

# Xarxes de Computadors

Tema 4 – Redes de área local (LAN)

# Temario

---

- ▶ ~~1) Introducción~~
- ▶ ~~2) Redes IP~~
- ▶ ~~3) Protocolos UDP y TCP~~
- ▶ **4) Redes de área local (LAN)**
- ▶ 5) Protocolos del nivel aplicación



# Tema 4 – Redes LAN

---

- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Arquitectura
- ▶ c) Acceso al medio compartido
- ▶ d) Ethernet
- ▶ e) Ethernet conmutada
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Redes LAN

---

- ▶ **a) Introducción**
- ▶ b) Arquitectura
- ▶ c) Acceso al medio compartido
- ▶ d) Ethernet
- ▶ e) Ethernet conmutada
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Introducción

4	Transporte
3	Red
2 1	Interfaz de red

TCP/UDP

IP

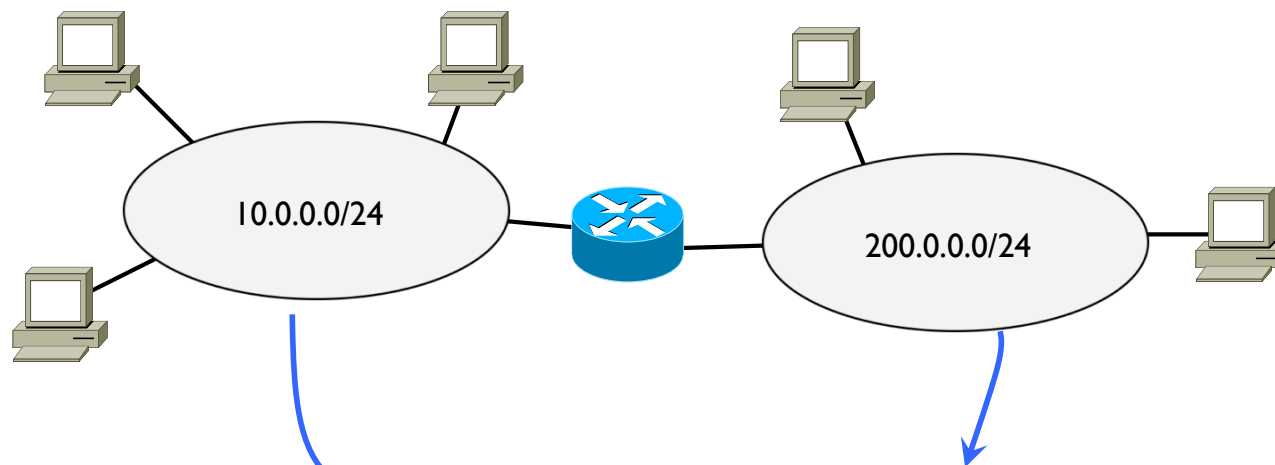
Nos centramos  
en este nivel

Datagrama



Trama

Cabecera  
de  
trama



Nos falta ver que hay en estas nubes

- Los mecanismos y protocolos que permiten transmitir y recibir tramas
- Como se conectan los dispositivos

# Tema 4 – Introducción

---

- ▶ Estas “nubes” pueden ser
  - ▶ Redes de área local (Local Area Network, LAN)
  - ▶ Redes de área extendida (Wide Area Network, WAN)
  - ▶ (Redes de área metropolitana (Metro Area Network, MAN))
- ▶ Según el alcance de las nubes, el número de dispositivos conectados y la tecnología empleada
- ▶ En esta asignatura solo trataremos las LAN



# Tema 4 – Redes LAN

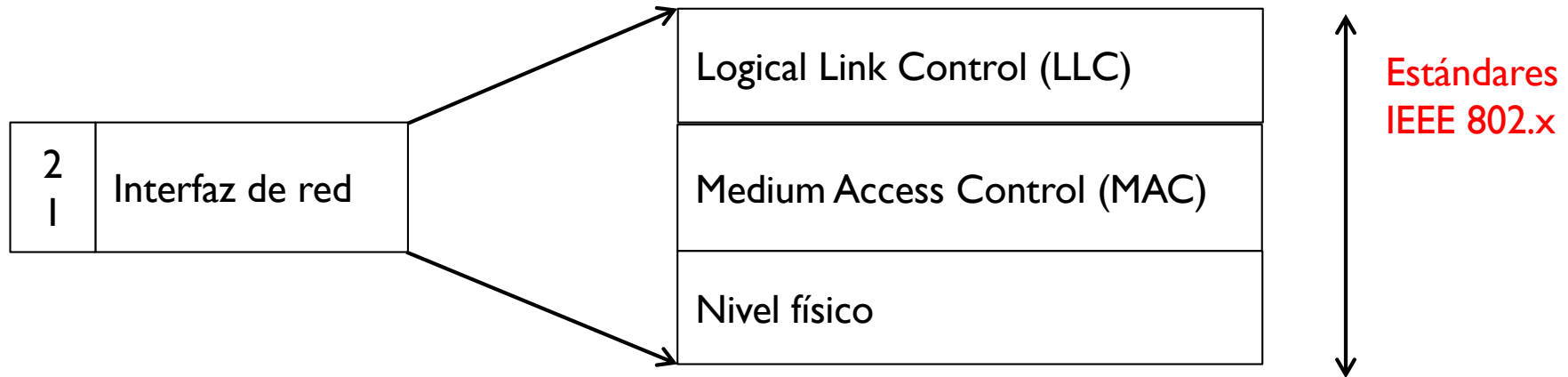
---

- ▶ a) Introducción
- ▶ **b) Arquitectura**
- ▶ c) Acceso al medio compartido
- ▶ d) Ethernet
- ▶ e) Ethernet conmutada
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Arquitectura

---



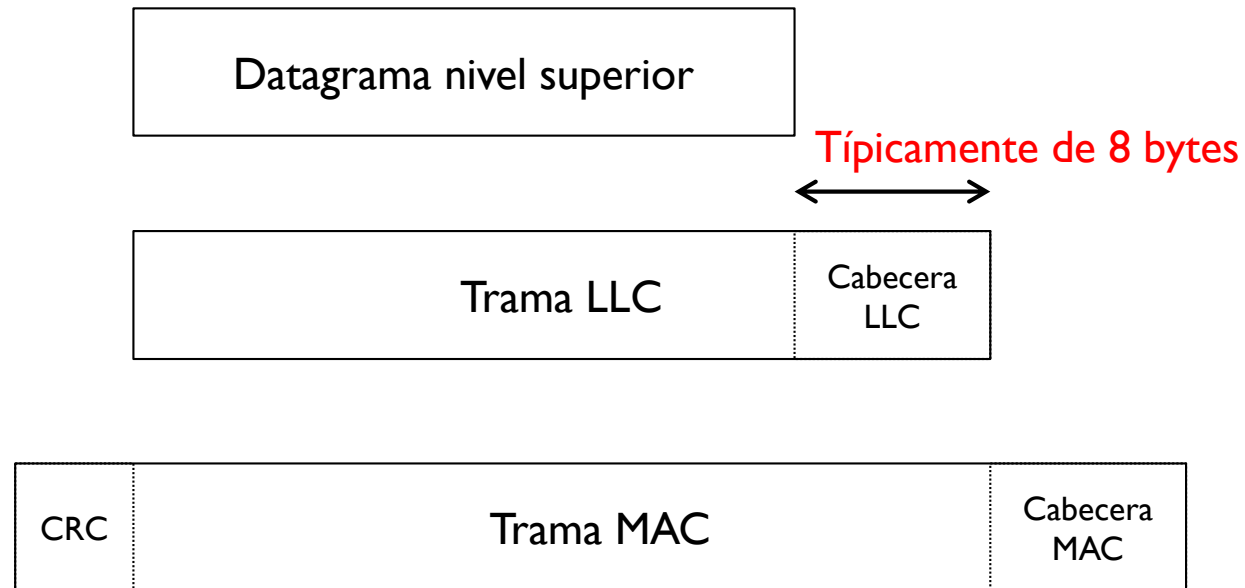
- ▶ **LLC (IEEE 802.2)**
  - ▶ Subcapa común a todos los estándares MAC
  - ▶ Se usa como interfaz entre el protocolo de red superior y los diferentes MAC que se pueden encontrar por debajo
- ▶ **MAC (IEEE 802.x)**
  - ▶ Se han creado diferentes tecnologías LAN con diferentes protocolos
  - ▶ Esta capa especifica los detalles de la tecnología empleada





# Tema 4 – Arquitectura

---



# Tema 4 – Redes LAN

---

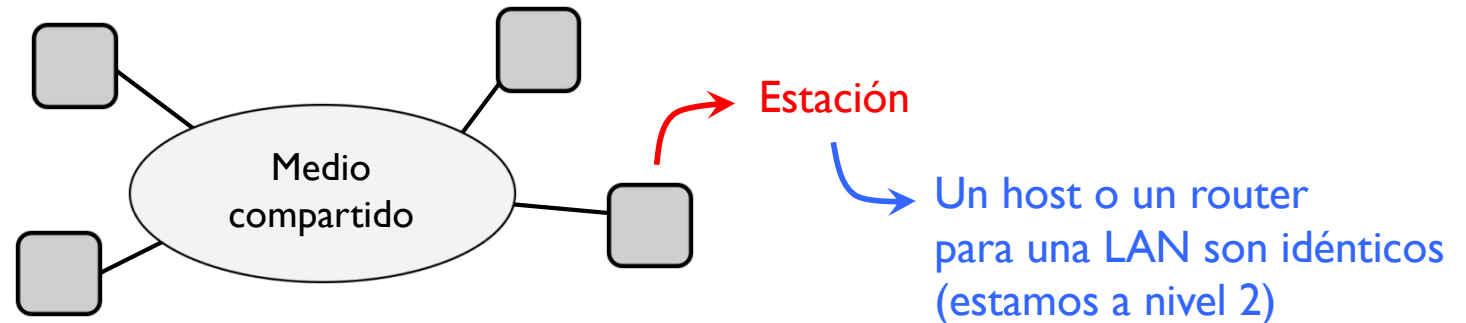
- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Arquitectura
- ▶ **c) Acceso al medio compartido**
- ▶ d) Ethernet
- ▶ e) Ethernet conmutada
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Acceso al medio compartido

---

- ▶ Una LAN es una red de acceso múltiple en un medio compartido

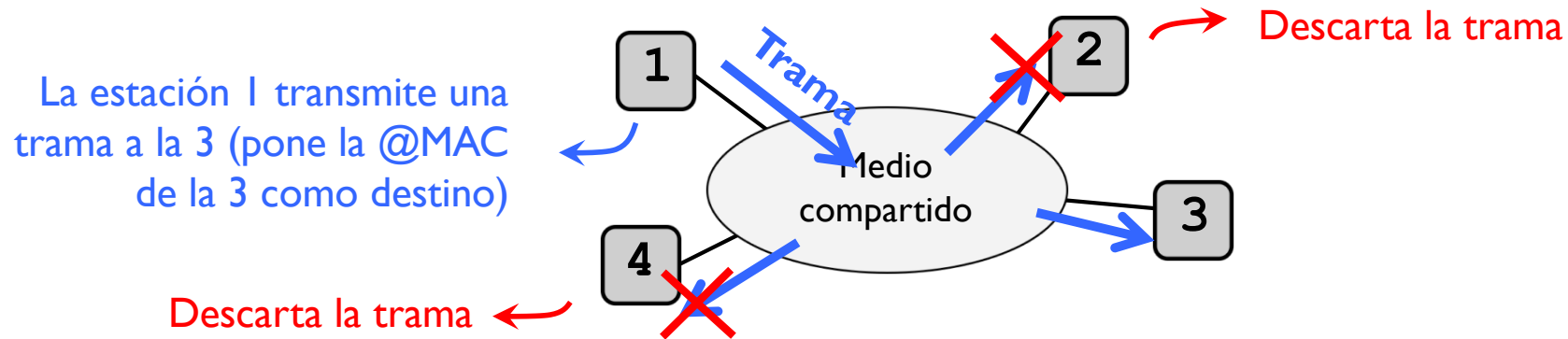


- ▶ Características
  - ▶ Las estaciones están conectadas a un medio de transmisión común que no permite más de una transmisión a la vez
  - ▶ Si una estación transmite una trama, todas las otras reciben, pero solo una se queda con la trama (las otras la descartan)
    - ▶ La dirección MAC destino define la estación que debe recibir la trama
    - ▶ Si la transmisión es en broadcast, todas las estaciones se quedan con la trama
  - ▶ Si dos o mas estaciones transmiten a la vez, se crea una colisión (dos tramas se solapan y no se pueden leer correctamente)



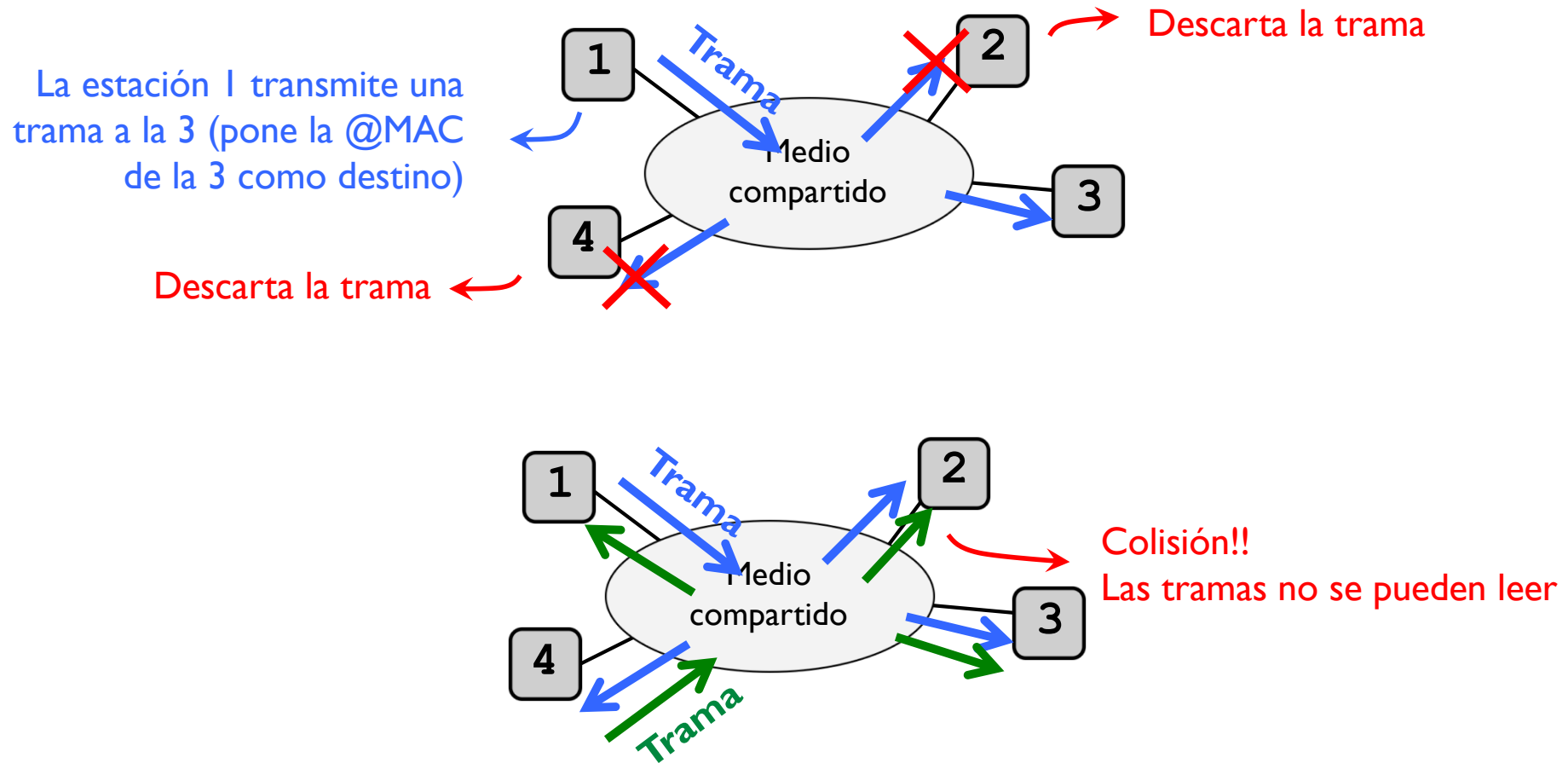
# Tema 4 – Acceso al medio compartido

---



# Tema 4 – Acceso al medio compartido

---



- Para regular el acceso al medio compartido se define un protocolo llamado **protocolo MAC (Medium Access Control)**
- 



# Tema 4 – Acceso al medio compartido

---

- ▶ Si el medio compartido es un medio físico (cable)
  - ▶ LAN, wired LAN o LAN cableada
- ▶ Si el medio compartido es el espacio libre
  - ▶ WLAN, wireless LAN o LAN inalámbrica

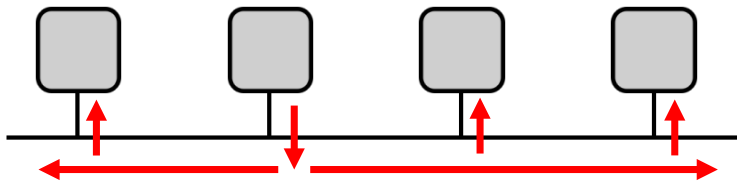


# Tema 4 – Topologías cableadas

---

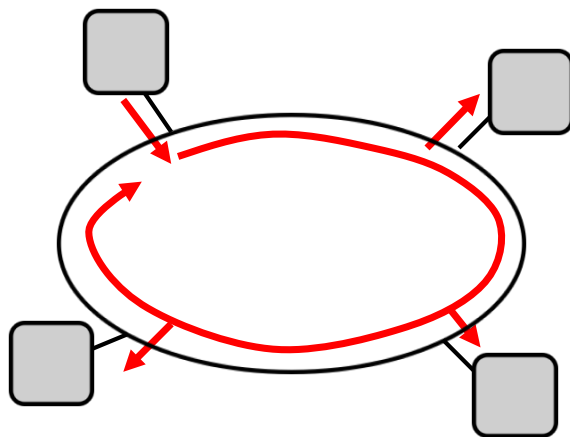
## ► Estructura de interconexión de las estaciones

### Topología bus



- Una señal transmitida se propaga por todo el bus
- La señal termina al final del bus
- Ejemplo: Ethernet con cable coaxial

### Topología Anillo



- Una señal transmitida da la vuelta a todo el anillo
- Dos posibilidades
  - El origen elimina la señal después de todo una vuelta
  - El destino elimina la señal
- Ejemplos: Token-ring (años 80), FDDI (años 90), RPR (años 2000)

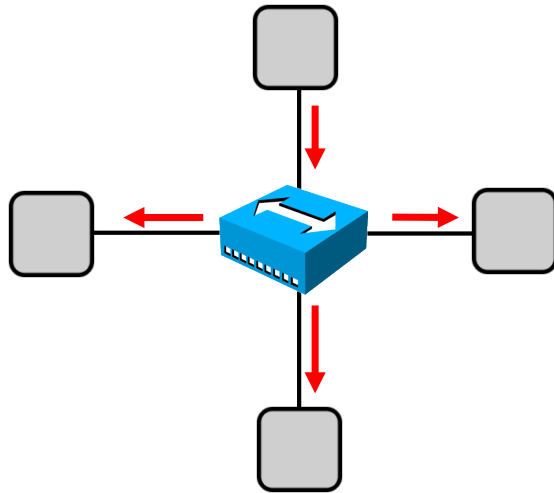


# Tema 4 – Topologías cableadas

---

## ► Estructura de interconexión de las estaciones

### Topología estrella



- Un hub conecta las estaciones
- Lo que recibe por una interfaz, un hub lo retransmite sin cambios por todas las otras interfaces
- Ejemplo: Ethernet (con par trenzado)
- El mas usado hoy en día



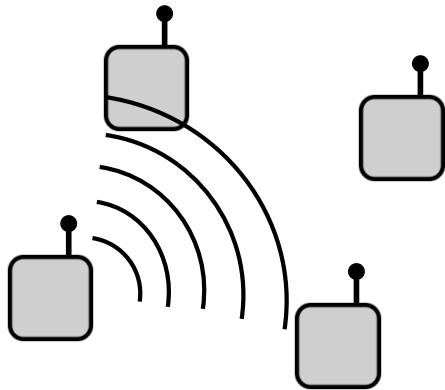


# Tema 4 – Topologías inalámbricas

---

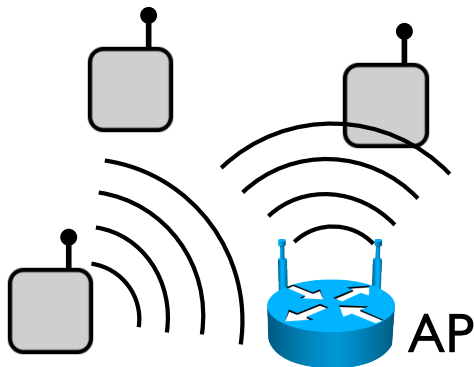
## ► Estructura de interconexión de las estaciones

### Topología ad-hoc



- Una señal transmitida se propaga en todo el entorno del origen
- La potencia de la señal se reduce con la distancia definiendo hasta donde se propaga (cobertura)
- Todas las estaciones reciben la señal, una sola se queda con la trama

### Topología estrella



- Como antes, una señal transmitida se propaga en todo el entorno del origen y su potencia se reduce con la distancia
- Solo el punto de acceso (AP) se queda con la trama
- El AP retransmite la señal que finalmente recibe el destino
- Es el equivalente inalámbrico de la topología estrella cableada donde el AP sustituye el hub

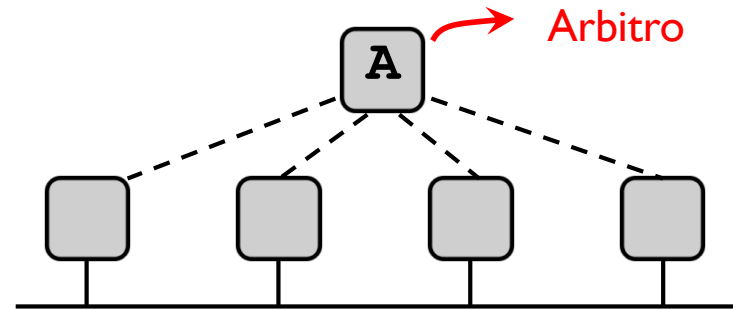
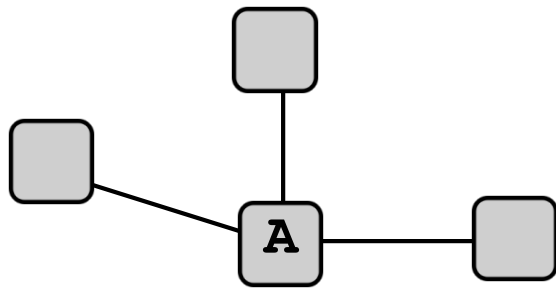


# Tema 4 – Protocolos MAC

## Dos tipos de protocolo MAC

### ► Acceso centralizado

- Una estación u otro dispositivo regulan el acceso de cada estación



### ► Acceso distribuido

- Cada estación decide por su cuenta según alguna regla o mecanismo

- Estático

- Paso de testigo

- Aleatorio

} Evitan las colisiones

} Acepta que pueda haber un cierto número de colisiones  
**Ethernet** y **Wifi** usan este tipo de protocolo

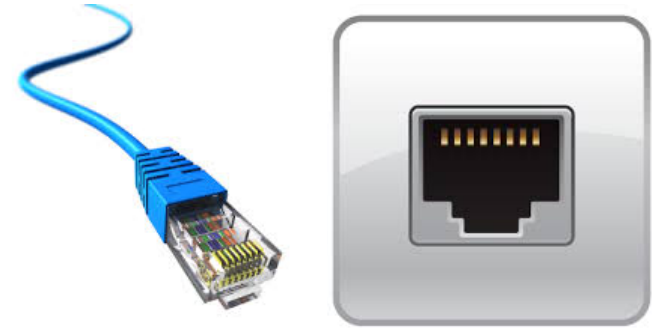
# Tema 4 – Redes LAN

---

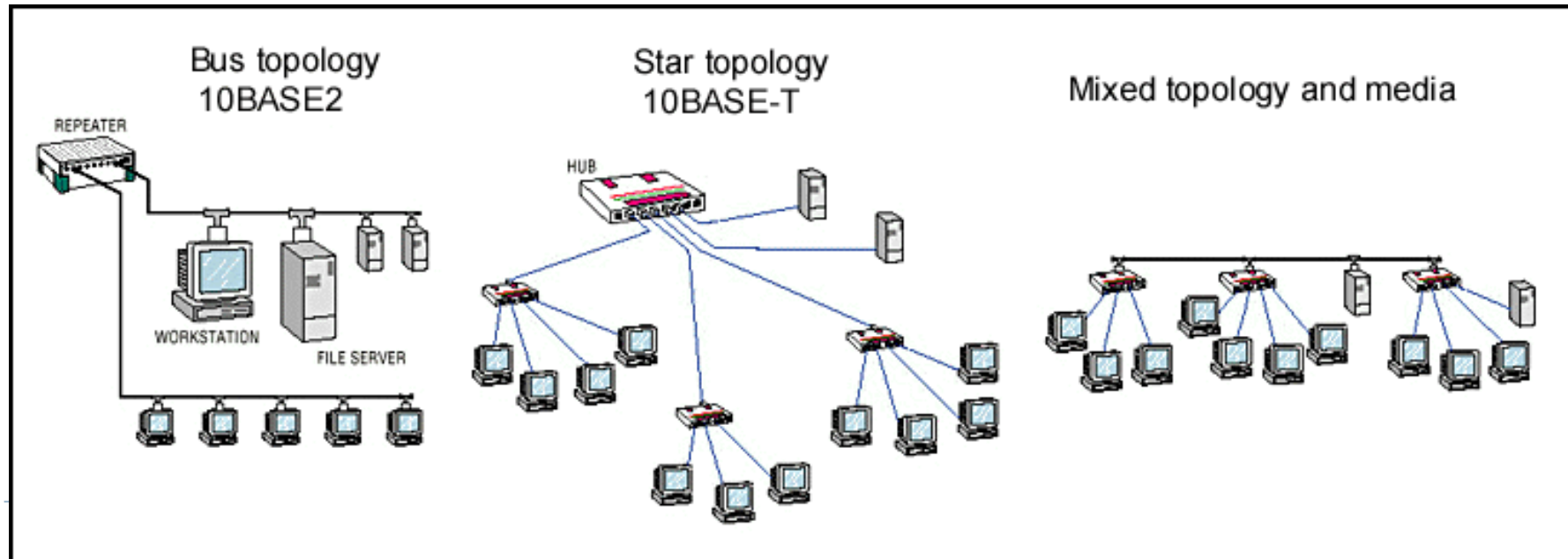
- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Arquitectura
- ▶ c) Acceso al medio compartido
- ▶ **d) Ethernet**
- ▶ e) Ethernet conmutada
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Ethernet



- ▶ Mitad de los '70 (empresa Xerox)
- ▶ Estándar IEEE 802.3 (1983)
- ▶ Usa el protocolo MAC llamado CSMA/CD
  - ▶ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
  - ▶ Acceso múltiplo por escucha de portadora con detección de colisión
- ▶ Es un protocolo MAC de tipo distribuido y aleatorio
- ▶ Se usa con topologías bus y estrella



# Tema 4 – Ethernet

---

- ▶ Los estándares Ethernet IEEE 802.3

Velocidad de  
transmisión

← X base Y →

Varios significados

- Distancia máxima
- Topología
- Tipo de transmisor
- Etc.

- ▶ Algunos ejemplos

▶ 10base5	10 Mbit/s	500 m
▶ 10baseT	10 Mbit/s	Topología estrella
▶ 100baseTX	100 Mbit/s	Topología estrella, full duplex
▶ 1000baseLX	1000 Mbit/s	Fibra óptica, laser
▶ 10GbaseCX4	10 Gbit/s	Infiniband



# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

## ▶ CSMA

- ▶ Antes de transmitir, cada estación escucha el medio para detectar si otra estación está transmitiendo
  - ▶ Si el medio está ocupado para otra estación, espera que se libere
  - ▶ Si el medio está libre, transmite

## ▶ CD

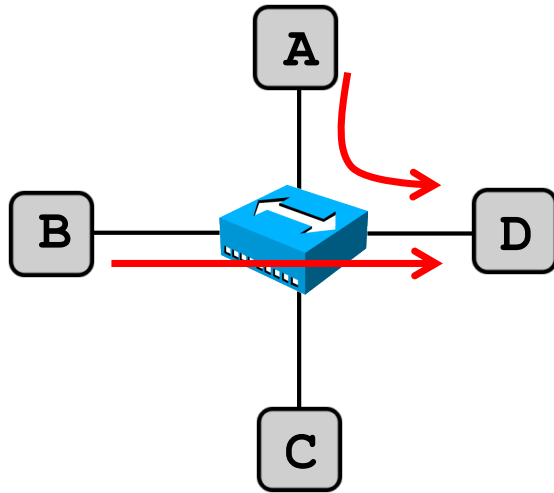
- ▶ Durante su transmisión, la estación sigue escuchando el medio para ver si otra estación ha empezado a transmitir al mismo tiempo creando una colisión
  - ▶ Si no se detecta, la trama habrá llegado al destino sin errores
  - ▶ Si se detecta otra transmisión, se para de transmitir y se espera un **tiempo aleatorio** llamado **backoff** antes de volver a transmitir la misma trama
  - ▶ Ya que la otra estación también habrá detectado la misma colisión y esperará un tiempo aleatorio, cuando esta probará a retransmitir su trama, habrá pasado un tiempo diferente respecto a la primera estación



# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra

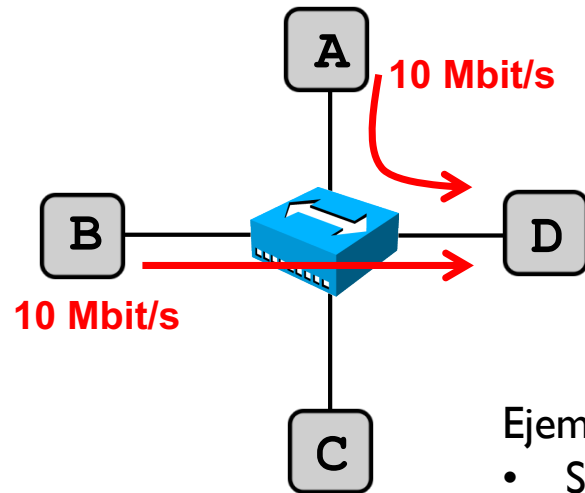


- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra



- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

## Ejemplo numérico

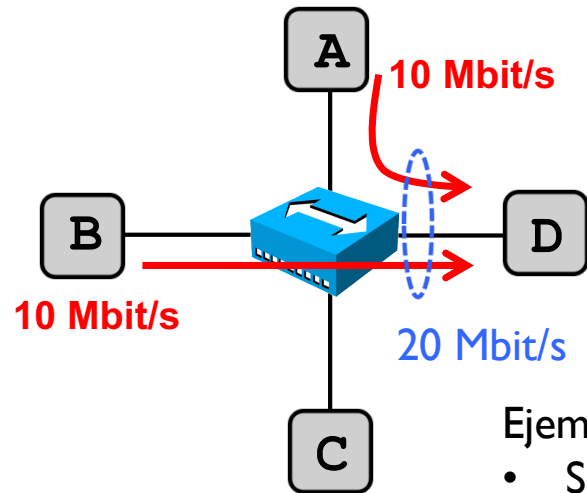
- Suponer que es una Ethernet 10 base T, es decir cada estación puede transmitir o recibir a 10 Mbit/s
- En este ejemplo, A y B intentarían transmitir al máximo, es decir a 10 Mbit/s cada una



# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra



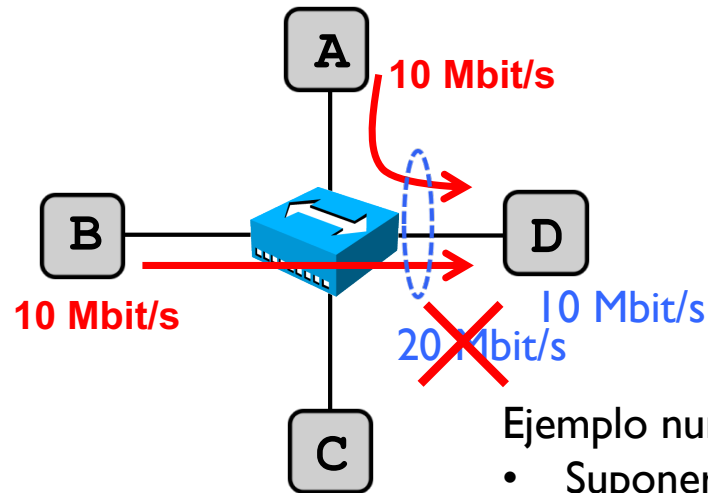
- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

## Ejemplo numérico

- Suponer que es una Ethernet 10 base T, es decir cada estación puede transmitir o recibir a 10 Mbit/s
- En este ejemplo, A y B intentarían transmitir al máximo, es decir a 10 Mbit/s cada una
- Pero claramente no pueden ya que llegarían 20 Mbit/s a D

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra



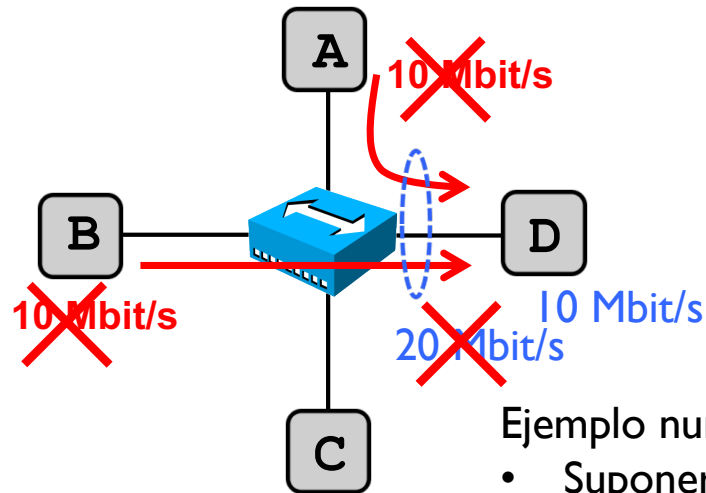
- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

## Ejemplo numérico

- Suponer que es una Ethernet 10 base T, es decir cada estación puede transmitir o recibir a 10 Mbit/s
- En este ejemplo, A y B intentarían transmitir al máximo, es decir a 10 Mbit/s cada una
- Pero claramente no pueden ya que llegarían 20 Mbit/s a D

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra



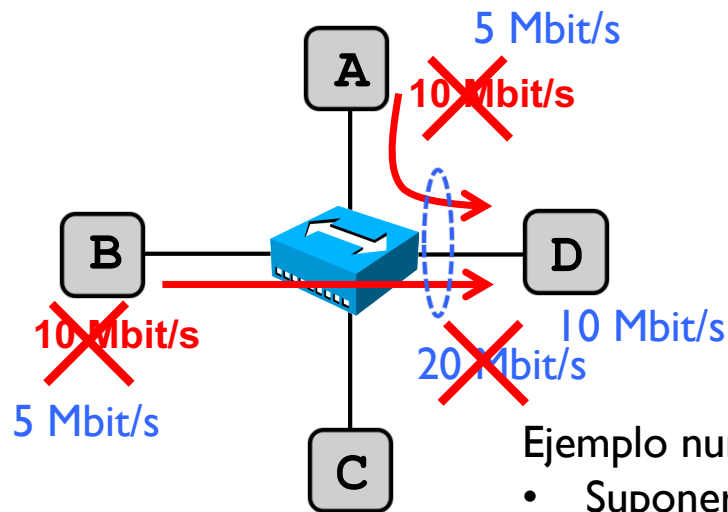
- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

## Ejemplo numérico

- Suponer que es una Ethernet 10 base T, es decir cada estación puede transmitir o recibir a 10 Mbit/s
- En este ejemplo, A y B intentarían transmitir al máximo, es decir a 10 Mbit/s cada una
- Pero claramente no pueden ya que llegarían 20 Mbit/s a D
- El CSMA/CD consigue regular este acceso y realmente cada estación encuentra el medio libre solo 1 vez de cada 2 intentos

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra



- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos

Cada estación entonces  
irá en media a la mitad,  
5 Mbit/s

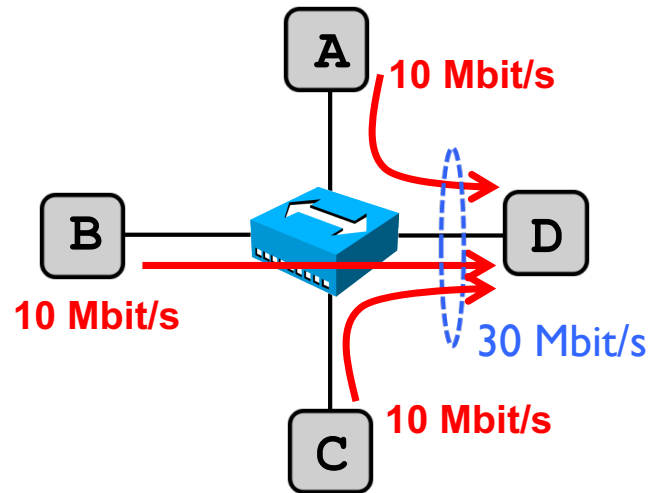
## Ejemplo numérico

- Suponer que es una Ethernet 10 base T, es decir cada estación puede transmitir o recibir a 10 Mbit/s
- En este ejemplo, A y B intentarían transmitir al máximo, es decir a 10 Mbit/s cada una
- Pero claramente no pueden ya que llegarían 20 Mbit/s a D
- El CSMA/CD consigue regular este acceso y realmente cada estación encuentra el medio libre solo 1 vez de cada 2 intentos

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Se consigue que el acceso al medio compartido sea **justo**
  - ▶ Es decir cada estación tiene la misma probabilidad de transmitir que cualquier otra

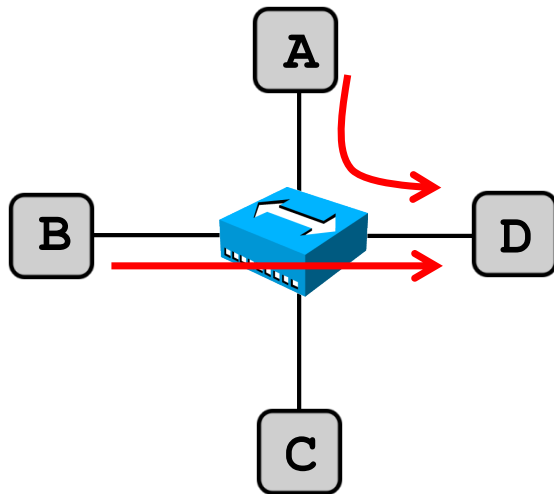


- ¿Y si fuesen 3 estaciones las que transmitiesen al mismo tiempo?

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Este protocolo pero no es perfecto, cosa que hace que su eficiencia no sea realmente del 100%
- ▶ Cada colisión hace perder eficiencia: por el tiempo de reacción, por la retransmisión, los tiempos perdidos sin poder transmitir, etc.

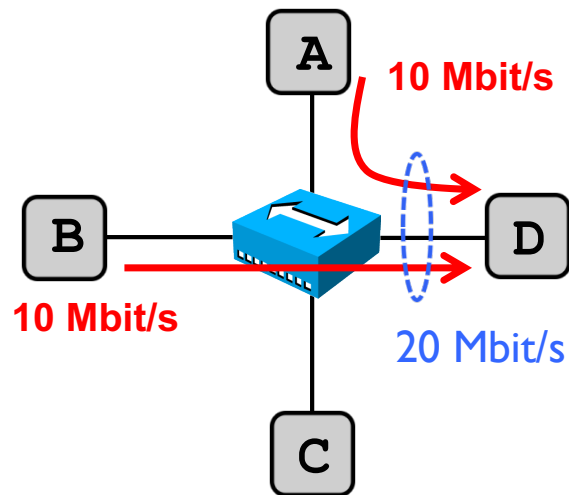


- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos
- Suponiendo una eficiencia del **70%** en una 10 base T

# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

---

- ▶ Este protocolo pero no es perfecto, cosa que hace que su eficiencia no sea realmente del 100%
- ▶ Cada colisión hace perder eficiencia: por el tiempo de reacción, por la retransmisión, los tiempos perdidos sin poder transmitir, etc.

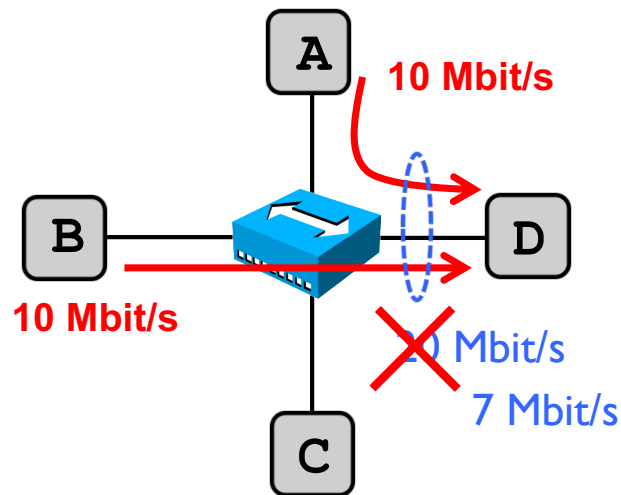


- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos
  - Suponiendo una eficiencia del **70%** en una 10 base T
- Eso implica que no se puede llegar a los 10 Mbit/s si 2 o más estaciones transmiten a la vez



# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

- ▶ Este protocolo pero no es perfecto, cosa que hace que su eficiencia no sea realmente del 100%
- ▶ Cada colisión hace perder eficiencia: por el tiempo de reacción, por la retransmisión, los tiempos perdidos sin poder transmitir, etc.

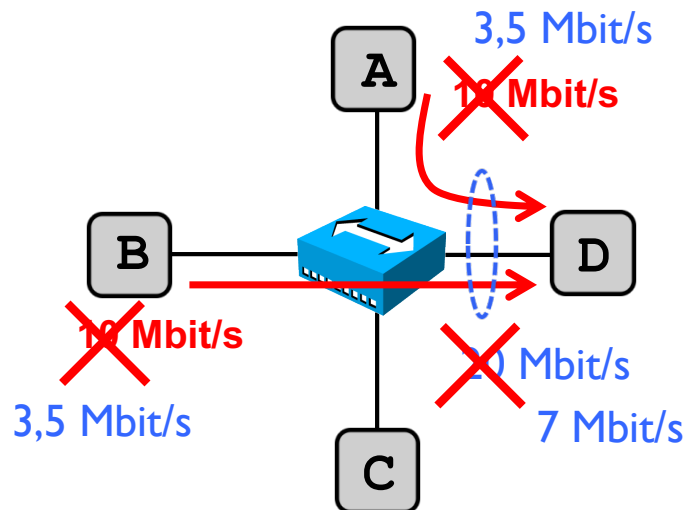


- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos
  - Suponiendo una eficiencia del **70%** en una 10 base T
- Eso implica que no se puede llegar a los 10 Mbit/s si 2 o más estaciones transmiten a la vez
- Realmente D podrá recibir a un 70% de la capacidad del sistema, es decir a 7 Mbit/s



# Tema 4 – Protocolo MAC: CSMA/CD

- ▶ Este protocolo pero no es perfecto, cosa que hace que su eficiencia no sea realmente del 100%
- ▶ Cada colisión hace perder eficiencia: por el tiempo de reacción, por la retransmisión, los tiempos perdidos sin poder transmitir, etc.



- Si A y B quieren transmitir a D al mismo tiempo, cada una, en media, transmitirá una trama de cada dos
  - Suponiendo una eficiencia del **70%** en una 10 base T
- Eso implica que no se puede llegar a los 10 Mbit/s si 2 o más estaciones transmiten a la vez
- Realmente D podrá recibir a un 70% de la capacidad del sistema, es decir a 7 Mbit/s
- Cada estación por lo tanto transmite en media a 3,5 Mbit/s

# Tema 4 – Ethernet

---

## ► Formato de una trama Ethernet

6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes
MAC destino	MAC origen	Longitud	Payload	CRC

## ► MAC destino y MAC origen

- Dirección MAC de 48 bits que identifica la tarjeta origen y destino de la trama

## ► Longitud

- Una trama puede ser de tamaño variable y aquí se indica su longitud

## ► CRC

- Control y detección de error en los bits parecido al checksum pero capaz de corregir algunos errores

## ► Payload

- Paquete de nivel superior que se encapsula en una trama (típicamente datagrama IP)
- Tamaño mínimo: 46 bytes                      Tamaño máximo: 1500 bytes



# Tema 4 – Redes LAN

---

- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Arquitectura
- ▶ c) Acceso al medio compartido
- ▶ d) Ethernet
- ▶ **e) Ethernet conmutada**
- ▶ f) Virtual LAN
- ▶ g) WiFi



# Tema 4 – Ethernet conmutada

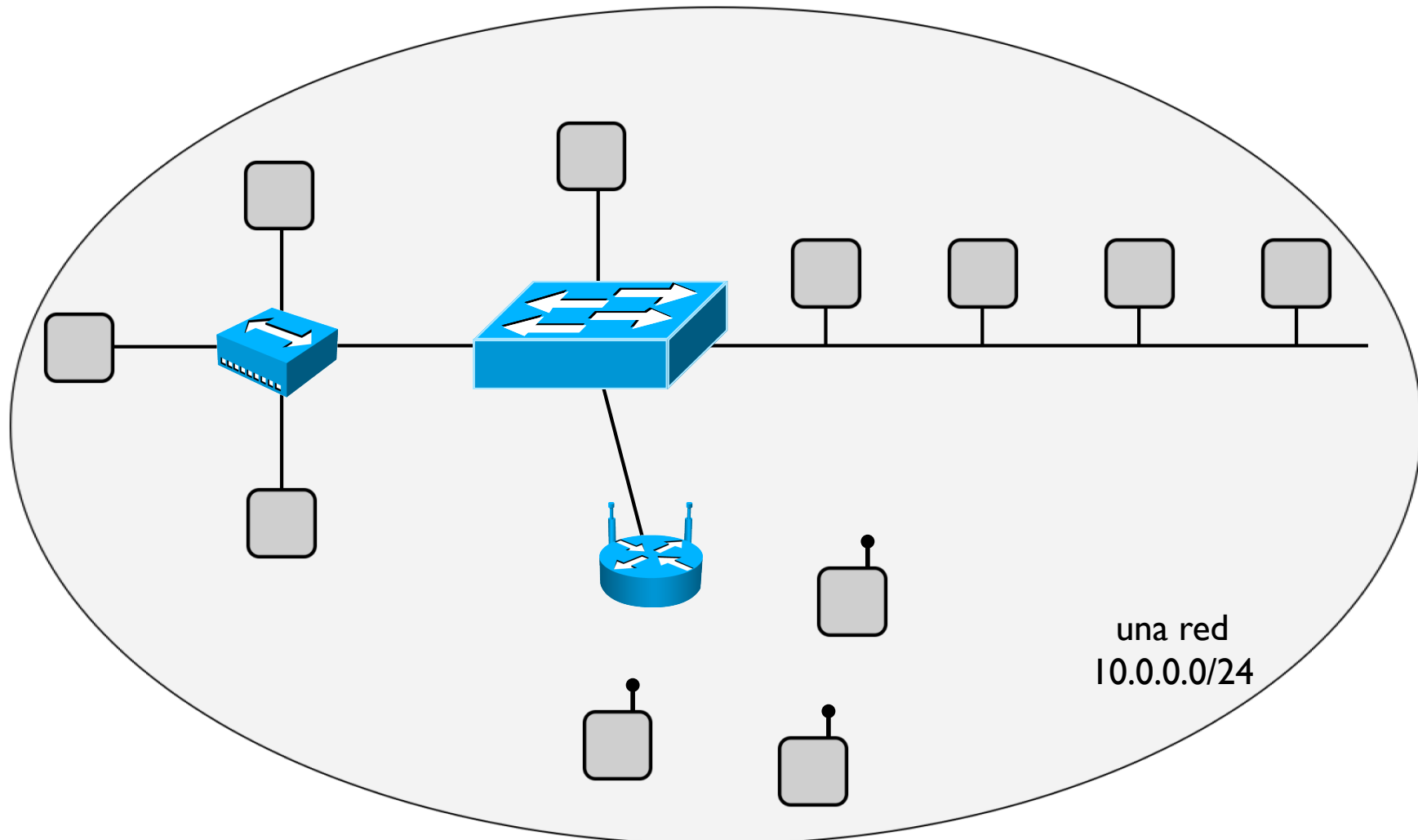
---

- ▶ Las LANs vistas hasta ahora solo permiten una transmisión a la vez
- ▶ Si el número de estaciones crece, aumenta la probabilidad de tener una colisión y baja la eficiencia de la red ya que se está continuamente retransmitiendo tramas
- ▶ Solución
  - Usar un dispositivo que segmente el medio compartido en diferentes medios
  - Este dispositivo es el conmutador (o switch)



# Tema 4 – Ethernet conmutada

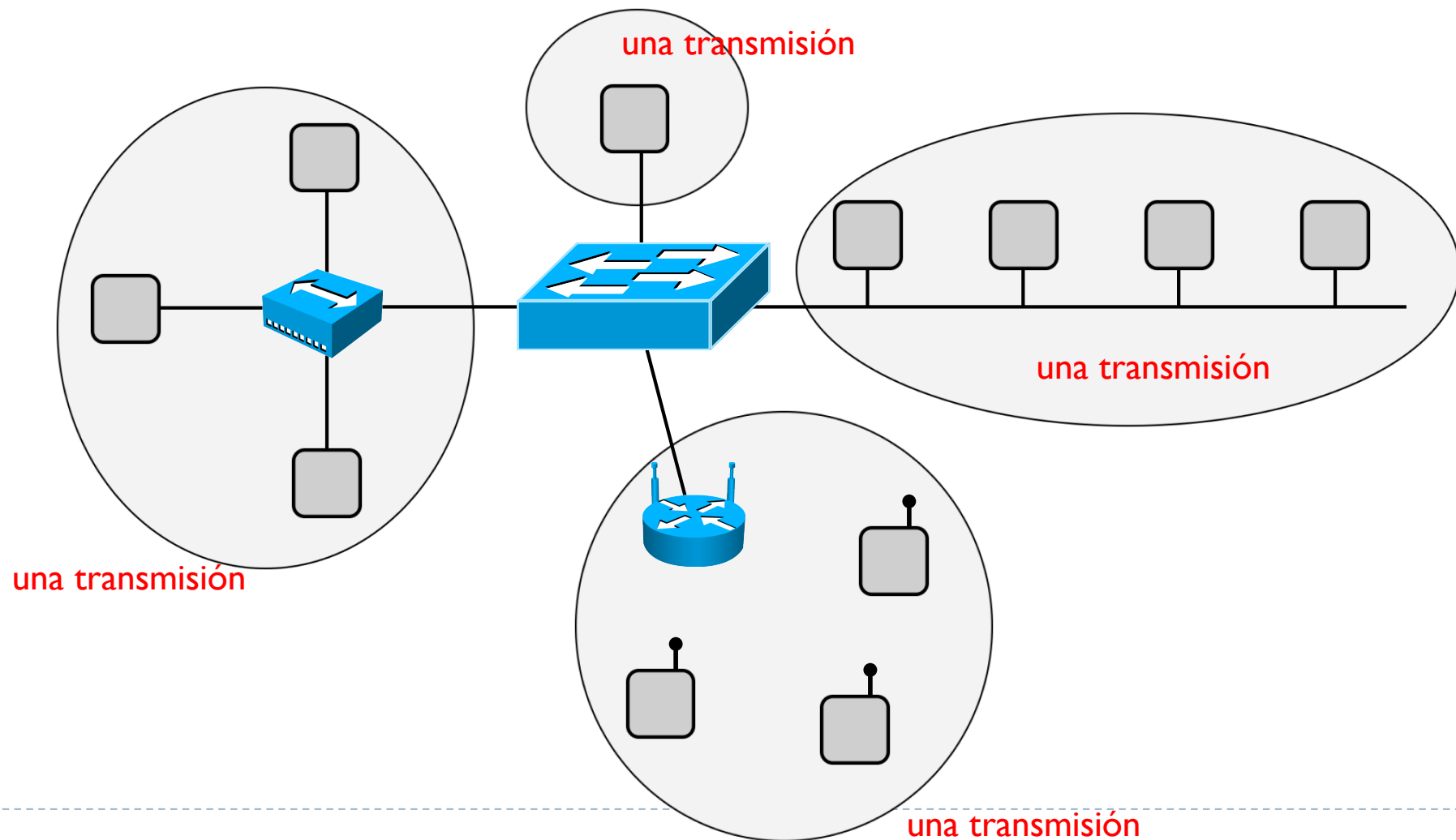
- Sigue siendo una única red con un único netID ...



# Tema 4 – Ethernet conmutada

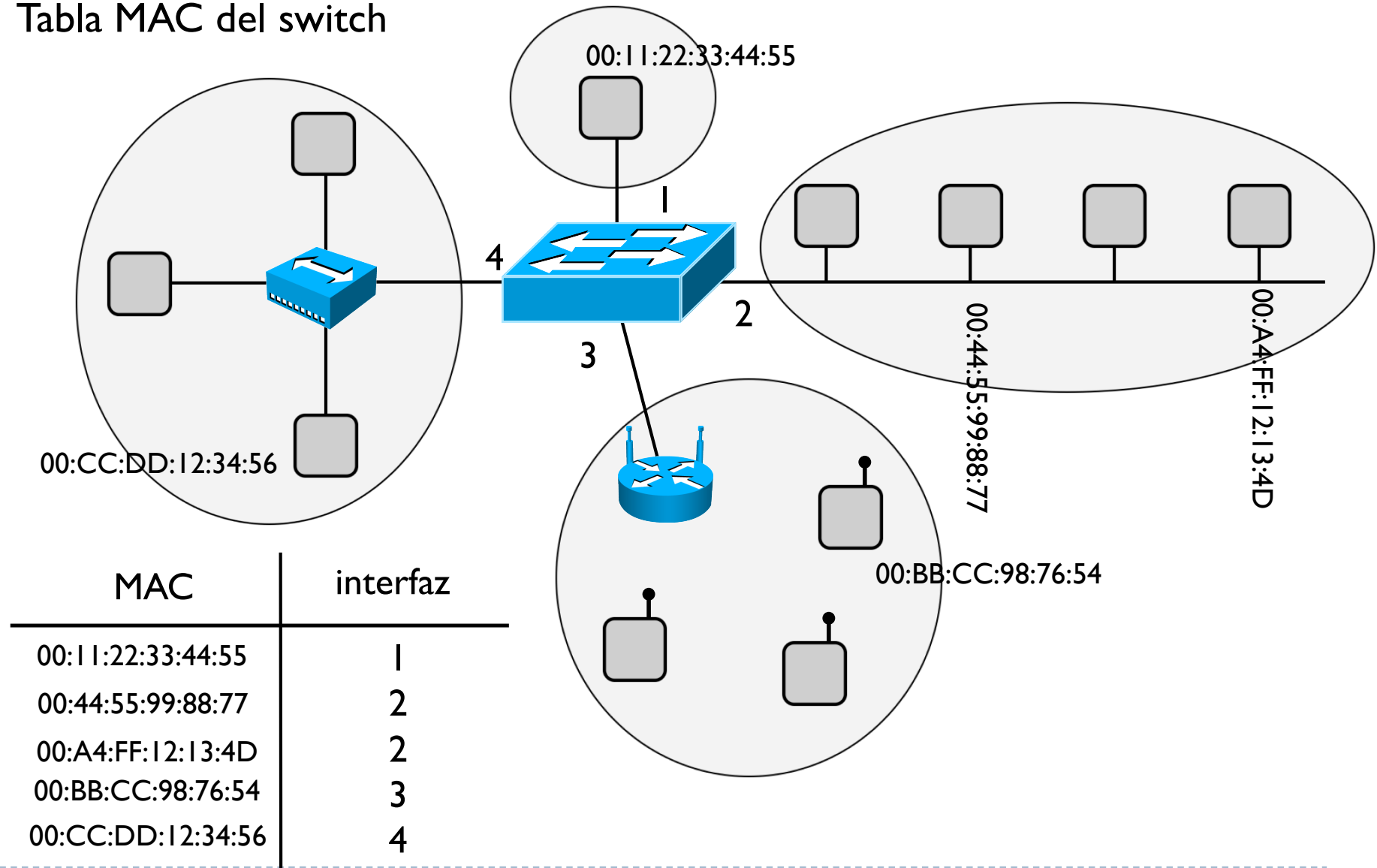
---

- ... pero se permiten tantas transmisiones a la vez cuantas interfaces del switch



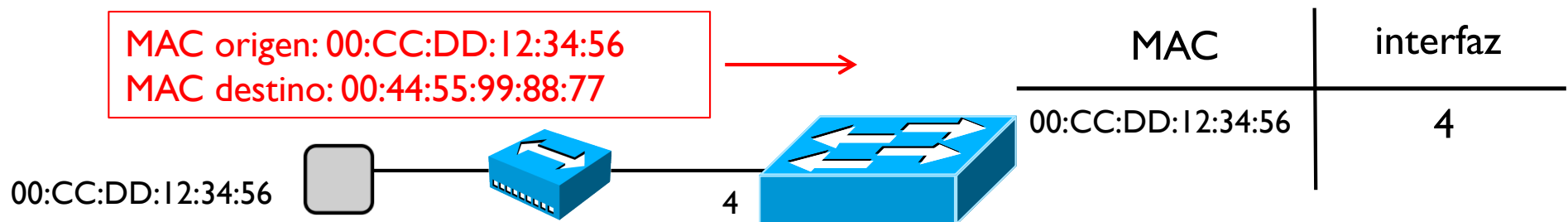
# Tema 4 – Ethernet conmutada

## ► Tabla MAC del switch



# Tema 4 – Ethernet conmutada

- ▶ Para tener esta información, el switch implementa auto-aprendizaje
  - ▶ Es decir, cada vez que una estación (host o router) transmite una trama que llega a una interfaz del switch, el switch lee la dirección MAC origen
  - ▶ Esta dirección MAC indica que el que ha creado esta trama está conectado a esta interfaz, por lo tanto el switch pone esta entrada en la tabla
  - ▶ Estas entradas son dinámicas, es decir se van modificando en el tiempo según que Host está conectado a que interfaz y tienen un tiempo de vida

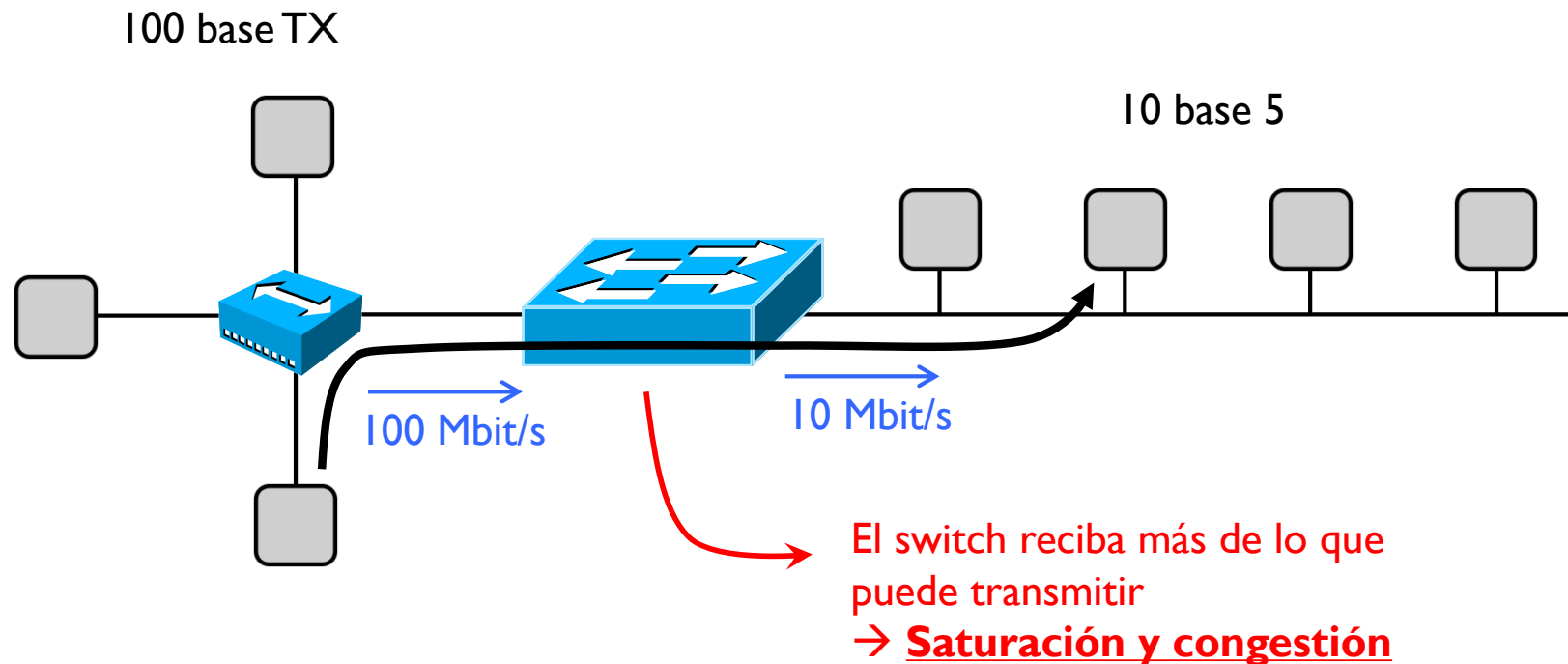




# Tema 4 – Ethernet conmutada

## Problema

- ▶ Como se ha visto, se pueden usar topología diferentes con tecnología diferentes
- ▶ Estas pueden usar velocidades de transmisión diferentes, causando congestión en el switch y por lo tanto pérdida de información

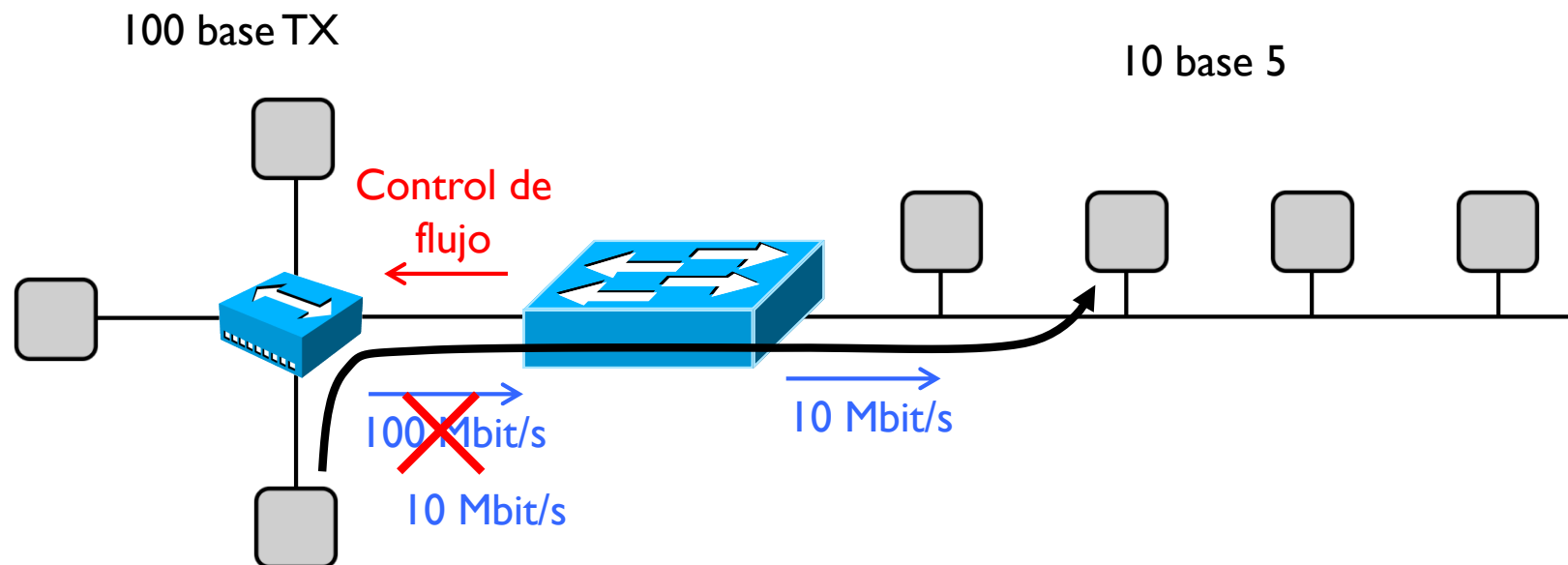


# Tema 4 – Ethernet conmutada

---

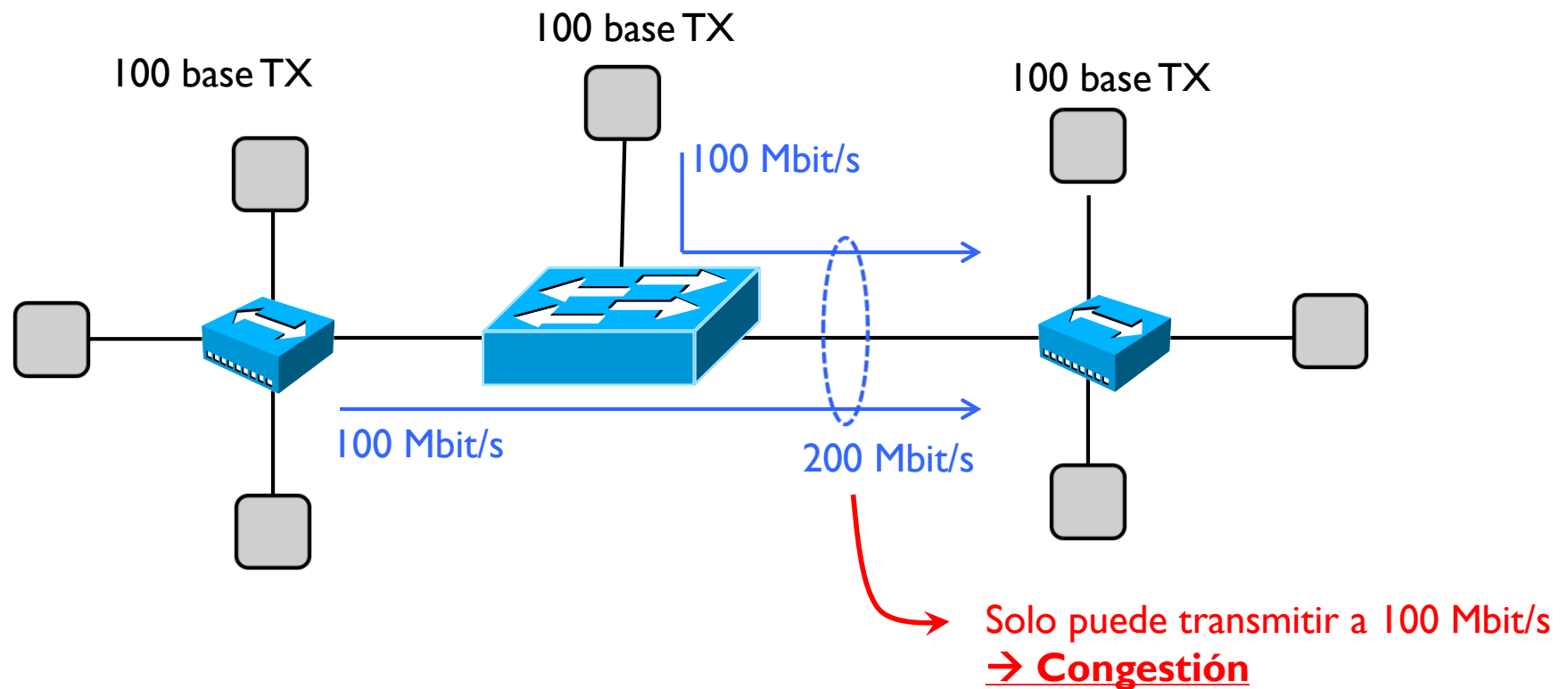
## Solución

- ▶ El switch implementa un mecanismo llamado control de flujo
- ▶ Este mecanismo fuerza a las estaciones que están causando la congestión a ir mas lentas y lo hace de manera equitativa



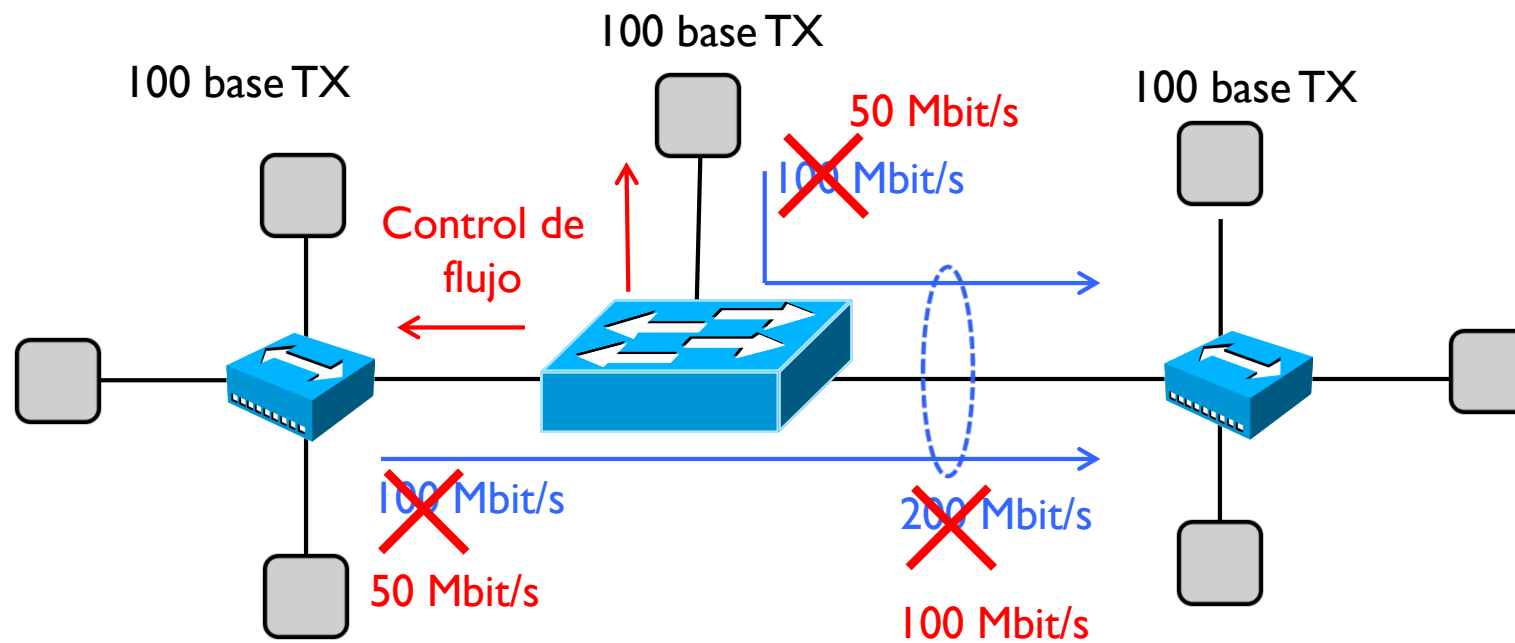
# Tema 4 – Ethernet conmutada

## Más ejemplos



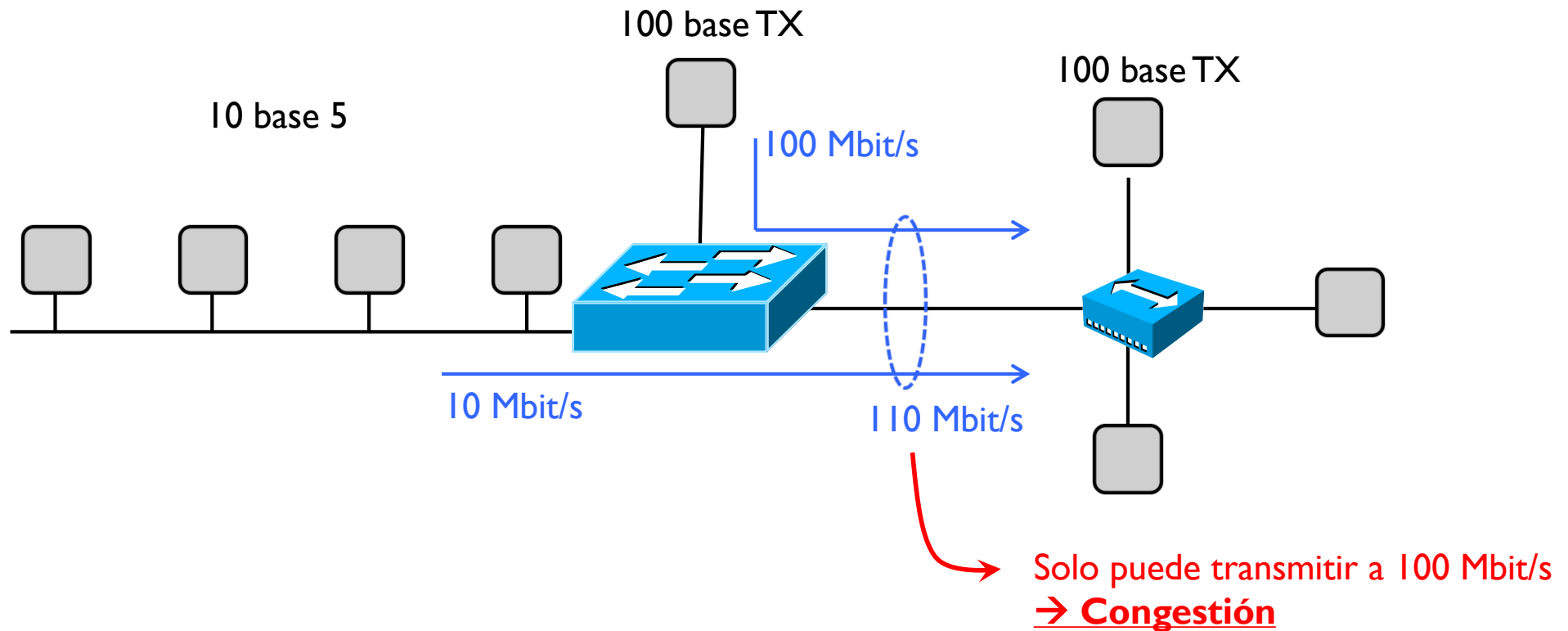
# Tema 4 – Ethernet conmutada

## Más ejemplos



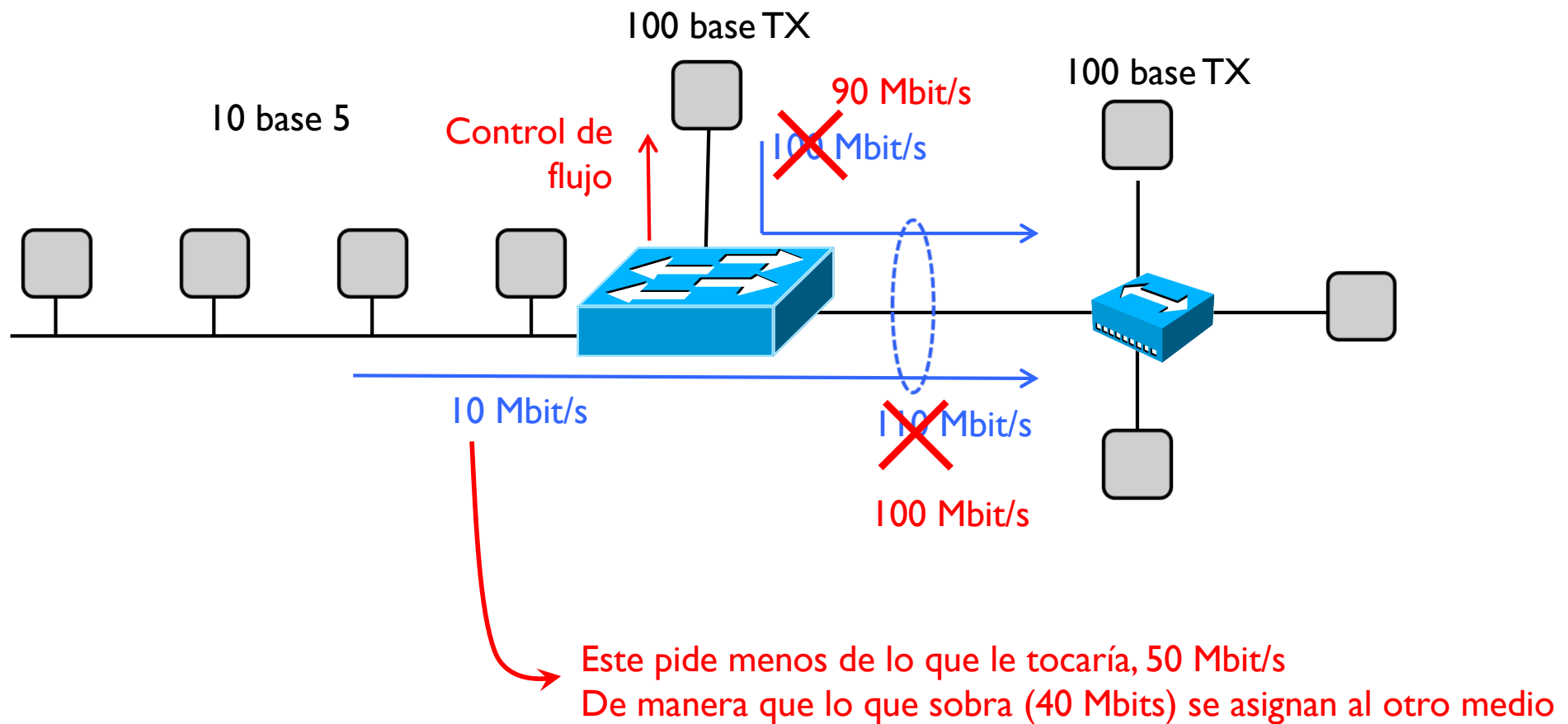
# Tema 4 – Ethernet conmutada

## Más ejemplos



# Tema 4 – Ethernet conmutada

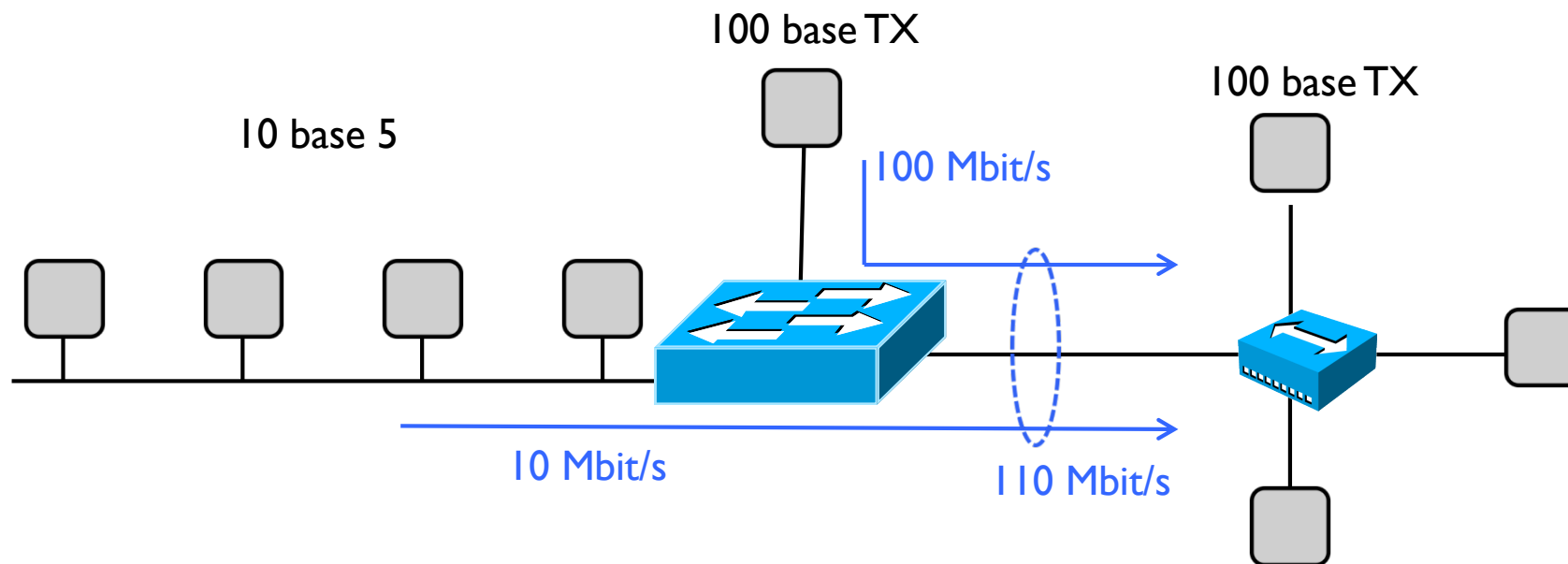
## Más ejemplos



# Tema 4 – Ethernet conmutada

---

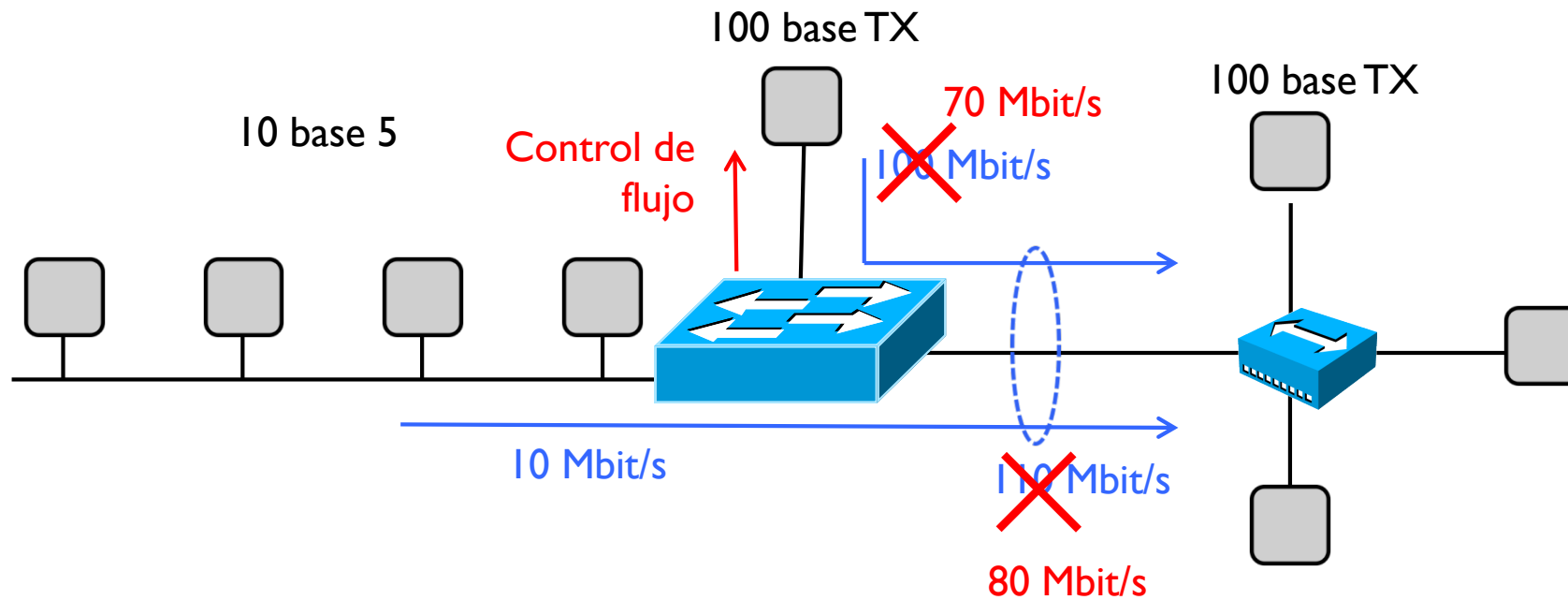
¿Y si la eficiencia de la 100 base TX fuese 80%?



# Tema 4 – Ethernet conmutada

---

¿Y si la eficiencia de la 100 base TX fuese 80%?





# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Otra mejora de introducir un switch
- ▶ Half Duplex
  - ▶ Una estación puede o transmitir o recibir, nunca las dos cosas a la vez
  - ▶ Si se transmite y recibe al mismo tiempo → colisión
- ▶ Full Duplex
  - ▶ Una estación puede transmitir y recibir al mismo tiempo



# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Una estación puede funcionar en Full Duplex solo y exclusivamente si es la única estación del dominio de colisión

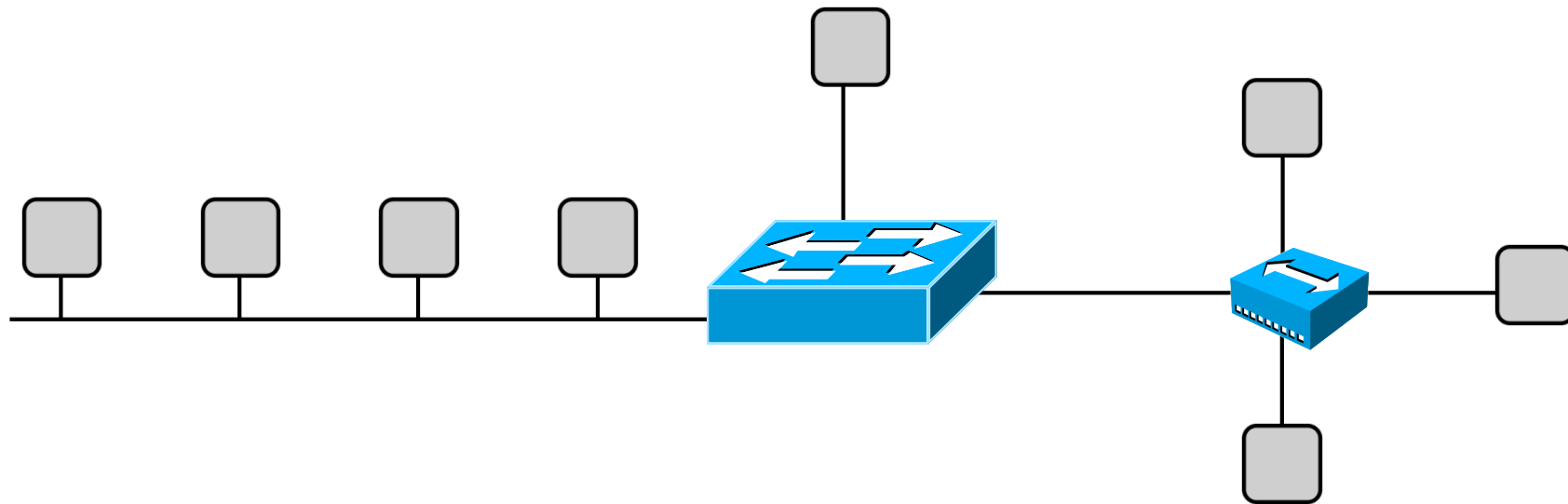


# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Una estación puede funcionar en Full Duplex solo y exclusivamente si es la única estación del dominio de colisión

¿Cuántos dominios de colisión hay?



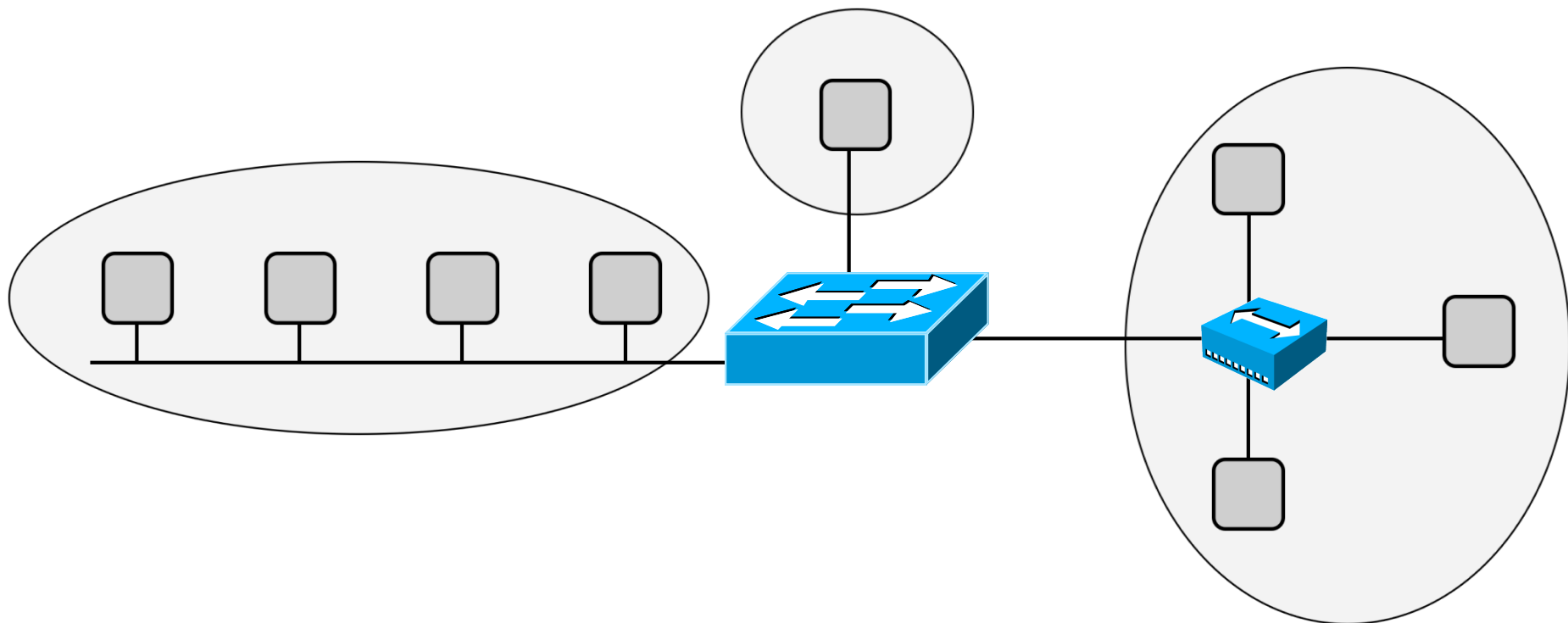
# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Una estación puede funcionar en Full Duplex solo y exclusivamente si es la única estación del dominio de colisión

¿Cuántos dominios de colisión hay?

Un dominio por interfaz del switch → 3



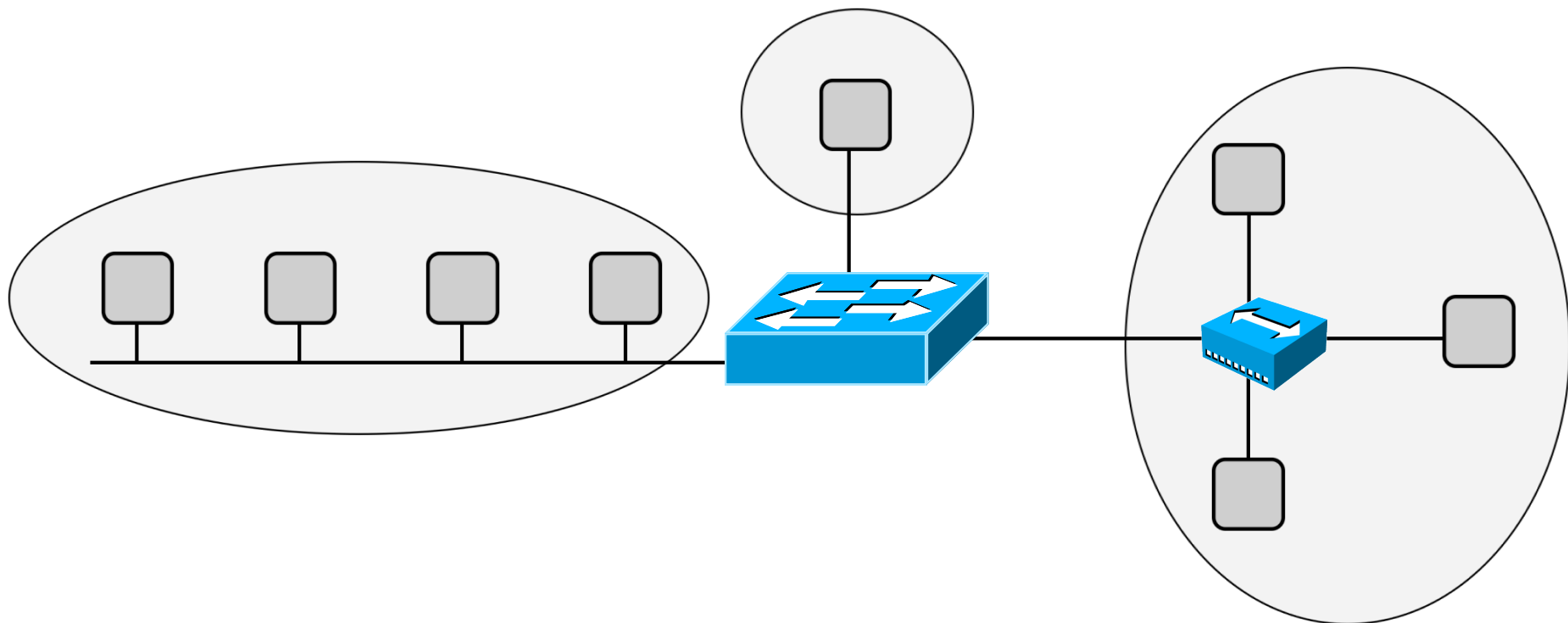
# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Una estación puede funcionar en Full Duplex solo y exclusivamente si es la única estación del dominio de colisión

¿Cuántos dominios de colisión hay?  
Un dominio por interfaz del switch → 3

¿Qué estación o estaciones funcionan en Full Duplex?



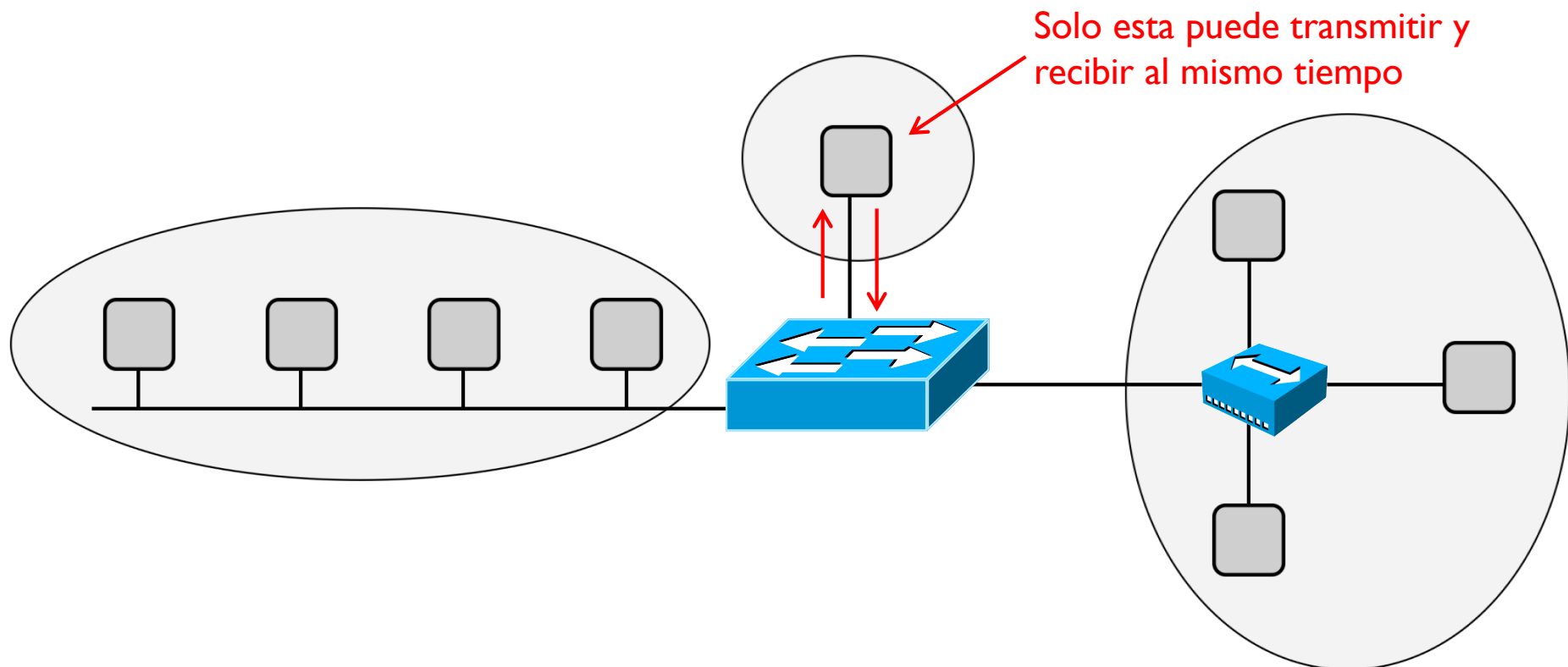
# Tema 4 – Half Duplex vs. Full Duplex

---

- ▶ Una estación puede funcionar en Full Duplex solo y exclusivamente si es la única estación del dominio de colisión

¿Cuántos dominios de colisión hay?  
Un dominio por interfaz del switch → 3

¿Qué estación o estaciones funcionan en Full Duplex?



# Tema 4 – Redes LAN

---

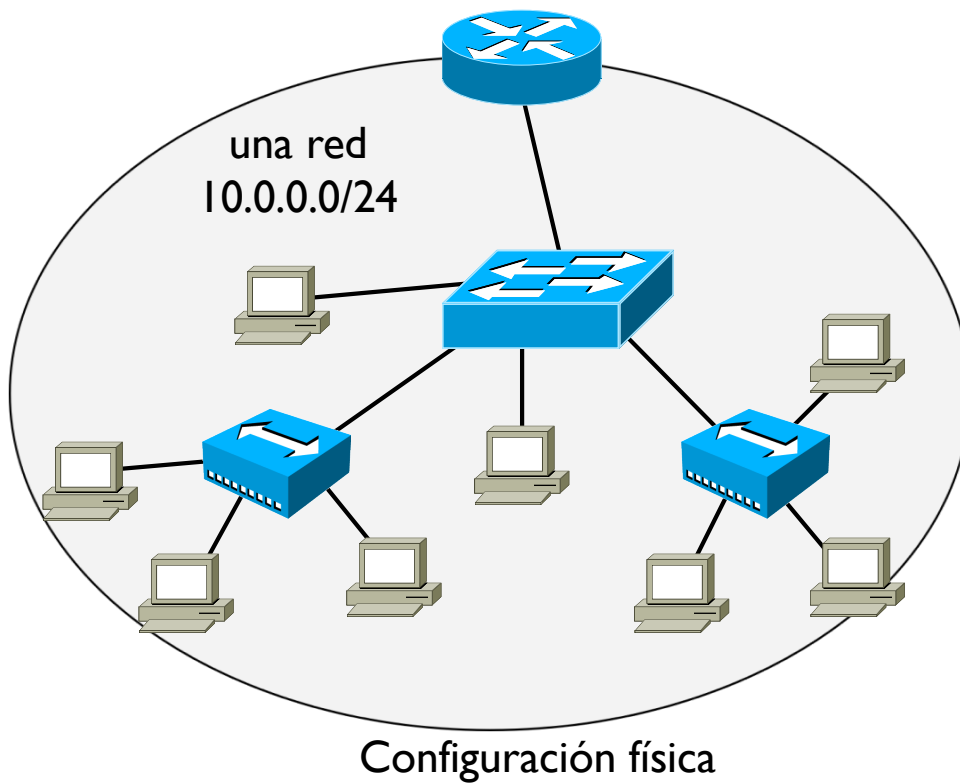
- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Acceso al medio compartido
- ▶ c) Ethernet
- ▶ d) Ethernet conmutada
- ▶ **e) Virtual LAN**
- ▶ f) WiFi



# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

---

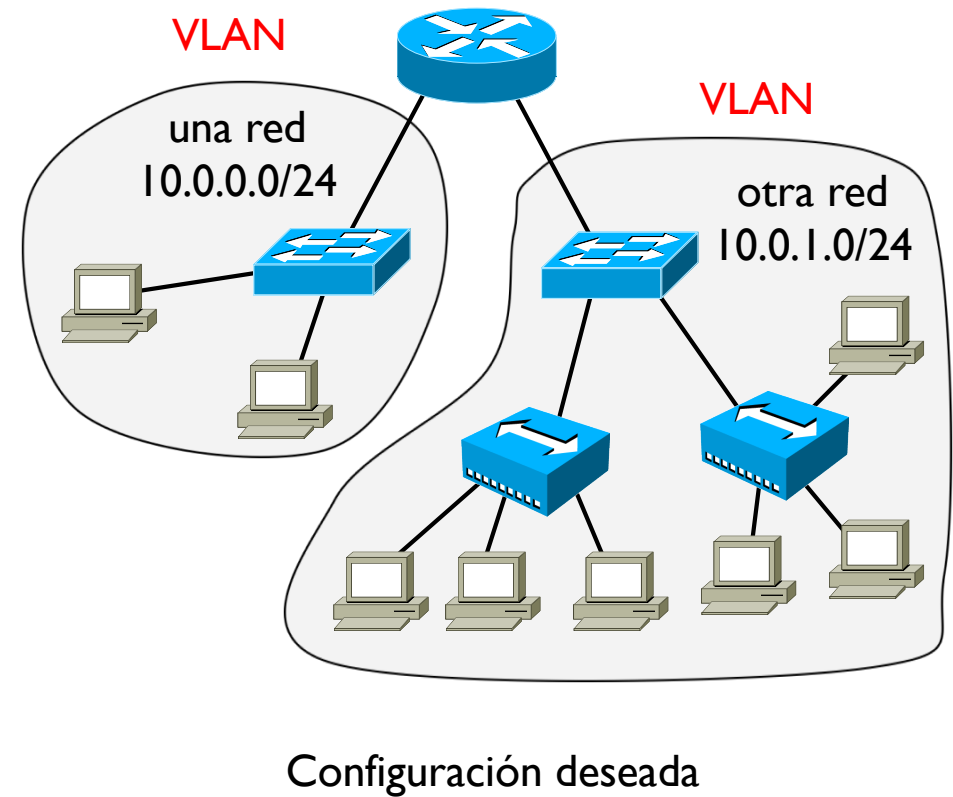
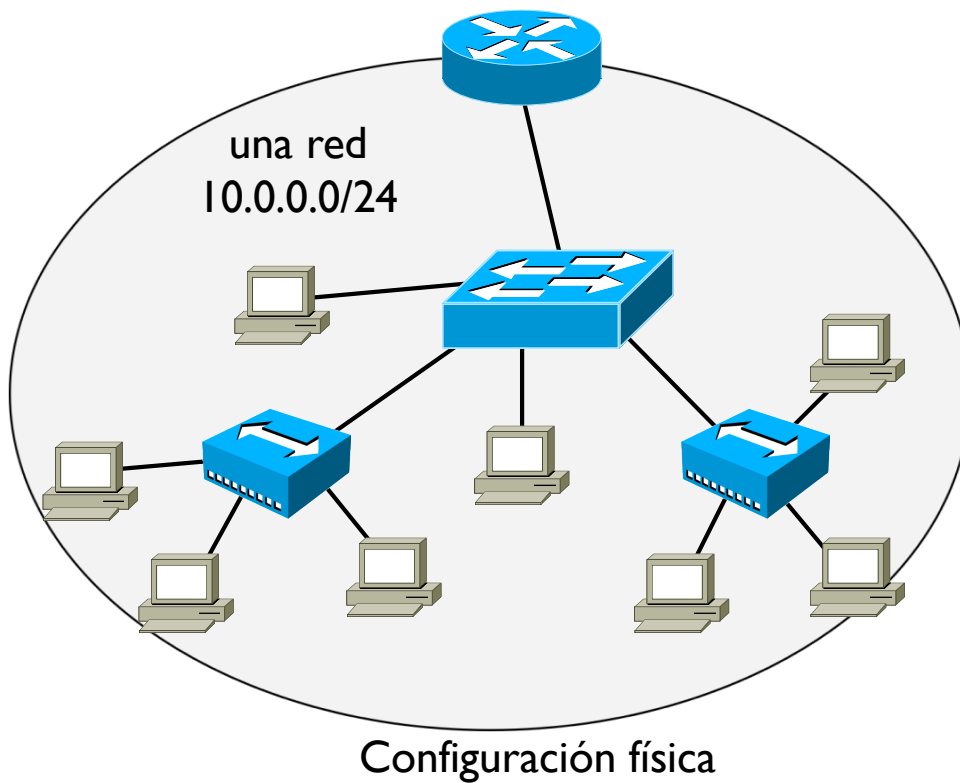
- ▶ Permite configurar una LAN libremente, de manera que la configuración física no se corresponda a la que se quiere
- ▶ Se necesita un switch y un router





# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

- ▶ Permite configurar una LAN libremente, de manera que la configuración física no se corresponda a la que se quiere
- ▶ Se necesita un switch y un router



# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

---

- ▶ Estándar IEEE 802.1q (conocido también como dot1q)
- ▶ El router solo tiene un enlace y una interfaz, pero **virtualmente** es como si tuviera tantos enlaces e interfaces cuantas VLAN se crean
  - ▶ En el ejemplo hay 2 VLAN, entonces el router tiene 2 interfaces virtuales y dos enlaces virtuales
  - ▶ Este enlace del router se llama **trunk**
  - ▶ Es implica que hay que asignar 2 @IP al router, una por cada VLAN
- ▶ El switch se separa en tantos switches cuantas VLAN se crean
  - ▶ Para configurarlo, se asignan interfaces a las VLAN creadas
  - ▶ El switch mantiene una tabla con estas asignaciones

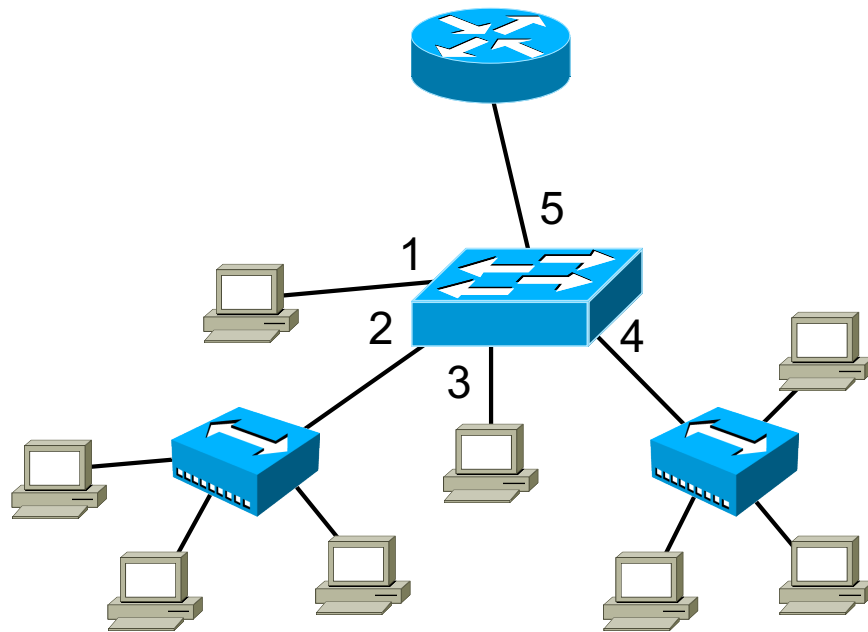
VLAN	interfaz
VLAN-1	1, 4
VLAN-2	2, 3, 5
trunk	6



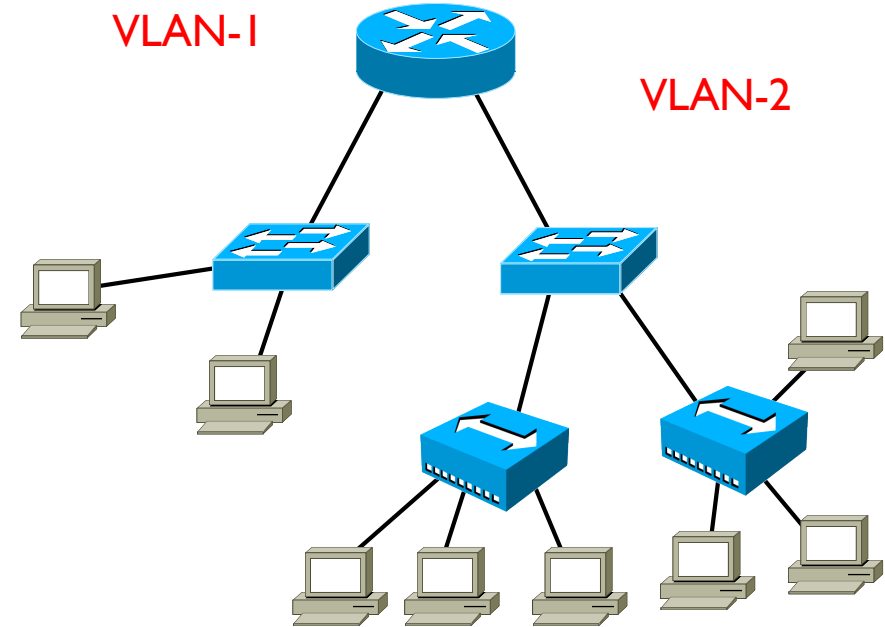
# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

---

## Ejemplo



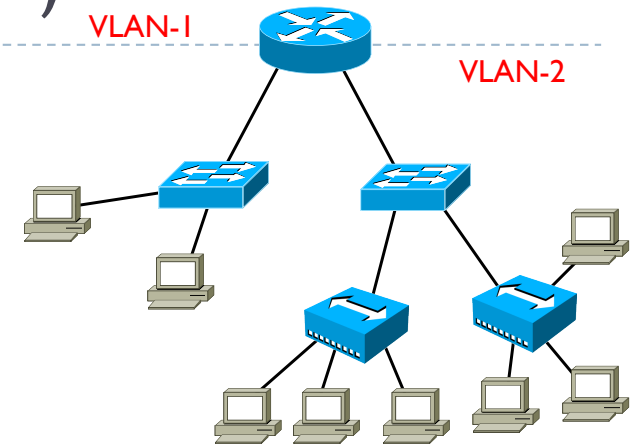
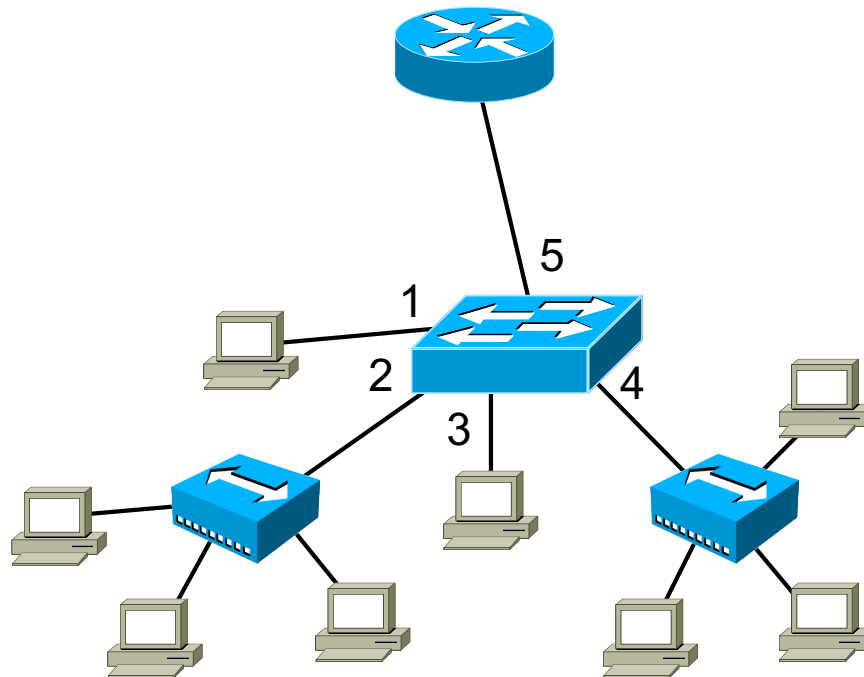
Configuración física



Configuración deseada

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

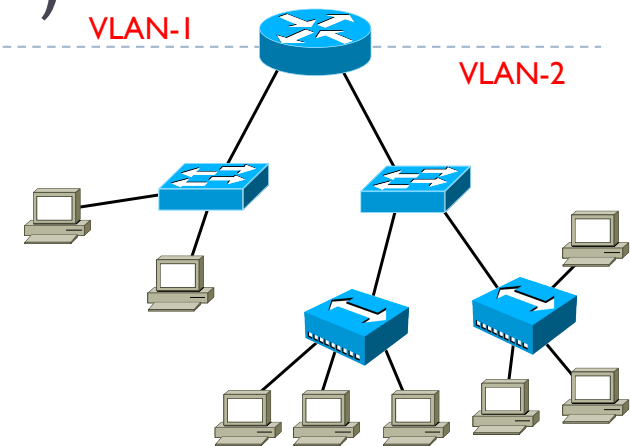
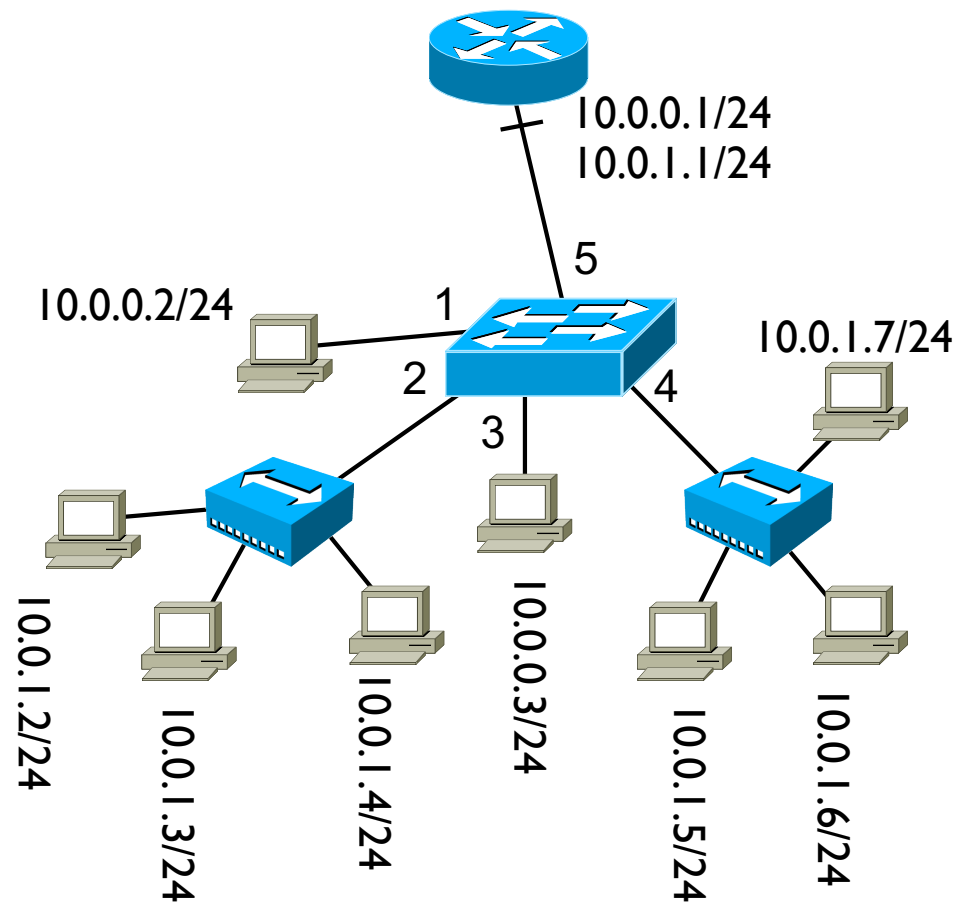
## Ejemplo



VLAN	interfaz
VLAN-1	1, 3
VLAN-2	2, 4
trunk	5

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

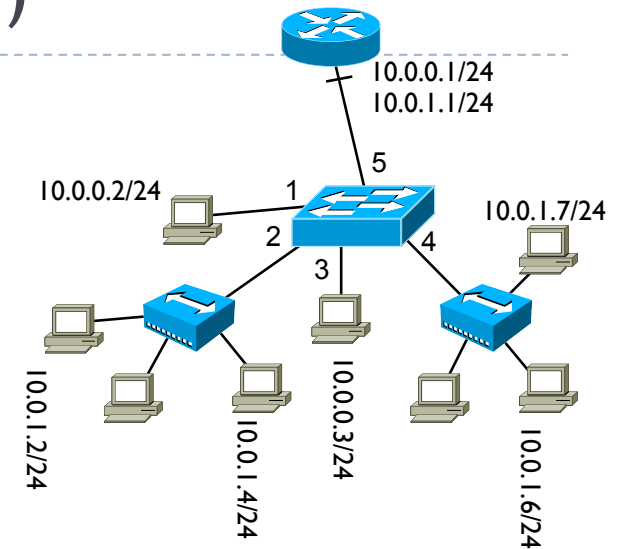
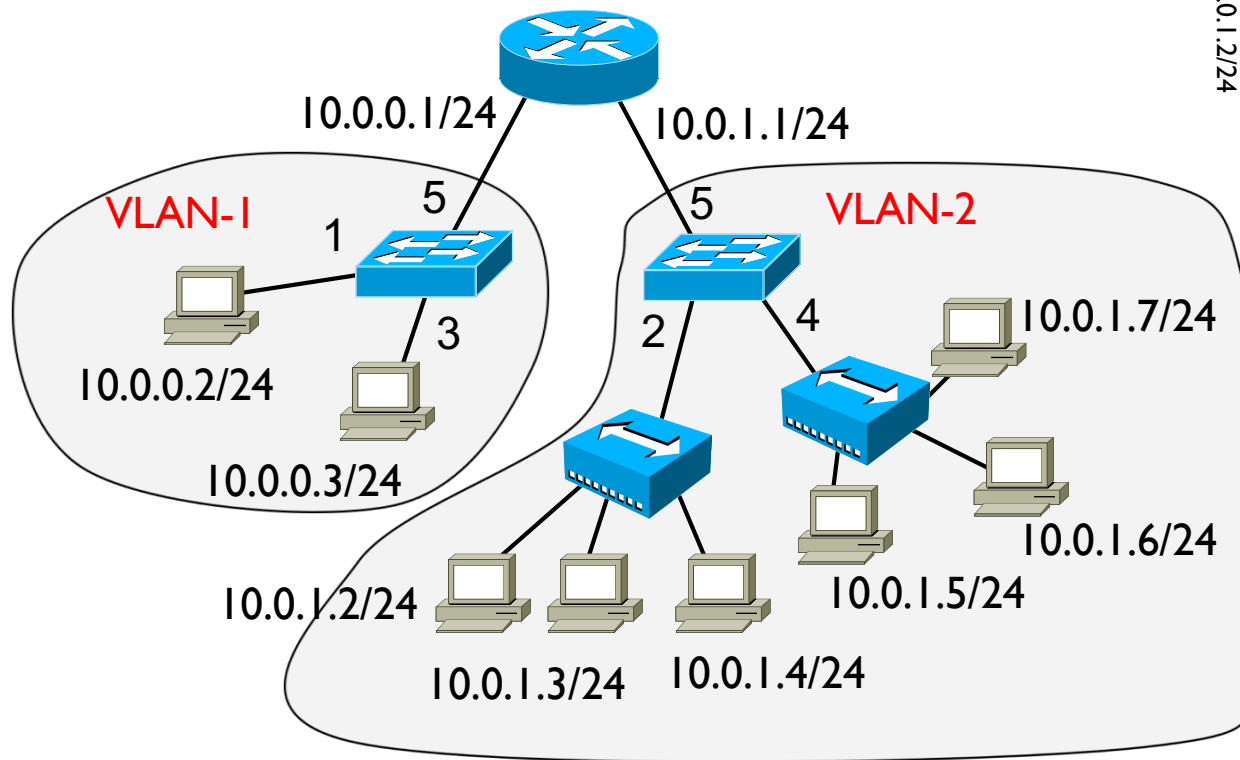
## Ejemplo



VLAN	interfaz
VLAN-1	1, 3
VLAN-2	2, 4
trunk	5

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

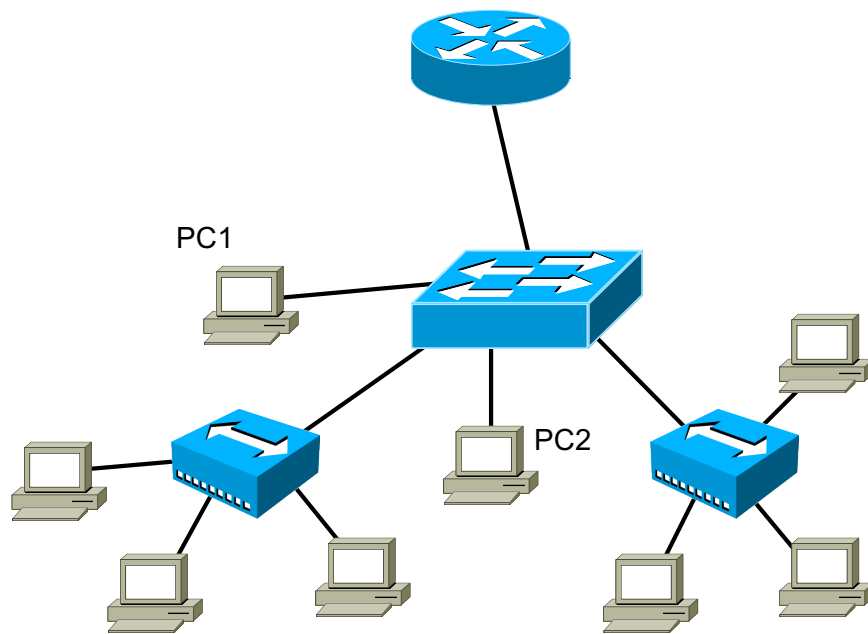
## Ejemplo



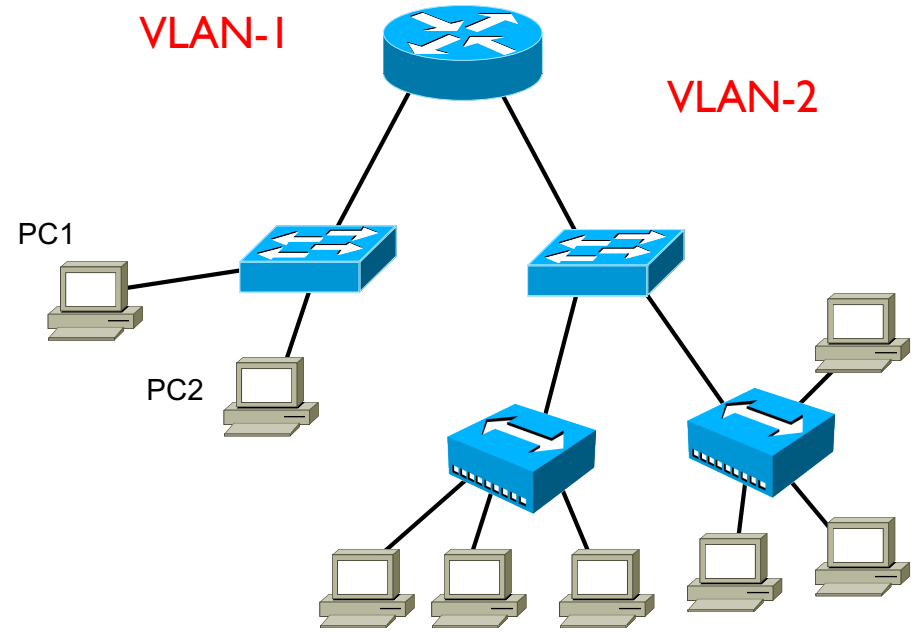
# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

---

¿Por donde pasan los datagramas si PC1 transmite a PC2?



Configuración física



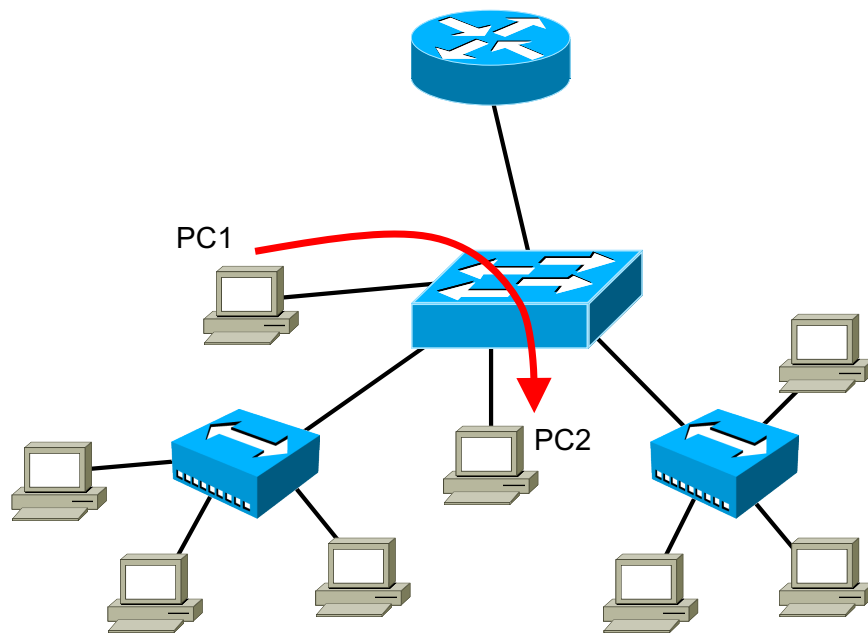
Configuración deseada



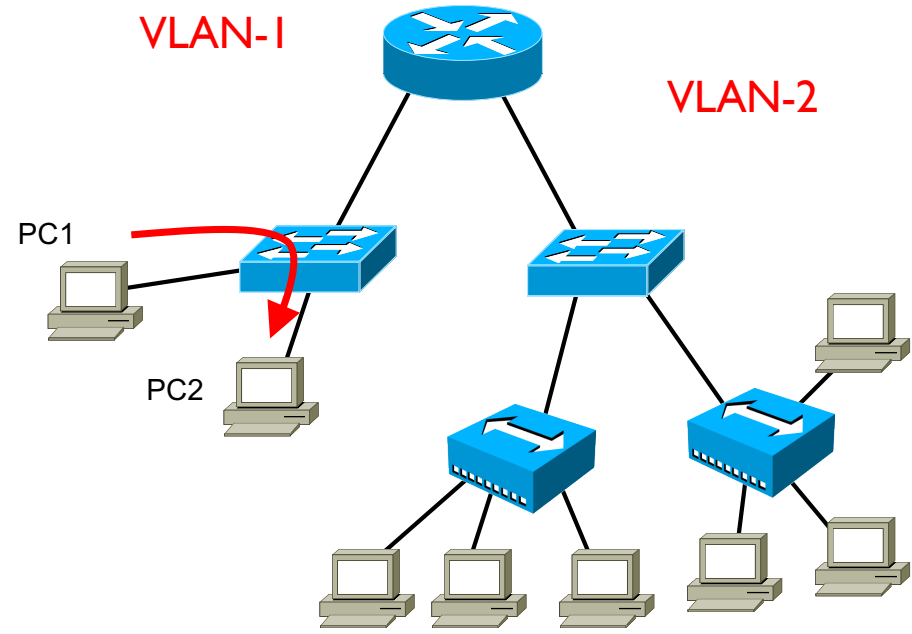
# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

¿Por donde pasan los datagramas si PC1 transmite a PC2?

Pertenecen a la misma red, van directo pasando por el switch



Configuración física



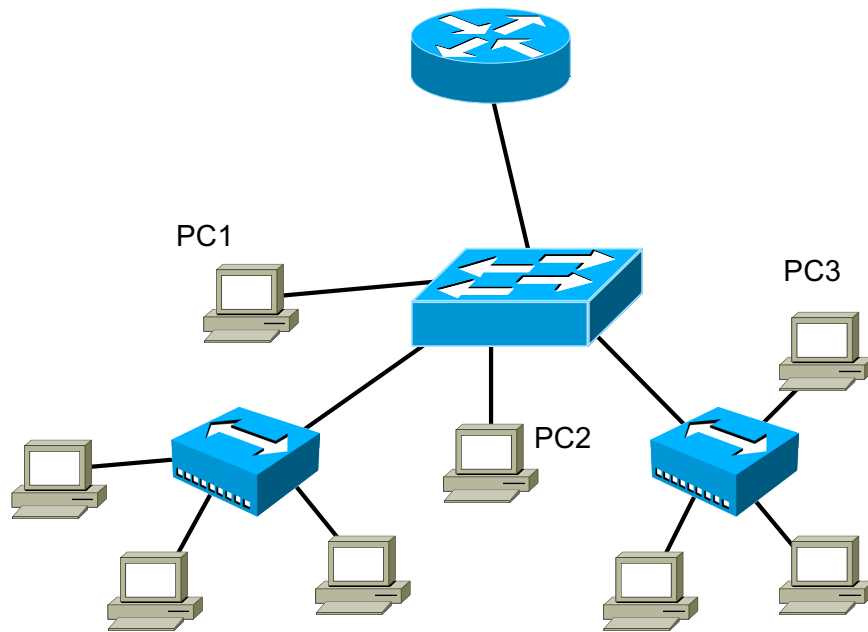
Configuración deseada



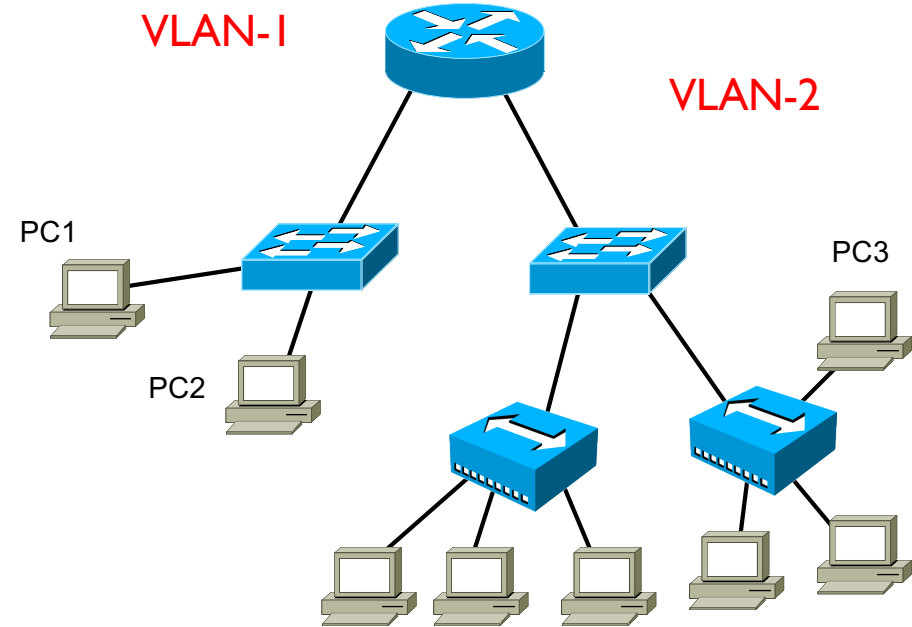
# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

---

¿Por donde pasan los datagramas si PC1 transmite a PC3?



Configuración física



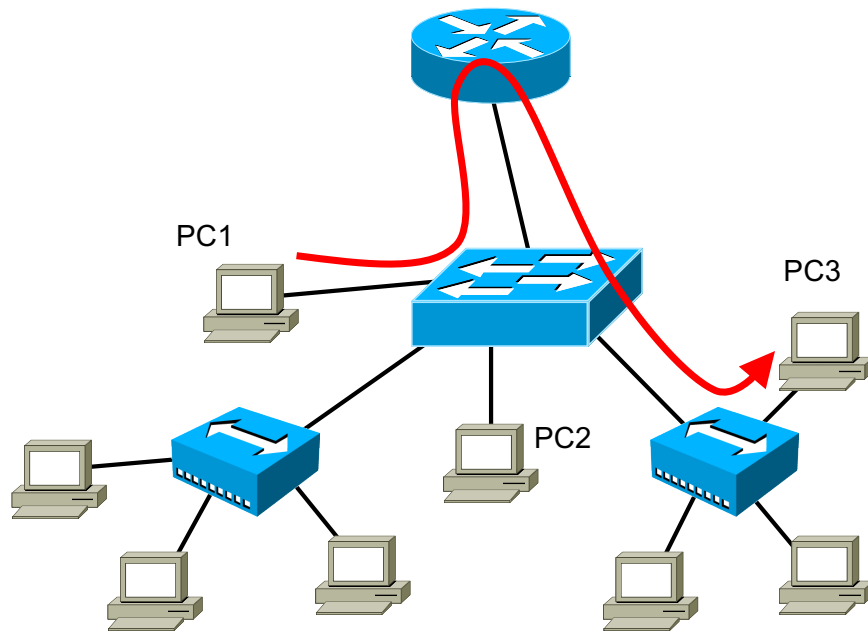
Configuración deseada



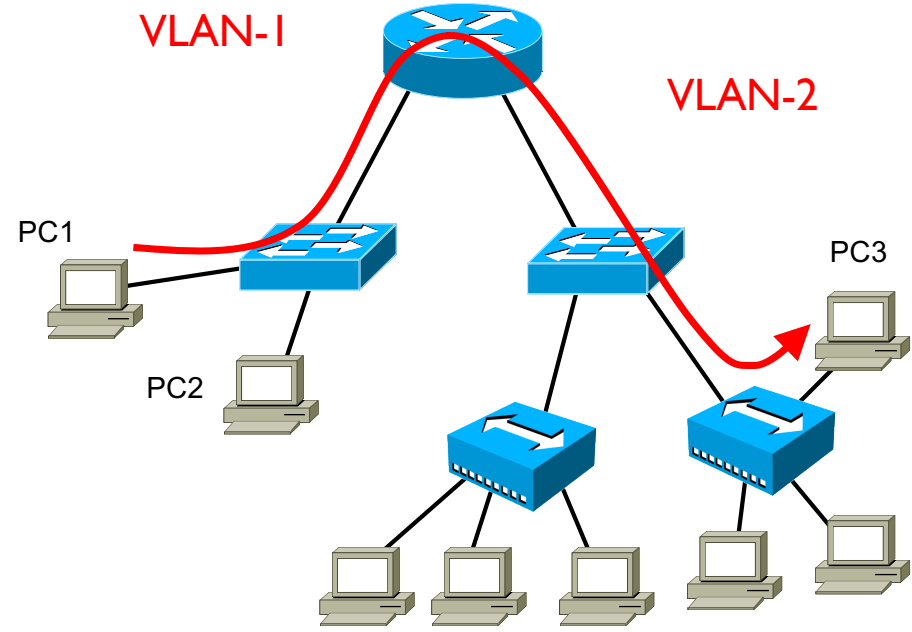
# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

¿Por donde pasan los datagramas si PC1 transmite a PC3?

PC1 y PC3 pertenecen a dos redes (VLAN) diferentes, hay que pasar por el router



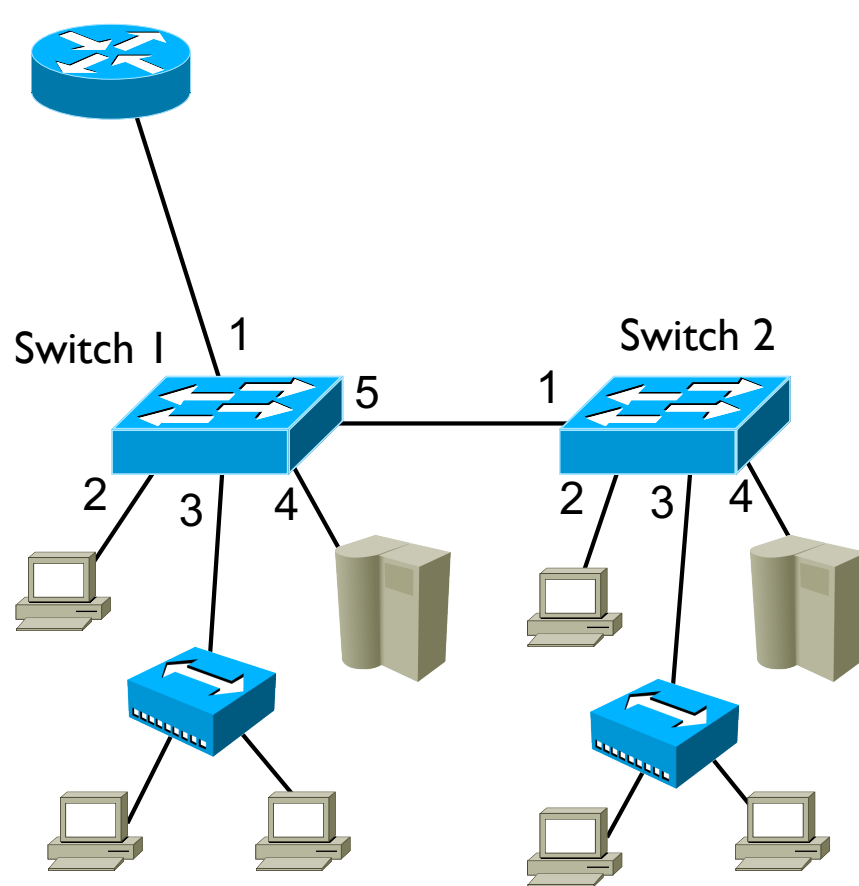
Configuración física



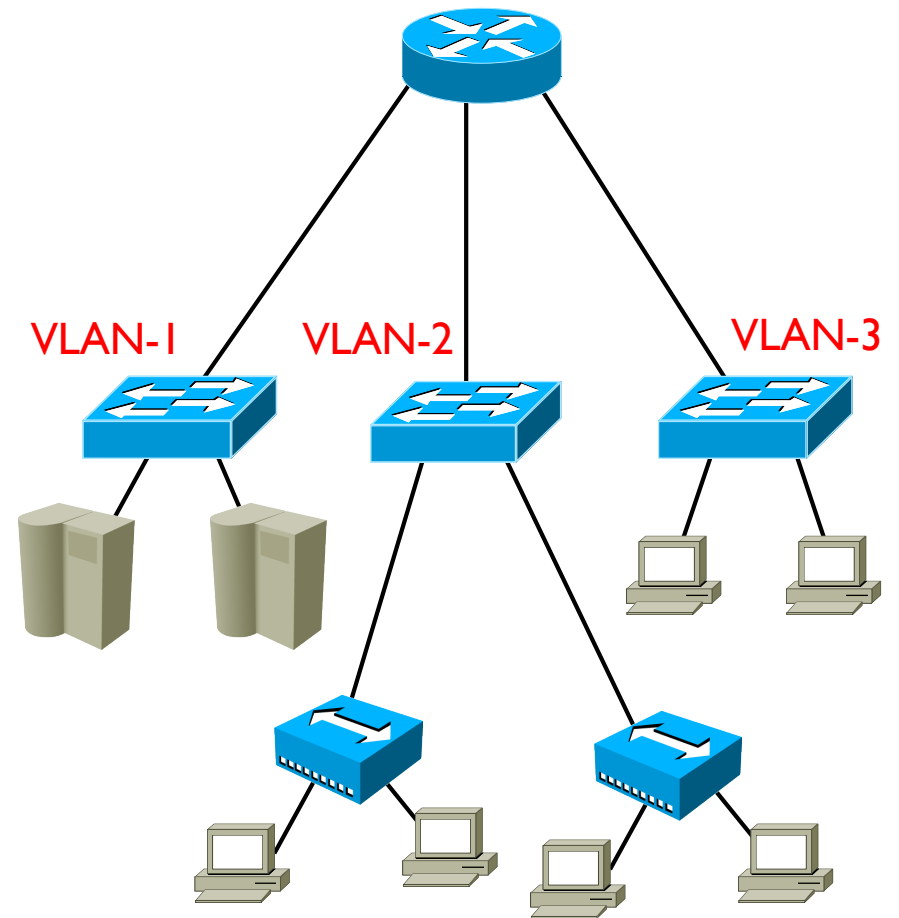
Configuración deseada

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

## Segundo ejemplo



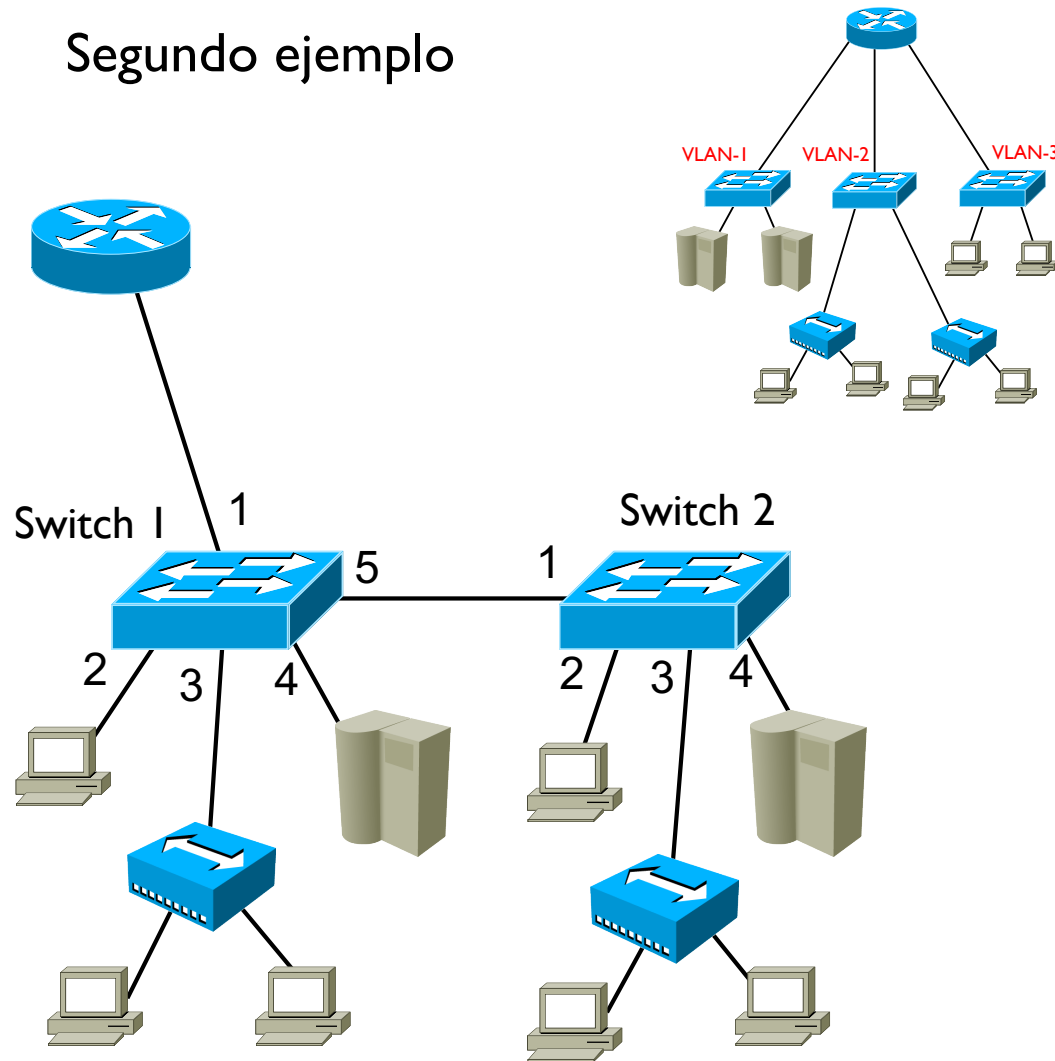
Configuración física



Configuración deseada

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

## Segundo ejemplo

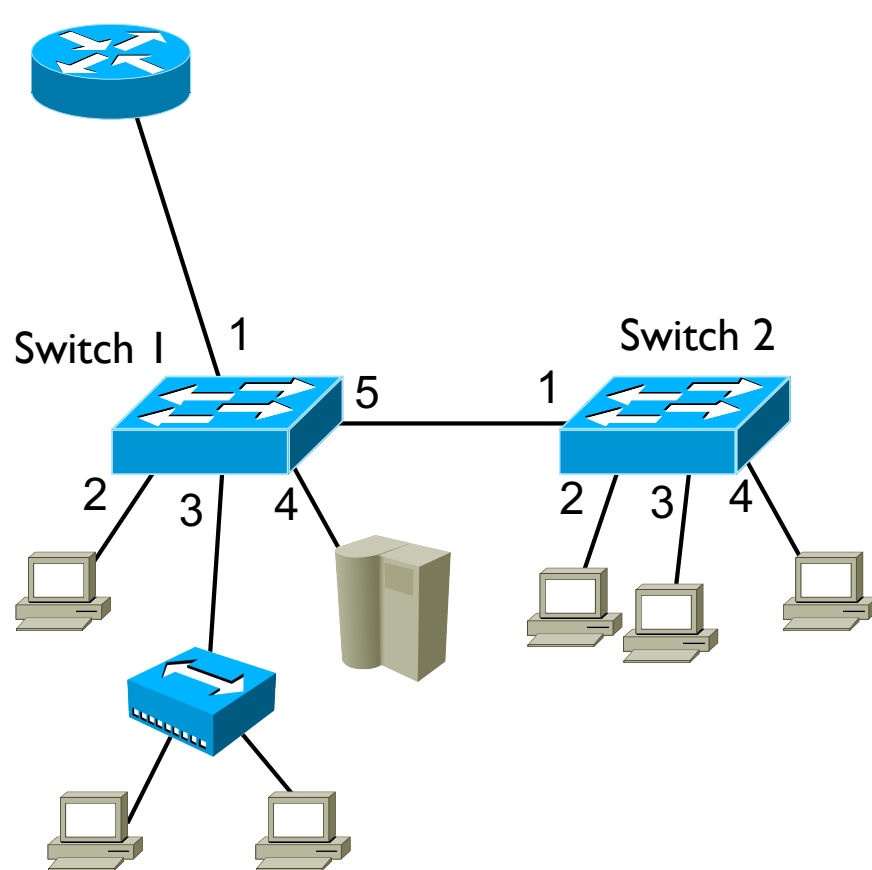


Switch 1	
VLAN	interfaz
VLAN-1	4
VLAN-2	3
VLAN-3	2
trunk	1, 5

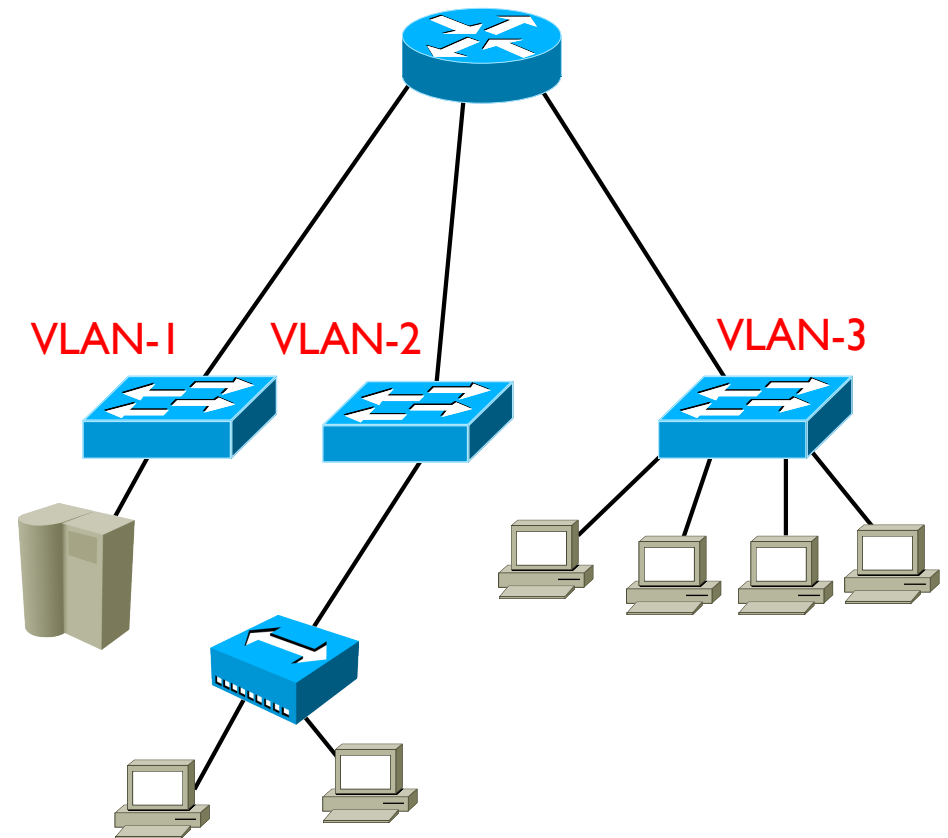
Switch 2	
VLAN	interfaz
VLAN-1	4
VLAN-2	3
VLAN-3	2
trunk	1

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

## Tercer ejemplo



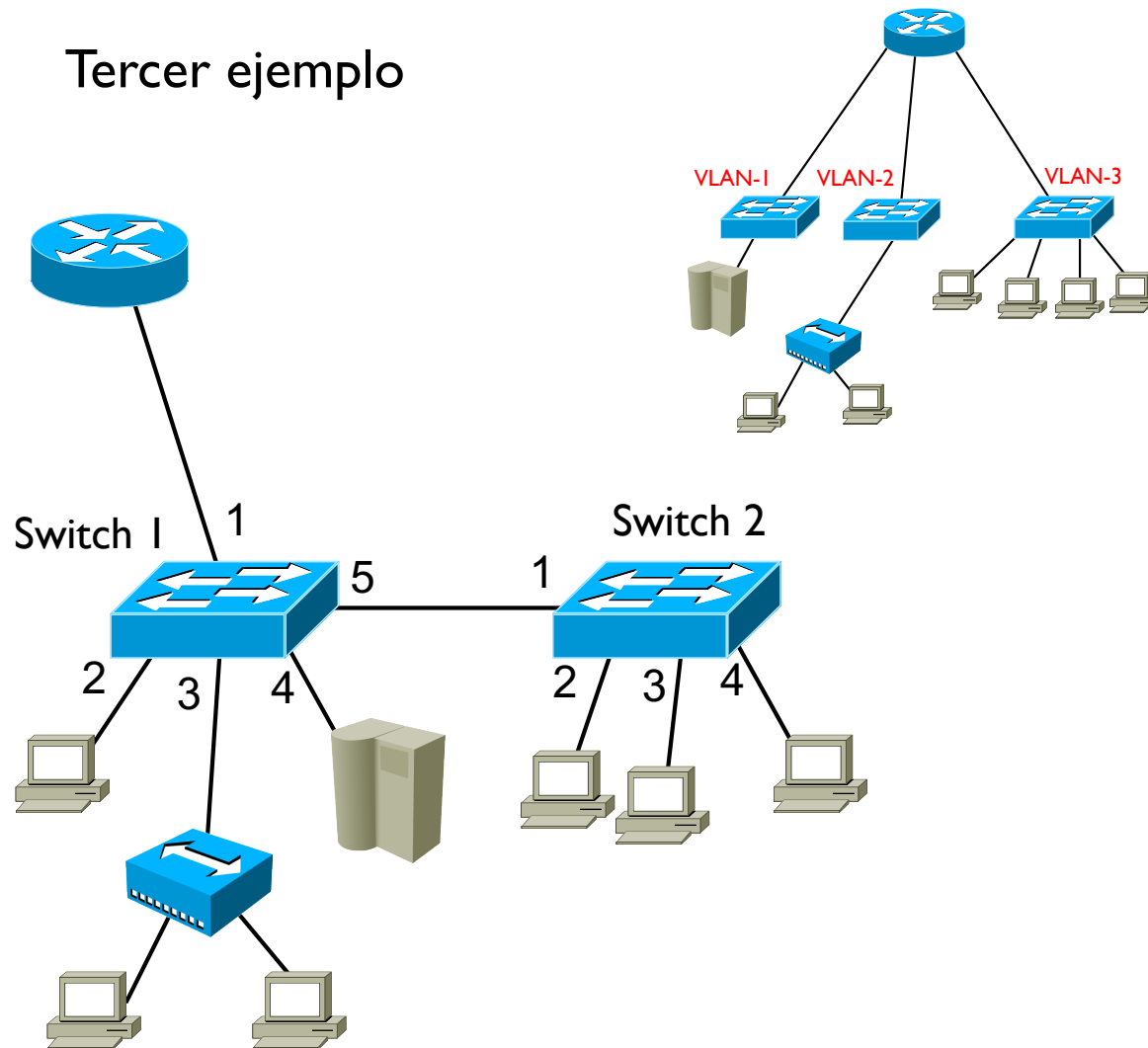
Configuración física



Configuración deseada

# Tema 4 – Virtual LAN (VLAN)

## Tercer ejemplo



Switch 1	
VLAN	interfaz
VLAN-1	4
VLAN-2	3
VLAN-3	2, 5
trunk	1

Switch 2	
VLAN	interfaz
VLAN-3	1, 2, 3, 4

# Tema 4 – Redes LAN

---

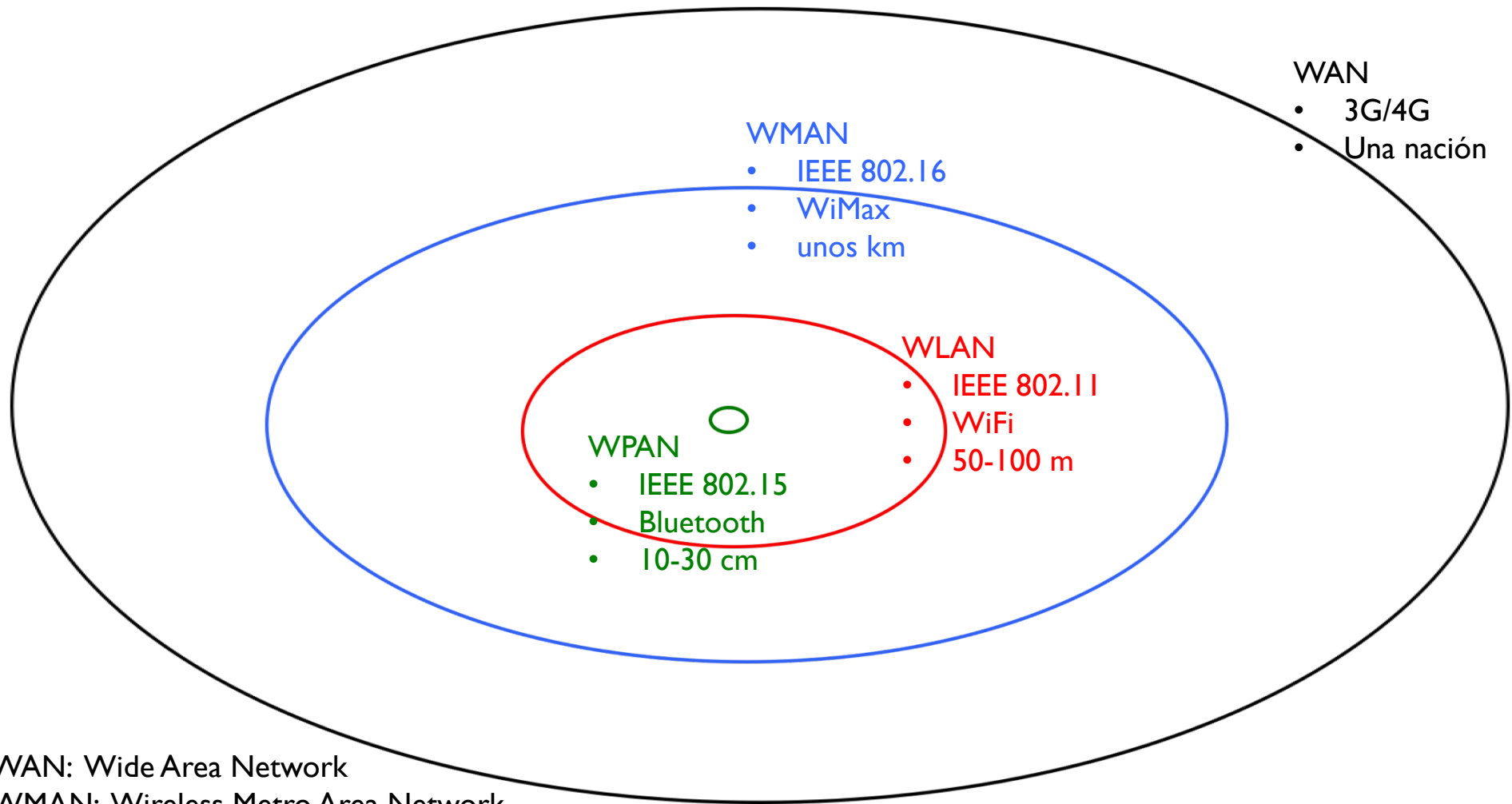
- ▶ a) Introducción
- ▶ b) Acceso al medio compartido
- ▶ c) Ethernet
- ▶ d) Ethernet conmutada
- ▶ e) Virtual LAN
- ▶ **f) WiFi**



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## ► Situamos el entorno



WAN: Wide Area Network

WMAN: Wireless Metro Area Network

WPAN: Wireless Personal Area Network





# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## ▶ Los estándares WLAN (WiFi)

▶ 802.11	Primera versión	1-2 Mbit/s	1997
▶ 802.11b	Comercial, WiFi	11 Mbits/s	1999
▶ 802.11g	WiFi de alta velocidad	54 Mbit/s	2003
▶ 802.11n	Mayor velocidad	hasta 600 Mbit/s	2009
▶ 802.11ac		hasta 1.3 Gbit/s	2013
▶ 802.11ax		hasta 10 Gbit/s	2019
▶ 802.11ay			
▶ ...			

- ▶ Las indicadas son las velocidades máximas. La velocidad real depende de varios factores como son las interferencias, la distancia, los obstáculos, número de estaciones, etc.

## ▶ Por ejemplo

- ▶ El 802.11b puede ir a 11 Mbits, 5.5 Mbits/, 2 Mbits o 1 Mbit/s
- ▶ El 802.11g puede ir a 54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, 2 o 1 Mbit/s

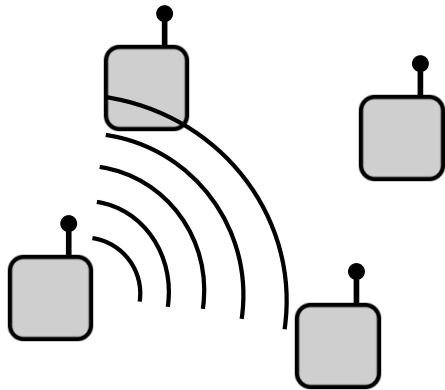


# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

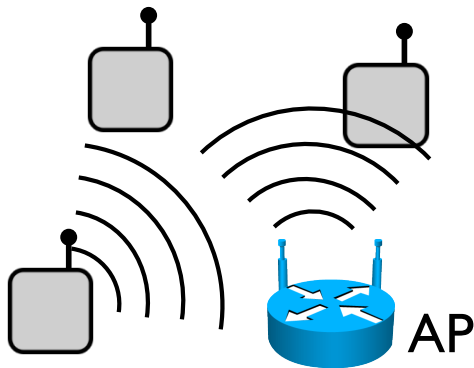
## ► Dos modos de operar

### Ad-hoc



- Una señal transmitida se propaga en todo el entorno del origen
- La potencia de la señal se reduce con la distancia definiendo hasta donde se propaga
- Todas las estaciones reciben la señal, una sola se queda con la trama

### Estrella o infraestructura



- Como antes, una señal transmitida se propaga en todo el entorno del origen y su potencia se reduce con la distancia
- Solo el punto de acceso (AP) se queda con la trama
- El AP retransmite la señal que finalmente recibe el destino
- Es el equivalente inalámbrico de la topología estrella cableada donde el AP sustituye el hub

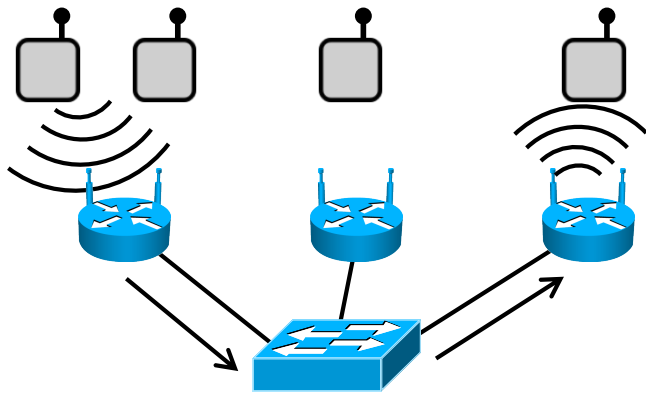


# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

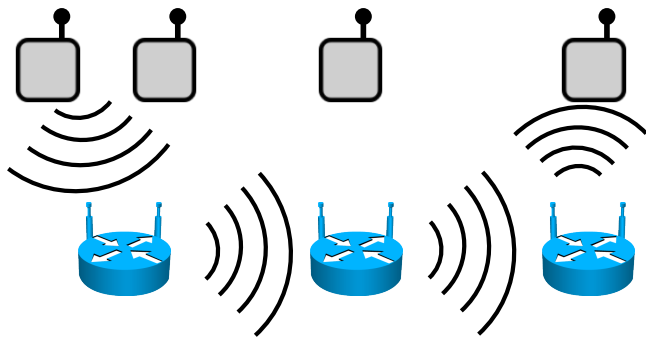
## ► Posibles extensiones modo infraestructura

### Extended Service Set



- En los dos casos, sigue habiendo una única LAN
- Permiten crear una red inalámbrica más grandes

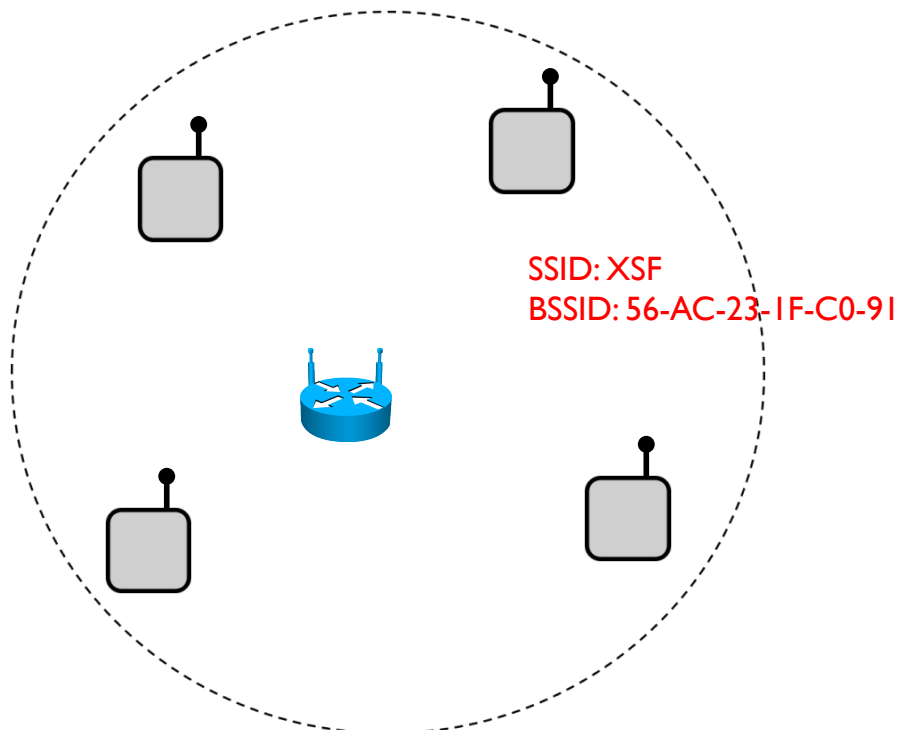
### Wireless Distributed System



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

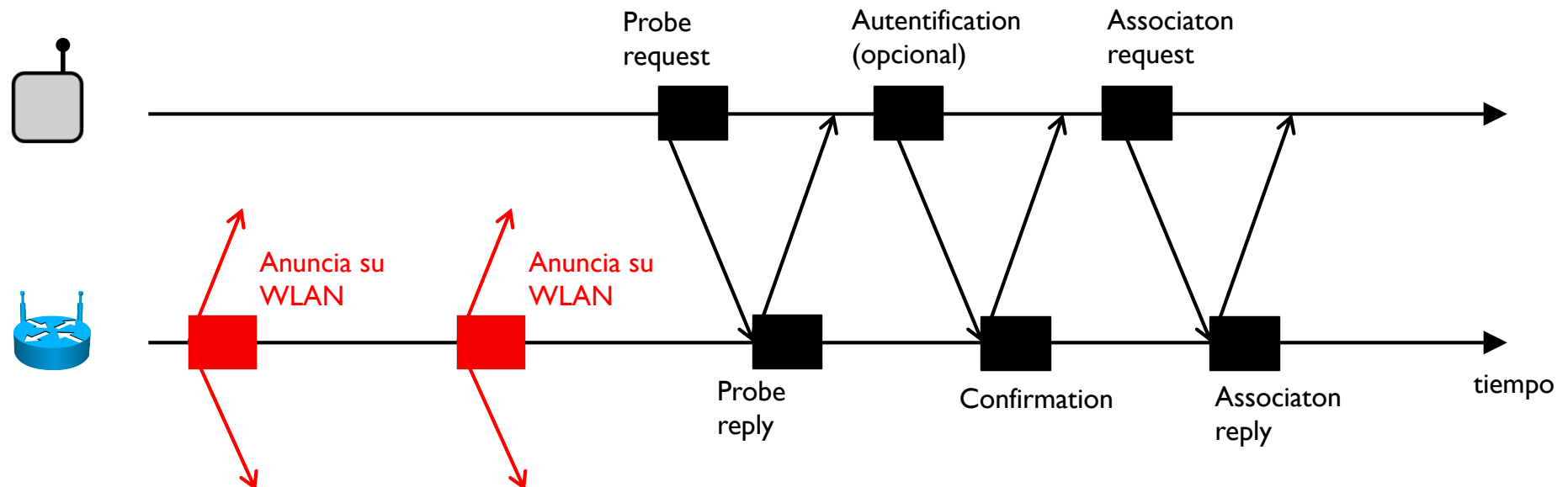
---

- ▶ En todos los casos, las estaciones y el AP deben crear un vínculo para establecer una WLAN
  - ▶ Cada WLAN se identifica con un Basis Service Set (BSS)
  - ▶ Un BSS tiene un nombre llamado Service Set Identifier (SSID) y un número de 48 bits llamado BSS Identifier (BSSID)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

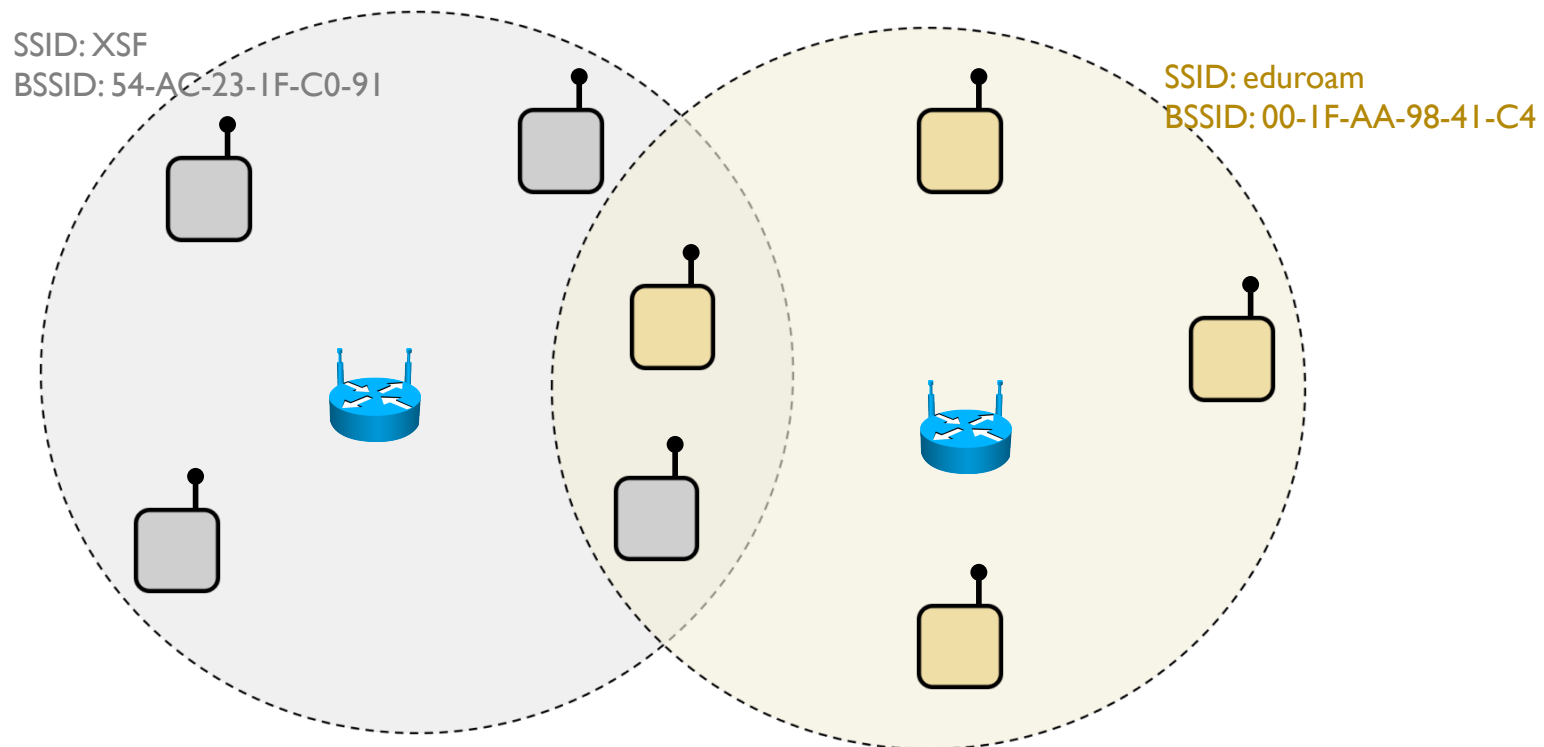
- ▶ El AP o una estación determinada en el modo ad-hoc envía tramas periódicas que contienen el SSID y el BSSID para anunciar su WLAN
- ▶ Si una estación quiere pertenecer a la WLAN, debe asociarse a ella



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

- ▶ De manera que cada estación pertenece a la WLAN que le toca aunque haya solapamiento de áreas



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## Protocolo MAC de WLAN

- ▶ Se usa un protocolo distribuido de tipo aleatorio
- ▶ Pero no se puede usar el mismo protocolo de Ethernet porque si una estación transmite, esta no puede escuchar el medio para detectar si una colisión
- ▶ Se usa el CSMA/CA
  - ▶ Carrier Sence Multiple Access with Collision Avoidance
  - ▶ Acceso múltiplo por escucha de portadora con prevención de colisiones



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## Protocolo MAC de WLAN

- ① Si una estación quiere transmitir, escucha el medio (si no transmite, si que puede detectar otra transmisión)
  - ▶ Si está ocupado va al punto (2)
  - ▶ Si está libre, espera un tiempo y transmite y va al punto (3)
- ② Como el medio está ocupado, en este caso la estación genera un tiempo aleatorio (backoff) y vuelve al punto (1)
- ③ Después de haber transmitido la trama enteramente, espera un tiempo (temporizador). Durante este tiempo
  - ▶ La estación espera que la estación destino le transmita una trama de vuelta que confirme que la trama se ha recibido correctamente
  - ▶ Si pasado este tiempo la estación no recibe esta trama de confirmación, se vuelve al punto (1) y intenta retransmitir la misma trama



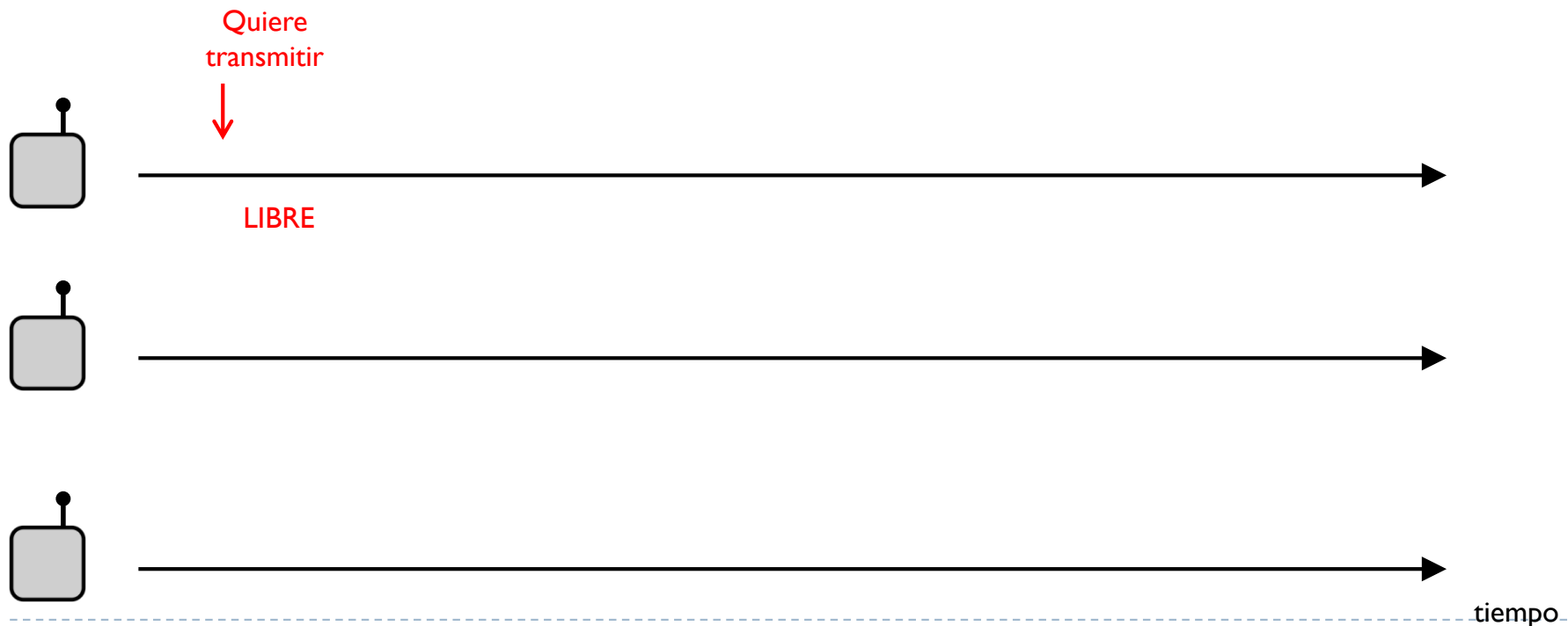


# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## Protocolo MAC de WLAN

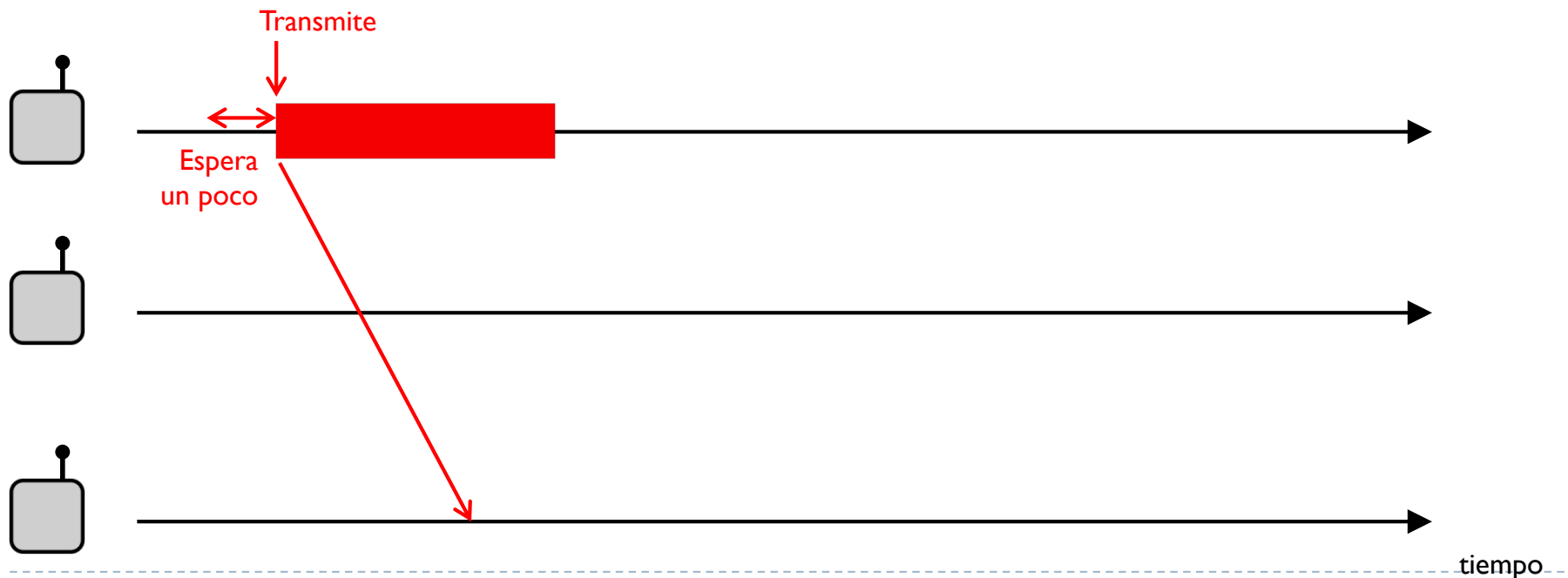
- ① Si una estación quiere transmitir, escucha el medio (si no transmite, si que puede detectar otra transmisión)
  - ▶ Si está ocupado va al punto (2)
  - ▶ Si está libre, espera un tiempo y transmite y va al punto (3)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

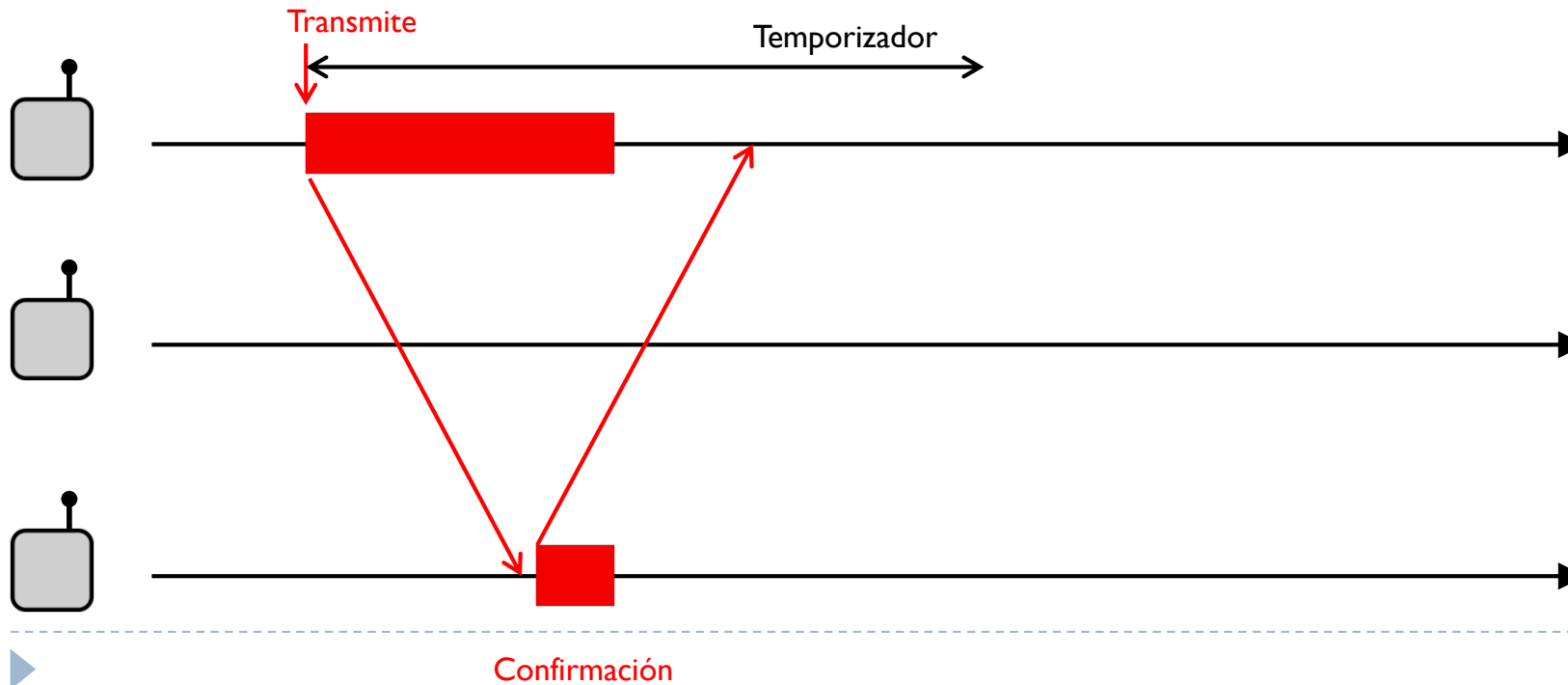
- ① Si una estación quiere transmitir, escucha el medio (si no transmite, si que puede detectar otra transmisión)
  - ▶ Si está ocupado va al punto (2)
  - ▶ Si está libre, espera un tiempo y transmite y va al punto (3)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

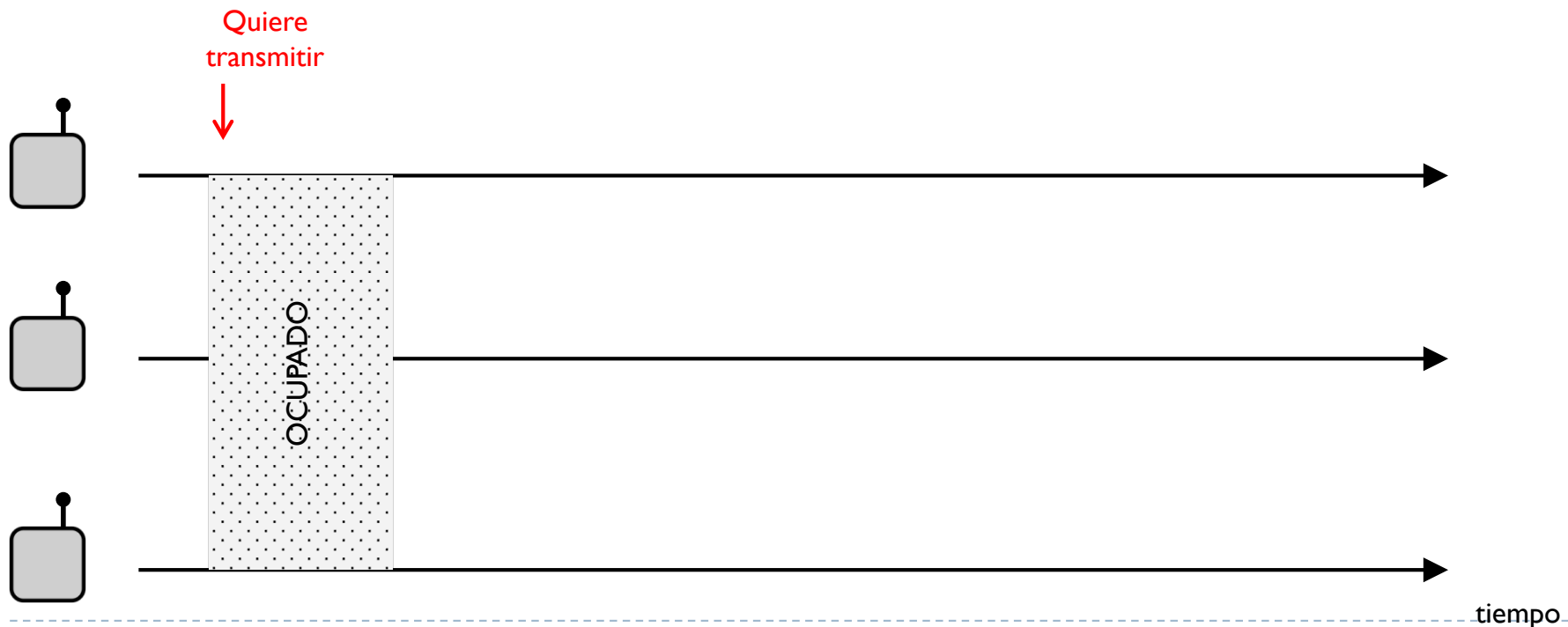
- ③ Después de haber transmitido la trama enteramente, espera un tiempo (temporizador). Durante este tiempo
- ▶ La estación espera que la estación destino le transmita una trama de vuelta que confirme que la trama se ha recibido correctamente
  - ▶ Si pasado este tiempo la estación no recibe esta trama de confirmación, se vuelve al punto (I) y intenta retransmitir la misma trama



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

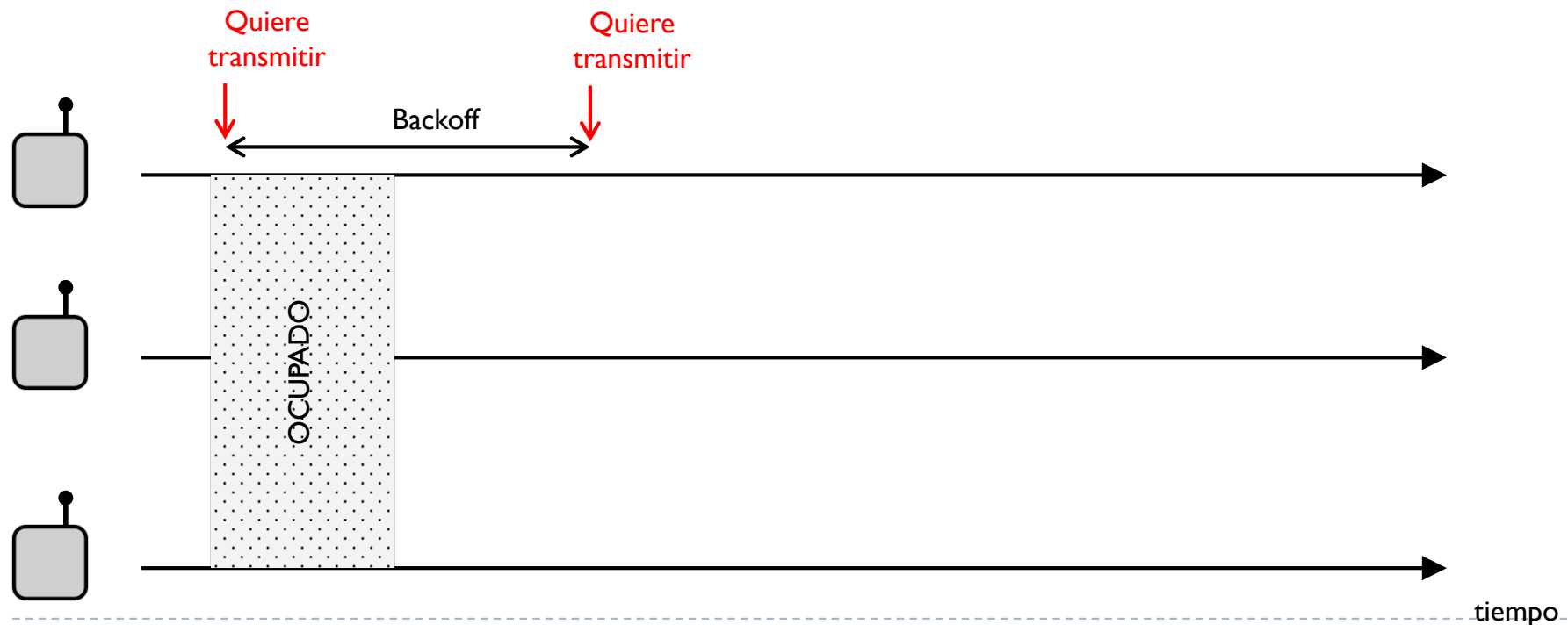
- ① Si una estación quiere transmitir, escucha el medio (si no transmite, si que puede detectar otra transmisión)
  - ▶ Si está ocupado va al punto (2)
  - ▶ Si está libre, espera un tiempo y transmite y va al punto (3)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

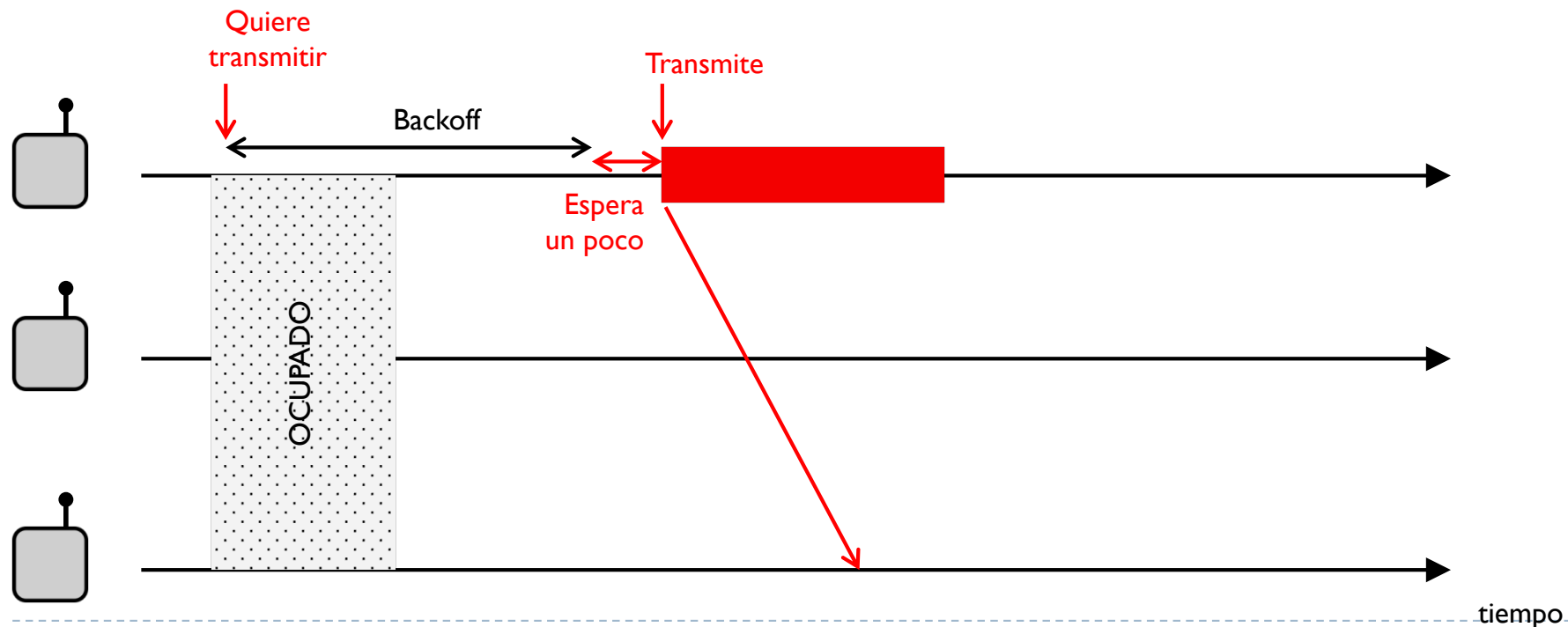
- ② Como el medio está ocupado, en este caso la estación genera un tiempo aleatorio (backoff) y vuelve al punto (1)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

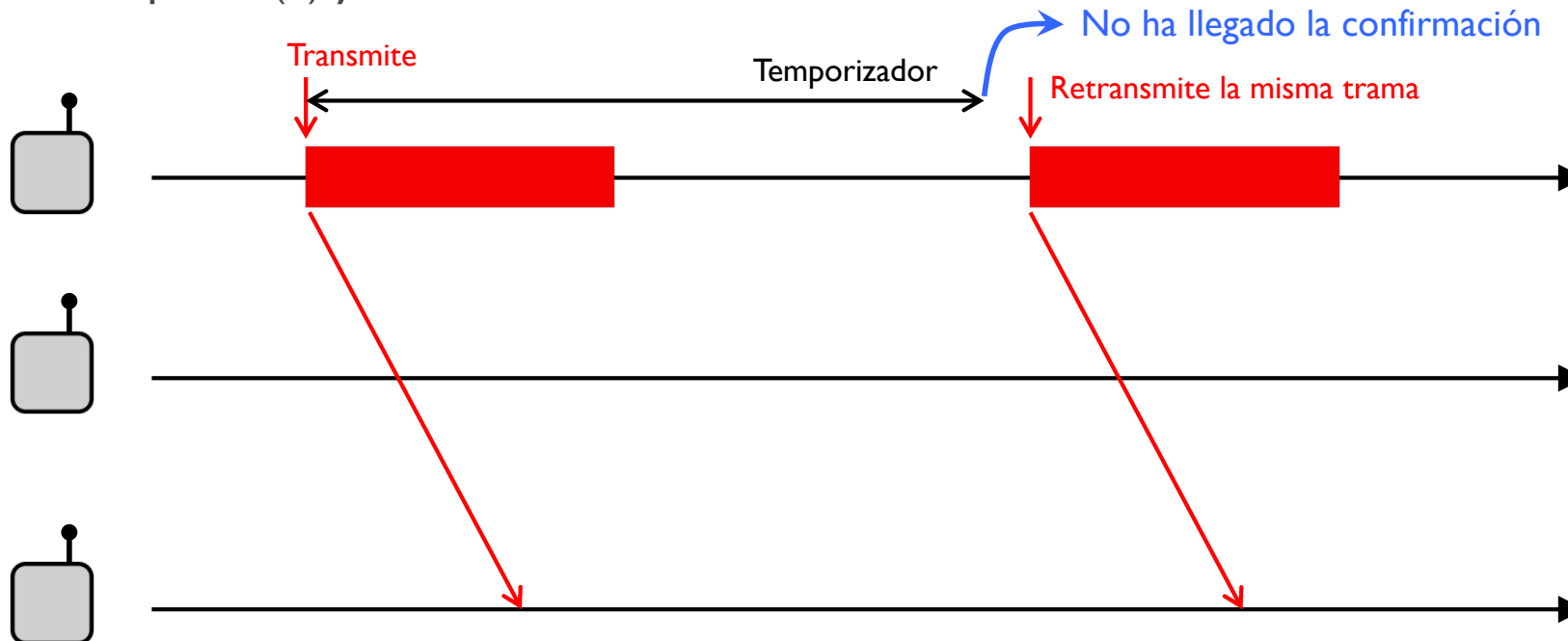
- ① Si una estación quiere transmitir, escucha el medio (si no transmite, si que puede detectar otra transmisión)
  - ▶ Si está ocupado va al punto (2)
  - ▶ Si está libre, espera un tiempo y transmite y va al punto (3)



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

## Protocolo MAC de WLAN

- ③ Después de haber transmitido la trama enteramente, espera un tiempo (temporizador). Durante este tiempo
- ▶ La estación espera que la estación destino le transmita una trama de vuelta que confirme que la trama se ha recibido correctamente
  - ▶ Si pasado este tiempo la estación no recibe esta trama de confirmación, se vuelve al punto (I) y intenta retransmitir la misma trama



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

## Formato de una trama

2 bytes	2 bytes	6 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	6 bytes	0-2312 bytes	4 bytes
Control de trama	Duración	MAC 1	MAC 2	MAC 3	Control de secuencia	MAC 4	Payload	CRC

- ▶ **Control de trama**
  - ▶ Indica el tipo de trama: datos, confirmaciones, RTS, CTS, etc.
- ▶ **Duración**
  - ▶ Indica la duración de la trama (en microsegundos)
- ▶ **Control de secuencia**
  - ▶ Numera las tramas enviadas y permite fragmentar a nivel 2 (enlace)
    - ▶ Es mas fácil transmitir con éxito tramas pequeñas (menor probabilidad de colisión)
    - ▶ Un mecanismo actúa cuando el medio está muy ocupado y fragmenta las tramas en trozos más pequeños
- ▶ **Payload**
  - ▶ Paquete de nivel superior que se encapsula en una trama (típicamente datagrama IP)
- ▶ **CRC**
  - ▶ Control y detección de error en los bits capaz de corregir algunos errores





# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

- ▶ Cuatro direcciones MAC
  - ▶ Se usan según el modo



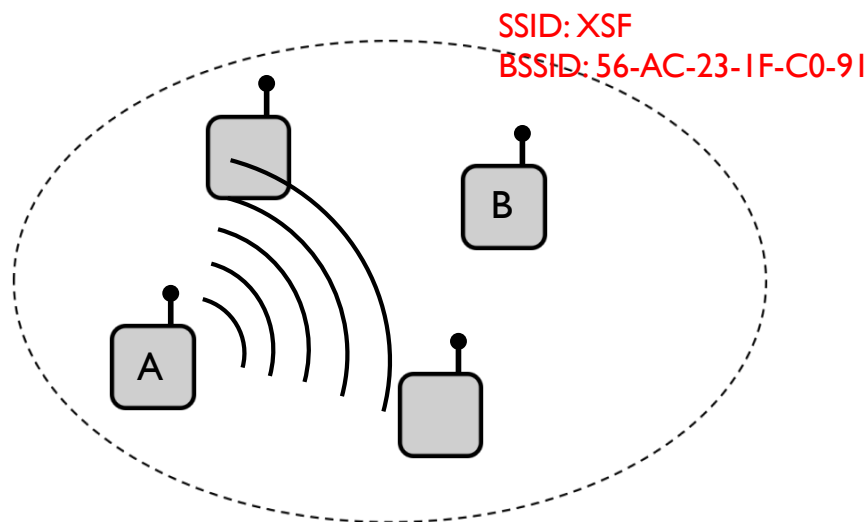
# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

---

- ▶ Cuatro direcciones MAC
  - ▶ Se usan según el modo

## Modo ad-hoc

- MAC 1: MAC de la estación destino
- MAC 2: MAC de la estación origen
- MAC 3: BSSID de la WLAN
- MAC 4: no se usa



En este ejemplo, se transmite de A a B

- MAC 1: MAC de B
- MAC 2: MAC de A
- MAC 3: 56-AC-23-1F-C0-91



# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

- ▶ Cuatro direcciones MAC
  - ▶ Se usan según el modo

## Modo infraestructura

- Hay dos pasos
- MAC 4: no se usa

Generalmente, en este modo, el BSSID es la MAC del AP

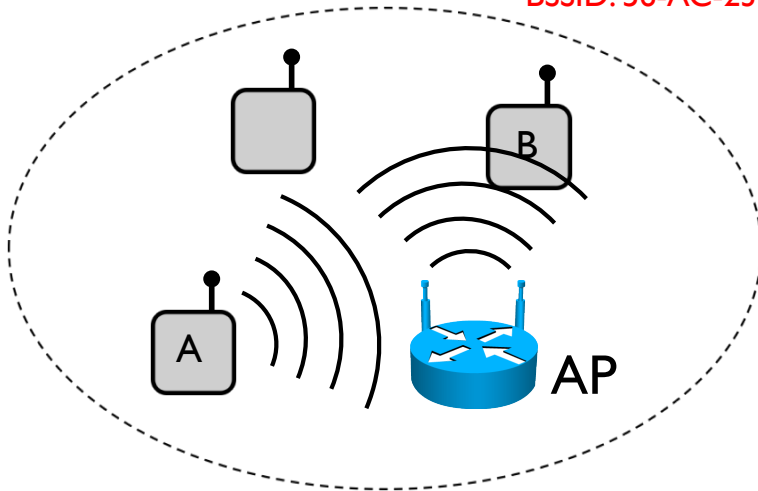
En este ejemplo, cuando A transmite al AP

- MAC 1: MAC del AP
- MAC 2: MAC de A
- MAC 3: MAC de B

En este ejemplo, cuando el AP transmite B

- MAC 1: MAC del B
- MAC 2: MAC de AP
- MAC 3: MAC de A

SSID: XSF  
BSSID: 56-AC-23-1F-C0-91

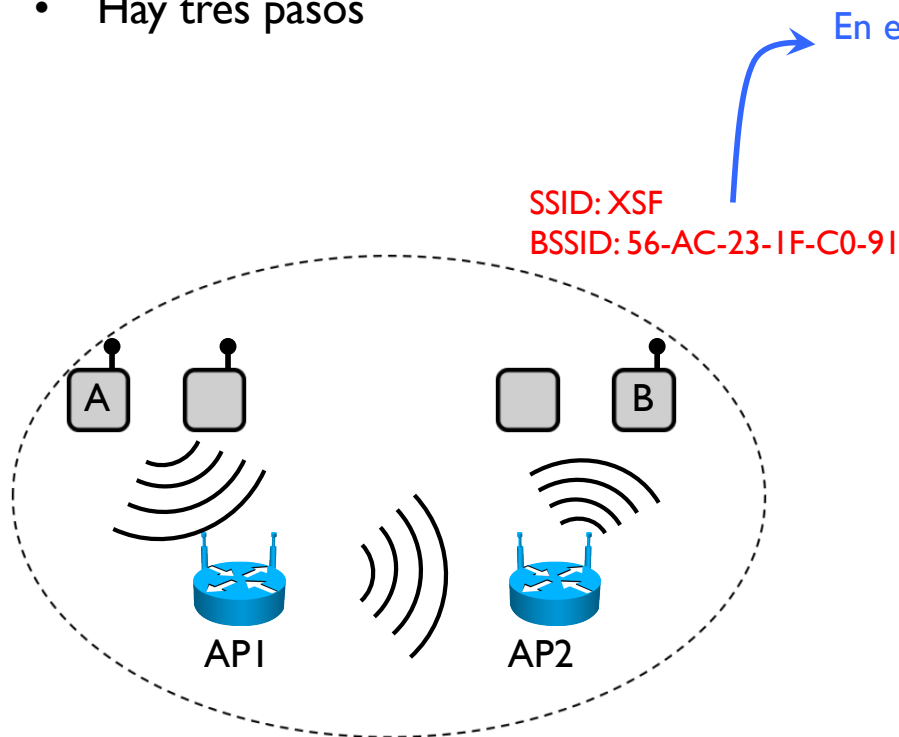


# Tema 4 – Wireless LAN (WLAN)

- ▶ Cuatro direcciones MAC
  - ▶ Se usan según el modo

## Modo infraestructura Wireless Distributed System

- Hay tres pasos



En este modo, el BSSID es la MAC de uno de los AP

Cuando A transmite al AP1

- MAC 1: MAC del AP1
- MAC 2: MAC de A
- MAC 3: MAC de B

Cuando el AP1 transmite AP2

- MAC 1: MAC del AP2
- MAC 2: MAC de AP1
- MAC 3: MAC de A
- MAC 4: MAC de B

Cuando el AP2 transmite B

- MAC 1: MAC de B
- MAC 2: MAC de AP2
- MAC 3: MAC de A

# Xarxes de Computadors

Tema 4 – Redes de área local (LAN)