

Tema 7:

Nivel de enlace de datos:

Cuestiones y problemas.

Sesión A7

DOCENCIA VIRTUAL

Finalidad:

Prestación del servicio Público de educación superior (art. 1 LOU)

Responsable:

Universitat Politècnica de València.

Derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición al tratamiento conforme a políticas de privacidad:

<http://www.upv.es/contenidos/DPD/>

Propiedad intelectual:

Uso exclusivo en el entorno de aula virtual.

Queda prohibida la difusión, distribución o divulgación de la grabación de las clases y particularmente su compartición en redes sociales o servicios dedicados a compartir apuntes.

La infracción de esta prohibición puede generar responsabilidad disciplinaria, administrativa o civil



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



7.1 Cuestiones: Introducción y servicios del nivel y 7.2. Detección y corrección de errores

1. Si todos los protocolos de enlace proporcionaran el servicio de entrega segura, ¿sería redundante que TCP también implementara este servicio? ¿por qué o por qué no?

7.1 Cuestiones: Introducción y servicios del nivel y 7.2. Detección y corrección de errores

1. Si todos los protocolos de enlace proporcionaran el servicio de entrega segura, ¿sería redundante que TCP también implementara este servicio? ¿por qué o por qué no?

No, no sería redundante. Aunque el servicio de entrega segura a nivel de enlace garantice la fiabilidad de la entrega entre dos nodos consecutivos pueden ocurrir imprevistos que hagan que finalmente el paquete no alcance su destino final. Por ejemplo, debido a un problema en el encaminamiento el paquete puede ser descartado en un *router* tras agotar su tiempo de vida. En este caso el nivel de enlace habría cumplido su tarea de entregar de forma fiable la trama al router y no detectaría el descarte posterior del paquete. Otra situación de fallo posible es que tras recibir correctamente la trama y reconocerla, el nodo tenga un problema de funcionamiento que le impidan transmitir la trama al nodo siguiente, por ejemplo, un fallo en la alimentación del sistema.

2. En la arquitectura de protocolos TCP/IP se pueden implementar técnicas de control de flujo tanto en el nivel de transporte como en el de enlace de datos. ¿Qué sentido tiene el que se hagan en los dos niveles? ¿implica en los dos niveles a los mismos emisores y receptores?

2. En la arquitectura de protocolos TCP/IP se pueden implementar técnicas de control de flujo tanto en el nivel de transporte como en el de enlace de datos. ¿Qué sentido tiene el que se hagan en los dos niveles? ¿implica en los dos niveles a los mismos emisores y receptores?

- En el nivel de transporte se trabaja con los elementos finales que se comunican, esto es las aplicaciones. Por tanto, el control de flujo que aplica el protocolo TCP se hace entre dichos elementos. Esto permite dar a la aplicación un servicio orientado a la conexión y fiable. Teniendo en cuenta, además, que dichos elementos finales pueden estar en diferentes redes, y los datos que se envían entre ellos además pueden atravesar diferentes topologías y tecnologías de red.
- En el nivel de enlace no todas las redes dan un servicio de control de flujo, esto dependerá del tipo de red. Por tanto, en este nivel el control de flujo se realiza entre elementos adyacentes, esto es pertenecientes a una misma red.
- Además, en el nivel de transporte hay protocolos como el UDP que no realiza control de flujo y los segmentos que se envían a través de TCP pueden atravesar redes que tampoco realicen control de flujo.
- Resumiendo: No es redundante el control de flujo en ambos niveles dado que implica a distintos elementos y se puede dar casos en que se aplique en el nivel de transporte (TCP) y no en el de enlace (si todas las redes que atraviesa son por ejemplo ethernet) y viceversa.

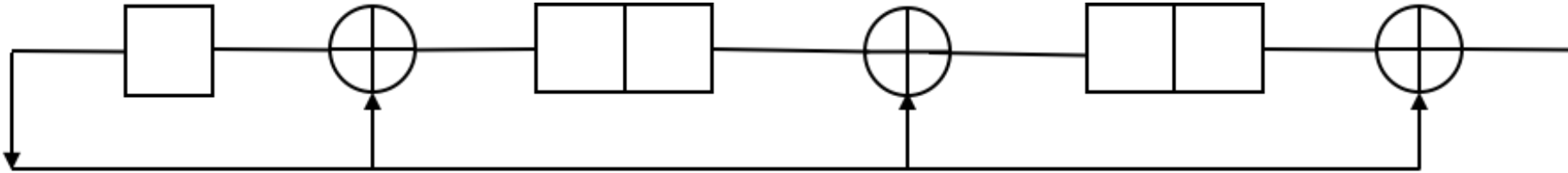
3. Indica las dos estrategias se utilizan para la **corrección** de errores de transmisión. Describe brevemente en que consiste cada una de ellas.

3. Indica las dos estrategias se utilizan para la **corrección** de errores de transmisión. Describe brevemente en que consiste cada una de ellas.

- Para poder corregir los errores se pueden emplear dos estrategias: FEC (Forward Error Correction) y ARQ (Automatic Repeat Request).
- FEC añade información que permitirá al receptor reconstruir la información correcta (detección + recuperación), mientras que en ARQ el emisor tiene que retransmitir la información dañada (detección + reenvío).

4. Se quieren enviar los datos $D = 1010001101$. Dibuja la implementación hardware para calcular el CRC que tendríamos que añadir a dichos datos si emisor y receptor han acordado utilizar el generador 110101.

4. Se quieren enviar los datos $D = 1010001101$. Dibuja la implementación hardware para calcular el CRC que tendríamos que añadir a dichos datos si emisor y receptor han acordado utilizar el generador 110101.



5. Se quieren enviar los datos $D = 1011.0010.1001$ usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema va a usar el polinomio generador $G(x) = x^6 + x + 1$. Calcula el CRC que habría que añadir, y verifícalo mediante la traza del circuito divisor.

5. Se quieren enviar los datos D= 1011.0010.1001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema va a usar el polinomio generador $G(x)=x^6+x+1$. Calcula el CRC que habría que añadir, y verifícalo mediante la traza del circuito divisor.

101100101001000000	<u>1000011</u>
1000011	101101011111
<u>001101001</u>	
1000011	
<u>01010100</u>	
1000011	
<u>001011101</u>	
1000011	
<u>001111000</u>	
1000011	
<u>01110110</u>	
1000011	
<u>01101010</u>	
1000011	
<u>01010010</u>	
1000011	
<u>00100010</u>	

¿Cuál es el circuito que calcula este CRC? Intentadlo....

5. Se quieren enviar los datos D= 1011.0010.1001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema va a usar el polinomio generador $G(x)=x^6+x+1$. Calcula el CRC que habría que añadir, y verifícalo mediante la traza del circuito divisor.

```

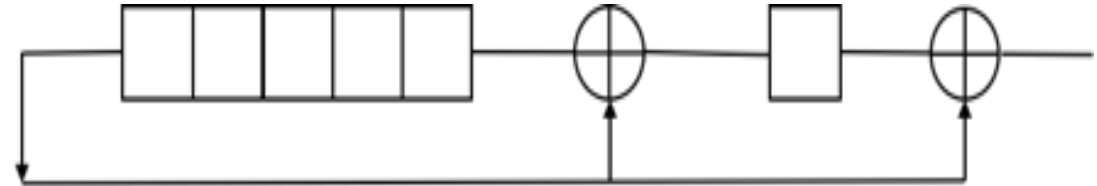
101100101001000000
1000011
-----
001101001
 1000011
-----
 01010100
   1000011
-----
    001011101
     1000011
-----
      001111000
       1000011
-----
        01110110
         1000011
-----
         01101010
          1000011
-----
          01010010
           1000011
-----
           00100010

```

```

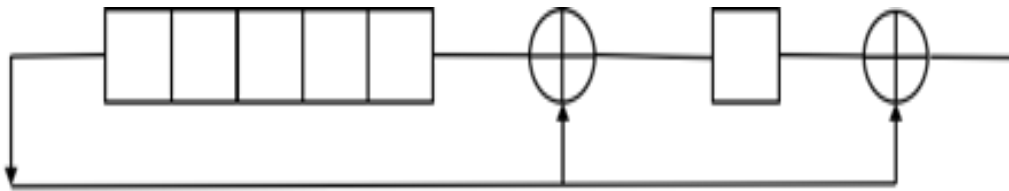
1000011
101101011111

```



Vamos introduciendo los bits por la entrada y tras n ciclos (tantos como bits) el contenido del registro de desplazamiento será el CRC a añadir:.....

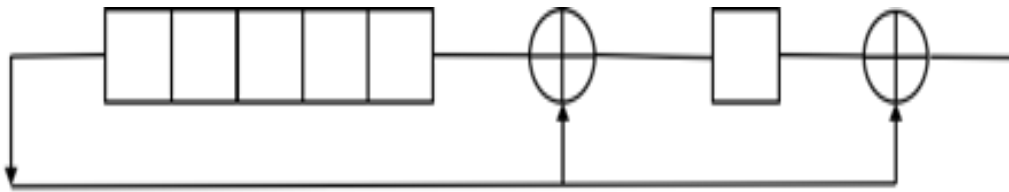
5. Se quieren enviar los datos D= 1011.0010.1001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema va a usar el polinomio generador $G(x)=x^6+x+1$. Calcula el CRC que habría que añadir, y verifícalo mediante la traza del circuito divisor.



X^5	X^4	X^3	X^2	$X^1 \text{ ---XOR}$	$X^0 \text{ ---XOR}$	Entrada
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	

El transmisor transmitirá la secuencia:
101100101001100010

5. Se quieren enviar los datos D= 1011.0010.1001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema va a usar el polinomio generador $G(x)=x^6+x+1$. Calcula el CRC que habría que añadir, y verifícalo mediante la traza del circuito divisor.

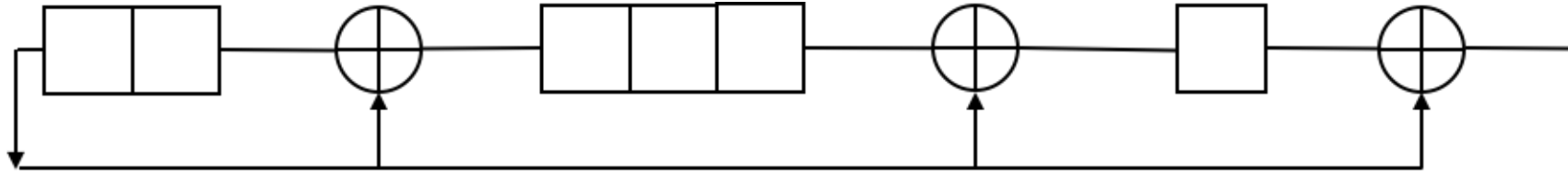


El receptor comprueba que la trama recibida es correcta con el mismo circuito: si tras la recepción de la trama el contenido del registro de desplazamiento es 0 es que la recepción ha sido correcta: ningún bit se ha alterado.

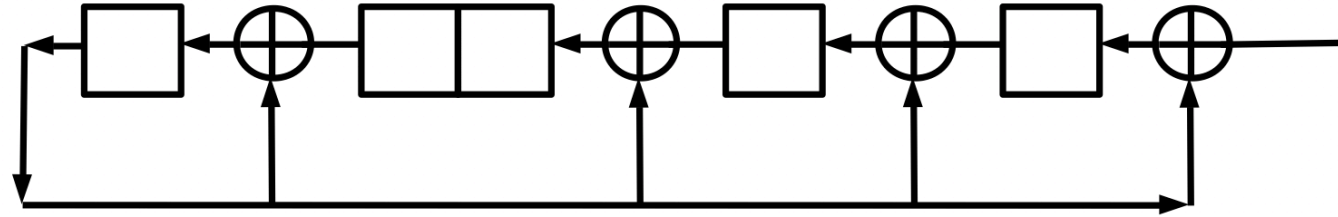
X^5	X^4	X^3	X^2	$X^1 \text{---XOR}$	$X^0 \text{---XOR}$	Entrada
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	OK Rx

6. Se quieren enviar los datos 0100111011011001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema utiliza el polinomio generador $x^6 + x^4 + x + 1$. Dibuja el circuito necesario para calcular el CRC que hay que añadir a los datos.

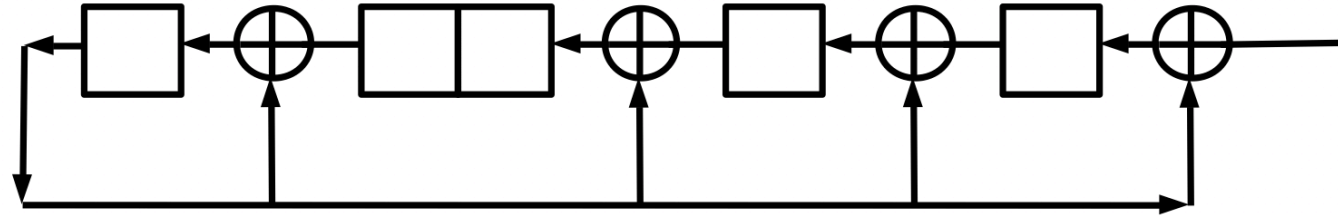
6. Se quieren enviar los datos 0100111011011001 usando un sistema de detección de errores basado en CRC. Dicho sistema utiliza el polinomio generador $x^6 + x^4 + x + 1$. Dibuja el circuito necesario para calcular el CRC que hay que añadir a los datos.



7. A partir del circuito de la figura, obtén el polinomio generador que se está utilizando para calcular y verificar el CRC



7. A partir del circuito de la figura, obtén el polinomio generador que se está utilizando para calcular y verificar el CRC



$$G(x) = x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

8. Calcula el CRC correspondiente al mensaje $M=1011011101$ empleando el polinomio generador $G(x)=x^4+1$. Dibuja el circuito que verificaría el mensaje y comprueba mediante una traza del mismo que el CRC calculado es correcto.

8. Calcula el CRC correspondiente al mensaje $M=1011011101$ empleando el polinomio generador $G(x)=x^4+1$. Dibuja el circuito que verificaría el mensaje y comprueba mediante una traza del mismo que el CRC calculado es correcto.

- *Se puede resolver de igual forma que la cuestión 5. También se puede hacer dividiendo los polinomios (es equivalente y cada uno puede optar por el método que le sea más cómodo).*

8. Calcula el CRC correspondiente al mensaje $M=1011011101$ empleando el polinomio generador $G(x)=x^4+1$. Dibuja el circuito que verificaría el mensaje y comprueba mediante una traza del mismo que el CRC calculado es correcto.

$$1011011101 \Rightarrow x^9 + x^7 + x^6 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

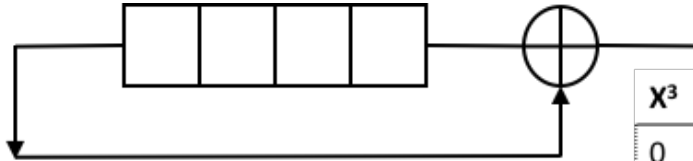
Lo desplazamos 4 posiciones (añadimos 4 ceros),
ya que es el grado del polinomio generador $G(x) = x^4 + 1$

$x^{13} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^6 + x^4$ y hacemos a la división:

$$\begin{array}{r}
 x^{13} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^6 + x^4 \quad \bigg| \quad x^4 + 1 \\
 \underline{x^{13} + \phantom{x^{11}} + x^9} \\
 \phantom{x^{13} + } x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^4 \\
 \underline{\phantom{x^{13} + } x^{11} + \phantom{x^{10}} + x^7} \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } x^{10} + x^9 + x^8 + + x^6 + x^4 \\
 \underline{\phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } x^{10} + + x^6} \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^9 + x^8 + + x^4 \\
 \underline{\phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^9 + + x^5} \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^8 + + x^5 + x^4 \\
 \underline{\phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^8 + + x^4} \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^5 \\
 \underline{\phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x^5 + x} \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x \\
 \phantom{x^{13} + } \phantom{x^{11} + } \phantom{x^{10} + } x = 0010
 \end{array}$$

La información transmitida es:
10110111010010. Al recibirla y
procesarla con el circuito de CRC del
receptor, si no ha sufrido ninguna
alteración el resultado debe ser 0. Lo
comprobamos:

8. Calcula el CRC correspondiente al mensaje $M=1011011101$ empleando el polinomio generador $G(x)=x^4+1$. Dibuja el circuito que verificaría el mensaje y comprueba mediante una traza del mismo que el CRC calculado es correcto.



X^3	X^2	X^1	$X^0 \text{ ---XOR}$	Entrada
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
1	0	1	1	0
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	0	0
1	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	=>Rx Ok

Tema 7:

Nivel de enlace de datos:

Cuestiones y problemas.

Sesión A8

DOCENCIA VIRTUAL

Finalidad:

Prestación del servicio Público de educación superior (art. 1 LOU)

Responsable:

Universitat Politècnica de València.

Derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición al tratamiento conforme a políticas de privacidad:

<http://www.upv.es/contenidos/DPD/>

Propiedad intelectual:

Uso exclusivo en el entorno de aula virtual.

Queda prohibida la difusión, distribución o divulgación de la grabación de las clases y particularmente su compartición en redes sociales o servicios dedicados a compartir apuntes.

La infracción de esta prohibición puede generar responsabilidad disciplinaria, administrativa o civil



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



1. Clasifica los tipos de enlaces en base al número de nodos que comparten los canales del enlace. Indica ventajas e inconvenientes de cada uno, y al menos un ejemplo de cada uno de los tipos.

- Existen dos tipos de enlaces de red:

- Punto a punto

- Ventaja:
 - Canales no compartidos: seguridad y privacidad
 - Inconveniente
 - Cuando crece el número de nodos (n) se requieren muchos enlaces
 - Ej:
 - Acceso telefónico cableado
 - Red Ethernet (actualmente)

- De difusión (cable o medio compartido)

- Usan un canal de difusión compartido entre varios nodos
 - Sólo un nodo debe utilizar el enlace para transmitir con éxito
 - Ventaja: conectividad
 - Inconvenientes:
 - Si dos o más nodos transmiten simultáneamente:
 - ¡¡Interferencias!!
 - **Colisión** si un nodo recibe dos o más señales al mismo tiempo
 - Necesidad de un protocolo de control de acceso al medio
 - Ej: LAN inalámbrica

2. Utilizando la clasificación de la pregunta anterior, ¿en qué tipo de enlaces es crítico utilizar un protocolo de acceso al medio?

- De difusión (cable o medio compartido)

3. Clasifica los protocolos de control de acceso al medio. Explica las características principales de cada uno de los tipos.

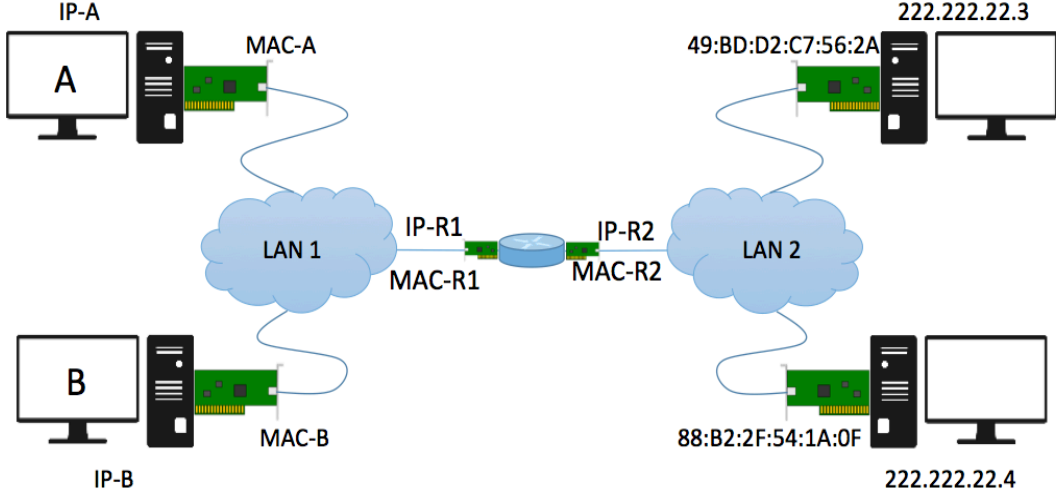
- Tres grandes clases:
 - **Partición estática del canal**
 - Se divide el canal en pequeños "trozos" (ranuras de tiempo, frecuencia)
 - Cada trozo se asigna en exclusiva a un nodo
 - Ejemplos: TDM, FDM
 - **Acceso aleatorio:**
 - El canal no está preasignado, pueden producirse colisiones
 - Hay que recuperarse de las colisiones
 - Ejemplos: CSMA/CD, CSMA/CA
 - **Acceso por turnos:**
 - Acceso al canal coordinado (por turnos) para evitar colisiones
 - Ejemplo: paso de testigo

4. ¿En qué tipo de redes, cableadas o inalámbricas, crees que se utilizan con más frecuencia protocolos de control de acceso al medio en la actualidad?

- En los protocolos inalámbricos, donde tenemos un medio compartido entre todos los dispositivos
 - También en algunos cableados, pero el uso en la actualidad de ethernet conmutada mediante la conexión de los nodos a los switches mediante cables punto a punto evita el problema de las colisiones.

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:

- a. Si A desea enviar un paquete a B ¿utilizará ARP para averiguar la dirección física de B? Justifica la respuesta.
- b. 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.



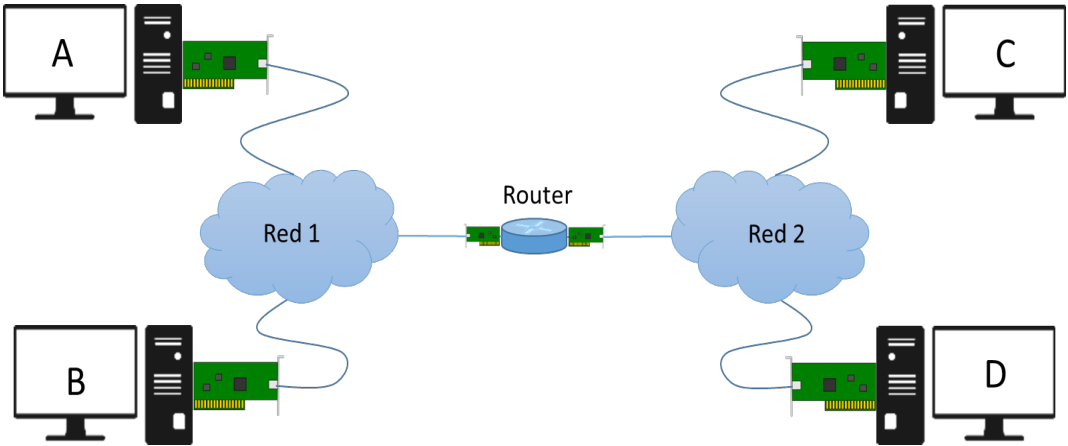
Solución:

a) *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.*

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

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	
A	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP A	IP RouterRed-1	Petición ARP para conocer la dirección del router
RouterRed-1	A	ARP	IP RouterRed-1	IP A	Respuesta ARP del router
A	RouterRed-1	IP	IP A	IP D	Mensaje ECHO REQUEST
RouterRed-2	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP RouterRed-2	IP D	Petición ARP para conocer la dirección de D
D	RouterRed-2	ARP	IP D	IP RouterRed-2	Respuesta ARP de D
RouterRed-2	D	IP	IP A	IP D	Mensaje ECHO REQUEST

Tema 7:

Nivel de enlace de datos:

Cuestiones y problemas-

Sesión A9

DOCENCIA VIRTUAL

Finalidad:

Prestación del servicio Público de educación superior (art. 1 LOU)

Responsable:

Universitat Politècnica de València.

Derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición al tratamiento conforme a políticas de privacidad:

<http://www.upv.es/contenidos/DPD/>

Propiedad intelectual:

Uso exclusivo en el entorno de aula virtual.

Queda prohibida la difusión, distribución o divulgación de la grabación de las clases y particularmente su compartición en redes sociales o servicios dedicados a compartir apuntes.

La infracción de esta prohibición puede generar responsabilidad disciplinaria, administrativa o civil



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



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

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.

● Switch: Transparentes

- 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?

- Inundación

- Cuando un switch recibe una trama:

- Anota en la tabla la MAC origen (“aprende”)
 - Si la MAC ya aparecía, prolonga su TTL
- Busca en su tabla usando la **dirección MAC destino**
 - if** encuentra entrada para el destino
 - then {**
 - if** destino está en segmento desde donde llegó la trama,
 - then** descarta trama
 - else** reenvía la trama a la interfaz indicada
 - } else {**
 - Inundación
 - }**

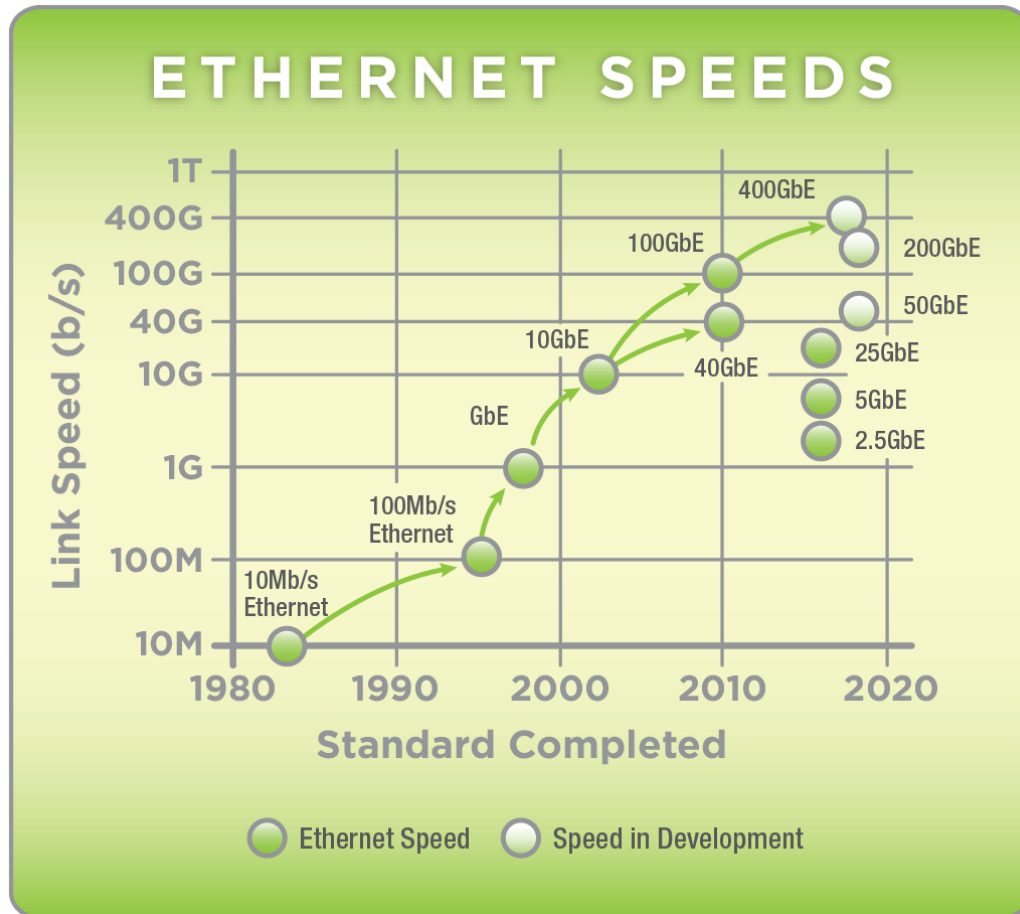
6. ¿Qué hace un conmutador si recibe desde una interfaz x una trama cuya dirección destino está asociada en la tabla a la misma interfaz x? ¿Y si la dirección destino es de difusión?

- 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

7. Cita tres razones que justifiquen el éxito de la tecnología Ethernet.

- Constante evolución
 - x Mbps -> nnn Gbps
- Fácil de administrar
- Barata

8. Indica las distintas velocidades de transmisión a las que permiten operar los estándares IEEE 802.3.



10 Mbps (IEEE 802.3)

100 Mbps (IEEE 802.3u) Fast Ethernet

1.000 Mbps (IEEE 802.3z) 1 Gigabit Ethernet

10.000 Mbps (IEEE 802.3ae) 10 Gigabit Ethernet

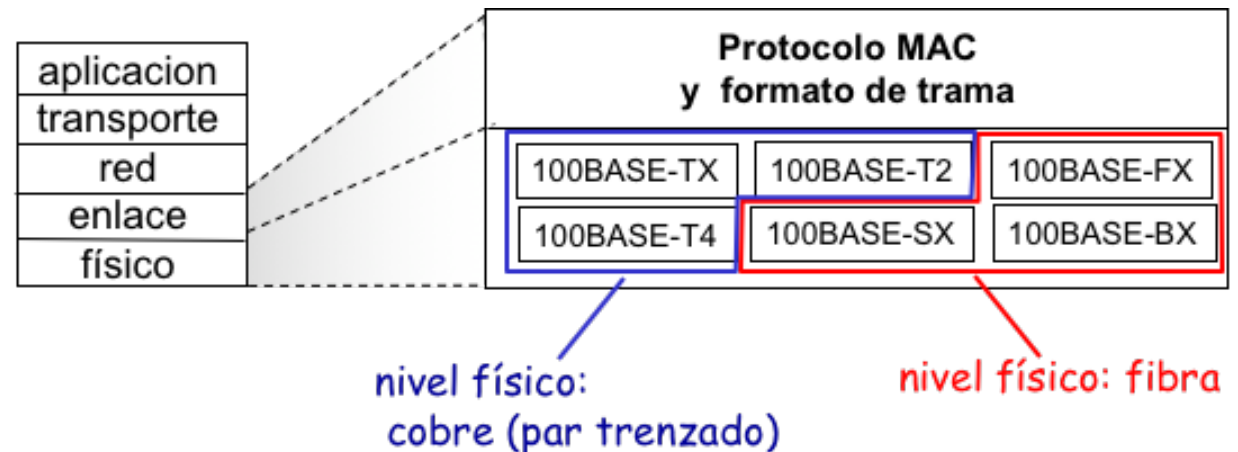
40.000/100.000 Mbps (IEEE 802.3ba) 40/100 Gigabit Ethernet

9. ¿A qué niveles de la arquitectura corresponde Ethernet?

- Nivel de enlace + 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?

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

Fragmentación IP (tema anterior)

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 x0800 representa el protocolo IP.

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

- CRC:

- **CRC-32 (Ethernet):** $= X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$

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/ausencia de algún segmento y lo requerirá al otro extremo.

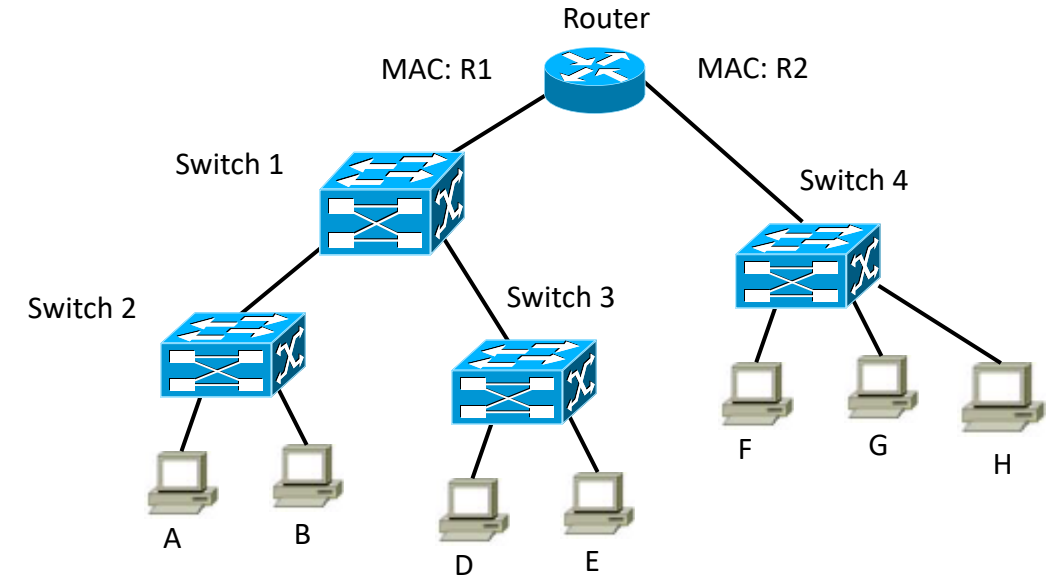
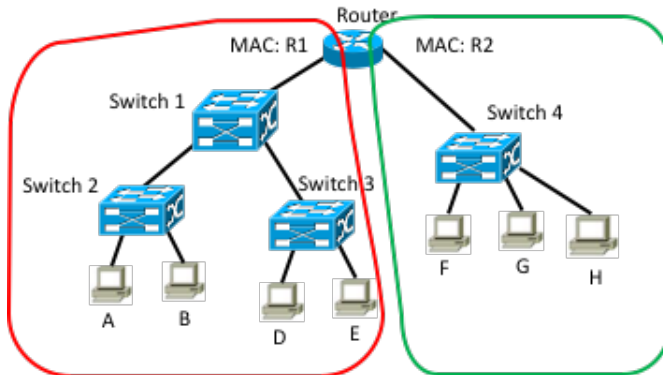
15. ¿Cómo se separan varias tramas consecutivas?

- 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:

a. ¿Cuántos dominios de difusión existen? Indícalos en la figura.



b. Si B realiza una difusión Ethernet (petición ARP), ¿qué hosts recibirán una copia de la trama?

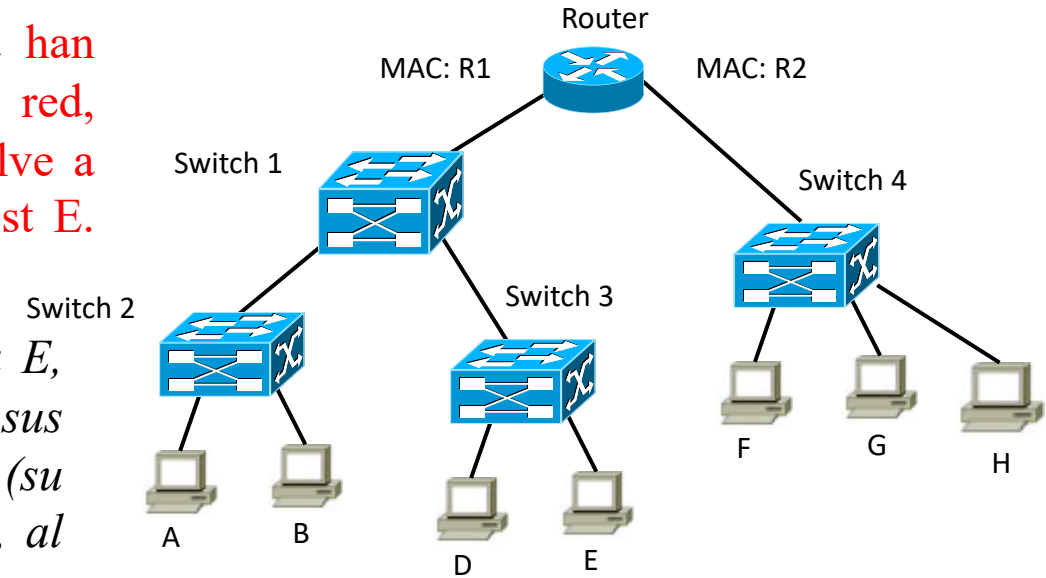
Los hosts que recibirán copia de la trama serán A, D y E.

c. 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.

a) 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).

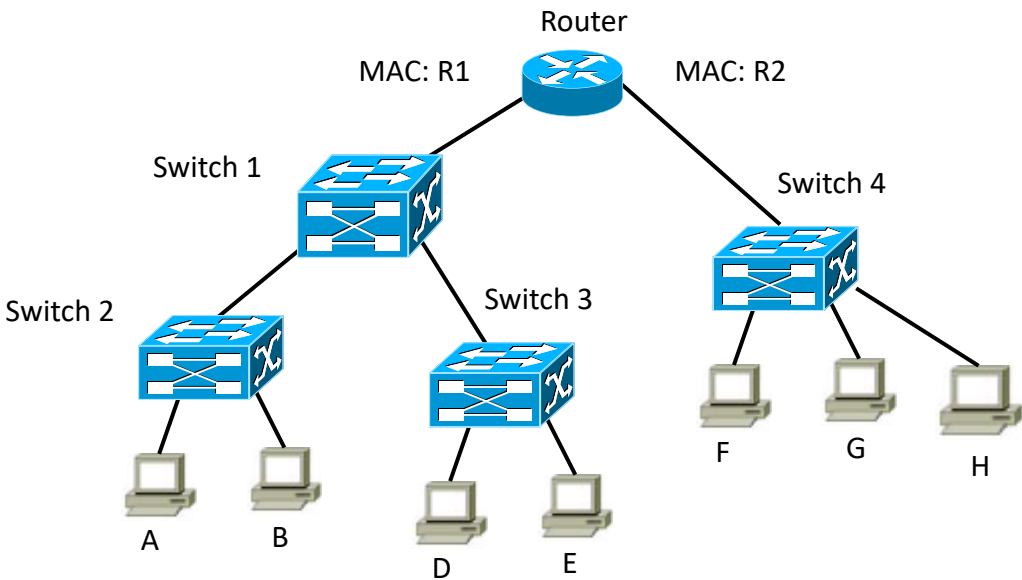
d. Tras un tiempo de funcionamiento de la red, el host D ha transmitido recientemente tramas a los host A y B. Un instante después de eso, el host E transmite una trama al host A. Indica qué adaptadores de red recibirán una copia de la trama transmitida por E.

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



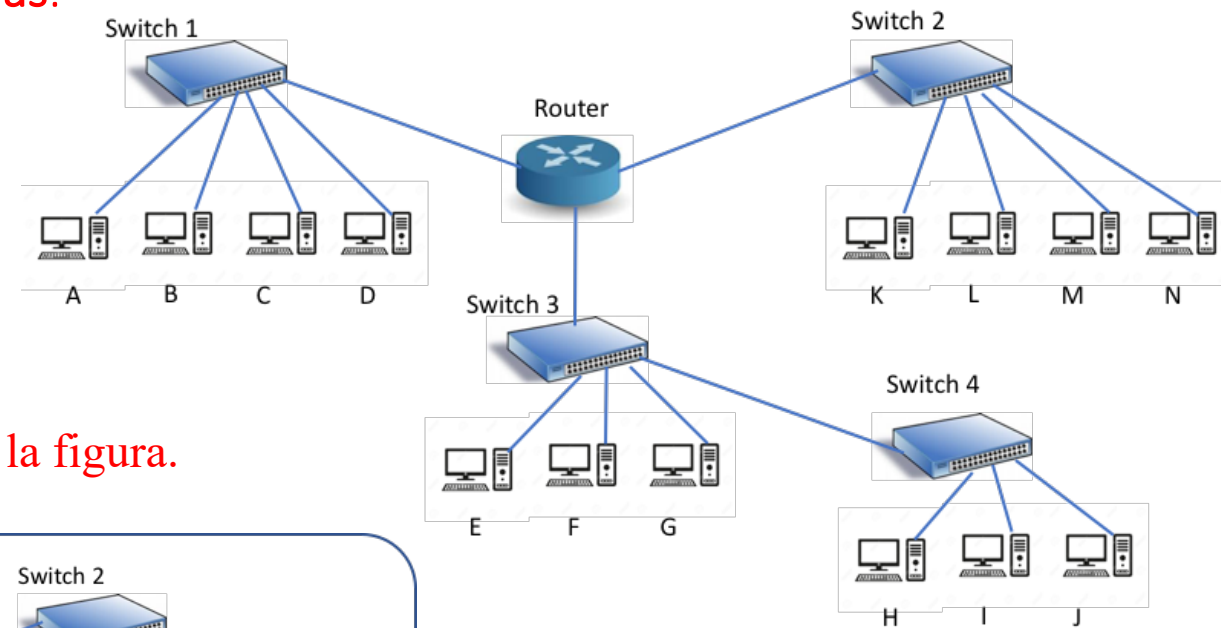
Si D ha transmitido tramas hacia A y B (y A y B habrán contestado a esas tramas), los switches 2, 1 y 3 ya saben en dónde están (en qué entradas de los switches están conectados). Por tanto, cuando E envía hacia A, los adaptadores de red que recibirán la copia serán los del switch 3, switch 1, switch 2 y A (D y B no recibirán nada).

e. 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.

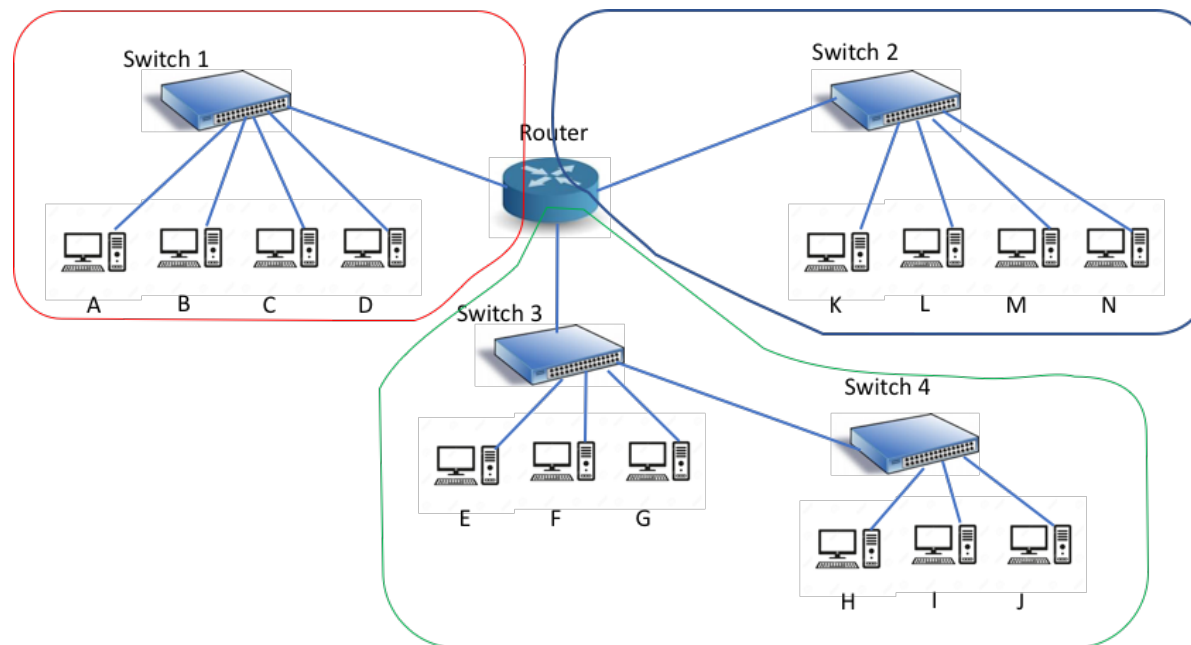


Cabecera de la trama			Direcciones IP relacionadas		Función del paquete
Dirección Física Fuente	Dirección Física destino	Tipo	Dirección IP fuente	Dirección IP destino	
MAC A	FF:FF:FF:FF:FF:FF	ARP	IP A	IP Router-1	Petición ARP para conocer la dirección del router
MAC Router-1	MAC A	ARP	IP Router-1	IP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



a. ¿Cuántos dominios de difusión existen? Indícalos en la figura.



b. Si J realiza una difusión Ethernet, ¿qué hosts recibirán una copia de la trama?

c. Si K envía un datagrama a J, ¿a qué tarjetas de red les llega una copia de la trama que contiene el datagrama?

d. 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.

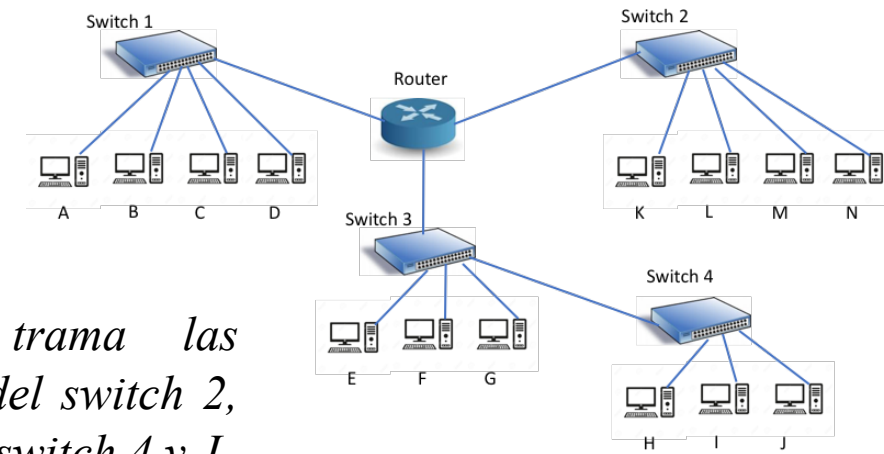
e. Suponiendo las cachés ARP vacías en todos los sistemas, si J tiene que enviar un datagrama a K, ¿cuántas peticiones ARP se realizarán en total?

E,F,G,H,I

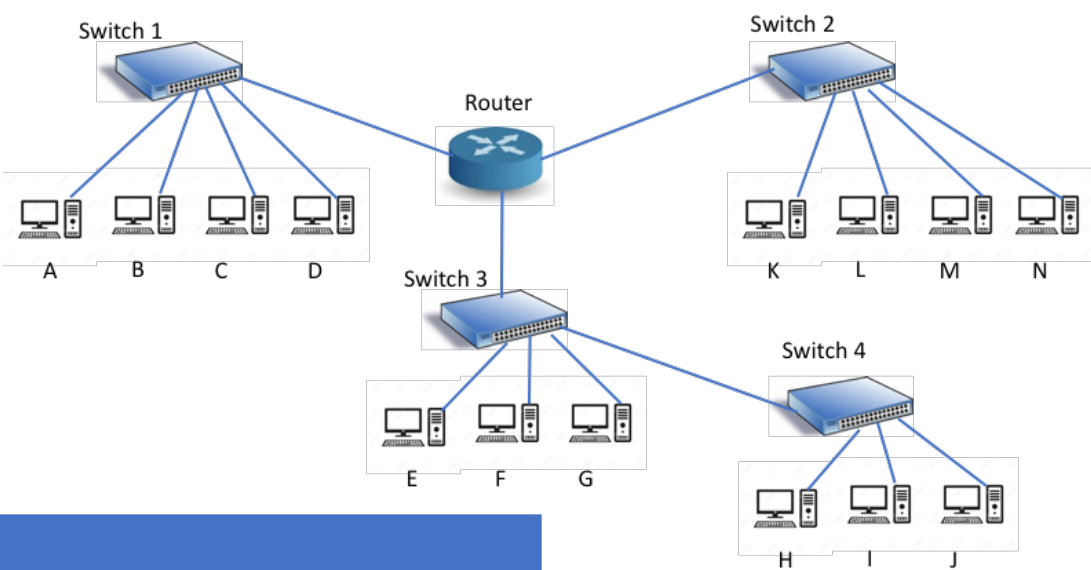
Recibirán la trama las tarjetas de red del switch 2, router, switch 3, switch 4 y J.

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).

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. 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	
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. 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.

- a. 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.

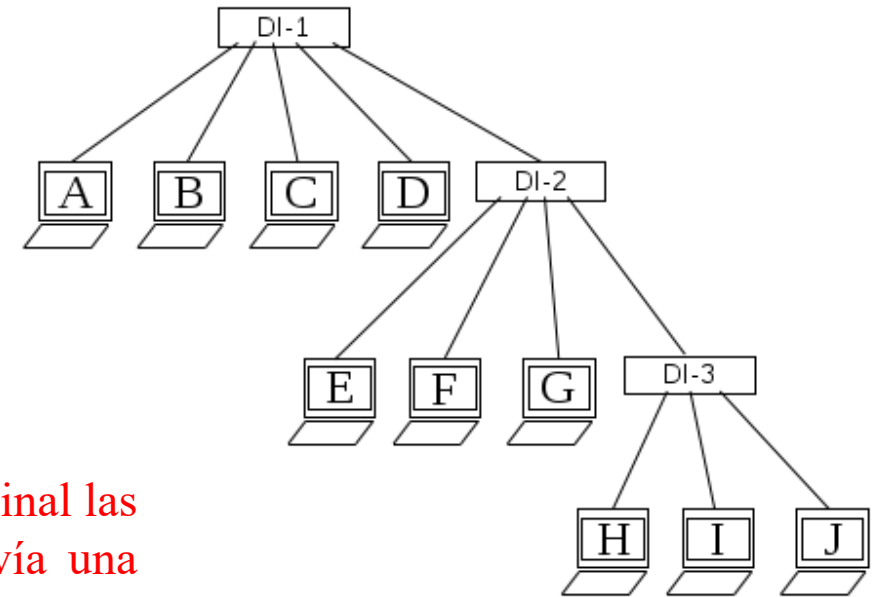
DI-1 puede ser un switch que todavía no ha aprendido qué máquinas están conectadas a sus entradas y DI-2 y 3 switches que sí han aprendido. No pueden ser routers porque no retransmitirían copia de la trama original por otro enlace de salida.

- b. 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.

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.

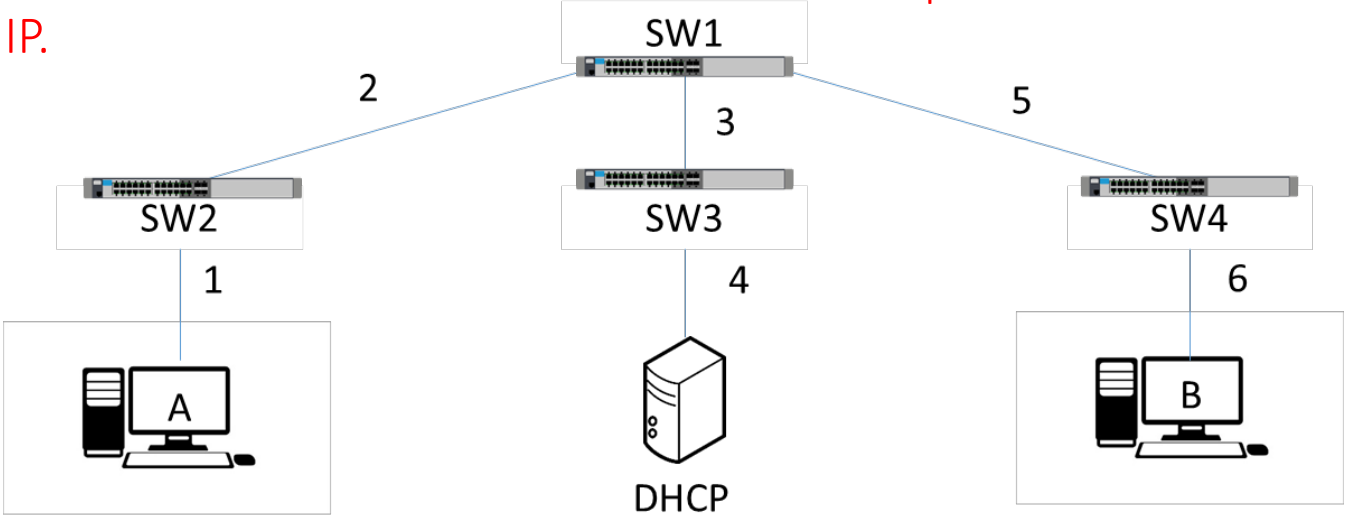
- c. B inicia el envío de una trama a I, al mismo tiempo J inicia una transmisión dirigida a B, de modo que B está transmitiendo y recibiendo simultáneamente. Tanto I como B reciben una copia de la trama original sin que se produzcan colisiones.

Los tres dispositivos son switches, ya que la trama viaja de B a I y de J a B sin modificarse pasando por DI-1, DI-2 y DI-3.



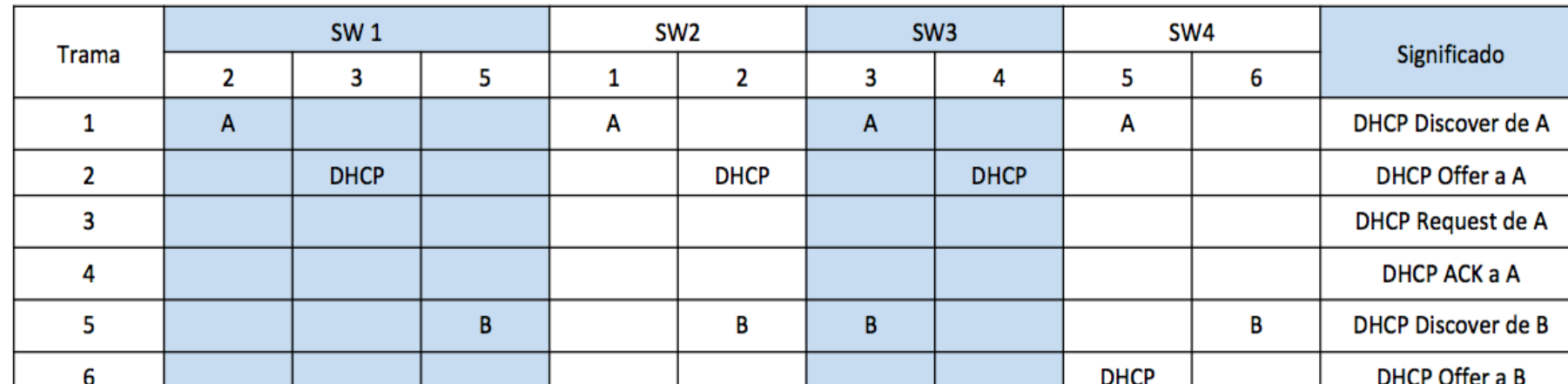
19. Tras un apagón, tanto la electrónica de red como los computadores se reinician sin datos anteriores. Los computadores A y B intentan – secuencialmente – obtener una dirección por DHCP. Cuando lo consiguen, A envía a B un paquete IP.

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



							DHCP Request de B
							DHCP ACK a B
							ARP Request
							ARP Response
							Paquete IP