
- Puente no es un elemento en la LAN Ethernet original (coaxial, repetidores)
- Puentes unen segmentos Ethernet a nivel de enlace
- Idealmente de un dominio a otro reenvían solo las tramas dirigidas a estaciones del otro dominio
- Es un conmutador de paquetes que hace *store&forward*



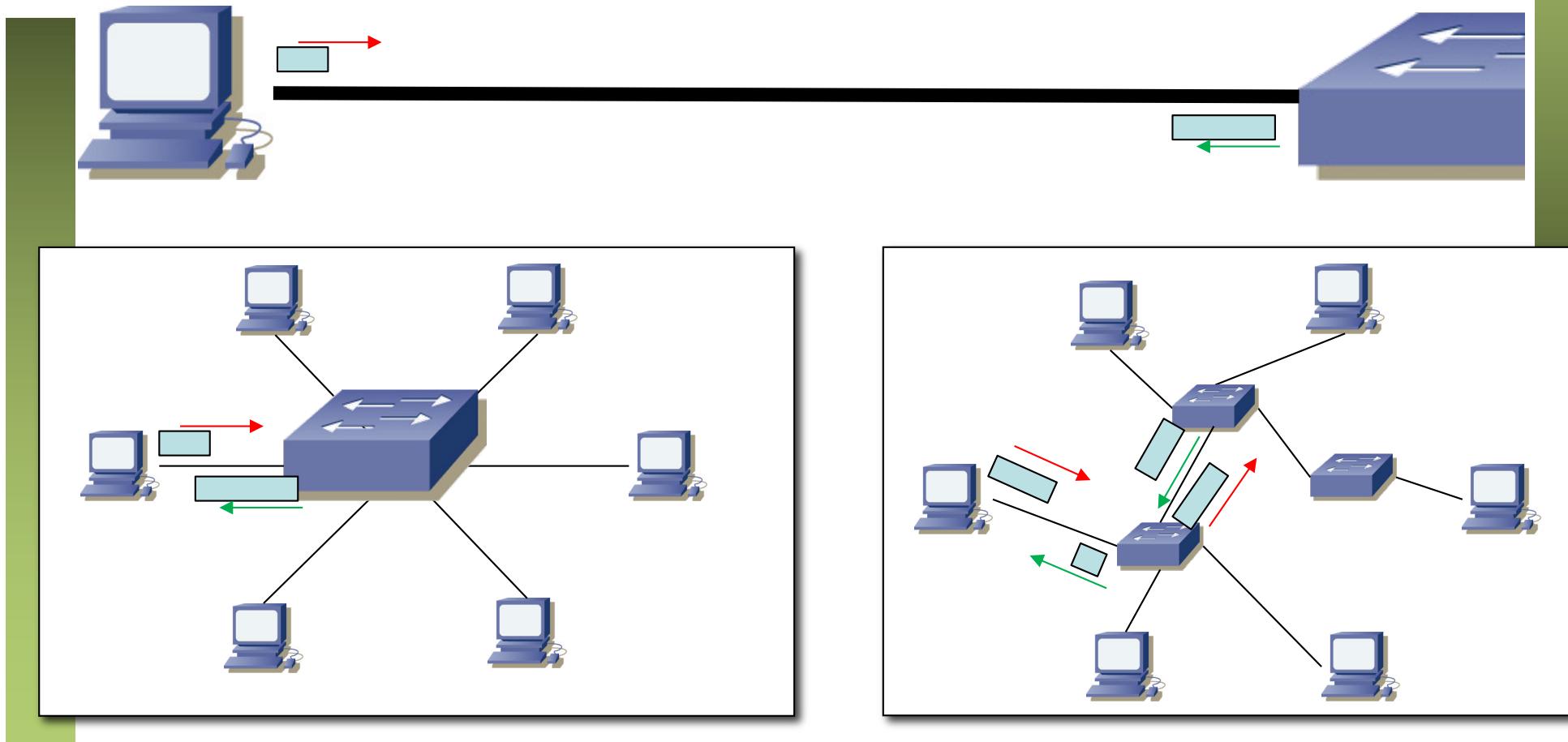
Comutadores

- **Comutador Ethernet** (*switch*, *switching-hub*) es un **puente**
- Los primeros puentes tenían pocos puertos (2) y reenviaban por software
- Un switch es un puente con múltiples puertos
- Eso puede permitir un puerto por estación
- Si no lo permite (demasiadas estaciones) podemos hacer una topología de interconexión de puentes (...)
- Cada enlace es un dominio de colisión independiente (si es half-dúplex)
- Los enlaces pueden ser *Full-Duplex*, con lo que no hay dominios de colisión (...)



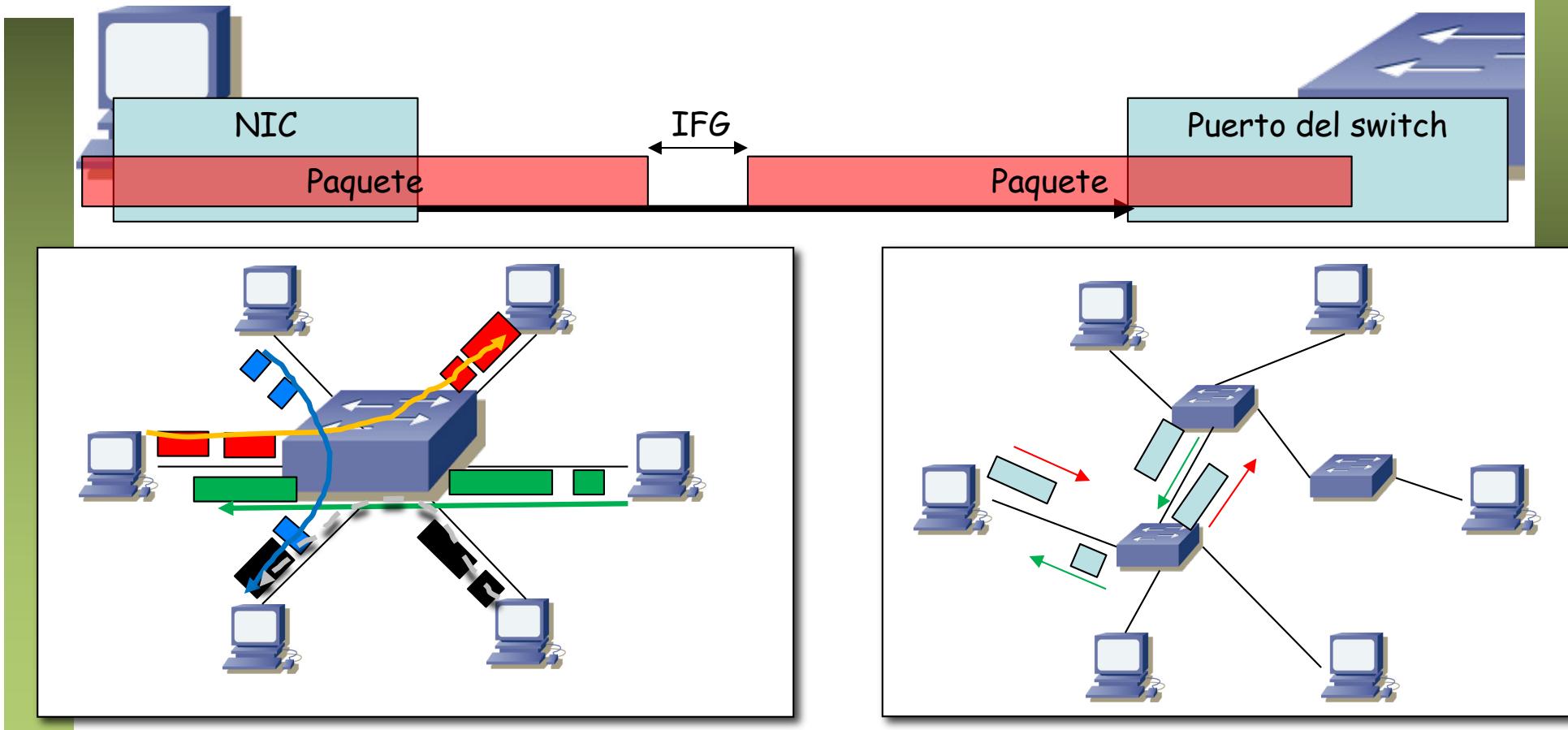
Conmutadores y *full-duplex*

- Envío de host a switch es posible simultáneamente a envío de switch a host
- No puede haber colisiones, no es necesario CSMA/CD, se desactiva
- Enlaces entre switches, igual (un switch no sabe si al otro lado hay un host)
- Cada enlace a X Mb/s puede sostener esa tasa en cada sentido
- ¿Puede haber varias tramas “en el cable”?



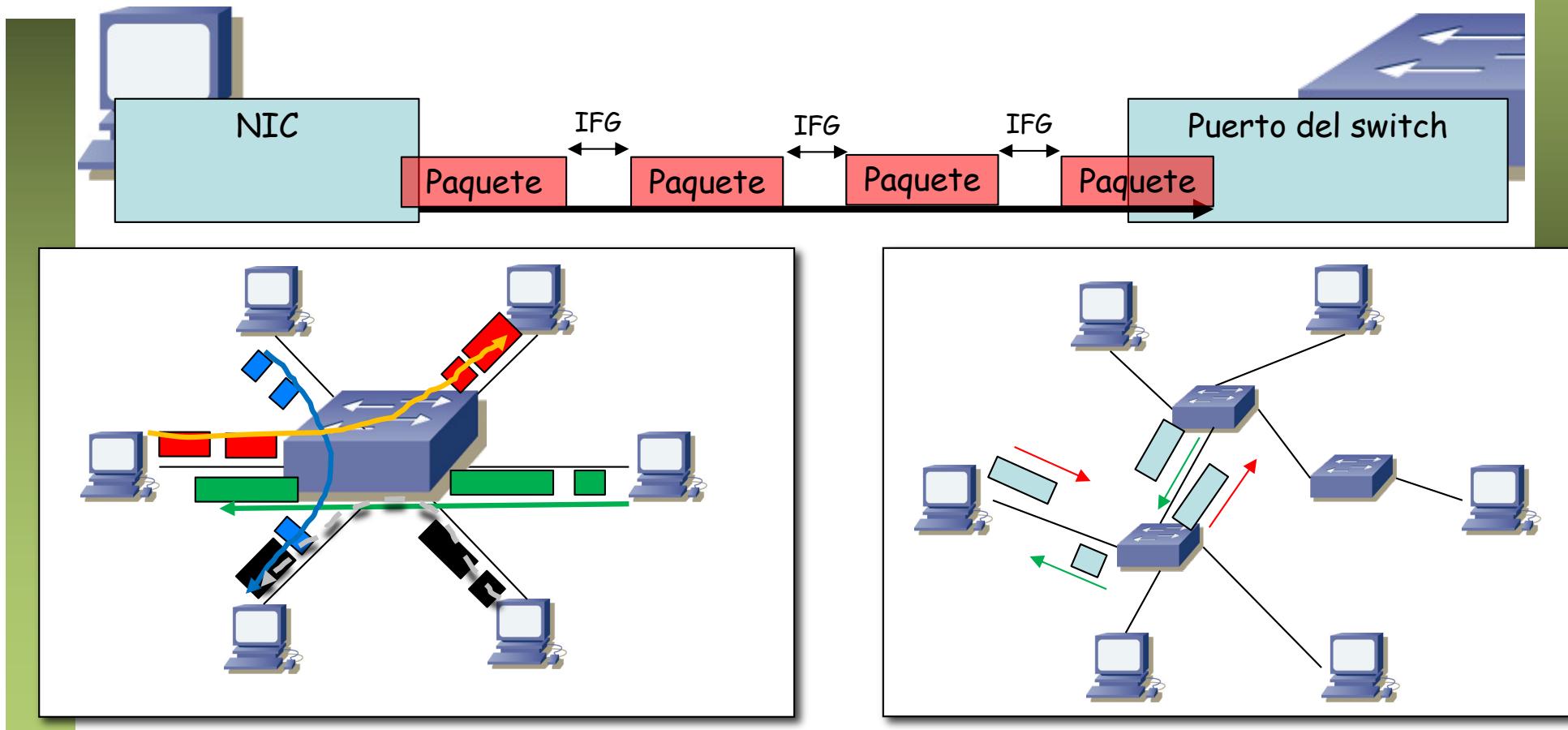
Conmutadores y *full-duplex*

- En el dibujo hay varios paquetes en el cable pero en cable UTP no más de dos:
 - Propagación en 100m de cable es aproximadamente 500ns
 - Tiempo transmisión trama $64B@1Gb/s \Rightarrow 512 \text{ bits} / 1 \text{ bit/ns} = 512\text{ns}$
 - Es decir, antes de terminar de transmitir el último bit de la trama habrá llegado ya el primer bit de la misma al otro extremo del cable
 - Es decir, podemos tener algo como:



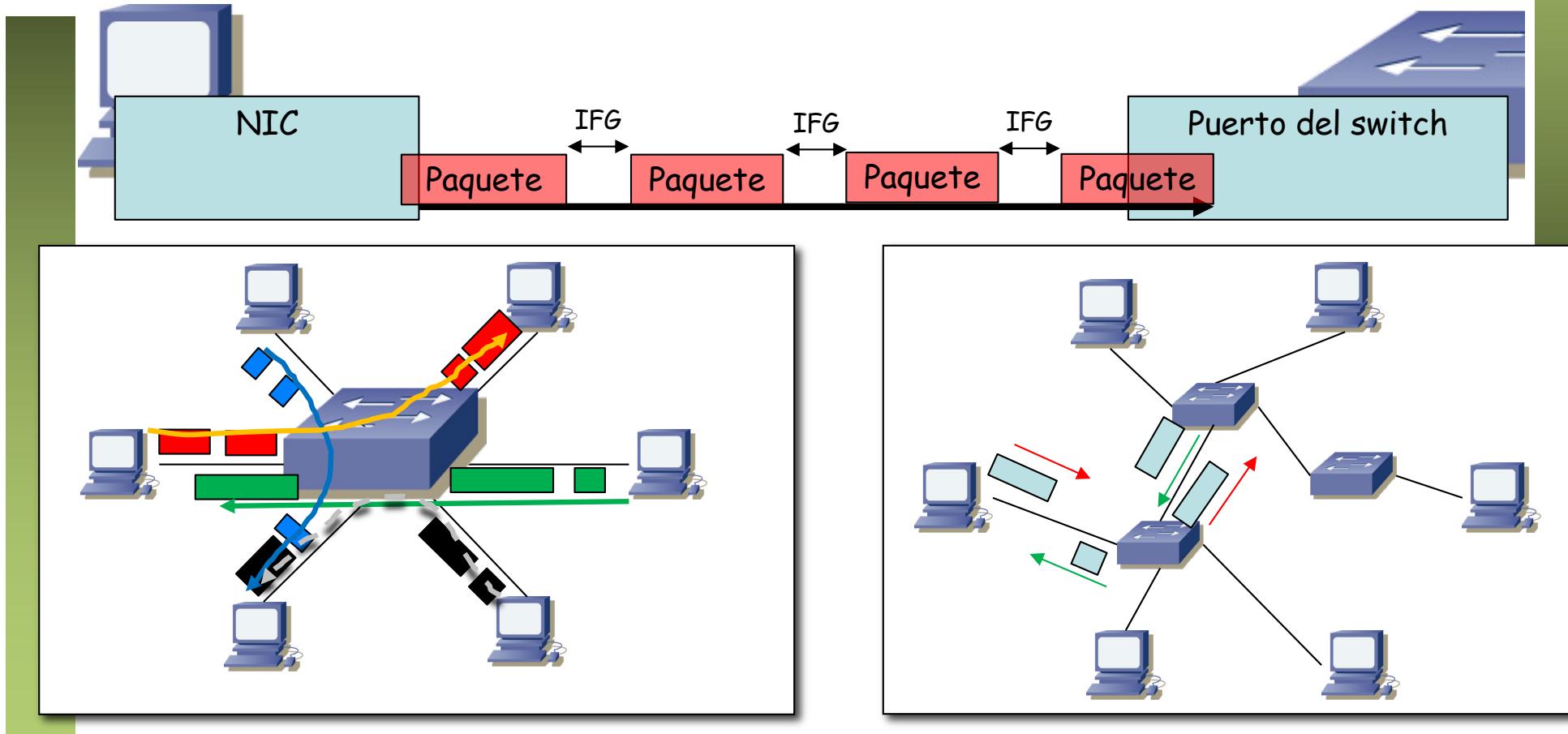
Conmutadores y *full-duplex*

- En el dibujo hay varios paquetes en el cable pero en cable UTP no más de dos:
 - Propagación en 100m de cable es aproximadamente 500ns
 - Tiempo transmisión trama $64B@1Gb/s \Rightarrow 512 \text{ bits} / 1 \text{ bit/ns} = 512\text{ns}$
 - Es decir, antes de terminar de transmitir el último bit de la trama habrá llegado ya el primer bit de la misma al otro extremo del cable
 - No podemos tener (no hay tramas tan pequeñas):



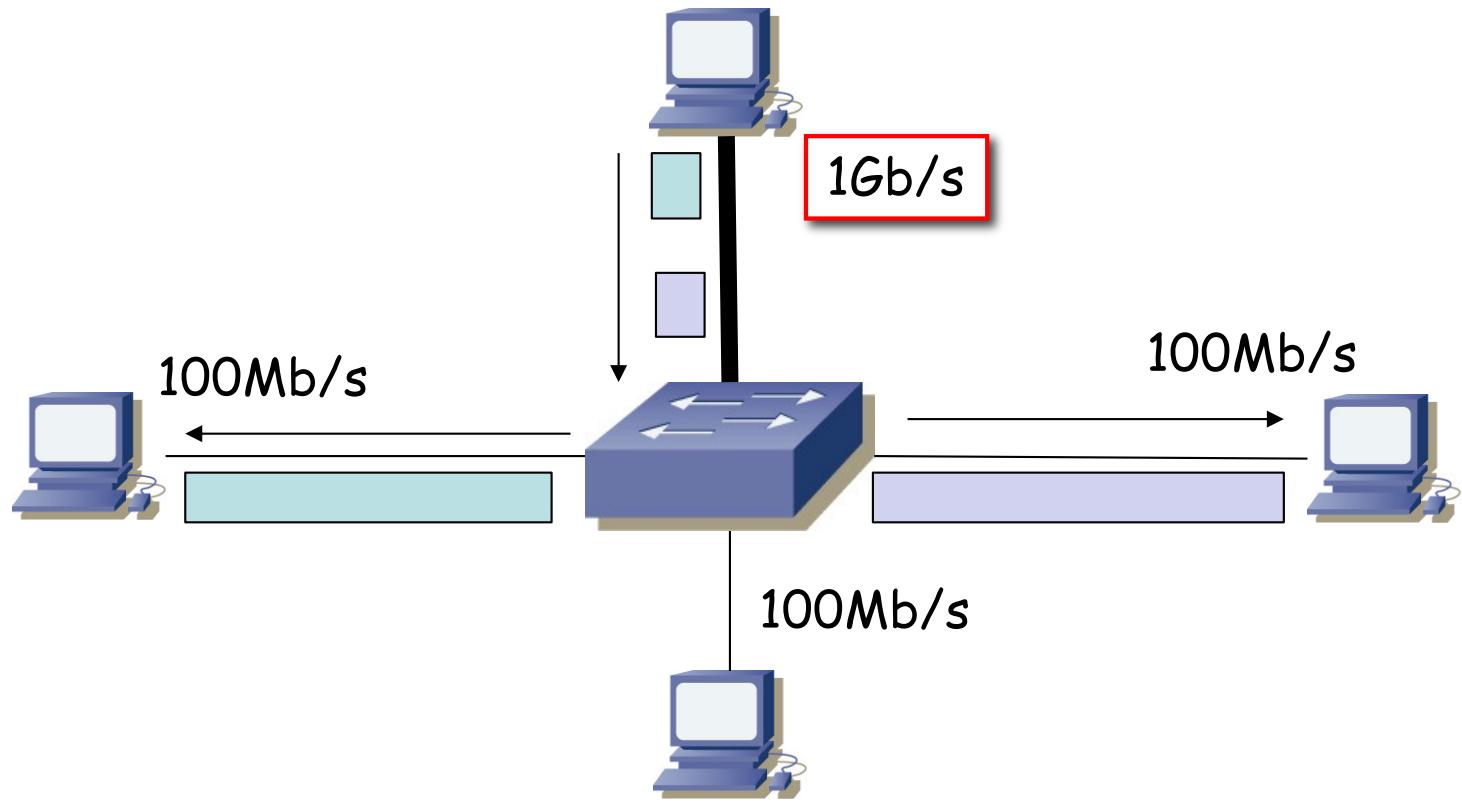
Conmutadores y *full-duplex*

- En el dibujo varios paquetes en el cable pero en cable UTP no más de dos:
 - Sería posible con mayores distancias (fibra óptica) y/o mayores tasas de transmisión (menor tiempo de transmisión)
 - Ejemplo: Tiempo transmisión trama 64B@10Gb/s => $512 \text{ bits} / 1 \text{ bit/ns} = 51.2\text{ns}$
 - Propagación en 1Km de f.o. aprox. 5000ns (caben casi 100 tramas de 64B@10Gb/s)



Conmutación asimétrica

- Los switches permiten diferentes velocidades en los puertos
- Hacen almacenamiento y reenvío
- Un paquete se recibe completamente a memoria y se puede transmitir después a una velocidad diferente
- Esto implica un tiempo de transmisión diferente
- Esto es imposible en un hub



Commutadores



16 slots x 36 puertos/slot = 576 puertos



93cm

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Learning Bridge

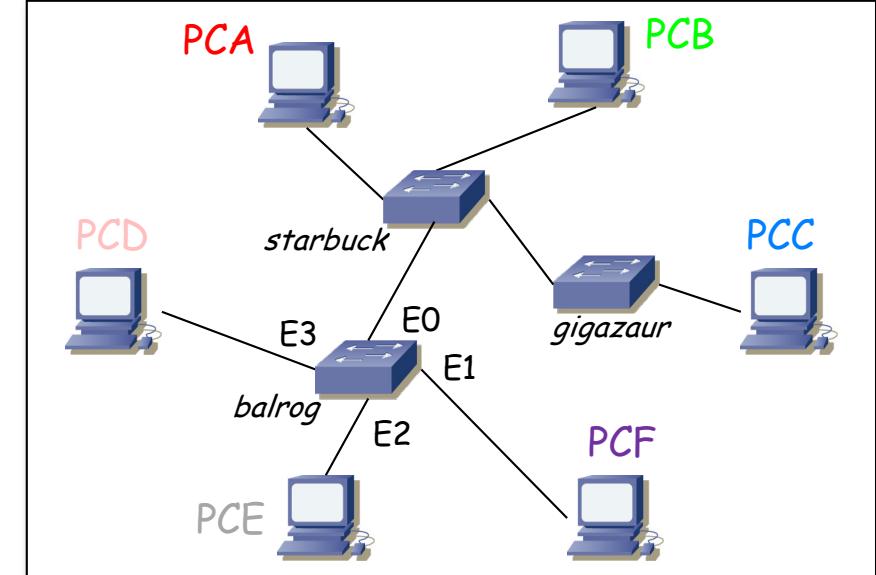
Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociadas a cada puerto

- También llamada “Base de datos de filtrado” (*Filtering Database*)
- En una *CAM* (“*Content Addressable Memory*”)

Switch *balrog*

If	MAC
E0	MAC_{PCC}
E1	MAC_{PCF}
E2	MAC_{PCE}
E0	MAC_{PCB}



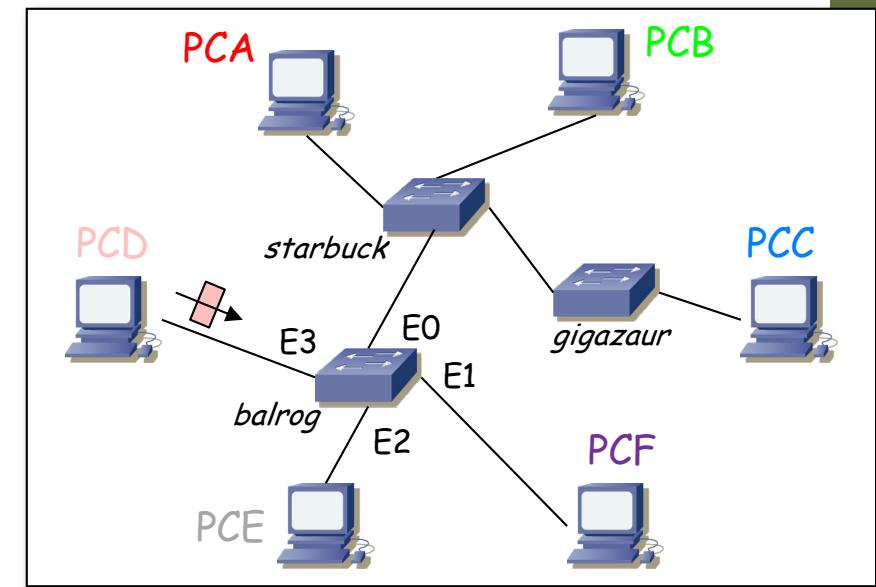
Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociadas a cada puerto

- Cuando recibe una trama por un puerto:
 - Memoriza la dirección MAC **origen** asociándola en la tabla a ese puerto (si ya la tenía en la tabla actualiza el valor del puerto) (...)
 - Si la MAC **destino** es de broadcast hace inundación (*flooding*) o si la MAC **destino** no está en la base de datos de filtrado hace **inundación**.
 - Si la MAC **destino** está en la base de datos de filtrado envía por el puerto indicado salvo que sea el mismo puerto por el que la recibió

Switch *balrog*

If	MAC
E0	MAC_{PCC}
E1	MAC_{PCF}
E2	MAC_{PCE}
E0	MAC_{PCB}



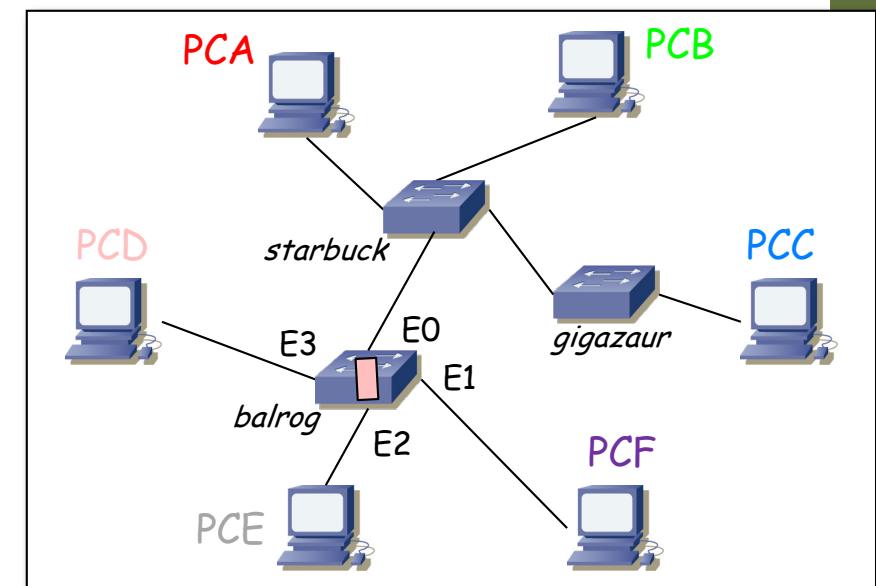
Learning Bridge

Lista de direcciones MAC asociadas a cada puerto

- Cuando recibe una trama por un puerto:
 - Memoriza la dirección MAC **origen** asociándola en la tabla a ese puerto (si ya la tenía en la tabla actualiza el valor del puerto)
 - Si la MAC **destino** es de broadcast hace inundación (*flooding*) o si la MAC **destino** no está en la base de datos de filtrado hace **inundación**.
 - Si la MAC **destino** está en la base de datos de filtrado envía por el puerto indicado salvo que sea el mismo puerto por el que la recibió

Switch *balrog*

If	MAC
E0	MAC_{PCC}
E1	MAC_{PCF}
E2	MAC_{PCE}
E0	MAC_{PCB}
E3	MAC_{PCD}



Learning Bridge

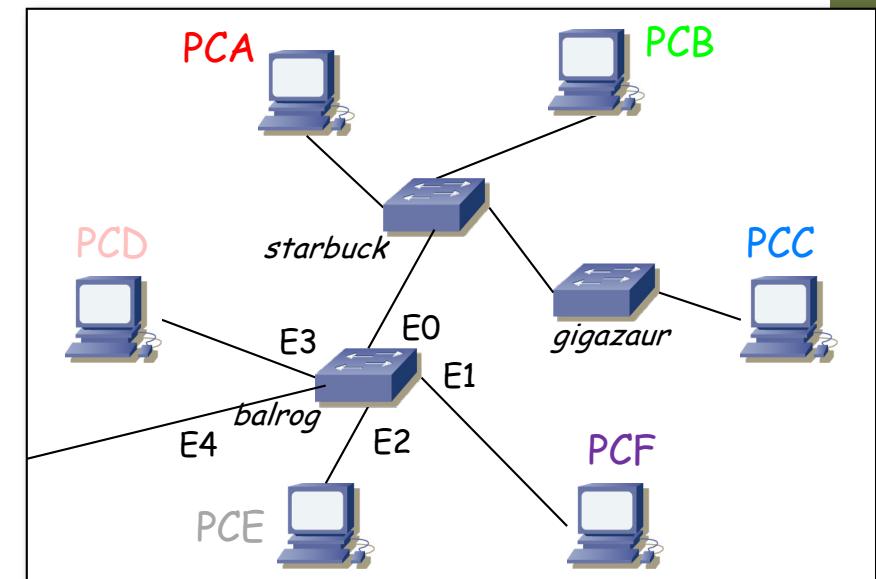
Aging:

- ¡ Memoria finita !
- Las entradas en la tabla “envejecen”
- Se renueva la edad al recibir una trama con esa dirección origen
- Si caduca se elimina la entrada
- Casos:
 - Cambio de NIC en un host
 - Desconexión de un host de un switch y conexión a otro (...)

Switch *balrog*



If	MAC
E0	MAC_{PCC}
E1	MAC_{PCF}
E2	MAC_{PCE}
E0	MAC_{PCB}
E3	MAC_{PCD}



Técnicas de commutación

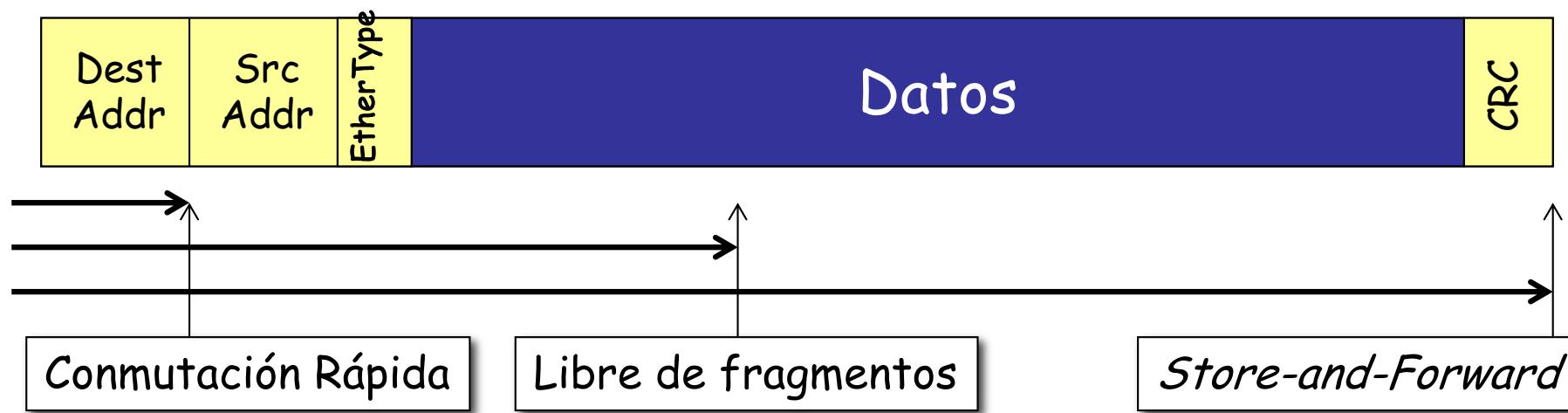
Técnicas de commutación

Store-and-forward

- Espera a recibir toda la trama
- Mayor latencia

Cut-through

- Una vez procesada la MAC destino
- Menor latencia
- Más errores
- Tipos:
 - Rápida (...)
 - Libre de fragmentos



Datasheet: Commutador no gestionable



NETGEAR GS105, GS108

- <https://wwwdownloads.netgear.com/files/GDC/datasheet/en/JGS516v2-JGS524v2.pdf>



Take Gigabit to the Desktop

- 16 or 24 ports deliver up to 2000Mbps of dedicated, non-blocking bandwidth per port
- Instant Plug-N-Play connectivity with Auto-negotiation and Auto MDI/MDI-X
- Easily combine new or existing 10-, 100- and 1000Mbps devices within your network
- 802.1p QoS support for prioritizing voice and video in the network
- Jumbo Frame Support up to 9KB

Features

- Each port delivers up to 2000Mbps of network speed (full duplex)
- Fast, auto-switching and auto-sensing 10/100/1000Mbps Ethernet connection
- 16 or 24 switched ports provide bandwidth for PCs, servers or switches
- Auto Uplink™ automatically adjusts for straight-through or crossover cables

- Plug and play—begins working as soon as it is powered on
- Integrates 10-, 100- and 1000Mbps devices into your network
- Compact size for desktop or for mounting in a standard 19-inch rack
- Secure, durable metal housing includes a Kensington locking slot for theft prevention
- Backed by a NETGEAR Lifetime Warranty*
- Honors TOS/802.1p prioritization
- Up to 50% lower power consumption**
- Auto power-down mode saves energy when port is unused
- Auto green mode detects cable length and adjusts power usage to save energy
- Packaging manufactured with at least 80% recycled materials

Network Ports

- JGS516: 16 10/100/1000Mbps Ethernet RJ-45 ports
- JGS524: 24 10/100/1000Mbps Ethernet RJ-45 ports

Performance Specifications

Switching bandwidth

- JGS516: 32Gbps
- JGS524: 48Gbps

Forwarding Rate

- 10 Mbps port: 14,880 frames/sec
- 100 Mbps port: 148,800 frames/sec
- 1000 Mbps port: 1,488,000 frames/sec

Latency (using 64 byte packets)

- 10Mbps: 35µs (max)
- 100Mbps: 30µs (max)
- 1000Mbps: 15µs (max)

RAM buffer

- 256KB

MAC address database

- 8K

Mean time between failures (MTBF)

- JGS516: 441,123 hours
- JGS524: 238,872 hours

Power Consumption

- Power cord: 100-240V; 50-60Hz; plug is localized to country of sale
- JGS516: 11.8W max
- JGS524: 17.9W max

Standards Compliance

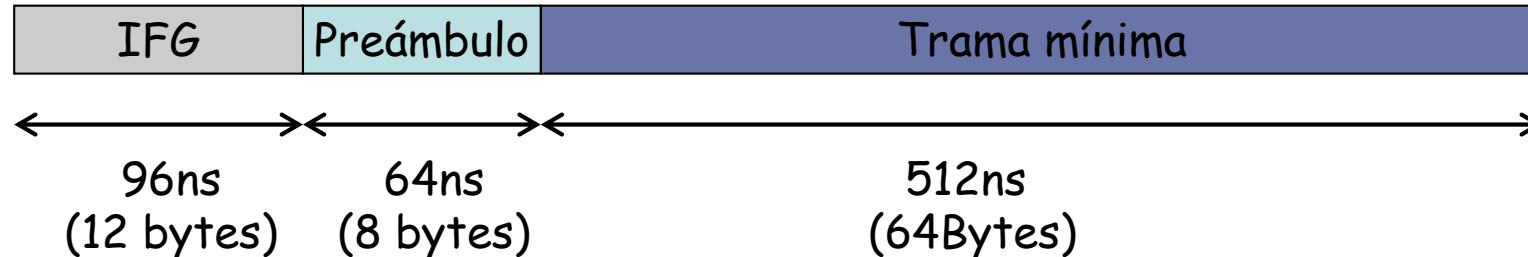
- IEEE 802.3i 10BASE-T Ethernet
- IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet
- IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet
- IEEE 802.3x flow control
- IEEE 802.3 CAMA/CD
- IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet
- Jumbo frame support (up to 9KB)

Frame rate 1000Mb/s

- ¿Máximo número de tramas por segundo?

Forwarding Rate

- 10 Mbps port: 14,880 frames/sec
- 100 Mbps port: 148,800 frames/sec
- 1000 Mbps port: 1,488,000 frames/sec

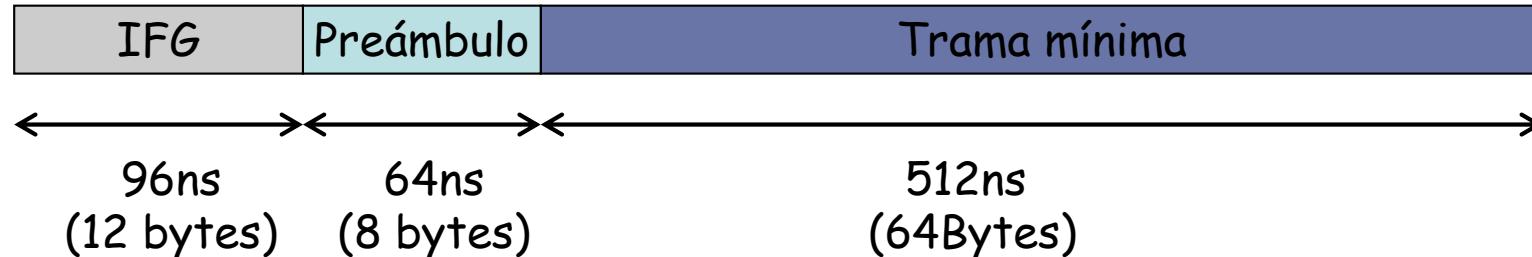


Frame rate 1000Mb/s

- ¿Máximo número de tramas por segundo?

Forwarding Rate

- 10 Mbps port: 14,880 frames/sec
- 100 Mbps port: 148,800 frames/sec
- 1000 Mbps port: 1,488,000 frames/sec



$$\frac{1}{\text{IFG} + \text{Preámbulo} + \text{Trama mínima}} \approx 1.488.095 \text{ pps}$$

Tiempo entre dos frames (caso peor) = $1/1.488.095 = 672 \text{ ns}$

Forwarding/switching performance

Switching bandwidth/capacity

- Idealmente Número de puertos x Tasa del puerto x 2 (full-dúplex)
- 16 puertos x 1Gb/s x 2 = 32 Gb/s
- 24 puertos x 1Gb/s x 2 = 48 Gb/s

Switching bandwidth

- JGS516: 32Gbps
- JGS524: 48Gbps

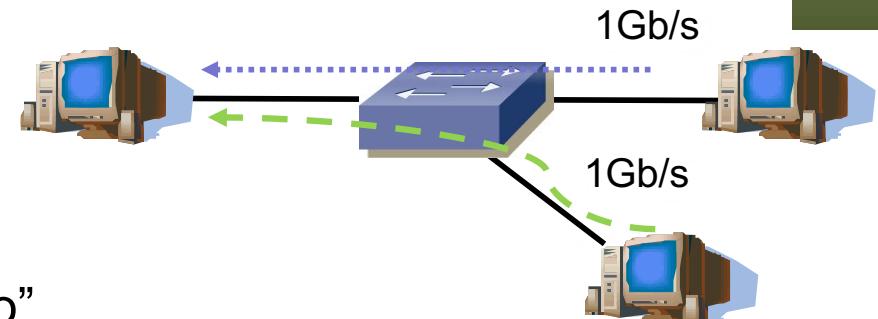
Forwarding Rate

- 10 Mbps port: 14,880 frames/sec
- 100 Mbps port: 148,800 frames/sec
- 1000 Mbps port: 1,488,000 frames/sec

Forwarding rate

- Peor caso tramas de 64 bytes
- Núm.puertos x Tramas por puerto
- 16 puertos x 1.488 Mt/s = 23.8 Mt/s
- 24 puertos x 1.488 Mt/s = 35.71 Mt/s

- Hacen referencia a “bloqueo interno”
- Sigue pudiendo haber “bloqueo externo”
- Es decir, que lleguen a un puerto más bit/s de los que puede enviar
- Buffers



Buffer

- Memoria para almacenar paquetes por el store&forward
- Permite adaptación de velocidades entre puerto de entrada y salida
- Permite absorber ráfagas, por ejemplo paquetes que llegan simultáneamente y van a mismo puerto de salida
- Ejemplo (caso peor):
 - $256\text{KB} / 1518 \text{ bytes/trama} = 172 \text{ tramas}$
 - Switch de 24 puertos: $172 / 24 = 7 \text{ tramas/puerto}$
 - El reparto de memoria puede ser fijo, compartido, adaptativo, etc.

Latency (using 64 byte packets)

- 10Mbps: 35 μs (max)
- 100Mbps: 30 μs (max)
- 1000Mbps: 15 μs (max)

RAM buffer

- 256KB

MAC address database

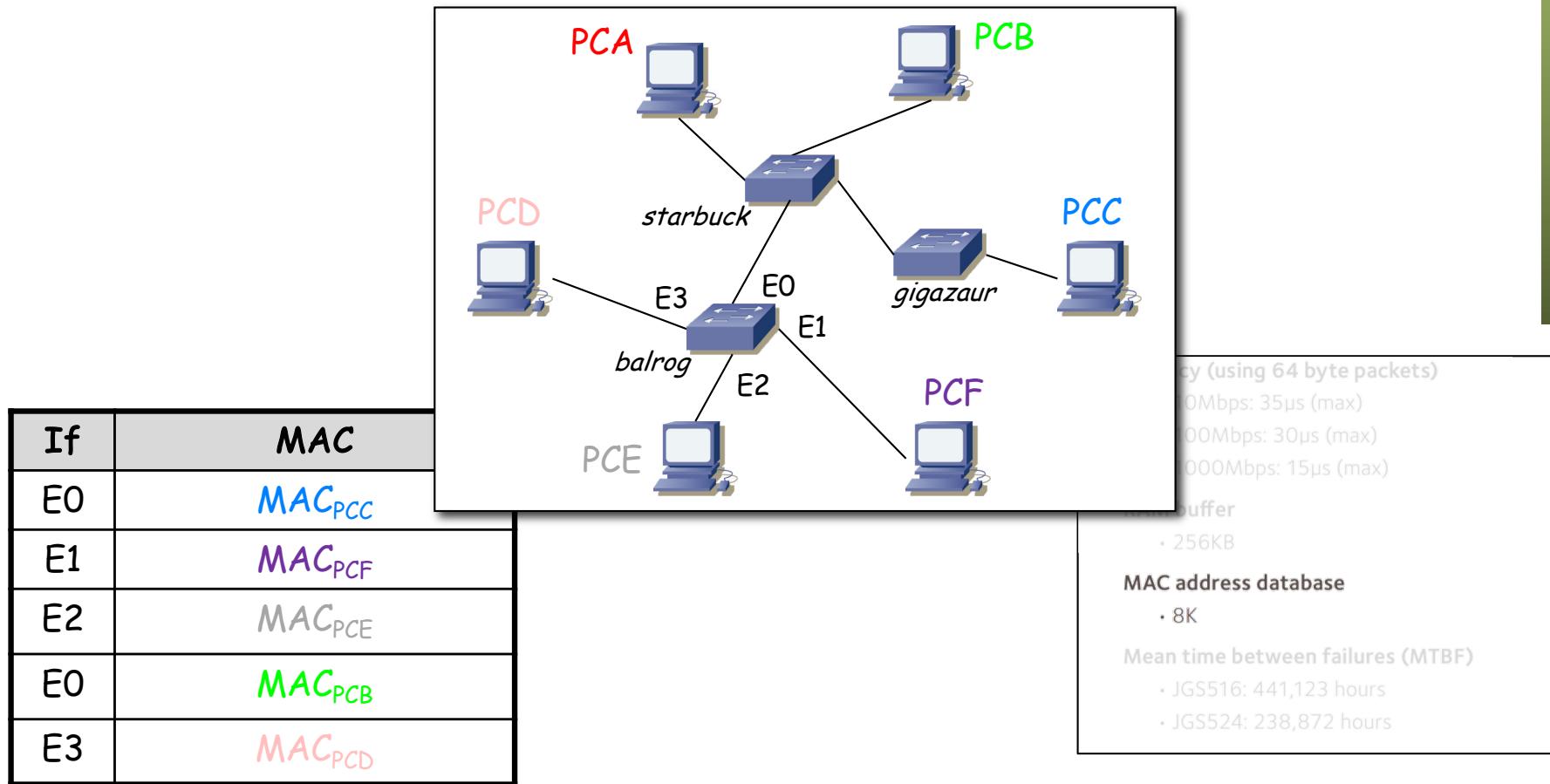
- 8K

Mean time between failures (MTBF)

- JGS516: 441,123 hours
- JGS524: 238,872 hours

BD de filtrado

- Memoria (una CAM) para aprender direcciones MAC
- No solo aprende las direcciones de los host directamente conectados
- Aprende de todos los hosts en el mismo dominio de broadcast



BD de filtrado

- Switches (¡no hosts!) en la LAN de la UPNA hace 10 años

