

A thick black L-shaped frame is positioned around the text. It starts at the top left, goes right, then down, then right again, forming a partial rectangular border around the central text.

FUNDAMENTOS DE LA CAPA 2 - SWITCHING

Introducción a la capa 2

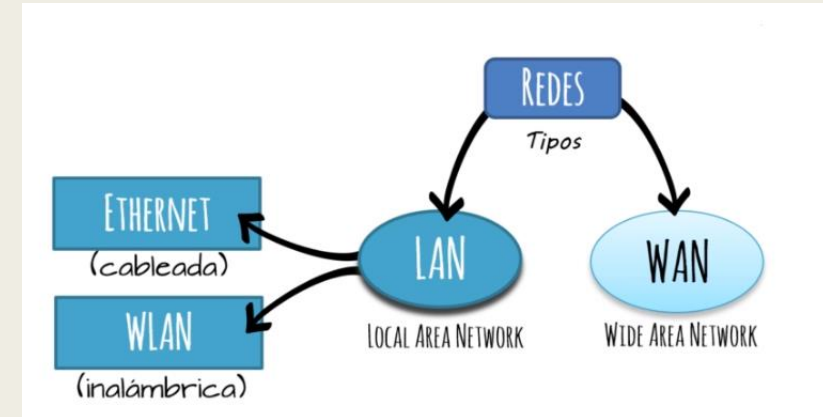
Índice

- Introducción a LAN Ethernet
- Redes Half Duplex, HUBs, Colisiones, y el protocolo CSMA/CD
- Dominios de Colisión
- Funciones del Switch: Learning y Forwarding
- Learning y Forwarding - Visión Global

INTRODUCCIÓN A LAS LAN ETHERNET



REDES LAN



- Las redes LAN abarcan espacios de una casa, departamento, edificio... (recordar tema 1 parte 2).
- Dentro de este grupo, podemos distinguir dos tipos principales:
 - *Ethernet (cableadas)*.
 - *WLAN (inalámbricas)*.
 - Se estandarizaron con el IEEE 802.11
- En este tema nos centraremos en las redes LAN ETHERNET (cableadas).

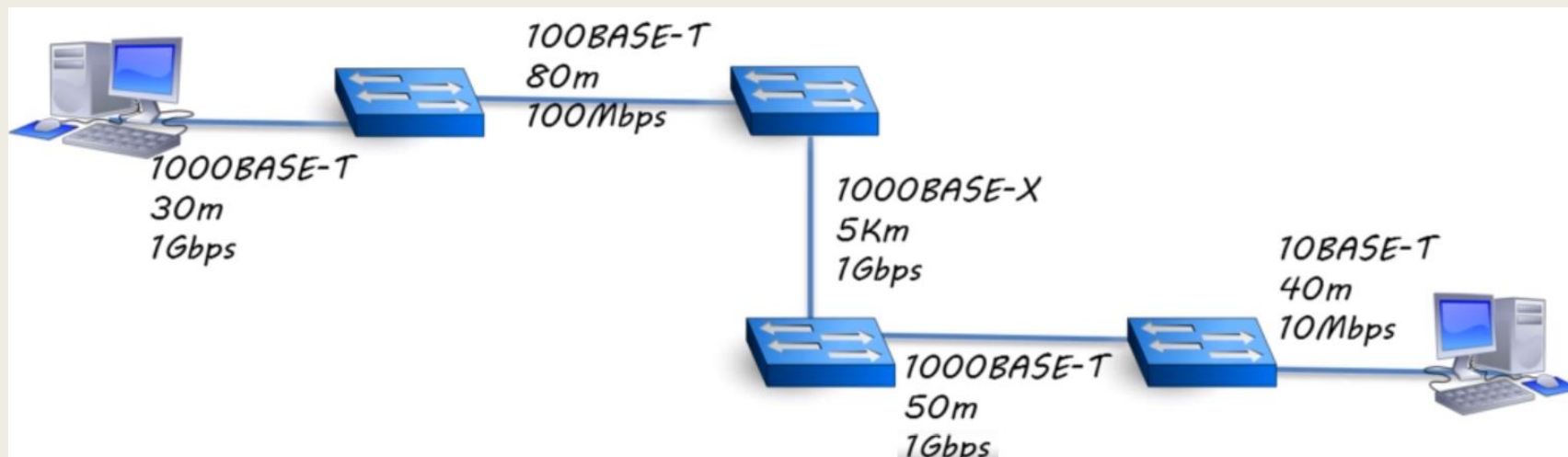
ETHERNET

- El protocolo ETHERNET se utilizó como base para desarrollar el conjunto de estándares 802.3 del IEEE.
 - *Podemos escucharlo como sinónimo de 802.3 (cuando veamos 802.3 podemos pensar en Ethernet, y viceversa).*
- Ethernet define la capa 1 y la capa 2 (capa física y capa de enlace de datos).
 - *Podemos encontrar numerosos estándares ethernet que definan las especificaciones de cables.*
- El IEEE lleva más de 40 años desarrollando estándares de capa 1 para ethernet.
 - *Encontramos desde cables de cobre (3Mbps) hasta fibra óptica (100Gbps).*
 - *Elegir un cable u otro suele depender de las necesidades que tengamos (dedicaremos un tema más adelante a esta capa).*

Ethernet (en la capa 2)



- En la capa 2 solamente encontramos 1 estándar:
 - *ETHERNET V2 (o ETHERNET II)*
- Define el formato de la PDU (DATOS+CABECERAS). En esta capa se llama TRAMA.
- El objetivo de esta capa es enviar bits por el cable.



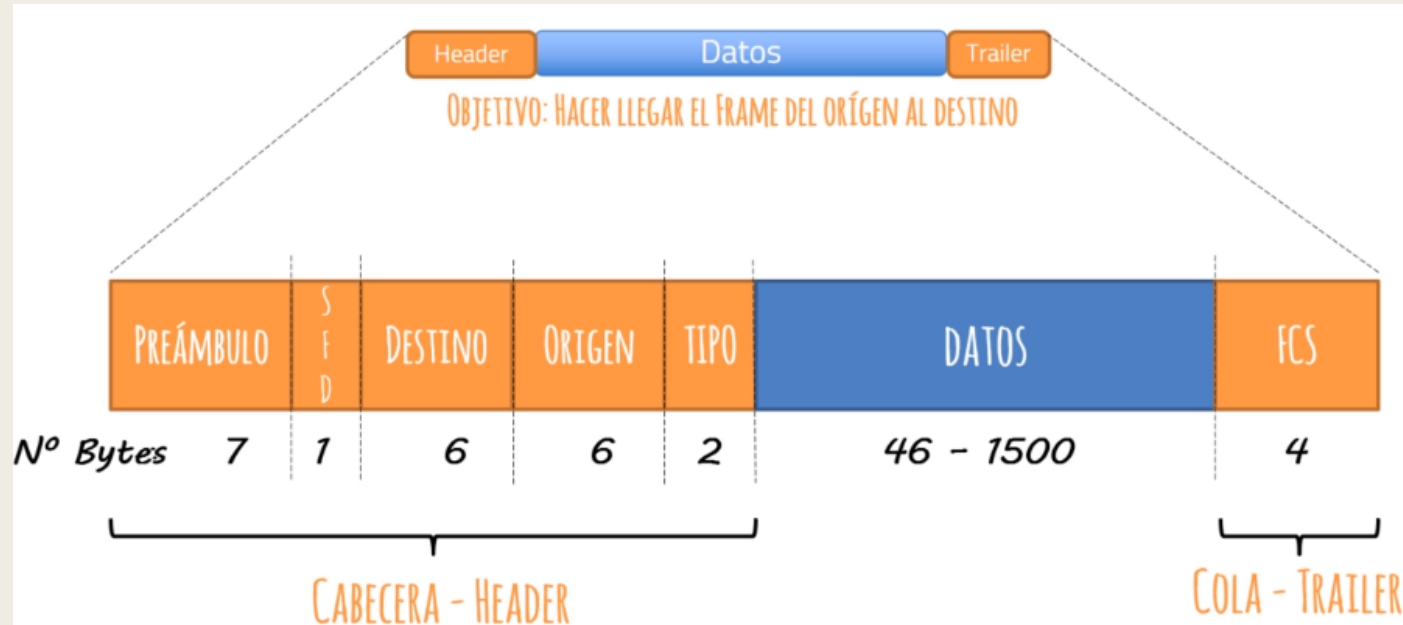
Todos estos equipos soportan estándares de capa 1 distintos, pero en capa 2 todos trabajan con el estándar ETHERNET II

¿Cómo funciona ETHERNET II?

- En Ethernet II se define la cabecera y la cola que permitirán hacer las funciones de esta capa.
- La función más importante: Envío y Recepción de tramas.
 - *Para enviar y recibir información utilizamos direcciones.*
 - A nivel de capa 2 se utilizan las direcciones MAC.
 - *En el tema 2 vimos que había también direcciones en la capa 3 (dirección IP)*
 - Más adelante veremos en detalle estas direcciones y también que actúan a la vez en muchas ocasiones.



Cabecera y cola Ethernet



- La cabecera y la cola ethernet son un conjunto de campos que encapsulan a los datos.
 - *En Ethernet V2 se definen estos campos y los bytes que ocupan.*
- Los campos que nos van a importar más ahora son DESTINO y ORIGEN.
 - *Es donde irá la información de las **direcciones de origen y destino** que intervienen.*

Direcciones MAC

- MAC: Media Access Control (Control de Acceso al Medio)
- Tienen un tamaño de 6 bytes = 48 bits = 12 dígitos hexadecimal
 - *Las direcciones MAC se suelen expresar en hexadecimal.*
 - **EJEMPLO: 2C-33-7A-25-FF-C1**
- Las direcciones MAC identifican una interfaz de red (NIC : Network Card Interface)
- Las direcciones MAC son únicas en el mundo. No hay dos interfaces con la misma MAC.
 - *No se configuran manualmente.*
 - *El fabricante las graba electrónicamente la dirección MAC en la memoria de la NIC.*
 - *El IEEE asigna a cada fabricante un identificador OUI (Organizationally Unique Identifier)*
 - Los primeros 24 bits están reservados para el OUI. Los siguientes los asigna el fabricante.
 - *Hay páginas web que si les indicamos la MAC nos dicen el fabricante.*

Conocer la MAC o MACs del equipo

- Abrimos un terminal.

- *En Windows:*

- `ipconfig /all`

- *En Linux:*

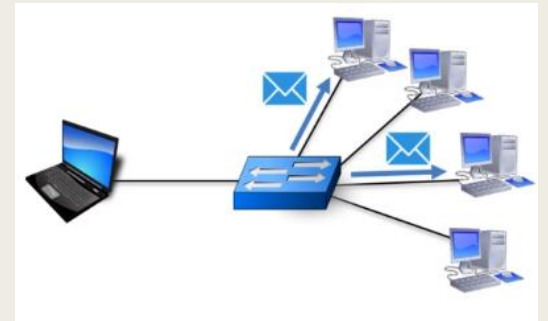
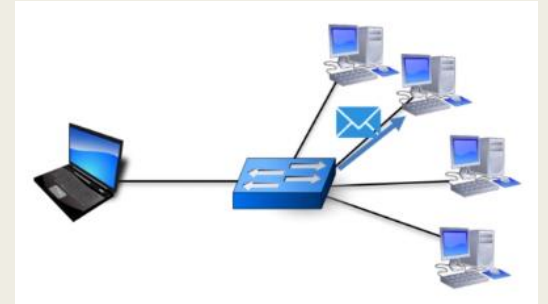
- `ifconfig`

```
Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi:  
  
Sufijo DNS específico para la conexión. . . :  
Descripción . . . . . : Realtek RTL8723BE 802.11 b/g/  
Dirección física. . . . . : 2C-33-7A-25-FF-C1  
DHCP habilitado . . . . . : sí  
Configuración automática habilitada . . . : sí
```

```
root@: ~# ifconfig  
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:0C:29:11:AD:E1  
      inet addr:192.168.0.254 Bcast:192.168.0.255 Mask:255.255.255  
      inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe11:ade1/64 Scope:Link  
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
```

Tipos de direcciones según destinatario.

- Dentro de los grupos de direcciones podemos encontrar varios tipos.
 - *Unicast.* Se envían a un solo equipo y deben ser únicas.
 - *Multicast.* Se envía a un grupo de equipos de red.
 - *Broadcast.* Se envía a TODOS los equipos de la red.
- En su debido momento las veremos más en detalle.



REDES HALF DÚPLEX,
HUBS, COLISIONES Y
PROTOCOLO CSMACD



SWITCH



- El Switch es el equipo estrella en la capa 2.
 - *Nos va a dar las funciones de acceso a la red.*
 - *Conectaremos a él los equipos finales (PCs, portátiles, Teléfonos IP...)*
 - *Podemos conectar también incluso otros equipos de red (routers, firewalls...).*
- Antes de entrar en detalle en el switch vamos a ver unos equipos antes para poder entender ciertos conceptos que siguen aplicándose hoy en día.

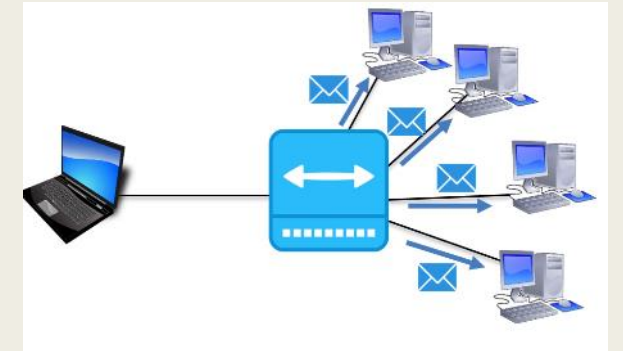
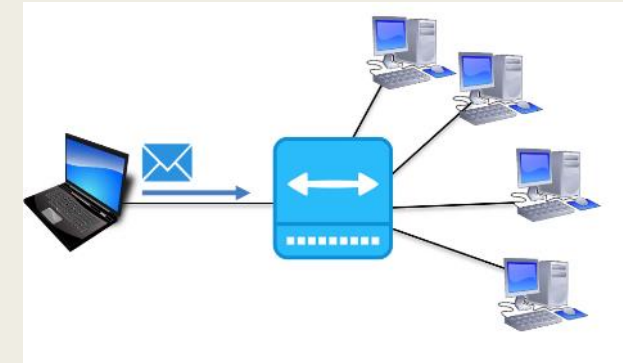
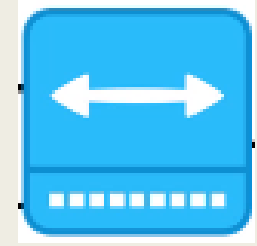


HUB

- Es un equipo que se parece visualmente a un Switch.
- Ofrece, al igual que un Switch:
 - *Acceso a la red.*
 - *Interconexión de equipos.*
- Cuando le llega una TRAMA la reenvía a todas las interfaces EXCEPTO por la que la ha recibido.
 - *Podemos imaginarlo como un repetidor de señal.*
- NO PUEDE ENVIAR INFORMACIÓN DE DOS EQUIPOS A LA VEZ.
 - *O SE PRODUCIRÁ COLISIÓN DE INFORMACIÓN.*



Es HALF DUPLEX y tiene que aplicar el algoritmo CSMA para minimizar las colisiones.

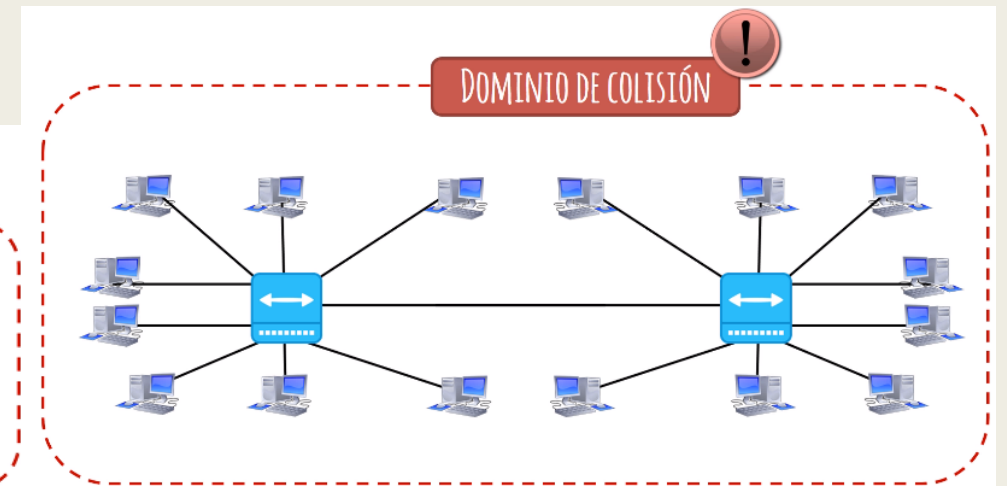
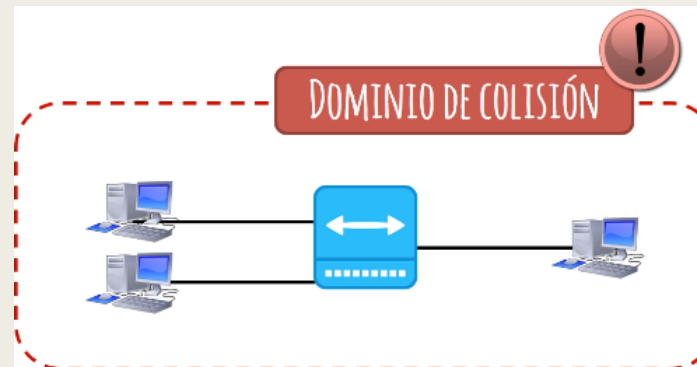


DOMINIOS DE COLISIÓN

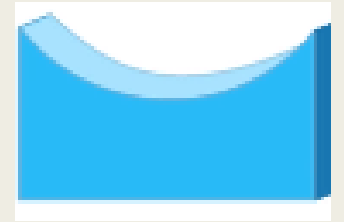


DOMINIO DE COLISIÓN

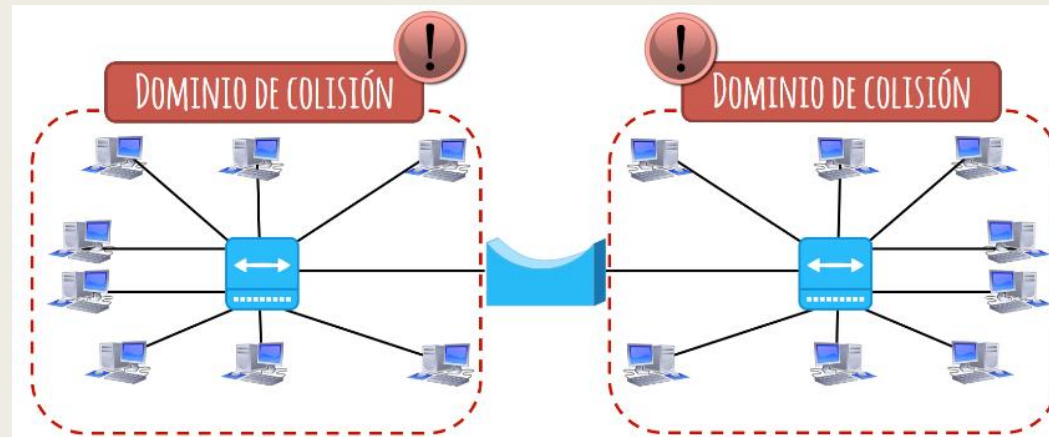
- El dominio de colisión se refiere a todos los equipos que tienen que aplicar el algoritmo CSMA/CD, y que aun así pueden suceder.
 - *Todos los equipos que están conectados a un HUB forman parte del mismo dominio de colisión.*
- A medida que la red crece → Aumenta el dominio de colisión.
 - *Mayor probabilidad de colisión.*
 - *Menor rendimiento de la red.*



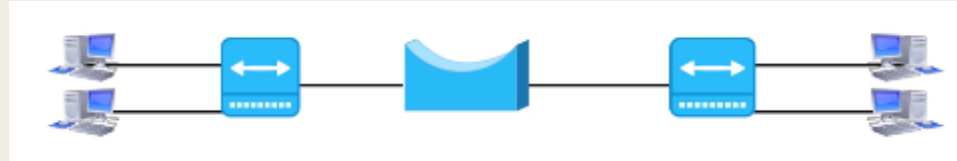
BRIDGE



- Para evitar los problemas mencionados como consecuencia del Half Duplex, se creó el BRIDGE.
- Los bridge son equipos de red que segmentan los dominios de colisión.
 - *Es decir, disminuye el tamaño de los dominios de colisión.*
- Permite que 2 equipos (uno por cada dominio de colisión) puedan enviar a la vez.
 - *Es decir, tiene 2 puertos de conexión.*



Funcionamiento del BRIDGE

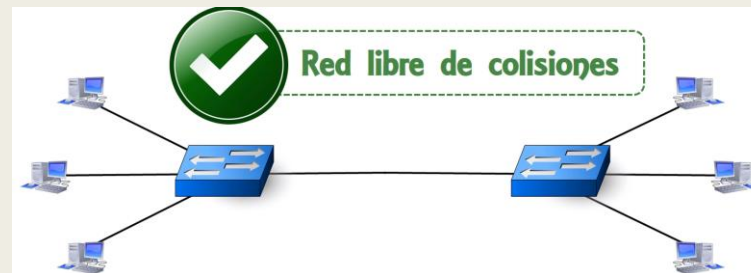


1. Cuando a un bridge le llega una trama, en lugar de reenviarla directamente (como haría un HUB), la pone en una cola de espera
 - *A nivel informático esto se hace utilizando memoria.*
2. Posteriormente comprueba si es necesario reenviarlo por el otro puerto o descartarlo.
3. Cuando ha tomado la decisión, si debe reenviarlo, lo reenvía.
 - *Pero antes aplica el algoritmo CSMA / CD para evitar crear una colisión si en el dominio de colisión hay alguien enviando.*

SWITCH

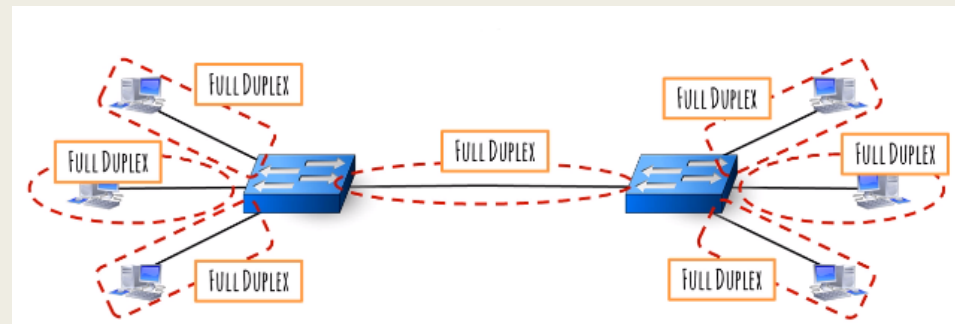


- Un SWITCH hace lo mismo que un BRIDGE pero en lugar de tener 2 puertos, tiene MUCHOS PUERTOS.
 - *Antiguamente se decía que un SWITCH era un BRIDGE MULTIPUERTO.*
 - *Normalmente la cantidad de puertos van de 8 a 48*
- Con la utilización de switches conseguimos disminuir aún más el tamaño de los dominios de colisión.
- En el momento en que dejamos de utilizar HUBs y todos los equipos se interconectan con SWITCHES las colisiones DESAPARECEN.
 - *Pasamos a tener un sistema FULL DUPLEX (ya no es necesario aplicar CSMA / CD).*
 - Donde todos los equipos ahora pueden recibir y enviar datos a la vez.



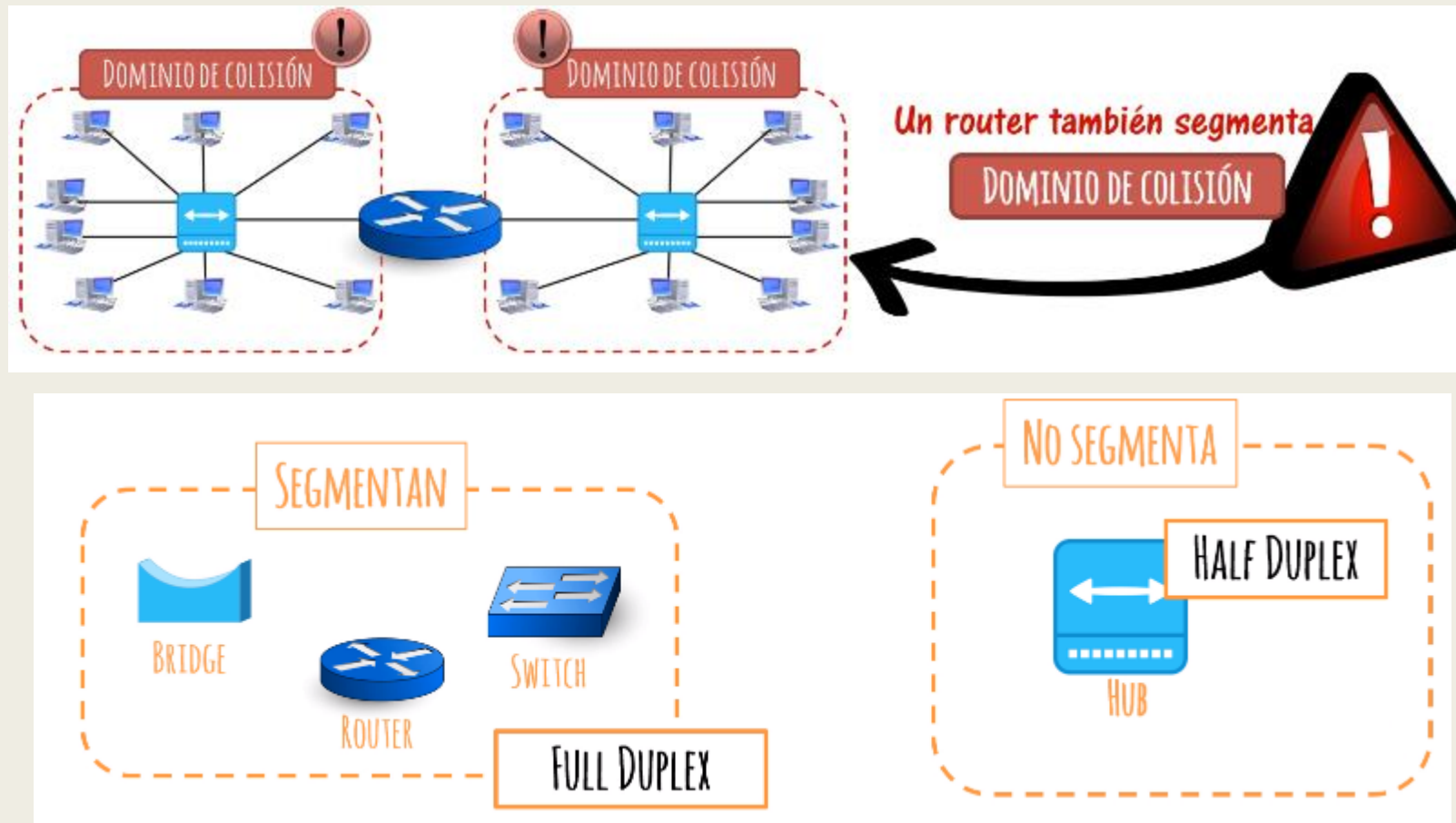
SWITCH - DOMINIOS DE COLISIÓN

- Si todo va bien ya no se aplicará nunca el algoritmo CSMA / CD y trabajaremos a FULL DUPLEX.
- Hay ciertos escenarios donde podría haber alguna colisión:
 - *Configuración incorrecta (recordar el ejercicio que hicimos de repaso T1).*
 - *Error en el hardware.*
- Pero por lo general:
 - *CADA PUERTO DE UN SWITCH ES UN DOMINIO DE COLISIÓN Y FUNCIONARÁ A FULL DUPLEX.*



RESUMEN

- Más adelante se tratará la capa 3 y los routers, que también segmentan los dominios de colisión.



Ejercicio 1

Cuantos **DOMINIO DE COLISIÓN** hay en la siguiente red?

Que ancho de banda tendra disponible cada PC?

Pueden haber colisiones?



Ejercicio 1 - solución

Cuantos

DOMINIO DE COLISIÓN

hay en la siguiente red?

9 DOMINIOS DE COLISIÓN

Que ancho de banda tendra disponible cada PC? 100MBPS FULL DÚPLEX

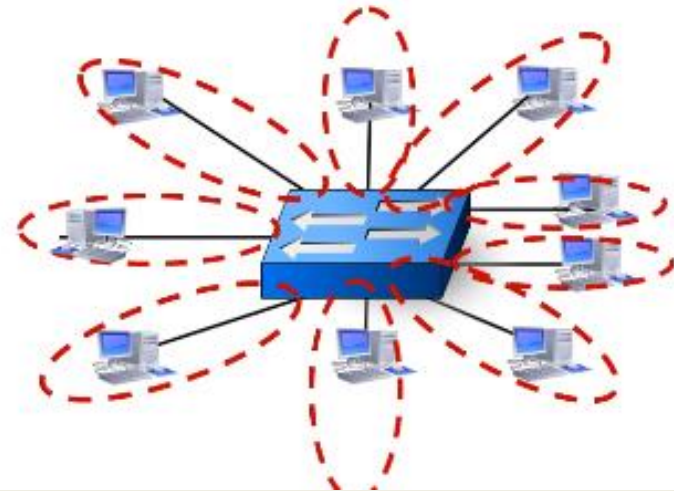
Pueden haber colisiones? POR NORMA GENERAL: NO



CAPACIDAD
100MBPS
FULL DÚPLEX



CAPACIDAD
100MBPS
FULL DÚPLEX

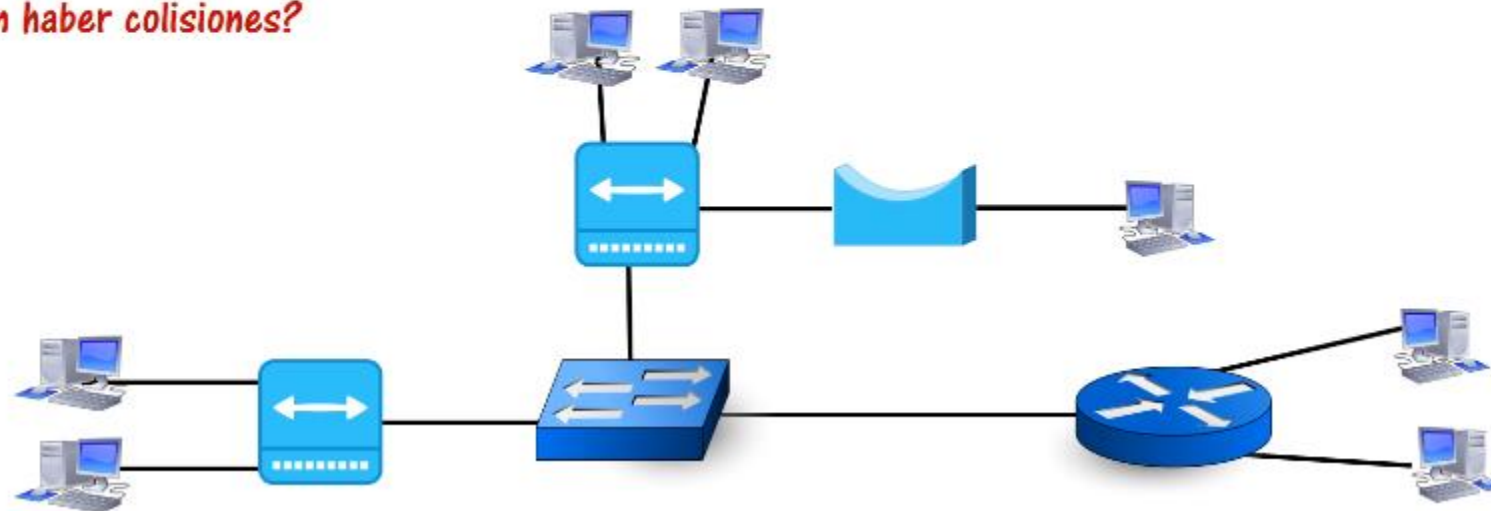


Ejercicio 2

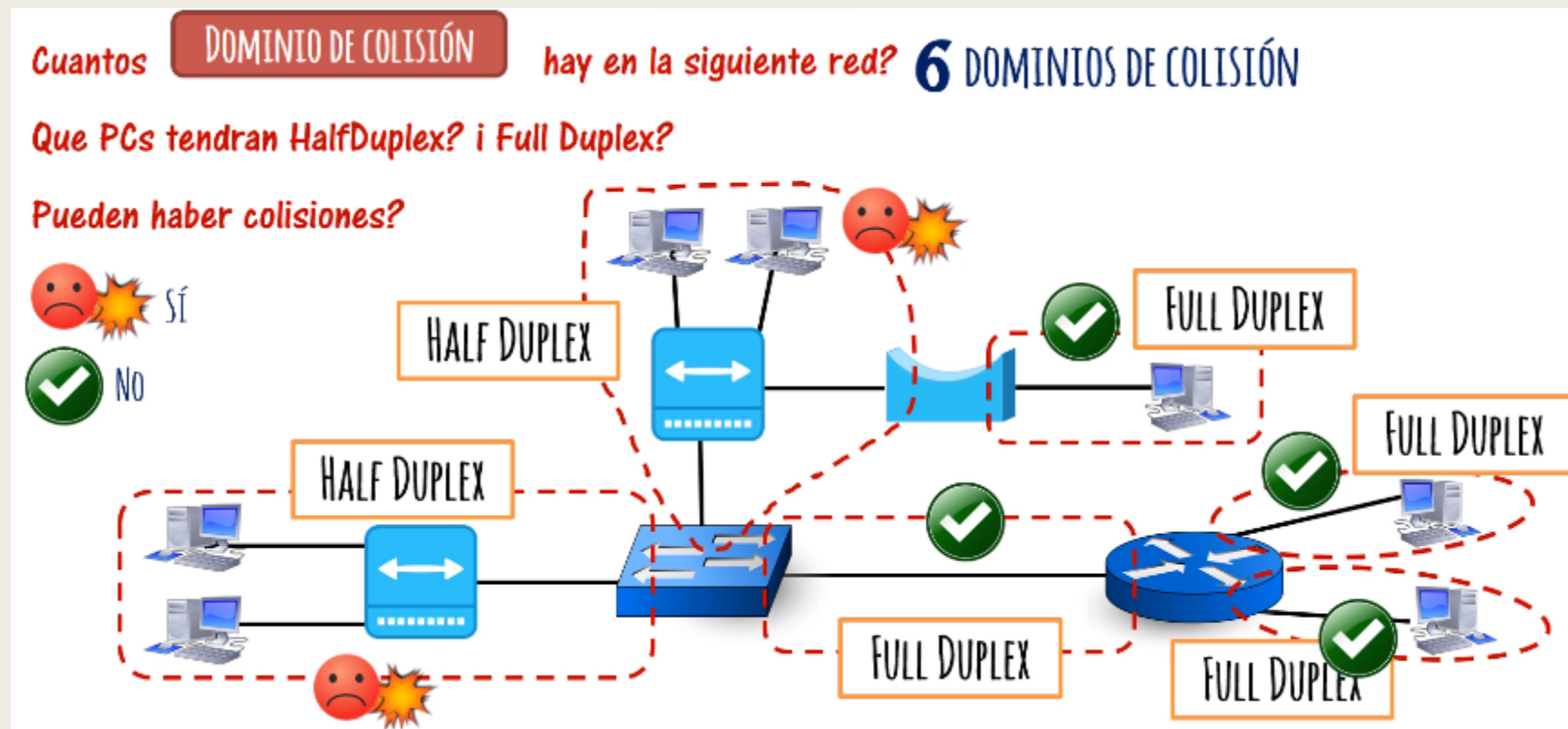
Cuantos **DOMINIO DE COLISIÓN** hay en la siguiente red?

Que PCs tendran HalfDuplex? i Full Duplex?

Pueden haber colisiones?



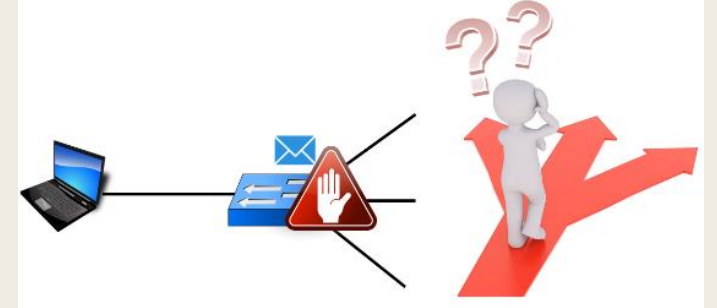
Ejercicio 2 - solución



FUNCIONES DEL SWITCH: LEARNING Y FORWARDING



Switch (en detalle)



- Cuando al switch le llega un frame (trama) lo pone en la cola de espera.
- Entonces, determina por qué puerto debe reenviarla.
 - *En lugar de enviarla por todos, como haría un HUB.*
- Es decir, un switch guarda información sobre la red para poder tomar decisiones sobre reenvío de tramas.
- Esta información sobre la red la guarda en la MAC ADDRESS TABLE (Tabla de direcciones MAC).
 - *Tabla con asociaciones entre puertos y direcciones MAC*
- Es decir, el Switch entiende de direcciones MAC, que son direcciones de capa 2, y es por esa razón que se considera un equipo de capa 2.
 - *El HUB se considera equipo de capa 1.*

TABLA DE DIRECCIONES MAC	
Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Puerto 10
2222.2222.2222	Puerto 16
3333.3333.3333	Puerto 19
4444.4444.4444	Puerto 31

FORWARDING en el SWITCH

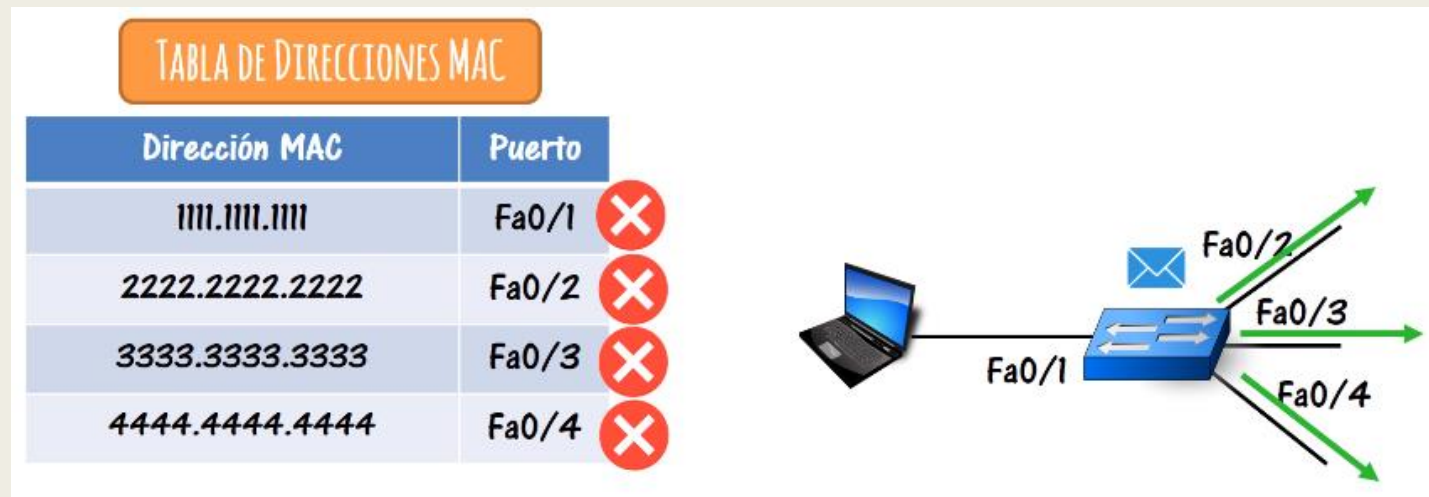


- FORWARDING es el reenvío de tramas de un puerto a otro.
 1. Al switch le llega una trama por un puerto.
 1. *La trama tiene en su cabecera la MAC destino, es decir, el equipo que debe recibir la información.*
 2. El switch busca la dirección MAC destino en su tabla de direcciones.
 3. Si encuentra la dirección, deja de buscar, mira el puerto al que está asociada, y reenvía la trama únicamente por ese puerto.



FLOODING

- ¿Y si la dirección MAC destino no se encuentra en la tabla de direcciones MAC?
 - *Entonces SÍ reenviará la trama por todos los puertos excepto por el que lo ha recibido. Así se asegura que llegará al destino.*
 - A este proceso se le llama **FLOODING** (inundación).
 - *Inunda la red con la trama para que le llegue a todos los equipos.*



Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3... son los identificadores de cada puerto. Más adelante veremos esto.



LEARNING



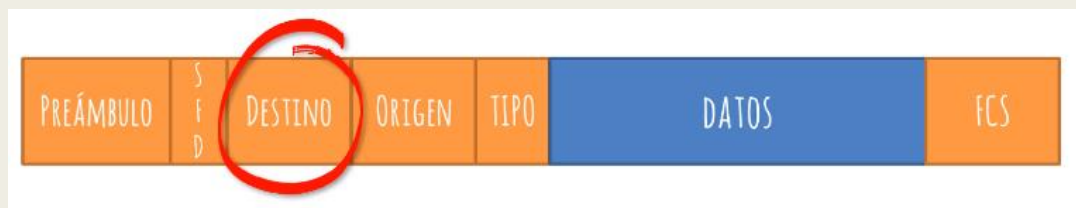
MAC ADDRESS TABLE	
Dirección MAC	Puerto
-----	-----

- Cuando un Switch arranca, no tiene ninguna información en su tabla de direcciones MAC.
- PERO cuando se produce el envío de tramas, recordemos que la cabecera incluye tanto la MAC Destino como la MAC ORIGEN.
- ¿Cómo hace para añadir direcciones MAC a su tabla?
 - *El switch recibe una trama que debe reenviar.*
 - *Comprueba si tiene esa dirección MAC origen en su tabla de direcciones MAC.*
 - *Si no la tiene, la añade, junto al puerto por el que ha recibido la trama.*
 - *Este proceso se llama **LEARNING**.*



REPASO

- La función principal del Switch es reenviar tramas de un puerto a otro para que la información que circula por la red llegue al destino.



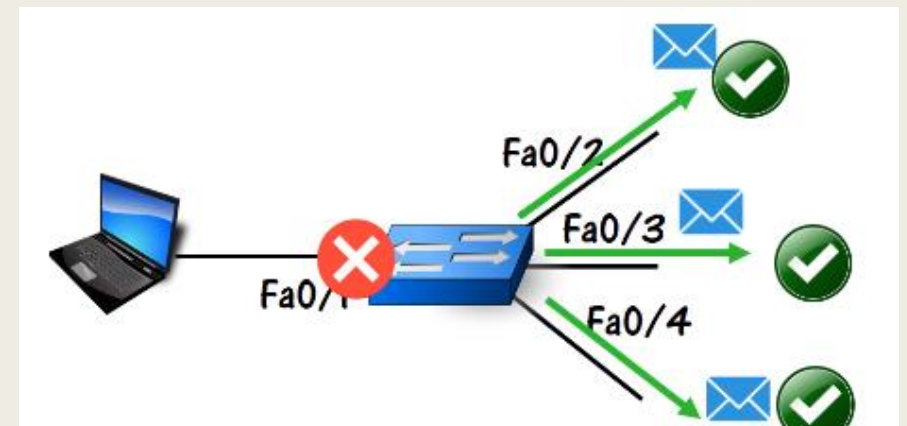
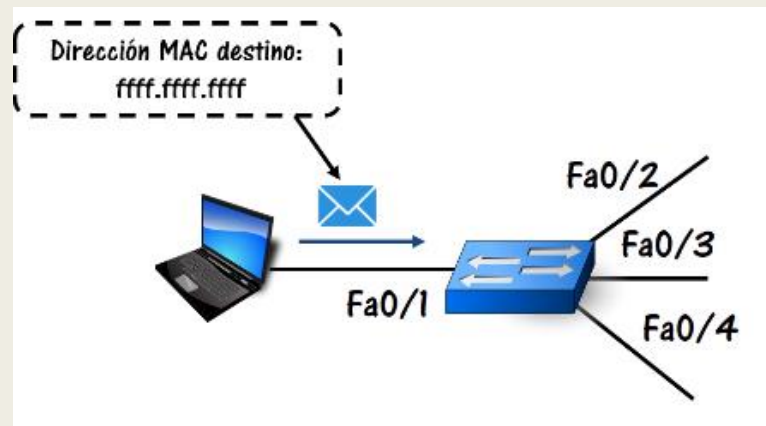
- **FORWARDING.** Elección del puerto/s por los que reenviar la trama.
- Cuando el switch no sabe por donde reenviar la trama, opta por realizar el
 - **FLOODING.** Reenviar la trama por todos los puertos excepto el de llegada.



- **LEARNING.** Añadir direcciones MAC e interfaz origen a la MAC Address Table.

OTROS CASOS POSIBLES

- ¿Y si la dirección MAC destino es de tipo Broadcast?
 - *La dirección MAC destino será todo FFFF*
 - *En este caso el Switch no comprobará la tabla de direcciones MAC.*
 - *Simplemente reenviará la trama por todos los puertos excepto por el que le ha llegado.*

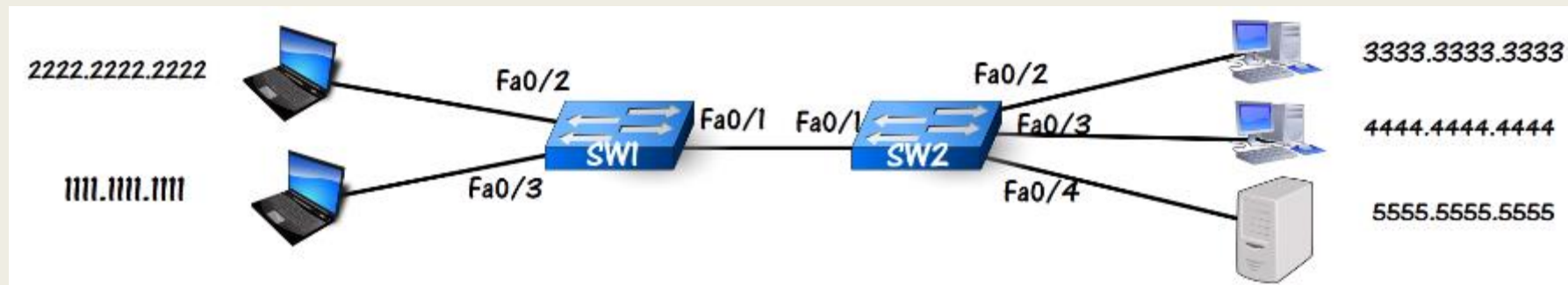


LEARNING Y FORWARDING - VISIÓN GLOBAL



Ejemplo completo (1/12)

- Imaginemos el siguiente escenario.
- Inicialmente, los dos SWITCHes tienen la tabla de direcciones vacía.

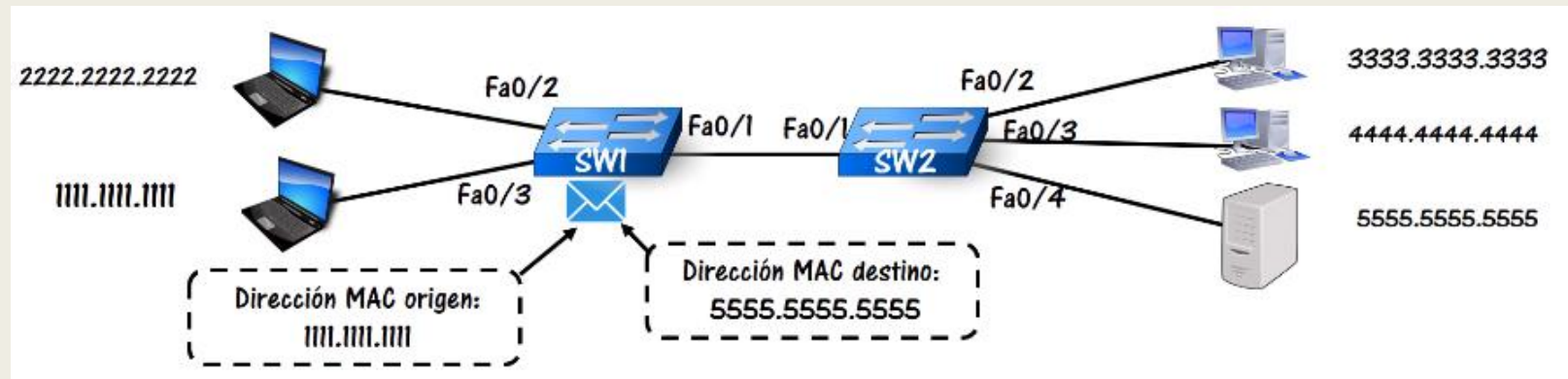


Dirección MAC	Puerto
-----	-----
SW1: TABLA DE DIRECCIONES MAC	

Dirección MAC	Puerto
-----	-----
SW2: TABLA DE DIRECCIONES MAC	

Ejemplo completo (2/12)

- El portátil con dirección 1111.1111.1111 quiere enviar a 5555.5555.5555.
 - Por comodidad los llamaremos MAC1 y MAC5
- La trama de MAC1 llega al primer SWITCH (SW1)



Dirección MAC	Puerto
.....

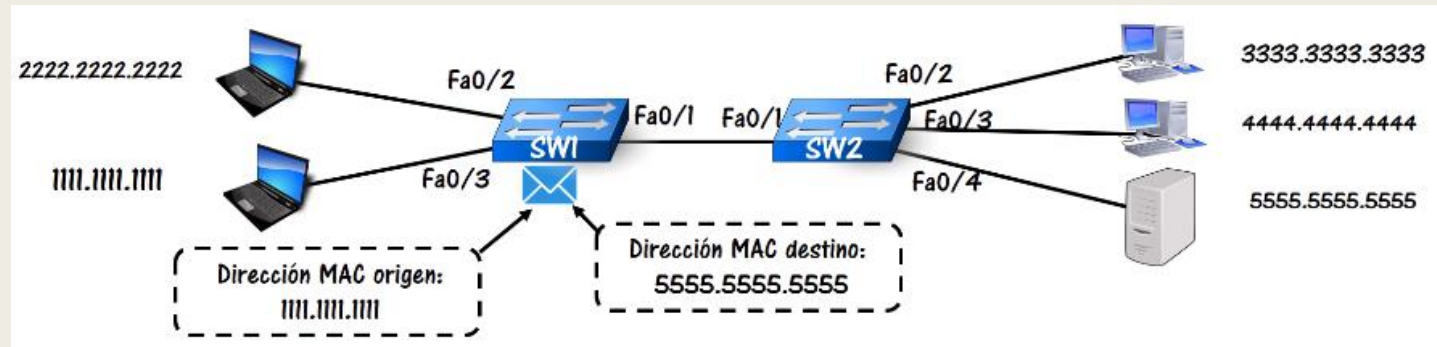
SW1: TABLA DE DIRECCIONES MAC

Dirección MAC	Puerto
.....

SW2: TABLA DE DIRECCIONES MAC

Ejemplo completo (3/12)

- SW1 realizará el proceso de LEARNING.
 - Comprueba si tiene anotado al equipo que envía la trama.
 - Como no lo tiene, apuntará la dirección MAC junto al puerto por el que la recibe.



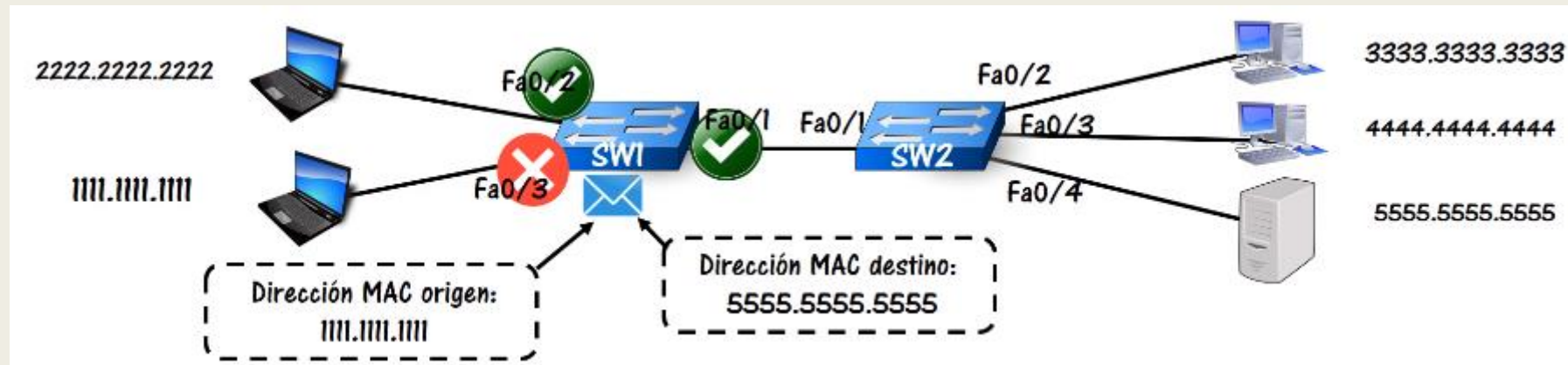
Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3

Dirección MAC	Puerto
-----	-----

Añadir dirección MAC a la tabla

Ejemplo completo (4/12)

- Tras el LEARNING, SW1 tendrá que realizar la función de FORWARDING.
 - Comprobará si tiene anotada la dirección destino en su lista de direcciones MAC, y como no la tiene, realizará FLOODING.

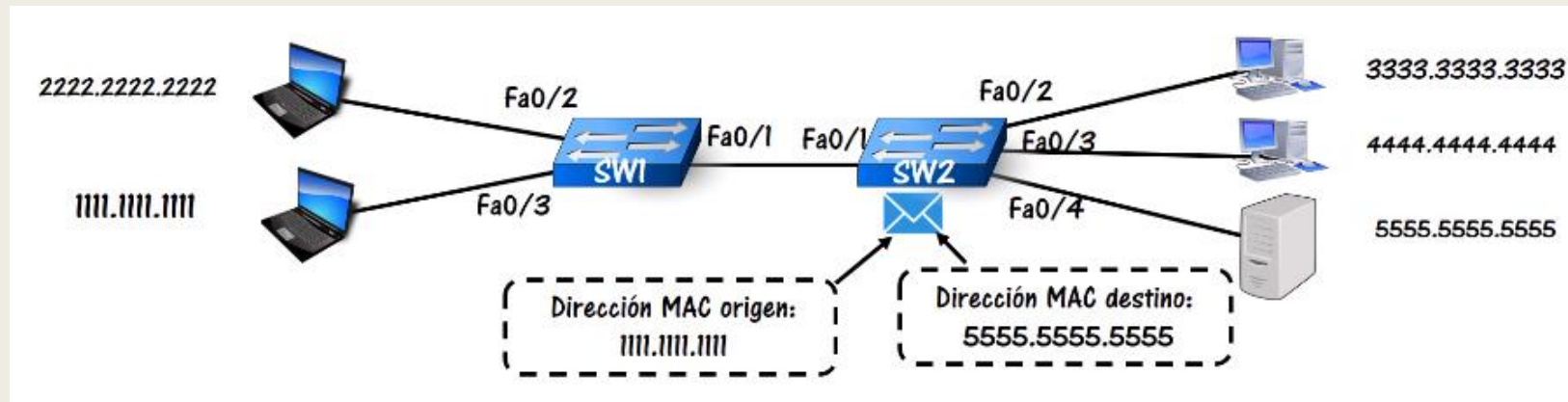


Dirección MAC	Puerto	Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3

No encuentra MAC destino

Ejemplo completo (5/12)

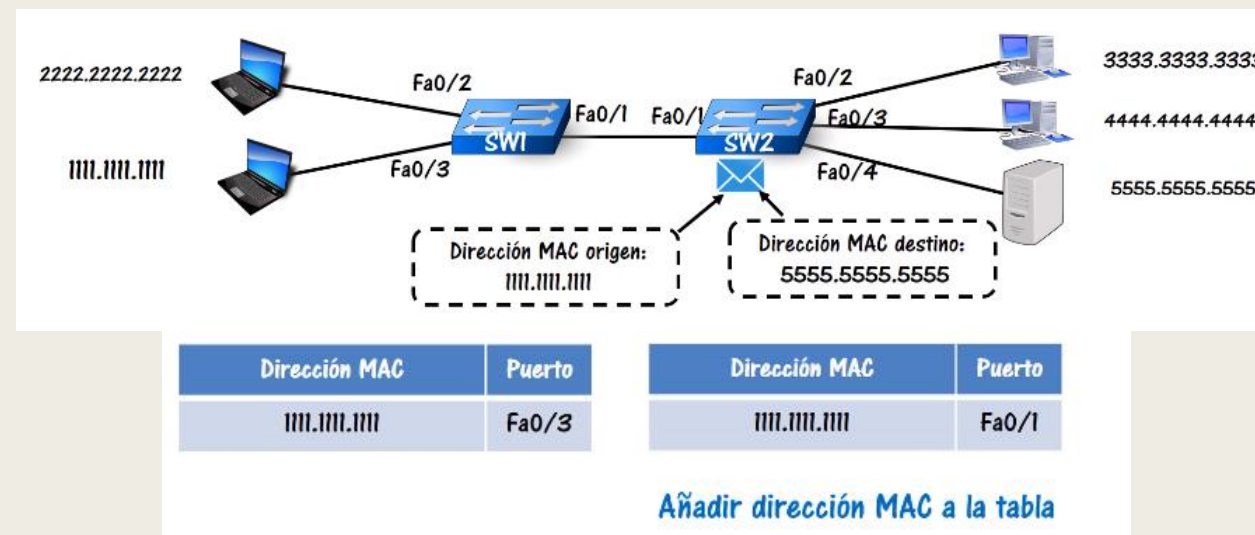
- En el FLOODING, el portátil con dirección 2222.2222.2222 recibirá la trama y al ver que la dirección destino no es la suya, la descartará.
- Por otro lado, la trama llegará al SWITCH 2 (SW2)



Dirección MAC	Puerto	Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3	-----	-----

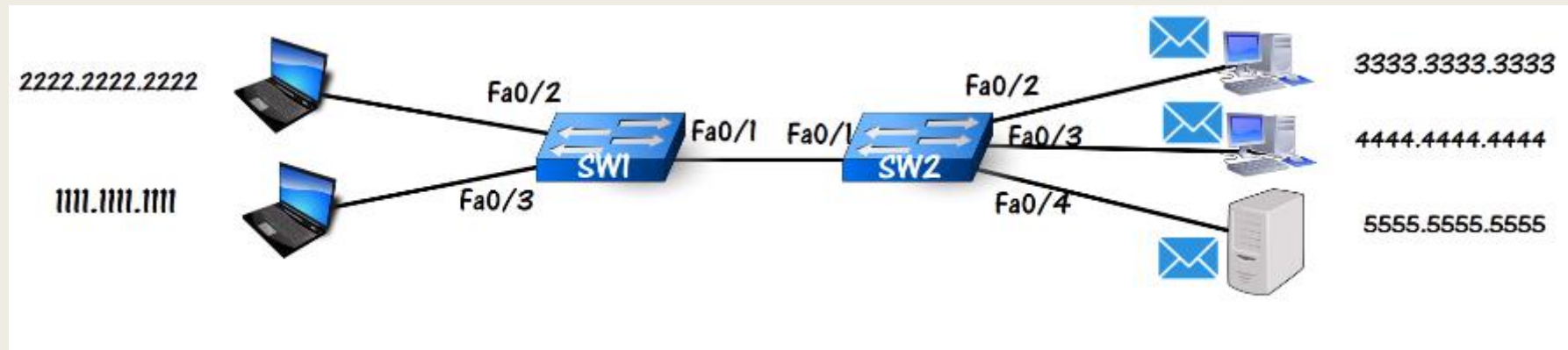
Ejemplo completo (6/12)

- SW2 realizará el proceso de LEARNING.
 - *Comprobará si tiene la dirección MAC origen en su tabla de direcciones MAC. Y como no la tiene, la añadirá a su tabla junto con el puerto por la que la recibe.*
- Tras esto, pasará al proceso de FORWARDING.



Ejemplo completo (7/12)

- SW2 realizará el proceso de FORWARDING buscando en su tabla de direcciones MAC la dirección destino.
 - *Como no la encuentra, realizará FLOODING.*

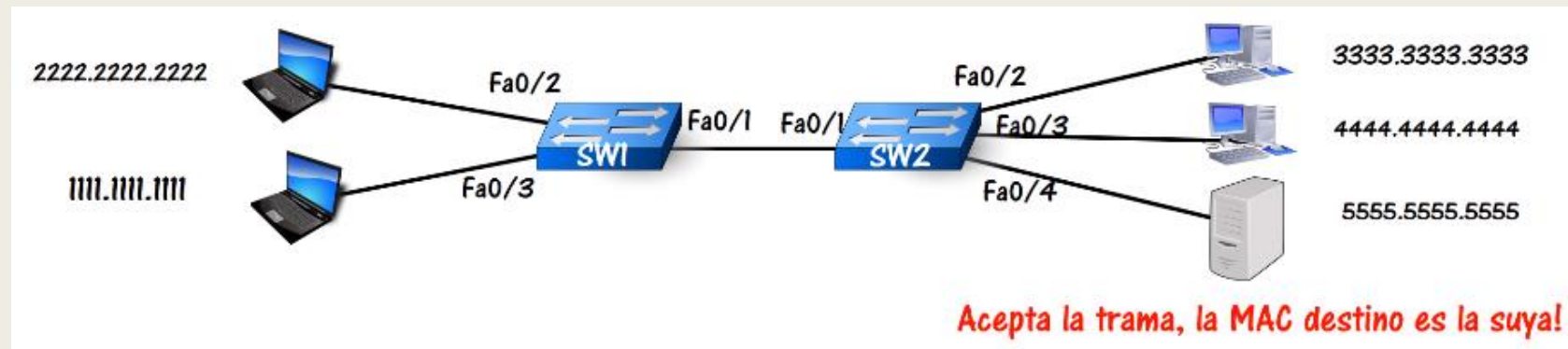


Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3

Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/1

Ejemplo completo (8/12)

- En el FLOODING...
 - 3333.3333.3333 rechazará la trama.
 - 4444.4444.4444 rechazará la trama.
 - 5555.5555.5555 aceptará la trama porque es la Dir. Destino es la suya.

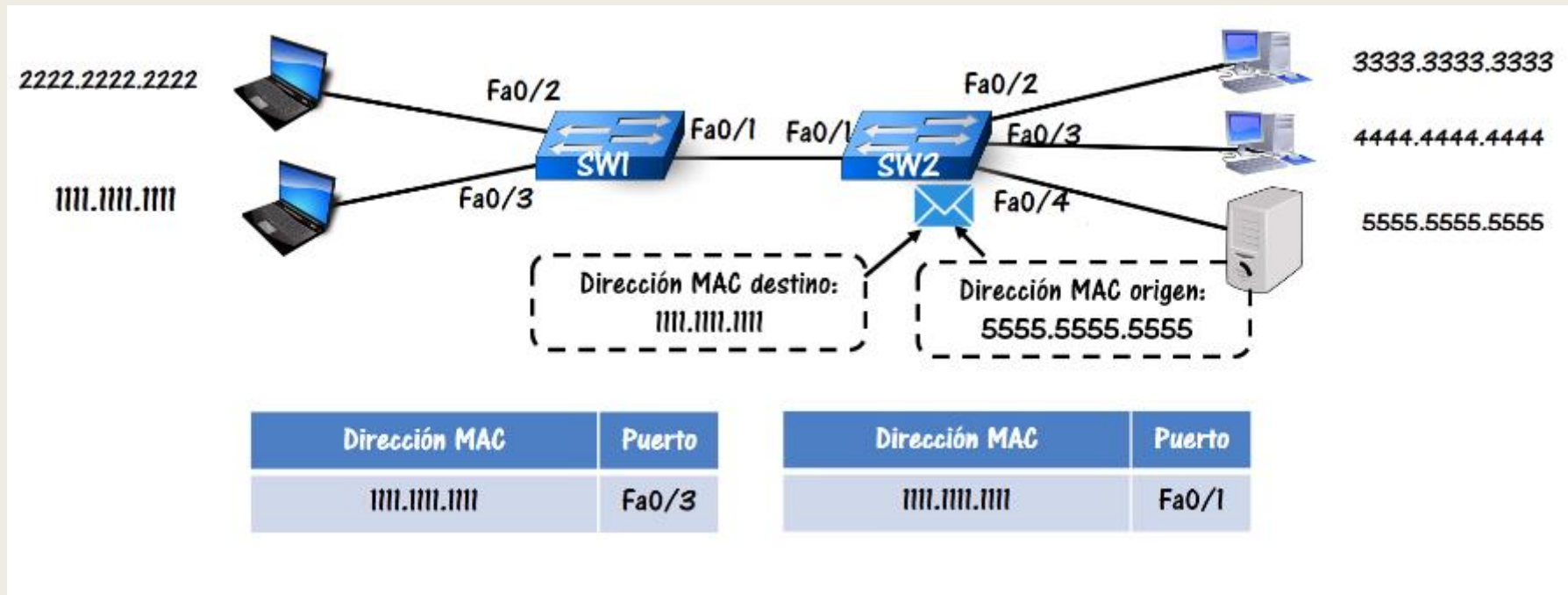


Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3

Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/1

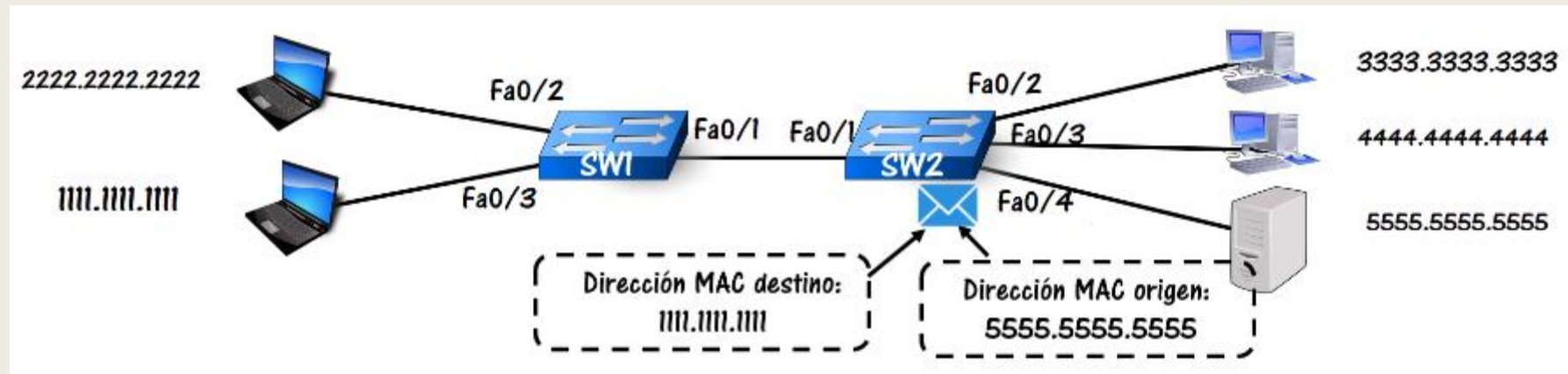
Ejemplo completo (9/12)

- El servidor con MAC5 enviará una respuesta al equipo MAC1.
 - *Ahora es el proceso inverso y las MAC origen y destino se intercambian.*



Ejemplo completo (10/12)

- La trama de MAC5 llega a SW2, que vuelve a realizar LEARNING.
 - Como no tiene la MAC origen en su tabla, la añade.



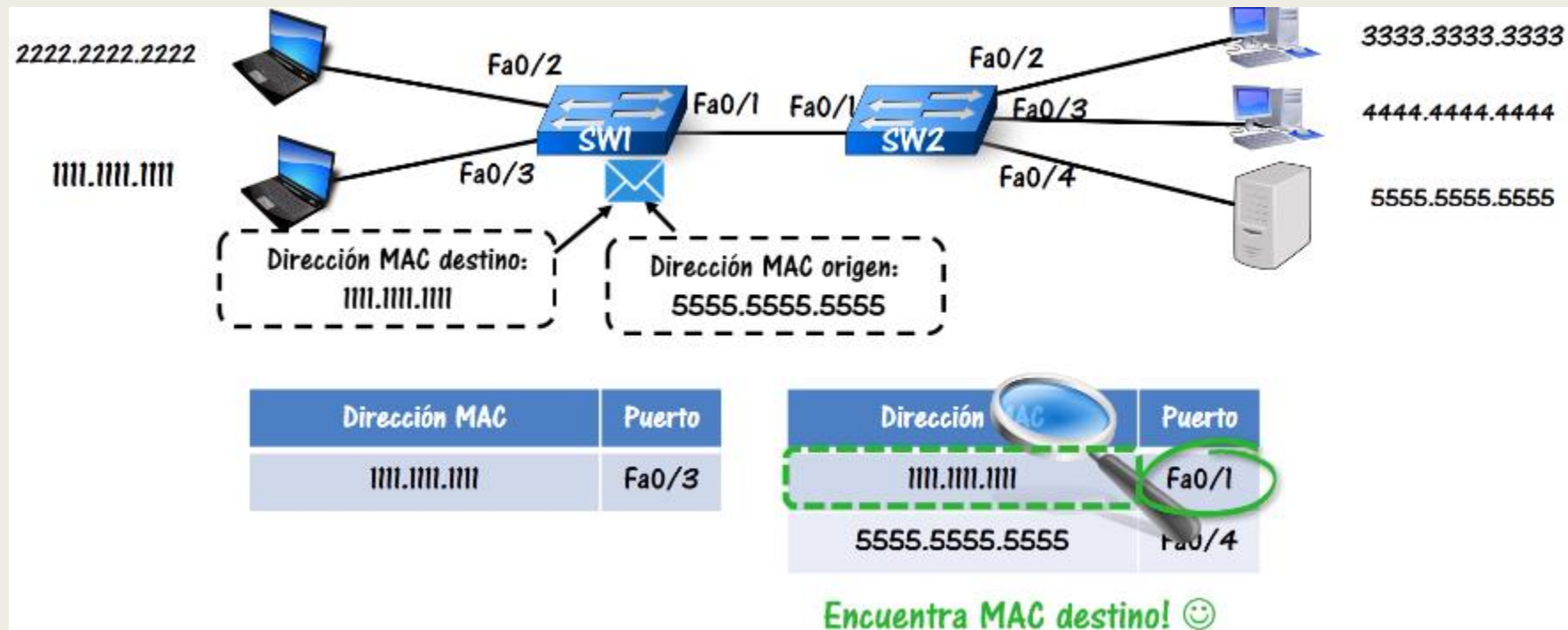
Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/3

Dirección MAC	Puerto
1111.1111.1111	Fa0/1
5555.5555.5555	Fa0/4

Añadir dirección MAC a la tabla

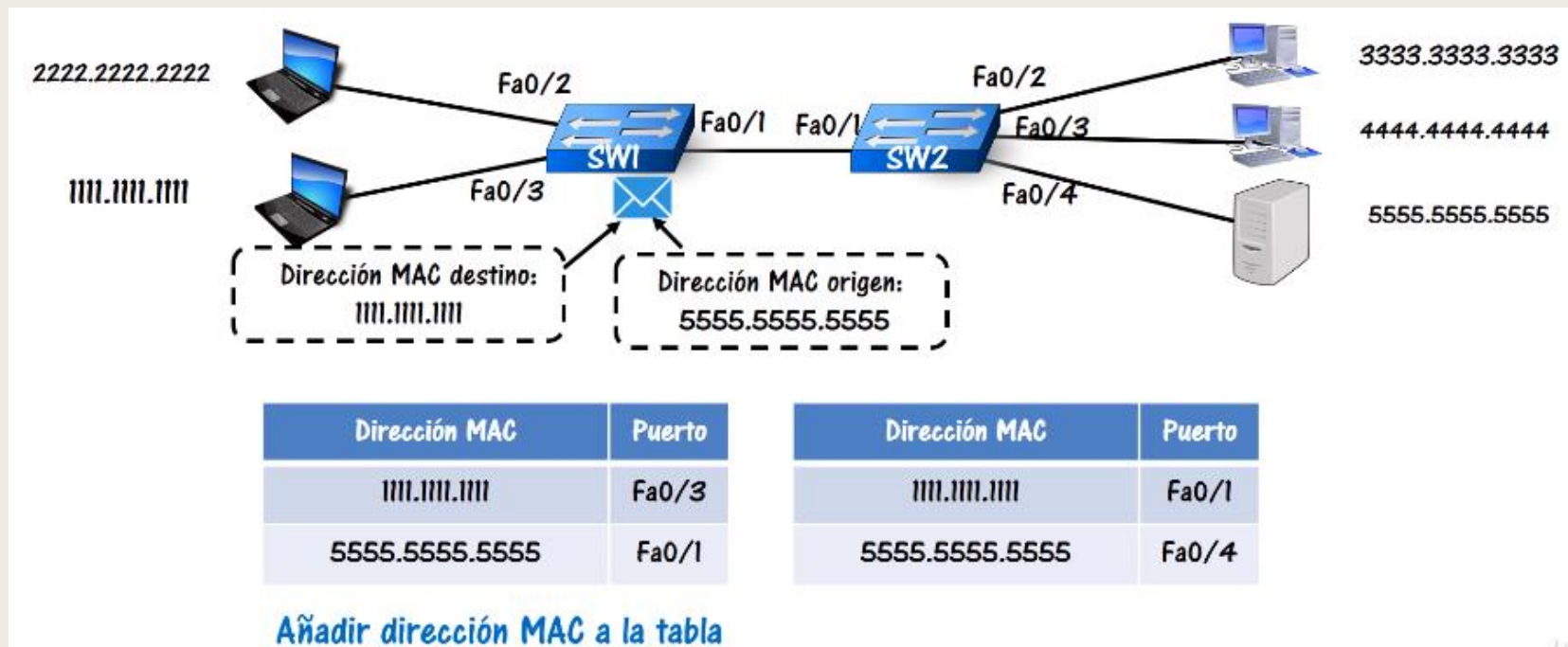
Ejemplo completo (11/12)

- SW2 realiza el proceso de FORWARDING hacia SW1.
 - *Esta vez tiene la dirección en su tabla de direcciones, no hace FLOODING.*



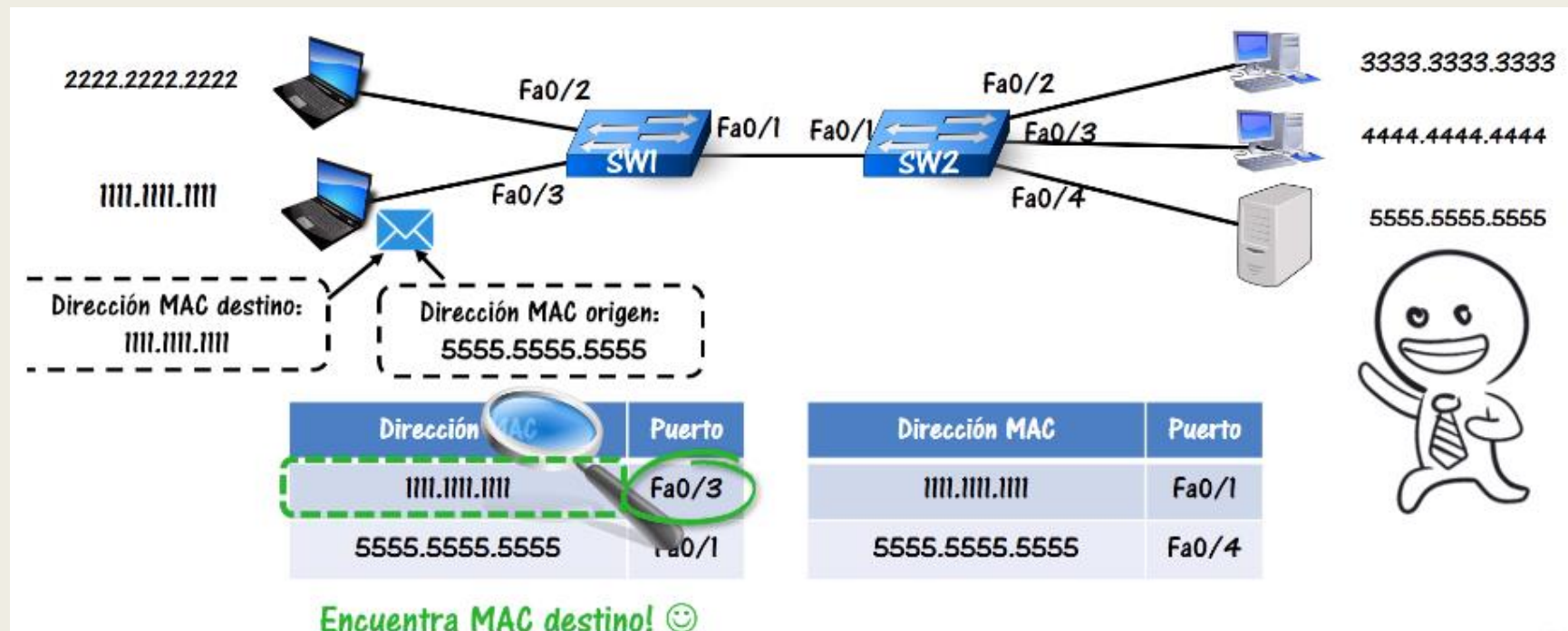
Ejemplo completo (11/12)

- SW1 realiza el proceso de LEARNING.
 - Comprueba si tiene la MAC origen, y al no tenerla, la añade junto al puerto por el que la recibe.



Ejemplo completo (12/12)

- Tras el LEARNING, SW1 realiza el proceso de FORWARDING.
 - Comprueba si tiene la dirección destino en su tabla de rutas.
 - Como la tiene, no realiza FLOODING y envía el paquete solo a MAC1.



¿Preguntas?

A thick black L-shaped frame is positioned around the text. It starts at the top left, goes right, then down, then right again, forming a partial rectangular border around the central text.

FUNDAMENTOS DE LA CAPA 2 - SWITCHING

Introducción a la capa 2