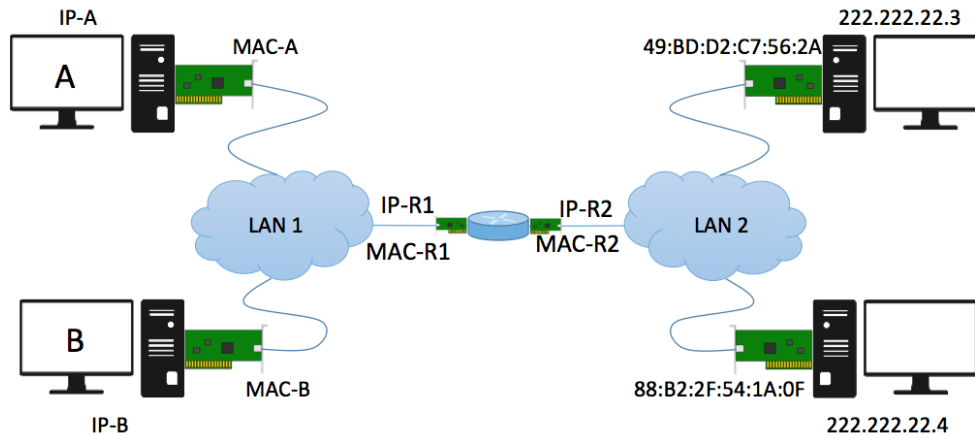


Cuestiones tema 7

7.4 Direccionamiento del nivel de enlace

1. Dada la situación de la figura, suponiendo que LAN1 y LAN2 son redes *Ethernet* y que los *hosts* A y B se comunican mediante TCP/IP:



- Si A desea enviar un paquete a B ¿utilizará ARP para averiguar la dirección física de B? Justifica la respuesta.
- Indica en la tabla siguiente la secuencia de tramas necesarias para que el host A envíe un datagrama IP al host B (del que conoce su dirección IP, pero no su dirección física). Las cachés ARP están vacías en todos los sistemas. Utiliza direcciones simbólicas para los dispositivos que lo requieran del tipo: IP-A, MAC-A, IP-B, MAC-B, IP-R1, IP-R2, etc.

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	

Solución:

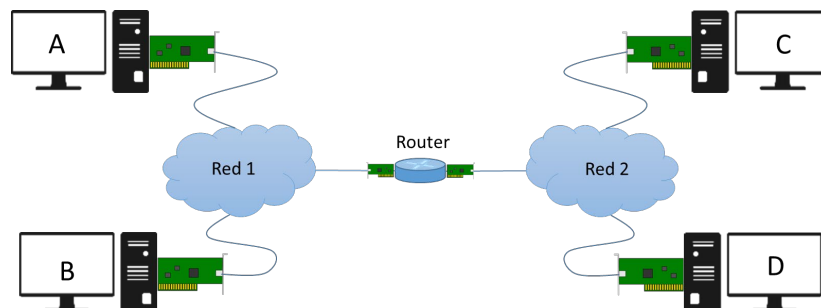
- Efectivamente, A debe preguntar por la dirección MAC de B ya que está en su misma red (lo sabe aplicando la máscara IP a partir de la que determinará que es un host que está en su misma subred). Por lo tanto, preguntará utilizando el protocolo ARP por la MAC de la máquina que tenga la IP-B.
-

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	
MAC-A	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP A	IP B	Petición ARP para conocer la dirección de B
MAC-B	MAC-A	ARP	IP B	IP A	Respuesta ARP de B
MAC-A	MAC-B	IP	IP A	IP B	Envío datagrama

Nota: En las tablas de este tipo de problemas, al poner direcciones IP relacionadas, queremos preguntar por las direcciones IP que se incluyen en los respectivos campos que las representan en cada uno de los protocolos que se usen. La ubicación en cada uno de los protocolos empleados será las que marque el estándar correspondiente. Por tanto, no es un

reflejo la tabla del formato de la trama a nivel de enlace o IP, ni que vayan en esas posiciones siempre las direcciones IP. Es decir, cuando se envía un datagrama IP, las direcciones IP relacionadas serán las origen y destino que hemos estudiado en el formato de este protocolo. Y en el caso del protocolo ARP, las direcciones que se ponen en la estructura de la información del protocolo ARP que vemos con más detalle en la práctica relacionada, es decir la IP del que está preguntando y por la que se pregunta.

2. Dada la red de la figura:



- a. El ordenador A realiza un ping al computador D, del cual conoce su dirección IP. Especifica en la siguiente tabla todas las tramas que se generarán hasta que llega la trama con la solicitud de ping a D (incluyendo dicha trama). Las cachés ARP de todos los sistemas están vacías. Para las direcciones IP utiliza los valores simbólicos IP_ARed1, etc. Para las direcciones físicas utiliza los valores simbólicos A, R1, etc.

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	

Solución:

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	
A	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP A	IP RouterRed1	Petición ARP para conocer la dirección del router
RouterRed1	A	ARP	IP RouterRed1	IP A	Respuesta ARP del router
A	RouterRed1	IP	IP A	IP D	Mensaje ECHO REQUEST
RouterRed2	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP RouterRed2	IP D	Petición ARP para conocer la dirección de D
D	RouterRed2	ARP	IP D	IP RouterRed2	Respuesta ARP de D
RouterRed2	D	IP	IP A	IP D	Mensaje ECHO REQUEST

7.5 Dispositivos de interconexión de nivel de enlace y 7.6 Ethernet

Referido a LANs

1. ¿Cuáles son las características básicas de una LAN (*Local Area Network*)? (En cuanto a extensión, velocidad de transmisión, autoridad administrativa). Cita algunos entornos donde se emplee este tipo de red.

- Extensión: centenares de metros
- Velocidad: hasta Gbps
- Autoridad administrativa: la empresa o entidad dueña de la L.A.N
- Ej:
 - La red que podemos tener en nuestros hogares con pocos equipos
 - Red de una empresa
 - La red de la UPV

Dispositivos de interconexión

2. ¿Qué es un repetidor?

- Repetidor: dispositivo electrónico que regenera la señal
- Interconectan dos o más segmentos LAN a nivel físico.
- No entiende el formato de la trama, ni las direcciones físicas: copia cualquier señal eléctrica (colisiones también)

3. ¿Qué significa que un conmutador es transparente a los nodos? Nota: tener en cuenta la diferencia con un router.

- Los nodos no son conscientes de su presencia
 - No modifican las direcciones de las tramas (ni fuente ni destino)
 - Separan los dominios de colisión pero no separan los dominios de difusión
- Los routers
 - Los nodos saben y deciden cuándo tienen que enviar las tramas a los routers (en función de la IP destino y las tablas de encaminamiento)
 - Separan los dominios de difusión y colisión
 - Cada puerto: un dominio de difusión
 - Realizan un procesamiento software de los paquetes recibidos (nivel IP):
 - Decremento TTL, cálculo del checksum, fragmentación, generación paquetes ICMP, algoritmos de encaminamiento
 - Cambian las direcciones MAC origen y destino de la trama a nivel de enlace.

4. ¿Cuál es la diferencia principal entre la tabla de retransmisión de un conmutador y la tabla de reenvío de un router?

- Tabla de retransmisión de un conmutador
 - Determina qué dispositivo está conectado en cada una de sus líneas o bocas
 - La tabla registra las direcciones MAC que son alcanzables en cada una de las bocas del switch (direcciones de la red en la que se encuentra)
 - Aprendizaje en función del tráfico observado
- Tabla de reenvío de un router
 - Indica la ruta que ha de seguir una trama para alcanzar el objetivo final (IP destino).

- La tabla indica el interfaz de salida para cada uno de las IPs destino alcanzables.
 - Algoritmo de encaminamiento para determinar la ruta mínima a cada posible destino
5. ¿Qué hace un conmutador si recibe una trama cuya dirección destino no aparece en su tabla de retransmisión?

Aplica inundación, es decir, retransmite esa trama por todos sus puertos a excepción del puerto por el que recibió dicha trama.

6. ¿Qué hace un conmutador si recibe desde una interfaz x una trama cuya dirección destino está asociada en la tabla a la misma interfaz x? ¿Y si la dirección destino es de difusión?
- Si el destino está en la misma boca por la que ha recibido la trama simplemente la descarta ya que tiene que haber llegado a destino
 - Si el destino es una difusión la replicará en todas las bocas del switch

Referido a la tecnología Ethernet (IEEE 802.3)

7. Cita tres razones que justifiquen el éxito de la tecnología Ethernet.
- Constante evolución pasando de velocidades de transmisión de Mbps a Gbps
 - Facilidad de administración
 - Coste bajo
8. Indica las distintas velocidades de transmisión a las que permiten operar los estándares IEEE 802.3.
- IEEE 802.3 a 10 Mbps
 - IEEE 802.3u o Fast Ethernet a 100 Mbps
 - IEEE 802.3z o 1 Gigabit Ethernet a 1000 Mbps
 - IEEE 802.3ae o 10 Gigabit Ethernet a 10000 Mbps
 - IEEE 802.3ba, 40/100 Gigabit Ethernet a 40000/100000 Mbps
9. ¿A qué niveles de la arquitectura corresponde Ethernet?
- Nivel de enlace + nivel físico
10. ¿Qué características comunes comparten todo el grupo de tecnologías Ethernet independientemente de la velocidad de transmisión que utilicen? (3 características en común) ¿Qué medios de transmisión pueden emplear?

Características comunes:

- Mismo control de acceso al medio si se requiere
- Mismo servicio de entrega sin garantía (best-effort)
- Soporte a todas las velocidades sobre distintos medios de transmisión

En cuanto a los medios transmisión:

- Par trenzado (10Base-T, 100Base-T4, 100Base-TX, 10GBase-T, etc.)
- Fibra óptica (10Base-F, 100Base-FX, etc.)

11. Las tramas Ethernet presentan una restricción en su tamaño máximo, ¿qué ocurre si el

datagrama IPv4 que se quiere enviar supera el tamaño máximo permitido para el campo de datos de la trama?

Se emplea fragmentación (visto en el tema 6)

12. ¿Para qué sirve el campo “tipo” de la cabecera de una trama Ethernet?

Identifica el protocolo que ha de tratar la información que lleva la trama en la zona de datos (P.ej: ARP, IP,...)

- Valores para este campo iguales o menores a 1500 (en decimal) indican que es una trama 802.3 y el valor representa la longitud del campo de datos
- Valores para este campo iguales o mayores de 1536 (0x600 en hexadecimal) indican que es una trama Ethernet y el valor representa el tipo de protocolo, por ejemplo 0x800 representa el protocolo IP.

13. ¿Qué tipo de control de error se emplea en Ethernet?

CRC, comprobación de redundancia cíclica

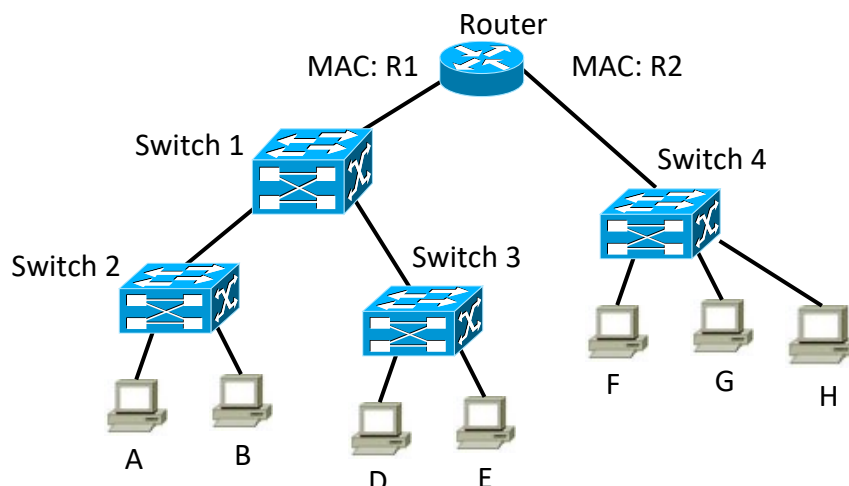
14. Al emplear el protocolo Ethernet, ¿qué ocurre si el adaptador de red detecta que el CRC de una trama recibida es erróneo?

La trama se descarta. El nivel de transporte detectará la pérdida o ausencia de algún segmento y lo requerirá al otro extremo (en el caso de emplear TCP)

15. ¿Cómo se separan varias tramas consecutivas?

Espacio entre tramas: silencio en la línea de transmisión

16. Dada la siguiente figura:



Todos los adaptadores de red utilizados son Ethernet. Se supone que el router está correctamente configurado y que tras un periodo de funcionamiento los conmutadores (*switches*) conocen la ubicación de todas las máquinas. Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos dominios de difusión existen? Indícalos en la figura.
- Si B realiza una difusión Ethernet (petición ARP), ¿qué hosts recibirán una copia de la trama?
- Tras un periodo de funcionamiento en el que los switches ya han aprendido la localización de todos los dispositivos de la red, suponemos que el switch 3 se reinicia. Cuando el switch 3 vuelve a funcionar, la primera trama que recibe la envía

el host D al host E. Indica qué adaptadores de red recibirán una copia de la trama.

- d. Tras un tiempo de funcionamiento de la red, el host D ha transmitido recientemente tramas a los hosts A y B. Un instante después de eso, el host E transmite una trama al host A. Indica qué adaptadores de red recibirán una copia de la trama transmitida por E.

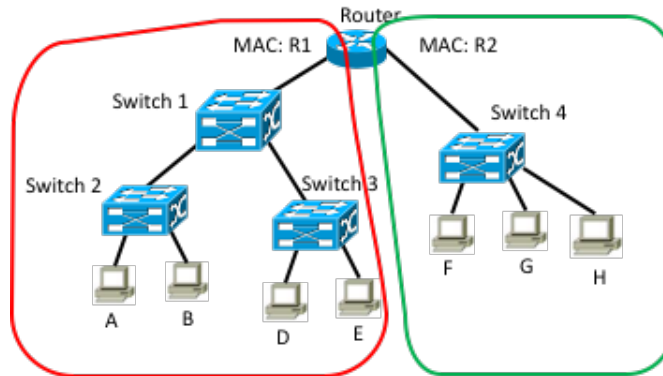
Nota: la red 1 está formada por los hosts: A, B, D y E, los SW: 1, 2 y 3, y el router R.

- e. Indica completando la siguiente tabla la secuencia de tramas que se generarán para que el host A envíe un datagrama IP al host H. Se suponen las cachés ARP de todos los sistemas vacías.

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	

Solución:

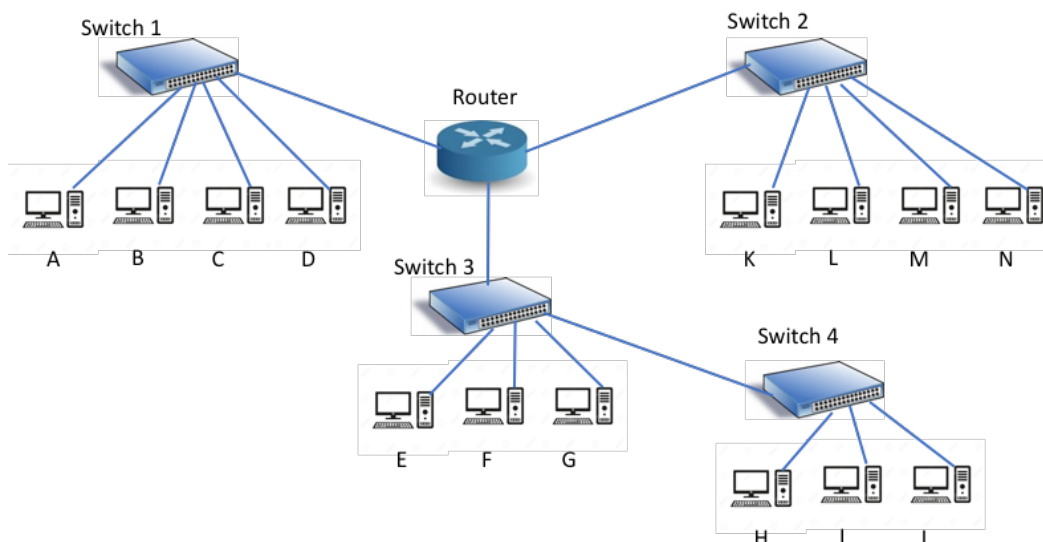
a) Dominios de difusión:



- b) Los hosts que recibirán copia de la trama serán A, D y E.
c) Si el switch 3 se reinicia (el 1 y 2 no), cuando D envíe a E, como el switch no sabe dónde está E lo difundirá por todas sus salidas. Por tanto, la trama la recibirá el switch 3 (su adaptador de red), que la enviará hacia E y hacia arriba, al switch 1. Pero como el switch 1 no se ha reiniciado y sabe que el host E está a través de la línea por la que le ha llegado, no volverá a hacer difusión (otra cosa sería que también estuviera reiniciándose, en cuyo caso lo enviaría hacia el router y el switch 2).
d) Si D ha transmitido tramas hacia A y B (y A y B habrán contestado a esas tramas), los switches 2, 1 y 3 ya saben en dónde están (en qué entradas de los switches están conectados). Por tanto, cuando E envía hacia A, los adaptadores de red que recibirán la copia serán los del switch 3, switch 1, switch 2 y A (D y B no recibirán nada).
e) La secuencia de tramas para enviar de D a H será:

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	
MAC A	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP A	IP Router-1	Petición ARP para conocer la dirección del router
MAC Router-1	MAC A	ARP	IP Router-1	IP A	Respuesta ARP del router
MAC A	MAC Router	IP	IP A	IP H	Envío del datagrama IP
MAC Router-2	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP Router-2	IP H	Petición ARP para conocer la dirección de H
MAC H	MAC Router-2	ARP	IP H	IP Router-2	Respuesta ARP de D
MAC Router-2	MAC H	IP	IP A	IP H	Envío del datagrama IP

17. Dada la red de la figura, todos los adaptadores de red utilizados son Ethernet. Se supone que el *router* está correctamente configurado y que tras un periodo de funcionamiento **los conmutadores (*switches*) conocen la ubicación de todas las máquinas.**



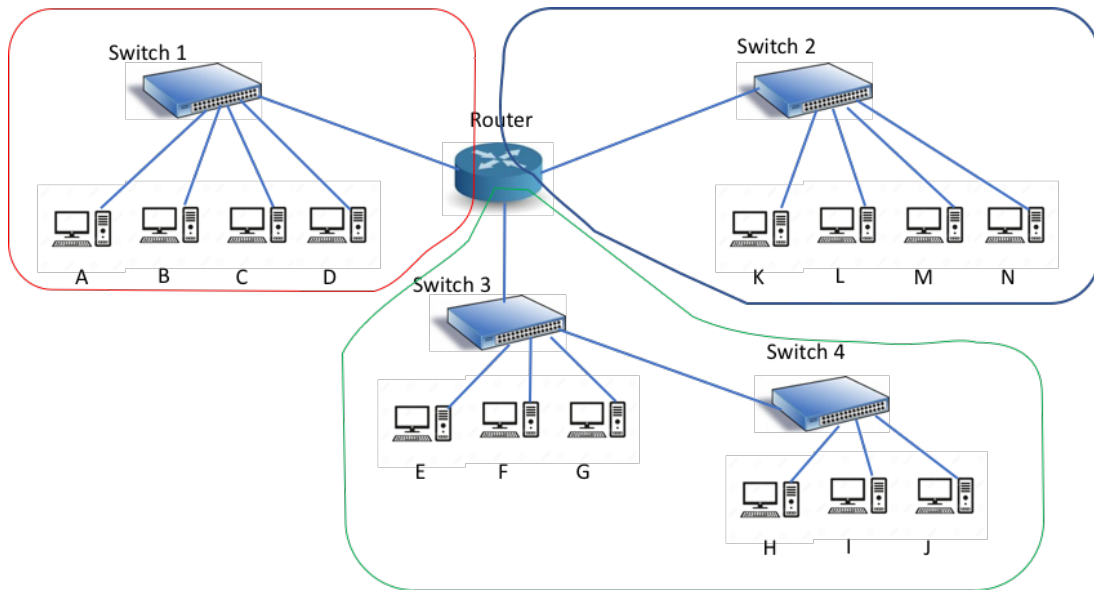
Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos dominios de difusión existen? Indícalos en la figura.
- Si J realiza una difusión Ethernet, ¿qué hosts recibirán una copia de la trama?
- Si K envía un datagrama a J, ¿a qué tarjetas de red les llega una copia de la trama que contiene el datagrama?
- El computador E inicia el envío de una trama a H. Instantes después J inicia una transmisión dirigida a I, ¿existe la posibilidad de que se produzca una colisión? Explica por qué.
- Suponiendo las cachés ARP vacías en todos los sistemas, si J tiene que enviar un datagrama a K, ¿cuántas peticiones ARP se realizarán en total?
- Completa la tabla indicando todas las tramas generadas para el envío del datagrama anterior. Las IP origen y destino pueden referirse a la cabecera del paquete IP o al mensaje ARP.

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	

Solución:

a) Dominios de difusión:



b) *E,F,G,H,I*

c) *Recibirán la trama las tarjetas de red del switch 2, router, switch 3, switch 4 y J.*

d) *No existe posibilidad de colisión ya que están conectados a switches (que habitualmente son full dúplex) que saben en qué boca está cada host, de forma que cada trama sigue un camino distinto e independiente. En el caso en el que dos o más tramas lleguen a un switch y tenga que enviarlas por la misma línea de salida, tampoco habrá colisión ya que el switch serializará cada una de ellas, es decir, primero una y luego la restante (o restantes).*

e) *Tendrá que hacerse, primero, una petición ARP para determinar la MAC del router y otra para determinar la MAC de K. La primera le servirá al nodo J para enviarle al router el datagrama y la segunda para que el router lo envíe a K*

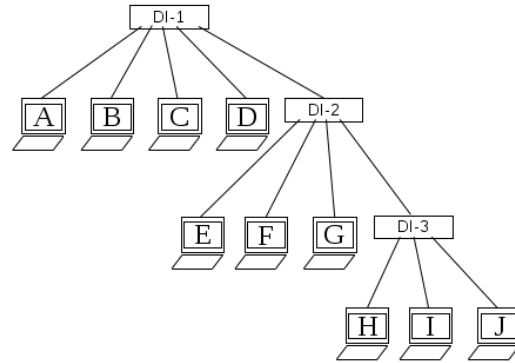
f) *La secuencia es:*

Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	
MAC J	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP J	IP Router-3	Petición ARP para conocer la dirección del router
MAC Router-3	MAC J	ARP	IP Router-3	IP J	Respuesta ARP del router
MAC J	MAC Router -3	IP	IP J	IP K	Envío del datagrama IP
MAC Router-2	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP Router-2	IP K	Petición ARP para conocer la dirección de K
MAC K	MAC Router-2	ARP	IP K	IP Router-2	Respuesta ARP de K
MAC Router-2	MAC K	IP	IP J	IP K	Envío del datagrama IP

18. Topología de una red Ethernet. DI-1, DI-2 y DI-3 representan diferentes dispositivos de interconexión (*Router*, y/o *Switch*) que conforman dicha red. Indica de qué tipo de dispositivo de interconexión se trata en cada una de las siguientes situaciones. Justifica tu respuesta. Incluso en algún apartado algún dispositivo puede ser sw o router, no se podrá determinar. En el caso de los switches pueden conocer o no la ubicación de los otros dispositivos.

Nota: DI-1, DI-2 y DI-3 no tienen por qué ser del mismo tipo de dispositivo en todos los apartados.

- Si A envía una trama a J, llegará una copia de la trama original a las tarjetas de red situadas en las máquinas B, C, D y J.
- Si A realiza una difusión Ethernet recibirán una copia de la trama original las estaciones B, C, D y el dispositivo DI-2. Instantes después H envía una trama a A, y sólo A recibe una trama que contiene el datagrama.

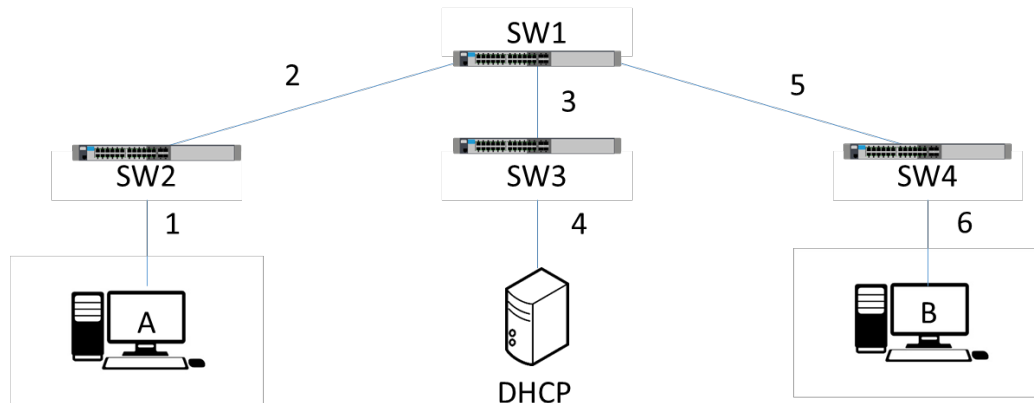


- B inicia el envío de una trama a I, al mismo tiempo J inicia una transmisión dirigida a B, de modo que B está transmitiendo y recibiendo simultáneamente. Tanto I como B reciben una copia de la trama original sin que se produzcan colisiones.

Solución:

- DI-1 puede ser un switch que todavía no ha aprendido qué máquinas están conectadas a sus entradas y DI-2 y 3 switches que sí han aprendido. No pueden ser routers porque no retransmitirían copia de la trama original por otro enlace de salida.*
- DI-1 será un switch. DI-2 es un router ya que en otro caso propagaría la difusión (si fuera un switch). DI-3 puede ser un switch o un router. No hay suficiente información para saberlo.*
- Los tres dispositivos son switches, ya que la trama viaja de B a J sin modificarse pasando por DI-1, DI-2 y DI-3.*

19. Tras un apagón, tanto la electrónica de red como los computadores se reinician sin datos anteriores. Los computadores A y B intentan – secuencialmente – obtener una dirección por DHCP. Cuando lo consiguen, A envía a B un paquete IP.



a. Rellena la tabla siguiente con las tramas transmitidas para este proceso, indicando en qué segmentos de red se transmiten

Trama	Segmentos	MAC Destino	MAC origen	IP destino	IP Origen	Significado
-------	-----------	-------------	------------	------------	-----------	-------------

b. Para cada una de las tramas anteriores, indica cómo se modifican las tablas de los switches SW1, SW2, SW3 y SW4

Solución

a)

Trama	Segmentos	MAC Destino	MAC origen	IP destino	IP Origen	Significado
1	1,2,3,4,5,6	FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC de A	255.255.255.255	0.0.0.0	DHCP Discover de A
2	4,3,2,1	MAC de A	MAC DHCP	IP de A	IP DHCP	DHCP Offer a A
3	1,2,3,4,5,6	FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC de A	255.255.255.255	0.0.0.0	DHCP Request de A
4	4,3,2,1	MAC de A	MAC DHCP	IP de A	IP DHCP	DHCP ACK a A
5	6,5,4,3,2,1	FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC de B	255.255.255.255	0.0.0.0	DHCP Discover de B
6	4,3,5,6	MAC de B	MAC DHCP	IP de B	IP DHCP	DHCP Offer a B
7	6,5,3,4,2,1	FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC de B	255.255.255.255	0.0.0.0	DHCP Request de B
8	4,3,5,6	MAC de B	MAC DHCP	IP de B	IP DHCP	DHCP ACK a B
9	1,2,3,4,5,6	FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC de A	IP de B	IP de A	ARP Request
10	6,5,2,1	MAC de A	MAC de B	IP de A	IP de B	ARP Response
11	1,2,5,6	MAC de B	MAC de A	IP de B	IP de A	Paquete IP

b)

Trama	SW 1			SW2		SW3		SW4		Significado
	2	3	5	1	2	3	4	5	6	
1	A			A		A		A		DHCP Discover de A
2		DHCP			DHCP		DHCP			DHCP Offer a A
3										DHCP Request de A
4										DHCP ACK a A
5			B		B	B			B	DHCP Discover de B
6								DHCP		DHCP Offer a B
7										DHCP Request de B
8										DHCP ACK a B
9										ARP Request
10										ARP Response
11										Paquete IP