

Ethernet conmutada

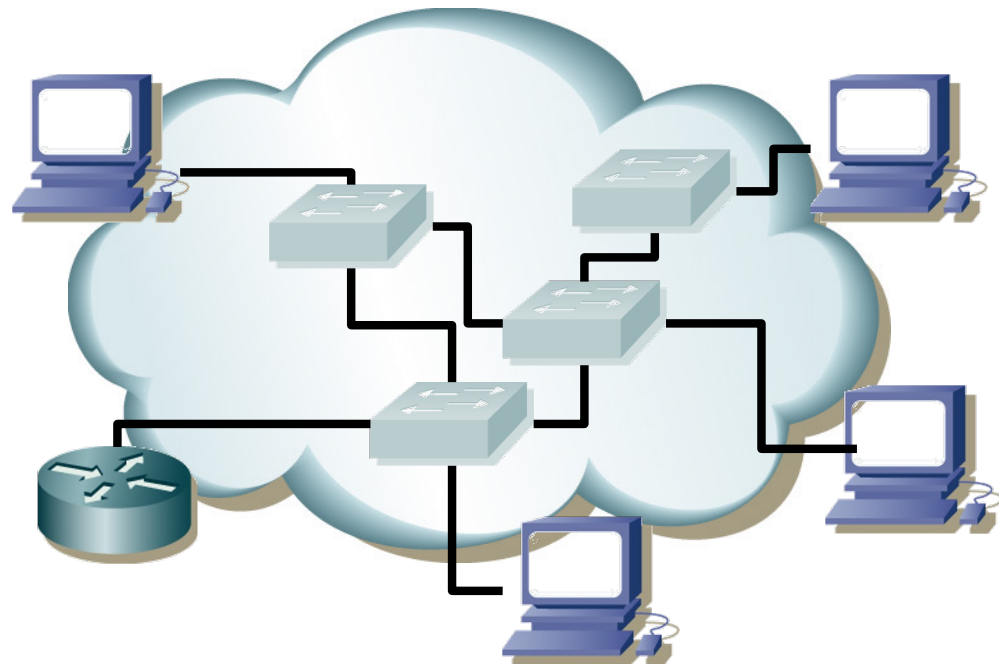
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Transmisión en Ethernet

Tecnología física Ethernet

- Veamos un poco las diferentes opciones que tenemos para la capa física
- Cómo resolver el problema de transmisión y recepción no es problema de esta asignatura
- Pero no podemos montar una red sin todos sus elementos



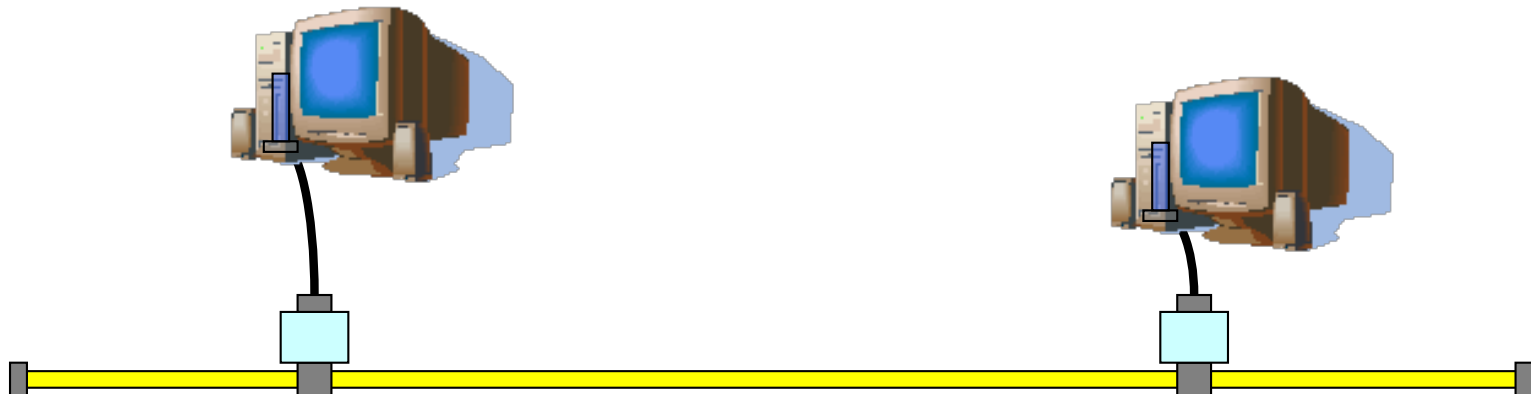
Ethernet “original”

- 10Base5, 10Base2
- Coaxial
- Hubs, concentradores
- Topología física en hubs
- Tiene más de 50 años
- Los comentaremos más adelante

1972



2020



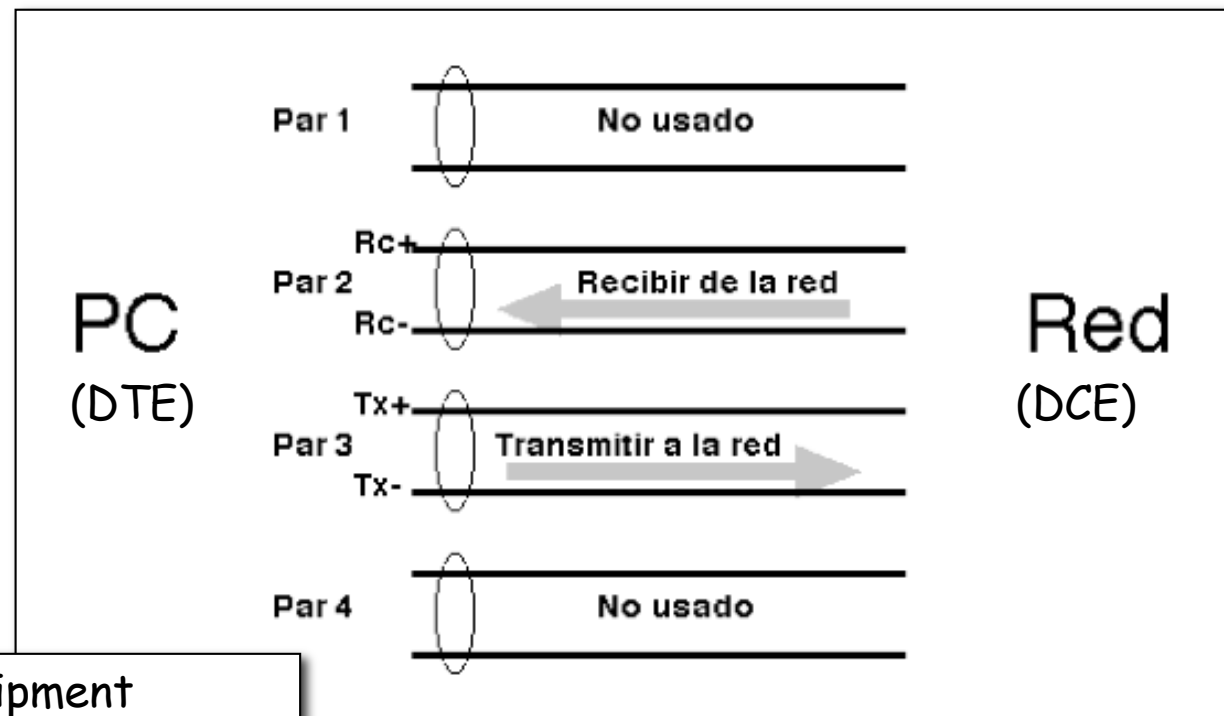
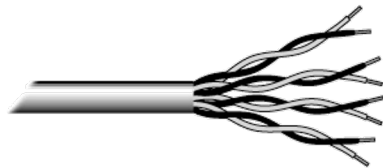
Tecnologías Ethernet

- IEEE 802.3
- No solo para LAN, pero de momento nos centramos en ese escenario
- Hoy en día en LAN, 2 medios físicos: pares trenzados de cobre o fibra óptica
- Diferentes tipos para cada uno
- No solo cambia el medio físico sino también cómo se emplea
- Por ejemplo, las tasas de transmisión (la “velocidad”, en seguida concretamos)



Ethernet en pares de cobre

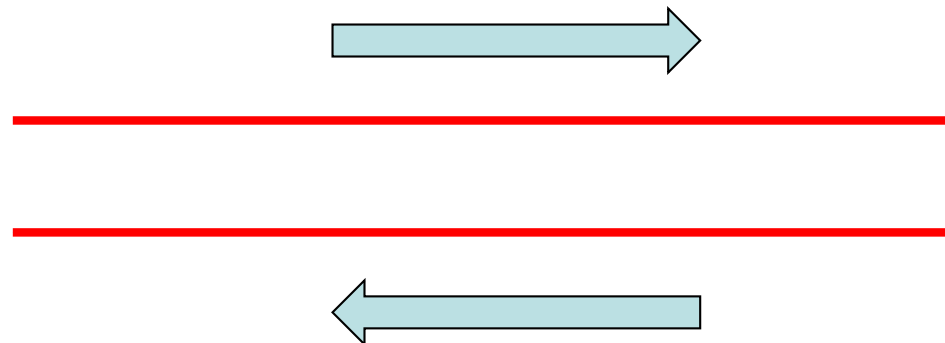
- Normalmente los cables tienen 4 pares de hilos de cobre
- Diferentes versiones de Ethernet usan más o menos de esos pares, formando circuitos eléctricos entre los dos extremos
- Diferentes versiones usan diferente “calidad” de cables y funcionan con mayores o menores longitudes de cable



DTE = Data Terminal Equipment
DCE = Data Communications Equipment

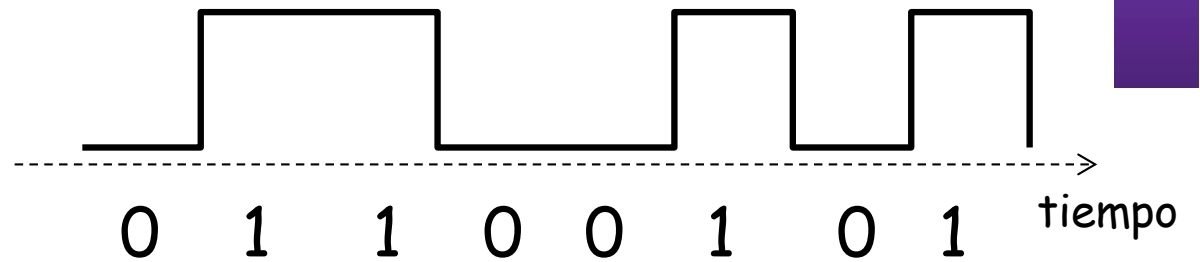
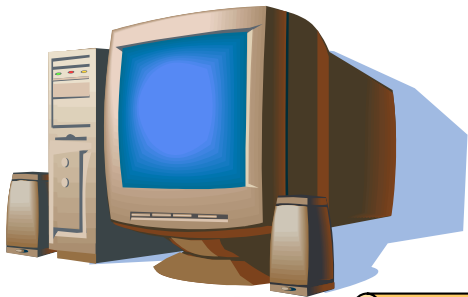
Ethernet sobre fibra óptica

- Muy similar, pero ahora la señal que se propaga es lumínica en vez de una diferencia de potencial eléctrica
- No entremos en la física de cuánto se diferencia una cosa de la otra, que no es materia de esta asignatura
- En LAN, normalmente 2 hilos de fibra, un sentido de la transmisión por cada uno



Transmisión

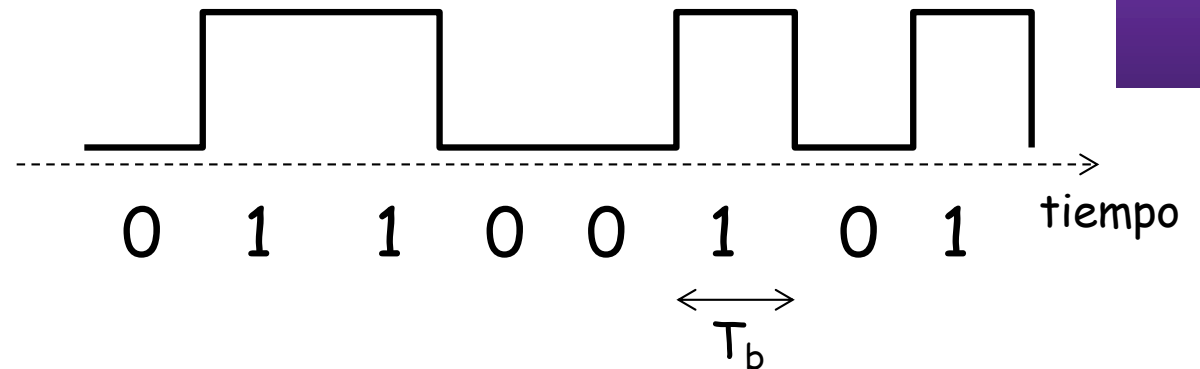
- Simplificando, la transmisión se basa en colocar un voltaje en un extremo y esperar a que ese voltaje aparezca en el otro extremo
- Alternamos entre diferentes voltajes para representar 1s y 0s
- Esa diferencia de potencial no aparece instantáneamente en el otro extremo
- Eso es un problema complejo que veréis en otras asignaturas
- Aplica a todas las tecnologías y medios



Circuito eléctrico

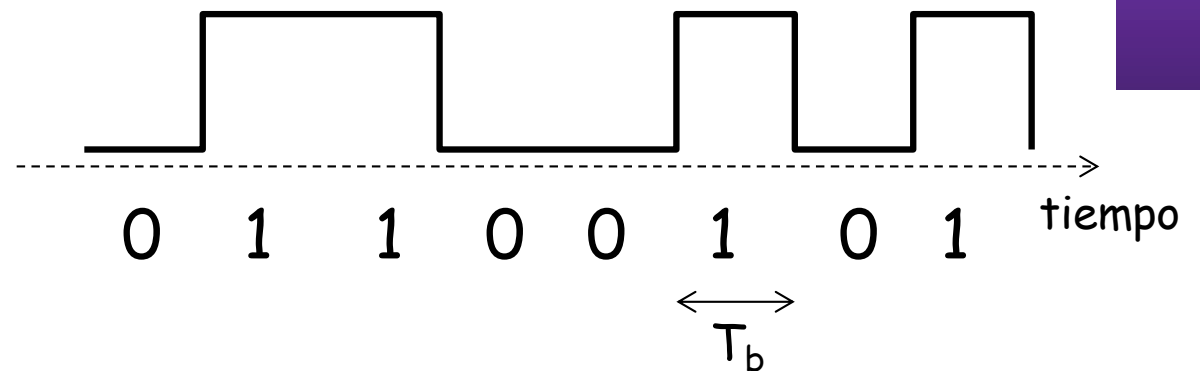
Tiempo de transmisión

- Para un paquete: tiempo que tarda el transmisor en colocar sus bits en el medio
- También llamado retardo de serialización
- Tendremos una cantidad de tiempo que se tarda en colocar un bit en el medio (T_b , tiempo de bit o tiempo para transmitir un bit, segundos/bit)
- “Colocar un bit” depende de la codificación pero podemos verlo como mantener un voltaje concreto durante un tiempo (el tiempo de bit)



Velocidad de transmisión

- El inverso del tiempo de bit (n° de bits transmitidos en un segundo)
- Bits por segundo (bps, b/s)
- Ejemplo:
 - Longitud del paquete $L = 1420$ Bytes = 11360 bits
 - Velocidad (tasa) de transmisión $R = 57600$ b/s ($T_b = 17.36 \mu\text{s}$)
 - Tiempo de transmisión = $L/R = 11360 \text{ bits} / 57600 \text{ b/s} \approx 197 \text{ ms}$





Un apunte...



¿K = 1000 ó 1024?

- Cuando hablamos de datos transferidos
 - Se suelen usar potencias de 2 en vez de potencias de 10
 - 1 kByte = 1.024 Bytes = 2^{10} Bytes ... NO 1.000 Bytes (= 1 KB = 10^3 B)
 - Se le suele llamar “kilobyte” pero también “kibibyte” (KiB)
 - Igualmente decimos “megabyte” para 1 MByte = 2^{20} bytes cuando sería un “mebibyte”, y después “gibibyte” (2^{30}), “tebibyte” (2^{40}), etc
- Cuando hablamos de velocidades de transmisión de datos
 - Usamos los prefijos del sistema internacional
 - 1 kb/s = 10^3 = 1000 b/s, 1 Mb/s = 10^6 = 1000000 b/s, 1 Gb/s = 10^9 b/s
 - También usamos Mbps = Mb/s



Capacidad: 994,66 GB
 Disponible: 287,71 GB (23,81 GB purgable)
 Usado: 723.165.851.648 bytes (723,17 GB en el disco)

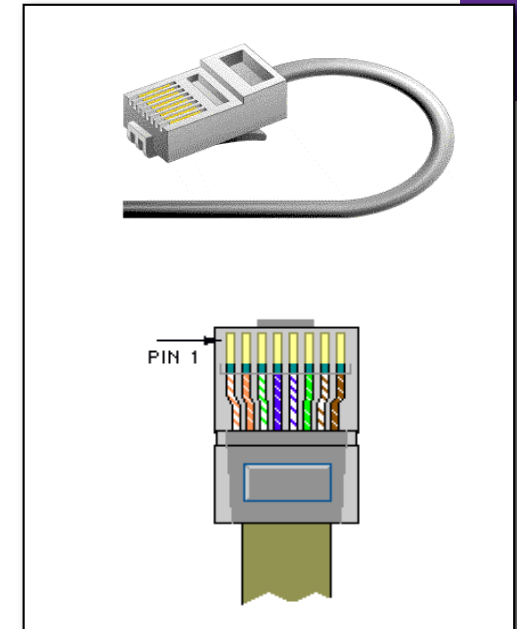
Filesystem	Size	Used
/dev/disk3s1s1	926Gi	9.6Gi
devfs	361Ki	361Ki
/dev/disk3s6	926Gi	24Ki
/dev/disk3s2	926Gi	5.9Gi

Prefix	Symbol for Prefix	Scientific Notation
exa	E	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$1\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$1\ 000\ 000$
kilo	k	$1\ 000$
hecto	h	100
deka	da	10
----	--	1
deci	d	0.1
centi	c	0.01
milli	m	0.001
micro	μ	$0.000\ 001$
nano	n	$0.000\ 000\ 001$
pico	p	$0.000\ 000\ 000\ 001$
femto	f	$0.000\ 000\ 000\ 000\ 001$
atto	a	$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$

Versiones de Ethernet

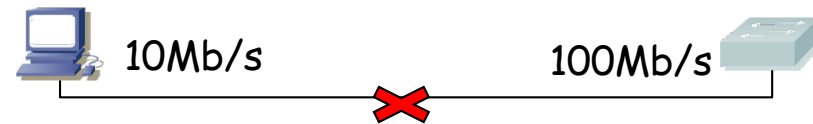
Ethernet en pares de cobre

- Los interfaces Ethernet más habituales son: 10Base-T, 100Base-TX (FastEthernet) y 1000Base-T (Gigabit Ethernet)
- El número es la tasa de transmisión en Mb/s
- “Base” porque la transmisión se hace “en banda base”
- “T” = “Twisted pairs”, pares trenzados
- Conector RJ-45 (“Registered Jack”)
- 10Base-T requiere cable de al menos Categoría 3 (2 pares)
- 100Base-T al menos Categoría 5 (2 pares)
- 1000Base-T al menos Categoría 5 (4 pares)
- En todas máximo 100m

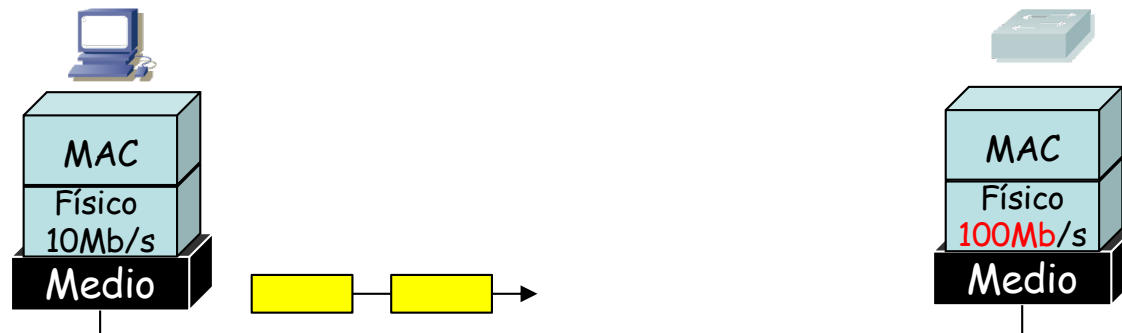


Desajuste de velocidades

- 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T funcionan todos con el cable que requiere el más restrictivo (Cat.5 ó 5e o superiores)
- Físicamente parece que podamos mezclarlos (mismo conector) pero no va a funcionar



- Por ejemplo
 - Si se transmite a 10Mb/s el $T_b = 0.1 \mu s$
 - Si el receptor espera 100Mb/s quiere decir que en $0.1 \mu s$ espera recibir 10 bits ya que a 100Mb/s el $T_b = 0.01 \mu s$
 - Es decir, que cada bit se convertiría en 10 bits, se leería 10 veces
 - Eso si no tenemos mecanismos para reconocer la discrepancia
- La capa 2 es idéntica, pero en la capa física hay diferencias (en concreto en las subcapas inferiores)



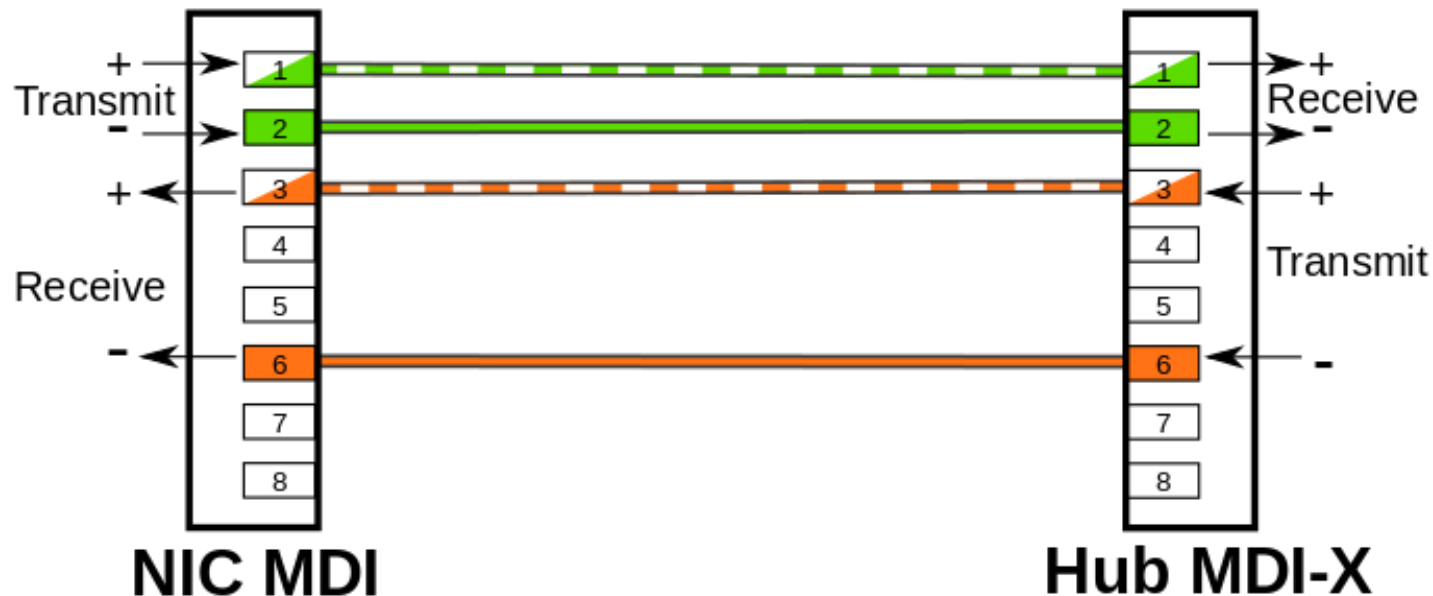
Desajuste de velocidades

- No va a funcionar el interconectar interfaces de diferente velocidad
- Pero hoy en día la mayoría de las NICs soportan en la misma electrónica varias de estas tecnologías
- Son lo que se vinieron a llamar interfaces 10/100/1000Base-T
- Esto aplica a las NICs y a los puertos de los conmutadores
- Se implementan mecanismos en la capa física para la detección de la mayor velocidad soportada por ambos extremos
- Es suficiente con que uno de los dos extremos soporte esta detección, pero cuidado si no la soporta ninguno de ellos
- En Ethernet en LAN la tasa de transmisión se fija en la negociación inicial entre los extremos (host a switch, switch a switch o host a host)
- Todas las tramas se envían a la velocidad negociada
- Veremos que en WiFi podrá cambiar de trama a trama



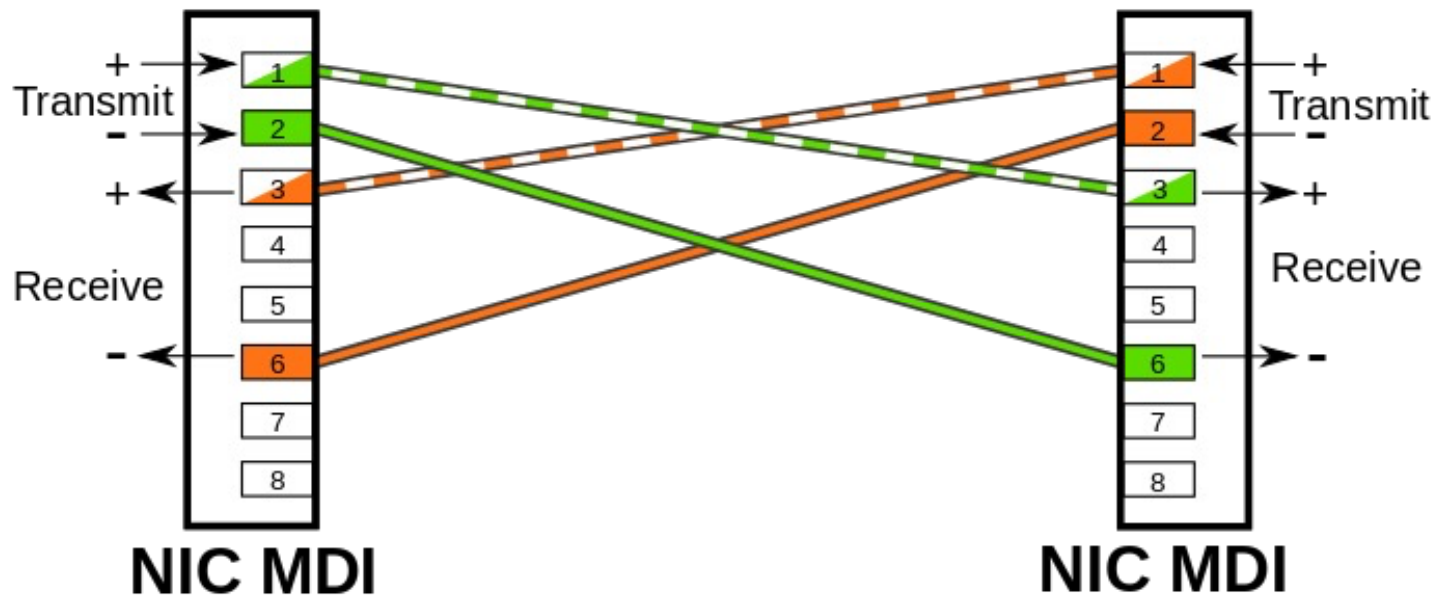
Cable recto vs cruzado

- Un cable recto lleva cada pin del conector a la misma posición del otro extremo
- Por un circuito se transmite, por otro se recibe
- Eso quiere decir que un extremo debe emplear un par de pines para transmitir pero el otro debe emplearlos para recibir
- Es decir, la electrónica está colocada de forma diferente en un DTE y en un DCE



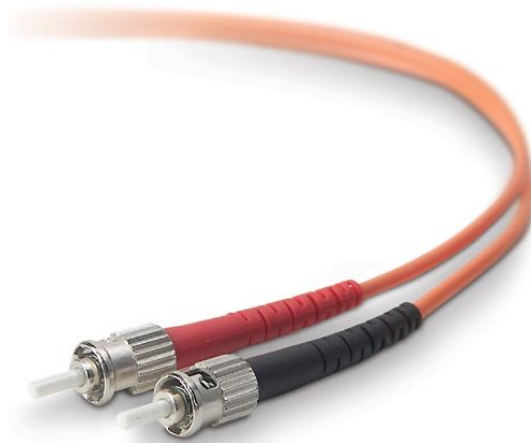
Cable recto vs cruzado

- Si empleamos un cable recto entre dos DTEs o entre dos DCEs estamos uniendo transmisión con transmisión y recepción con recepción
- Necesitamos un cable “cruzado” que intercambia las posiciones
- Muchas NICs modernas y puertos de conmutador implementan mecanismos de detección y reajustan su función para que no importe el tipo de cable (recto o cruzado)
- Cuidado si ninguno de los dos extremos soporta Auto-MDI/MDI-X



Ethernet sobre fibra óptica

- Los interfaces Ethernet más habituales son: 10Base-FL, 100Base-FX y 1000Base-SX
- Sobre fibra multimodo, centenares de metros
- Normalmente cuando necesitamos cubrir mayores distancia
- Más opciones, para mayores distancias, empleando monomodo
- Varios tipos de conectores (SC, ST, FC...)
- Por supuesto los dos extremos deben ser iguales o soportar autonegociación alguno de ellos



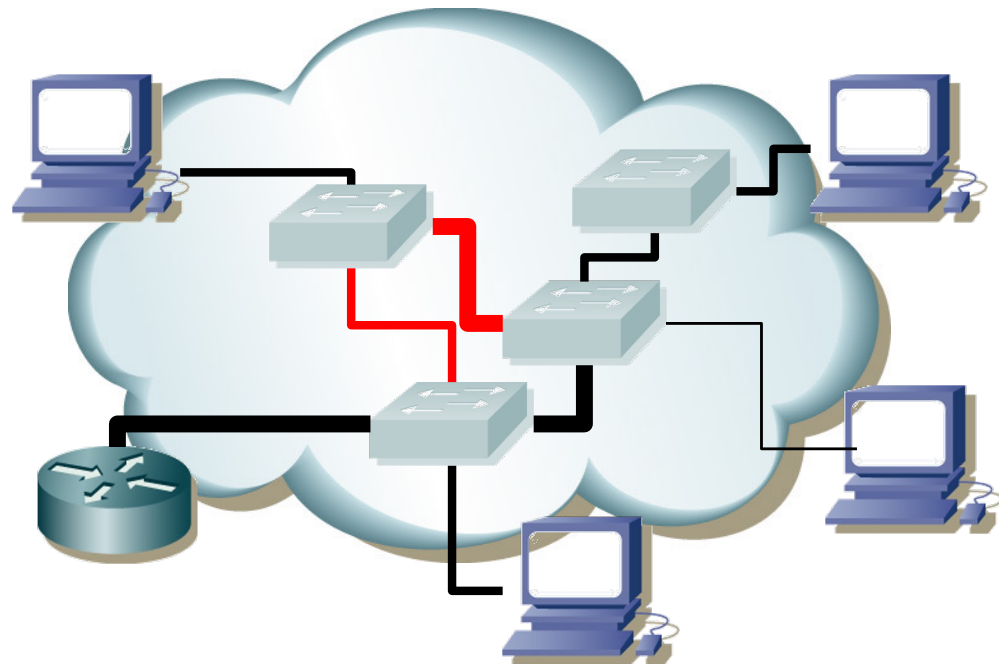
¿ Mayores velocidades ?

- Ethernet a 10, 40, 50, 100, 200 Gb/s ...
- Ethernet “más allá de la LAN” (acceso, WAN, Carrier)
- Lo vemos en otras asignaturas



Tecnología física Ethernet

- Los enlaces de la LAN pueden ser de diferentes velocidades
- Y diferentes medios físicos
- Los puertos de un conmutador pueden emplear diferentes velocidades de transmisión



Ejemplo

```
01 80 c2 00 00 00 00 1c 0e 87 85 04 00 26
42 42 03 00 00 00 00 00 80 64 00 1c 0e 87
78 00 00 00 00 04 80 64 00 1c 0e 87 85 00
80 04 01 00 14 00 02 00 0f 00 00 00 00 00
00 00 00 92 16 36 EE
```

Enunciado

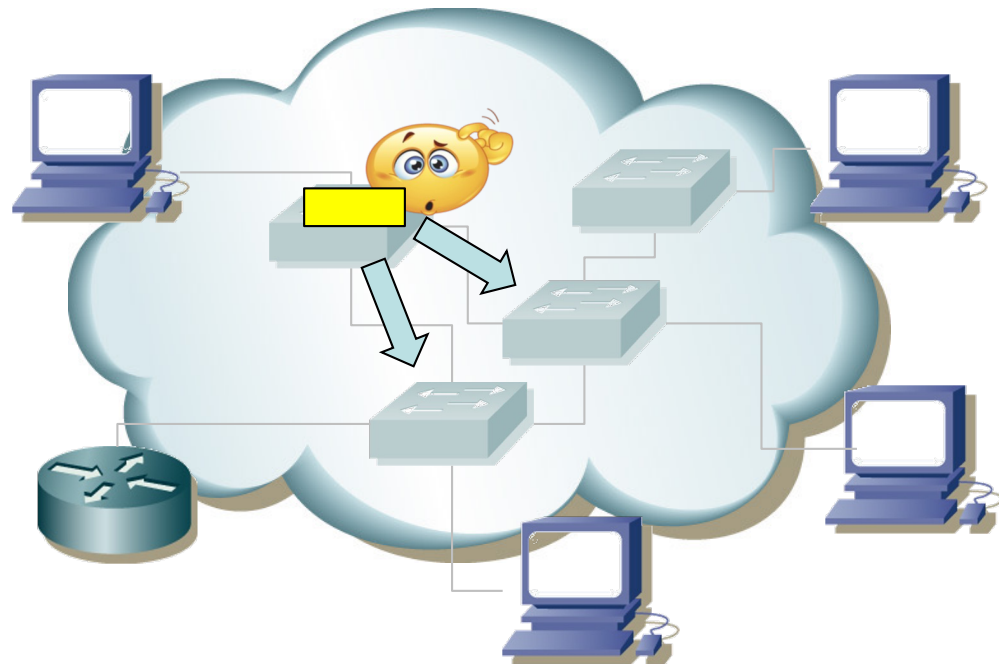
- Identifique los campos de la siguiente trama Ethernet (bytes en hexadecimal)

```
01 80 c2 00 00 00 00 00 1c 0e 87 85 04 00 26 42 42 03
00 00 00 00 00 80 64 00 1c 0e 87 78 00 00 00 00 00 04
80 64 00 1c 0e 87 85 00 80 04 01 00 14 00 02 00 0f
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 92 16 36 EE
```

Puentes Ethernet: Concepto

El problema

- El conmutador debe decidir qué hacer con la trama para que llegue a su destino
- Origen y destino de la trama vienen en la cabecera de la misma
- ¿Cómo sabe por dónde se llega a ese destino?
- ¿Por qué ponía “Puentes Ethernet”?



Puentes y conmutadores

- El estándar 802.1D habla de “Ethernet Bridge”, puente ethernet, ese es su nombre oficial
- **Conmutador** Ethernet (*switch, switching-hub*) es básicamente un **puente** (externamente y por estándares que cumple)
- Los primeros puentes tenían pocos puertos (2) y reenviaban por software
- Un switch suele incluir una matriz de conmutación
- Reenvío en ASIC
- Un puerto por estación
- Hoy en día son sinónimos

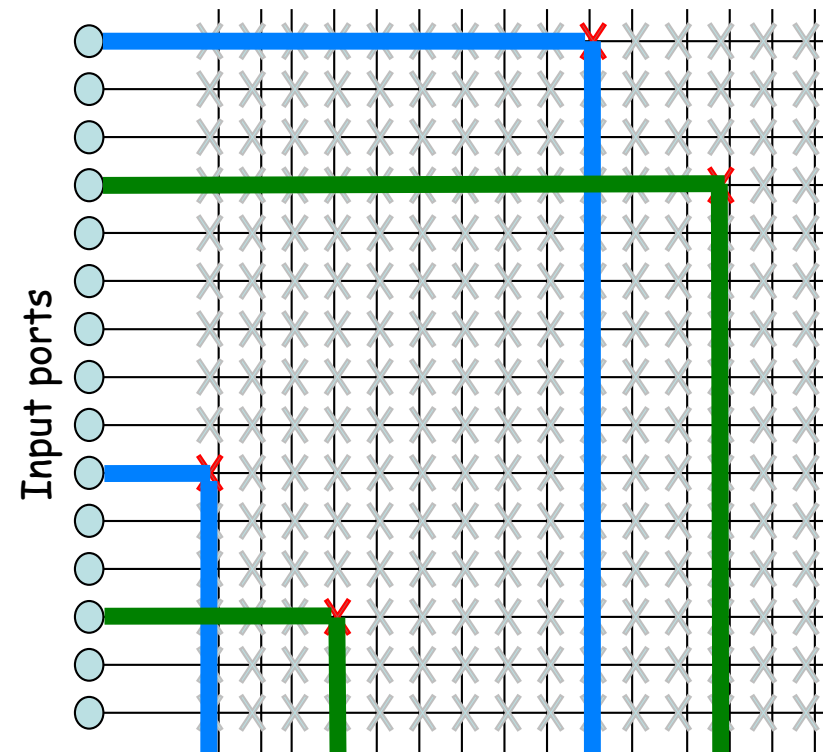
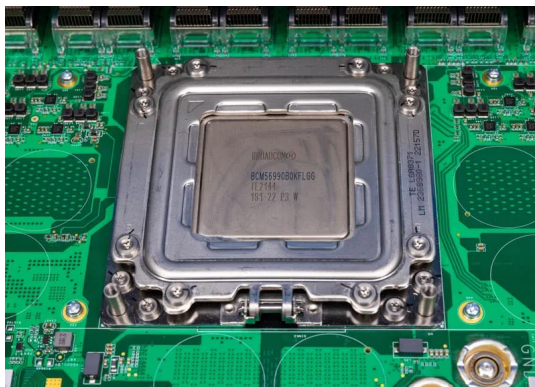


Tabla de direcciones MAC

- Oficialmente llamada “Base de datos de filtrado” (*Filtering Database*)
- Cada conmutador mantiene en memoria una lista de direcciones MAC y asociada a cada una el identificador de uno de sus puertos
- Quiere decir que por ese puerto sabe que se puede llegar al interfaz con esa dirección

Switch1	
If	MAC

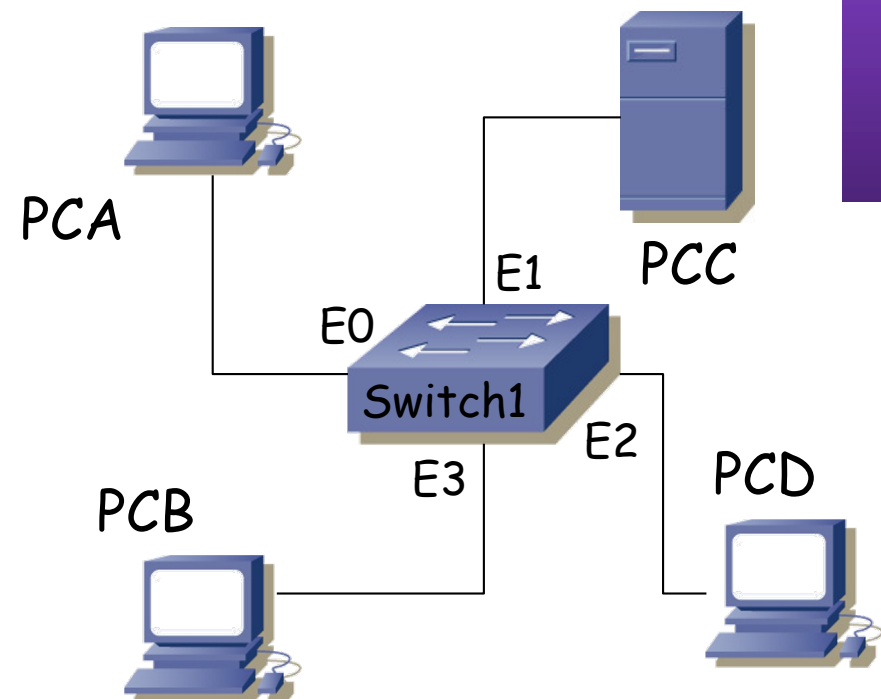


Tabla de direcciones MAC

- Por ejemplo, en cierto momento el conmutador puede tener esta información
- Eso quiere decir que sabe por dónde reenviar las tramas para ciertos destinos, pero no para otros
- No quiere decir que ese interfaz esté conectado a ese puerto, sino que por ese puerto se puede llegar a él

Switch1	
If	MAC
E0	MAC de PC A
E2	MAC de PC D

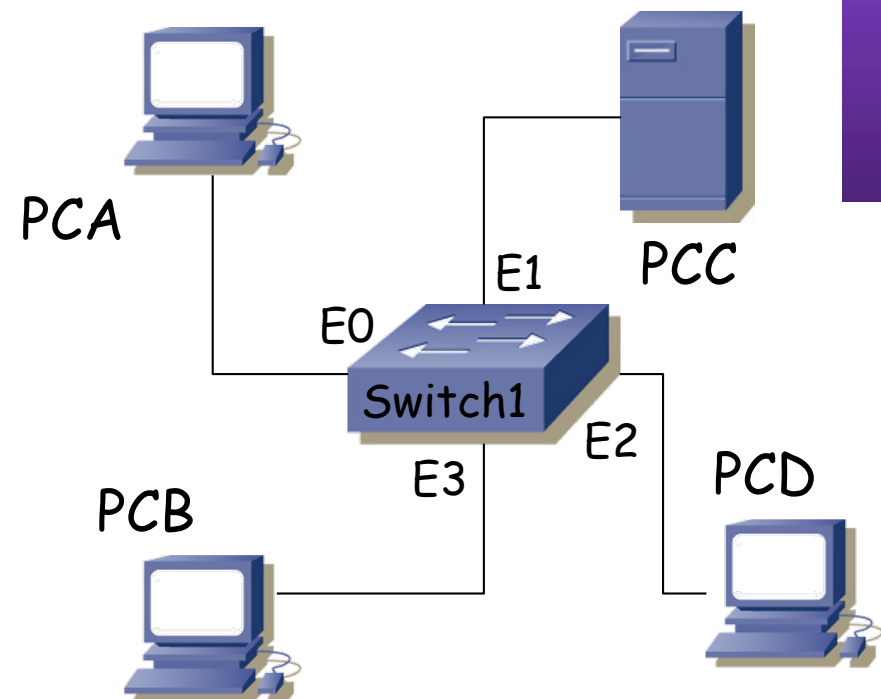


Tabla de direcciones MAC

- En este caso la información contenida es la misma y es correcta
- Se sigue llegando por el puerto E0 al PC A
- El Switch1 no sabe si lo del otro lado de puerto E0 es un host o un switch

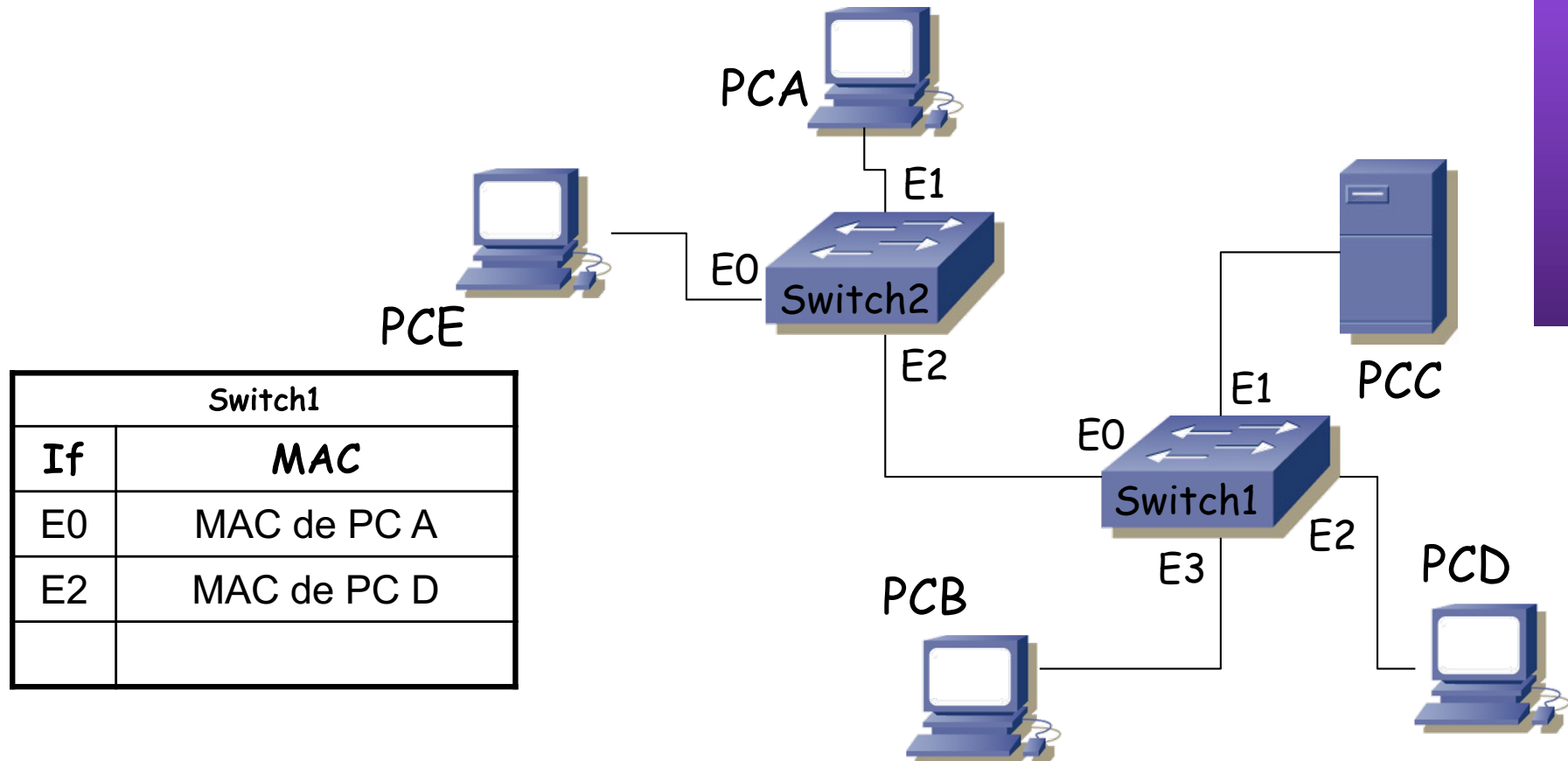


Tabla de direcciones MAC

- El otro conmutador tendrá su propia tabla

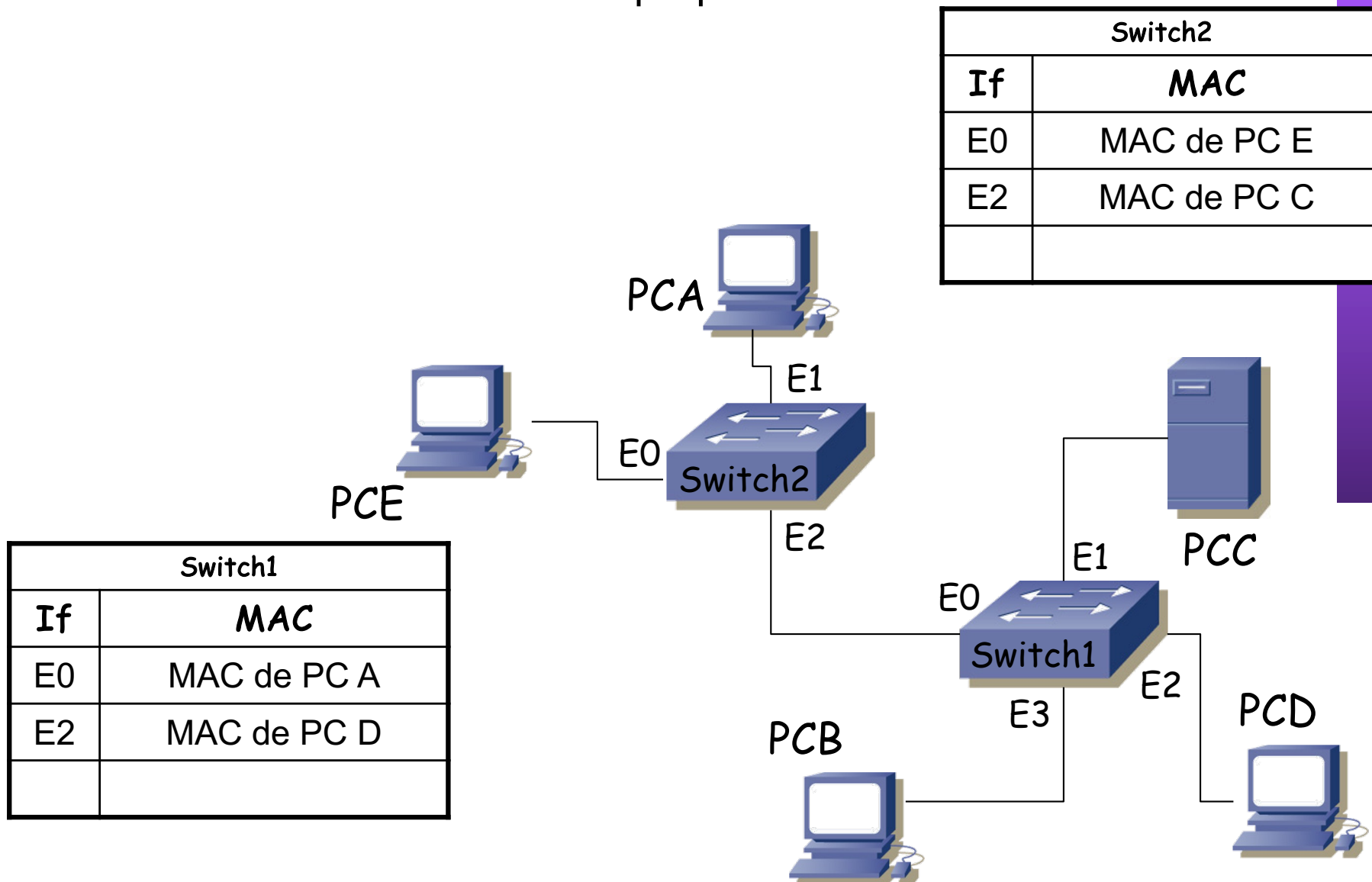
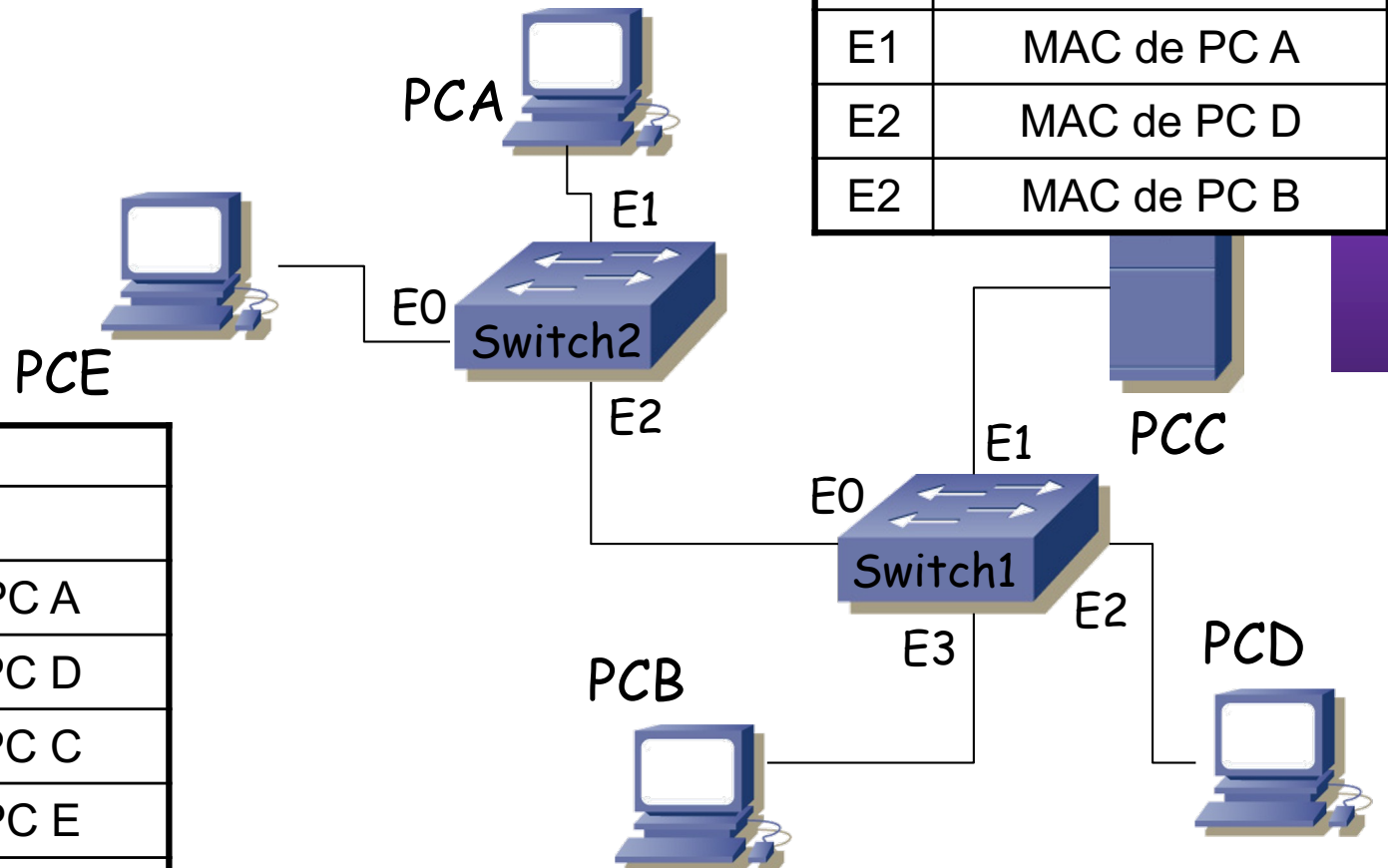


Tabla de direcciones MAC

- Idealmente sabrán llegar a todos
- Un switch no sabe nada del otro
- Ni de lo que sabe el otro
- Decisiones locales

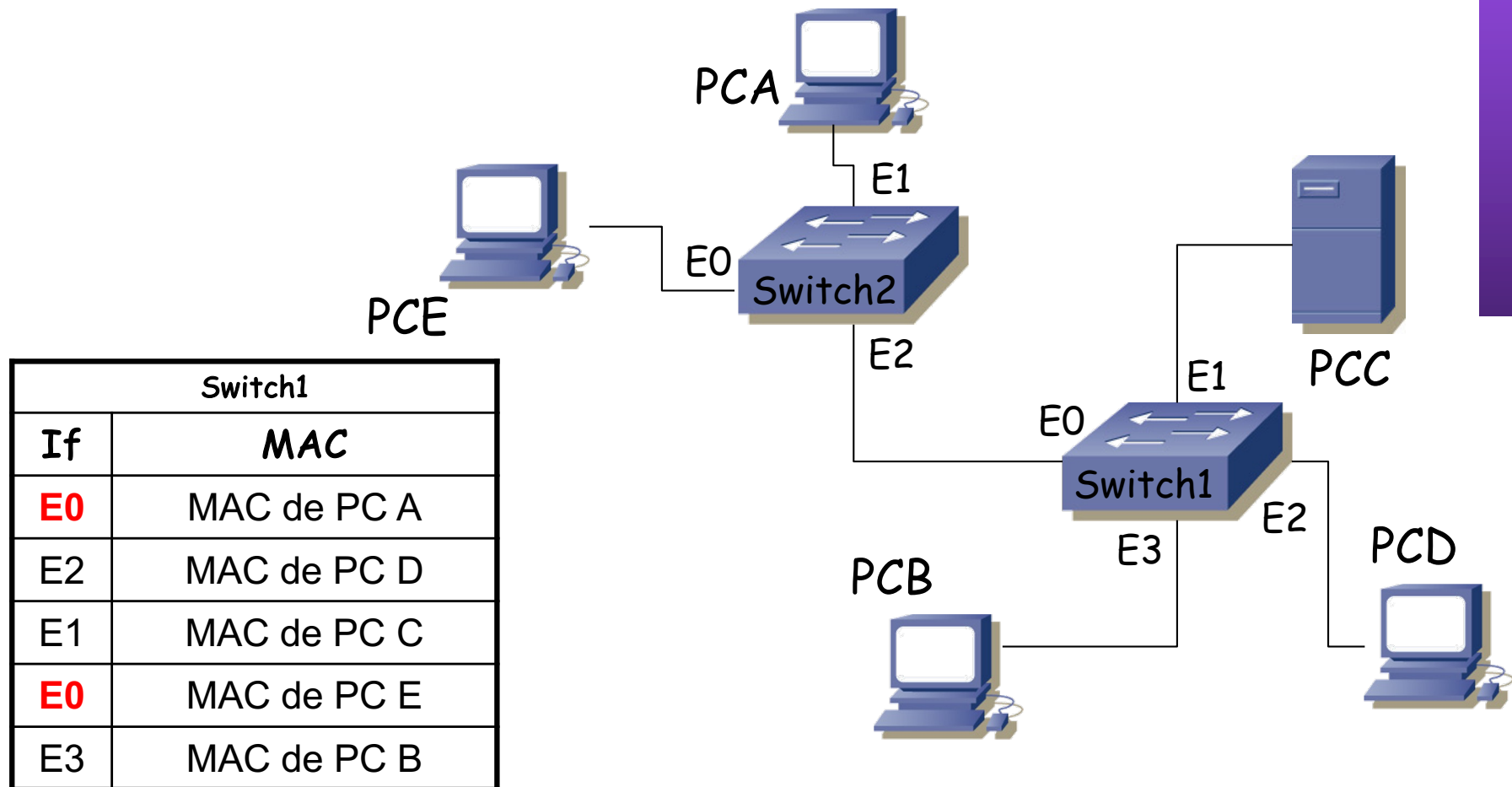
Switch1	
If	MAC
E0	MAC de PC A
E2	MAC de PC D
E1	MAC de PC C
E0	MAC de PC E
E3	MAC de PC B



Switch2	
If	MAC
E0	MAC de PC E
E2	MAC de PC C
E1	MAC de PC A
E2	MAC de PC D
E2	MAC de PC B

Tabla de direcciones MAC

- En una tabla, cada dirección MAC solo puede aparecer una vez
- Pero por un mismo puerto se puede llegar a varias direcciones



Forwarding

- Si todos los conmutadores tienen esa información y es correcta podemos llevar a cabo el reenvío en cada switch
- ¿Cómo han llegado a tener esa información?
- Podríamos configurarla a mano... pero eso no escala, podemos cometer errores, somos perezosos, etc

Switch1	
If	MAC
E0	MAC de PC A
E2	MAC de PC D
E1	MAC de PC C
E0	MAC de PC E
E3	MAC de PC B

