Nombre:_____Apellidos:_____

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Examen de recuperación, curso 2025-2026

CUESTIONARIO (25%)

Todas las preguntas valen 1.25% de la nota final. **Se deben marcar todas las opciones correctas y ninguna de las incorrectas para que la pregunta se puntúe como correctamente contestada**. Debe entender una pregunta que diga algo como "¿cuál?" como "¿cuál o cuáles?". Una respuesta incorrecta puntúa 0, y es cualquiera en la que se haya dejado de marcar alguna opción correcta o se haya marcado alguna incorrecta. Una respuesta en blanco puntúa 0. Marque con claridad con una X sobre el círculo las opciones correctas. Si quiere hacer alguna aclaración ponga un * junto al número de pregunta y emplee otra hoja para sus comentarios.

1) Un protocolo en capa física

- ○ Especifica el tipo de medio físico empleado
- ○ Especifica las características eléctricas del medio
- ○ Convierte bits a señales adecuadas para el medio de transmisión
- ○ Determina las características mecánicas y eléctricas de los conectores
- ○ Gestiona el acceso al medio mediante un protocolo de control de acceso al medio
- ○ Especifica el formato de las tramas y el control de errores a nivel de enlace que se debe emplear
- ○ Ninguna de las anteriores

2) En la arquitectura IEEE 802, el subnivel LLC

- ○ Implementa el aprendizaje de direcciones
- ○ Gestiona el acceso a un medio compartido
- ○ Depende del subnivel MAC para el envío de tramas
- ○ Puede existir en el nivel de enlace sin existir subnivel MAC
- ○ Proporciona un servicio independiente del subnivel MAC empleado
- ○ Ninguna de las anteriores

3) El campo "Ethertype" de la cabecera Ethernet

- ○ Tiene una longitud de 6 bytes
- ○ Se modifica al ser reenviado por el conmutador
- ○ Identificar el medio físico que se está empleando
- ○ Determina el protocolo de capa superior que va en los datos de la trama
- ○ Es el único valor de la trama empleado para decidir en un conmutador el puerto por donde reenviarla
- ○ Se emplea junto con la dirección MAC origen para decidir en un conmutador el puerto por donde reenviarla
- ○ Se emplea junto con la dirección MAC destino para decidir en un conmutador el puerto por donde reenviarla
- ○ Ninguna de las anteriores

4) ¿Qué hace un conmutador Ethernet con una trama dirigida a una dirección MAC de multicast?

- ○ La descarta
- ○ Hace inundación
- ○ La reenvía por todos los puertos menos por el que la ha recibido
- ○ La reenvía por los mismos puertos que reenviaría una trama dirigida a la MAC de broadcast
- ○ La reenvía por todos los puertos, pero no por el que la ha recibido si funciona en half-duplex
- ○ Ninguno de los anteriores

5) El retardo de transmisión de una trama Ethernet depende

- ○ Del tamaño de la trama
- ○ De la distancia del enlace por el que se envía
- ○ De la tasa binaria (velocidad de transmisión) del enlace
- ○ De la velocidad de propagación en el medio por el que se envía
- ○ Ninguna de las anteriores

6) En Ethernet half-duplex con CSMA/CD, el tamaño mínimo de la trama se fija

- Para permitir la detección de colisiones
- Para minimizar el tiempo de transmisión
- Para minimizar el retardo de propagación
- Para permitir la detección de portadora (Carrier Sense)
- Ninguna de las anteriores

7) Cuando un conmutador recibe por el puerto X una trama Ethernet con dirección MAC origen A y destino B y tiene ya aprendida la dirección A asociada al puerto Y y la dirección B asociada al puerto Z (A!=B, X!=Y!=Z, X!=Z), ¿qué modificaciones hace a la base de datos de filtrado?

- Añade la dirección A asociada al puerto X
- Añade la dirección B asociada al puerto X
- Elimina la dirección A asociada al puerto Y
- Elimina la dirección B asociada al puerto Z
- Ninguna de las anteriores

8) Marque las afirmaciones correctas sobre la tecnología ATM

- Utiliza celdas de 53 bytes
- Las celdas tienen una cabecera, unos datos y una cola
- Garantiza la entrega en orden
- Garantiza la entrega
- Ninguna de las anteriores

9) En una Wireless LAN con Access Point

- Se emplea CSMA/CD
- Todas las tramas enviadas por el Access Point emplean la misma tasa de transmisión
- Una trama unicast enviada por una estación inalámbrica al access point deberá siempre recibir una confirmación (ACK 802.11)
- Una trama unicast enviada por una estación inalámbrica al access point deberá recibir una confirmación (ACK 802.11) solo si se dirige a otra estación inalámbrica asociada al mismo access point
- Las estaciones inalámbricas deben completar un proceso de asociación y autentificación antes de poder enviar tramas de con datos de usuario
- Ninguna de las anteriores es correcta

10) El protocolo de control de acceso al medio en 802.11

- Hace detección de portadora
- Hace detección de colisiones
- Envía confirmaciones para tramas unicast
- Puede emplear mensajes RTS/CTS para mitigar el problema del nodo oculto
- Está implementado en los puntos de acceso pero no en los interfaces inalámbricos de los hosts
- Ninguna de las anteriores

11) Indique las afirmaciones correctas

- Un E1 contiene 32 paquetes ATM
- Un E1 está enviando 32 bytes cada 125µs
- Un E2 es el resultado de multiplexar 4 flujos E1
- Un T1 tiene la misma tasa binaria de transmisión que un E1
- Un E1 está compuesto por 32 slots temporales con multiplexación por división en el tiempo
- Ninguna de las anteriores

12) Un conmutador sin bloqueo interno puede sufrir bloqueo externo

- Cierto
- Falso

Nombre:_____Apellidos:_____

*13) La intensidad de tráfico promedio que una población muy grande de usuarios **ofrece** a un enlace entre dos centrales de conmutación telefónica*

- Se mide en Erlangs
- Es una probabilidad
- Se calcula mediante la fórmula B de Erlang
- Es directamente proporcional a la cantidad de usuarios
- En inversamente proporcional a la cantidad de usuarios
- Es directamente proporcional a la duración media de las llamadas
- Ninguna de las anteriores

14) La distribución exponencial

- Sirve para modelar la duración de las llamadas telefónicas
- Determina la probabilidad de bloqueo de llamada en un enlace con un solo canal
- Sirve para modelar el número de llegadas en un intervalo de tiempo cuando el número de llegadas en un intervalo de tiempo sigue una distribución de Poisson
- Ninguna de las anteriores

15) En un protocolo de encaminamiento de estado de enlace (link state)

- Cada nodo mantiene la información de los vecinos de cada nodo
- Cada nodo comparte con sus vecinos el coste que tiene calculado a cada destino
- Cada nodo comparte con todos los nodos de la red la lista de los vecinos que tiene
- Ninguna de las anteriores

16) La ecuación de Bellman-Ford

- Se emplea en algunos algoritmos de encaminamiento de tipo *Distance Vector*
- Se emplea en algunos algoritmos de encaminamiento de tipo *Link State*
- Se emplea en la actualización que hace un nodo del coste que ha calculado hasta el destino en algunos algoritmos de encaminamiento
- Ninguna de las anteriores

17) ¿Qué parámetro(s) de un protocolo de ventana deslizante permite implementar un mecanismo de control de flujo?

- El tamaño del paquete de datos
- El tamaño máximo de la ventana
- El valor del timer de retransmisión
- Ninguno de las anteriores

18) Un puerto en un protocolo de transporte como TCP o UDP

- Permite decidir a qué host se dirige un paquete de nivel de red.
- Se emplea para distinguir los paquetes de datos de las confirmaciones
- Es un número que se transporta en las cabeceras de las PDUs del protocolo
- Ninguna de las anteriores

19) En un mecanismo de control y retransmisión basado en ventana deslizante

- El emisor puede tener varios paquetes enviados sin confirmar
- El tamaño de ventana puede limitar la velocidad de transferencia de datos
- La velocidad de transferencia de datos con ventana de 1 paquete es superior a la que obtendría un mecanismo de parada y espera para RTTs muy bajos
- Se emplea un timer para decidir si hay que retransmitir datos
- Ninguna de las anteriores

20) En un protocolo Selective Repeat

- El receptor almacena tramas recibidas fuera de orden
- El receptor confirma tramas recibidas fuera de orden
- Se logra la misma eficiencia que en un mecanismo de ventana deslizante cuando no hay pérdidas

- Se emplea un timer para decidir si hay que retransmitir datos
- Ninguna de las anteriores

PROBLEMAS (máximo: 50%)

En la resolución de los problemas siguientes explique y justifique las hipótesis adicionales que requiera para responder a las cuestiones. Se recomienda hacer dibujos y explicar, aunque sea mínimamente, el procedimiento de cómo se está resolviendo el problema y no limitarse simplemente a plantear operaciones. Si emplea símbolos defínalos.

Todas las preguntas requieren la información presentada o a la que se haga referencia *antes* de ella, y no requieren nada que se exponga *después* de la pregunta (salvo tablas o figuras que puedan aparecer después por cuestiones de espacio en la página).

La suma de los puntos de estos problemas es de un 60%, es decir, excede el 50% estipulado para este apartado. La suma de los puntos de estos problemas se limitará a un máximo de un 50% de la calificación final.

Nombre:_____Apellidos:_____

Problema 1 (17.5%)

La Figura 1 muestra la LAN Ethernet de una empresa. Los enlaces con S5 y el enlace entre S3 y S4 son enlaces a 1Gb/s. El enlace entre SA y SD y el enlace entre Sb y SE son a 10Mb/s. El resto de enlaces son a 100Mb/s. Todos los enlaces son full-duplex, con una longitud de 100m y un retardo de propagación de 5ns/m.

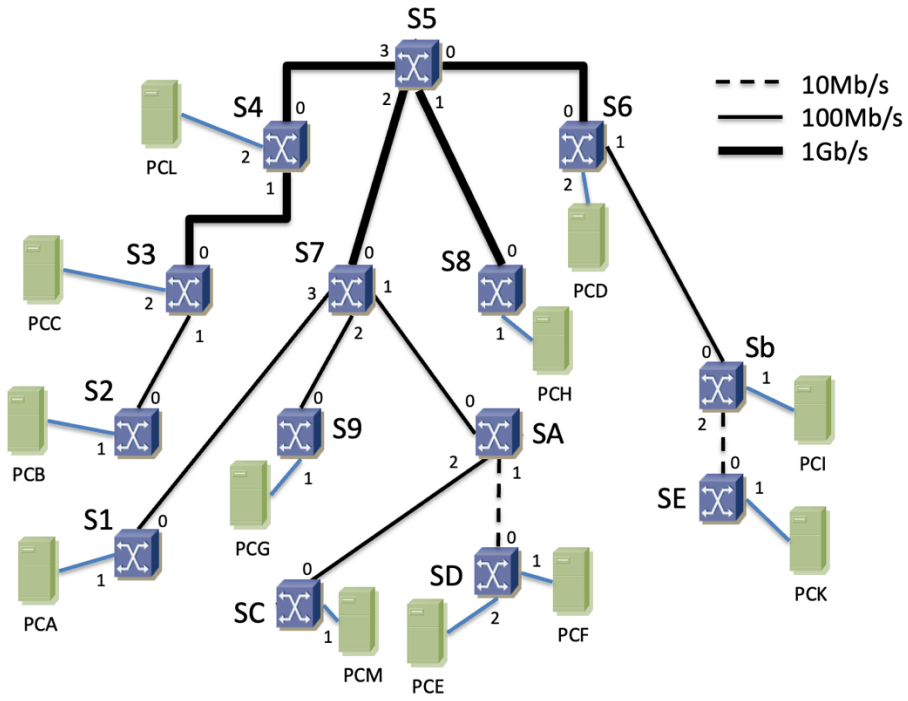

Figura 1 - Topología del problema 1

Comenzando con las tablas de direcciones MAC aprendidas de los conmutadores vacías, la Tabla 1 muestra las tramas Ethernet que se envían, cuándo y su tamaño.

a) Complete la Tabla 2 con las direcciones MAC de las bases de datos de filtrado de los conmutadores en el instante 100ms tras el envío de la primera trama de la Tabla 1. (10%)

1518 bytes @ 10 Mb/s : 1518 bytes x 8 bits/byte / 10^7 b/s = 1214.4 µs (tiempo de transmisión del paquete más grande a 10 Mb/s)

1518 bytes @ 100 Mb/s : 121.44 µs

1518 bytes @ 1 Gb/s : 12.144 µs

100 m x 5 ns/m x 8 enlaces = 4 µs (retardo de propagación del camino más largo

El camino "peor" pasa por 2 enlaces a 10 Mb/s y tiene 8 saltos. Este sería por ejemplo el camino de PCE a PCK. En ese "peor" camino (en retardo) hay 2 enlaces a 10 Mb/s, 2 enlaces a 1 Gb/s y 4 enlaces a 100 Mb/s. El retardo máximo que sufriría un paquete (que no encontrara retardos en cola) sería entonces de aproximadamente 2x1214.4 + 4x121.44 + 2x12.144 + 4 µs = 2942.85 µs < 3 ms.

Es decir, cualquier envío de paquetes que esté separado al menos en 3 ms es imposible que se encuentren en ningún salto intermedio ya que el primer paquete habrá llegado al destino antes de que se empiece a enviar el segundo. Con tiempos entre paquetes menores podría darse el caso de que un paquete que se empezara a enviar un poco más tarde llegara a un conmutador intermedio antes.

Así, los primeros 5 paquetes de la Tabla 1 no pueden interactuar entre ellos y podemos resolver cómo modifican las tablas en el orden en que están.

Paquete en t=0ms : Inunda la red. Todos aprenden la dirección del PCA. Llega a todos los PCs.

Paquete en t=4ms : Idem

Paquete en t=12ms : Inunda la red. Todos aprenden la dirección del PCH. Llega a todos los PCs.

Paquete en t=30ms : Solo va por el camino directo de PCG a PCH. Solo esos conmutadores aprenden la dirección MAC de PCG. Llega solo a PCH.

Paquetes en t=44ms y t=45ms. Aquí la separación es menor de 3ms así que podría alterarse el orden en su llegada a los conmutadores y que al aprender las direcciones en diferente orden cambiaran las decisiones de reenvío. Si nos fijamos en el camino, los dos paquetes se podrían encontrar en el primer conmutador por el que pasan, que es SD. Sin embargo, si tenemos en cuenta cuándo llegaría cada paquete a ese conmutador vemos que no se va a dar un desorden:

Paquete en t=44ms : 1400 bytes @ 100 Mb/s : 112 µs de tiempo de transmisión, que al sumarle 5ns/m x 100m = 0.5 µs de propagación resulta que el paquete llega a SD en t=44.1125 ms, es decir, mucho antes de que el paquete de PCF se empiece a transmitir (t=45ms). A partir de ahí ya es imposible que el paquete de PCF adelante al de PCE ya que las colas son FIFO. Como mucho podría suceder que el paquete de PCE hiciera que el de PCF tuviera que esperar en cola en algún enlace, pero eso ya no alteraría el orden de llegada de los paquetes a los conmutadores.

Así pues, el resto de los paquetes también llevan a un aprendizaje en el orden en el que se producen los eventos de envío en los PCs origen.

Paquete en t=44ms : Solo va por el camino directo de PCE a PCH. Solo esos conmutadores aprenden la dirección MAC de PCE. Llega solo a PCH.

Paquete en t=45ms : Solo los conmutadores en el camino de PCG a PCH aprendieron la dirección MAC de PCG a la que va dirigida esta trama. SD inundará, con lo que el paquete llegará a PCE. SA inundará, con lo que el paquete llegará a SC que inundará y llegará a PCM. S7 ya sabe por dónde reenviar hacia PCG así que solo la enviará a S9 que de nuevo enviará solo a PCG. Han aprendido la dirección MAC de PCF los conmutadores SD, SA, SC, S7 y S9.

Paquete en t=50ms : Los conmutadores que no han aprendido la dirección MAC del PCF con el paquete anterior harán inundación, el resto reenviarán solo por el camino aprendido. La trama llegará al PCB, PCL, PCF, PCH, PCD, PCI y PCK.

b) Complete la última columna de la Tabla 1 con un listado de los hosts de la Figura 1 a los que llega cada trama (la descarte o no su NIC). (7.5%)

Tabla 1 - Tramas Ethernet enviadas y a quiénes llegan (datos y respuesta a la cuestión b)

Tiempo (ms)	***MAC Origen***	***MAC Destino***	***Bytes***	***PCs a los que llegan***
0	PCA	PCG	64	A todos (menos PCA)
4	PCA	PCG	64	A todos (menos PCA)
12	PCH	PCG	1518	A todos (menos PCH)
30	PCG	PCH	256	H
44	PCE	PCH	1400	H
45	PCF	PCG	800	E, M, G
50	PCC	PCF	64	B, L, F, H, D, I, K

Nombre:_____Apellidos:_____

Tabla 2 - Direcciones MAC aprendidas por los conmutadores (respuesta a la cuestión a)

S1

MAC	Puerto
A	*1*
H	*0*

S2

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*0*

S3

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*2*

S4

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*1*

S5

MAC	Puerto
A	*2*
H	*1*
G	*2*
E	*2*
C	*3*

S6

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*0*

S7

MAC	Puerto
A	*3*
H	*0*
G	*2*
E	*1*
F	*1*
C	*0*

S8

MAC	Puerto
A	*0*
H	*1*
G	*0*
E	*0*
C	*0*

S9

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
G	*1*
F	*0*

SA

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
E	*1*
F	*1*
C	*0*

Sb

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*0*

SC

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
F	*0*

SD

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
E	*2*
F	*1*
C	*0*

SE

MAC	Puerto
A	*0*
H	*0*
C	*0*

Problema 2 (20%)

Una tecnología inalámbrica para dispositivos IoT en grandes distancias emplea un control de acceso al medio del tipo ALOHA (no ranurado), donde los terminales pueden enviar sin coordinarse con el resto y si se produce una colisión se pierde el mensaje y no se retransmite.

En una región existen 300 dispositivos empleando esta tecnología, con una tasa de transmisión de 240 Kb/s, donde la señal enviada por uno cualquiera de ellos alcanza a todos los demás. Los mensajes que se envían son de tamaño fijo (250 bytes).

Los terminales generan una media de 2 mensajes cada minuto hacia una pasarela central (se comporta como un dispositivo más pero no envía nada por el interfaz inalámbrico). Si un mensaje colisiona se pierde esa información.

Se quiere que la probabilidad de colisión de un mensaje sea de menos del 10%.

a) Calcule esa probabilidad de colisión y con ello verifique si se está cumpliendo ese requisito de calidad. (5%)

Si cada terminal genera una media de 2 mensajes/minuto (1/30 mensajes/s) y hay 300 terminales tenemos 600 mensajes por minuto o lo que es lo mismo 10 mensajes/s.

El tamaño de un mensaje es de 250 bytes, que a 240 Kb/s tiene un tiempo de transmisión de 250 bytes x 8 bits/byte / 240 Kb/s = 8.33 ms / mensaje

La intensidad de tráfico total ofrecida será de 10 mensajes/s x 0.00833 s/mensaje = 0.0833 Erlangs

La probabilidad de colisión en entorno ALOHA es $1-e^{-2xInt}$ donde Int es la intensidad de tráfico, así que en este caso sería de $1-e^{-2x0.0833} = 0.153$, es decir, un 15.3%.

b) Calcule el número máximo de dispositivos que permite que se cumpla el requisito de calidad. (5%)

Una probabilidad de colisión del 10% la tendremos con una intensidad de tráfico menor de 0.0833 Erlangs. En concreto podemos despejar esa intensidad de: $1-e^{-2xInt} = 0.1$

$e^{-2xInt} = 0.9$

$-2xInt = ln(0.9)$

$Int_{max} = -ln(0.9)/2 = 0.053$ Erlangs

El número máximo de dispositivo se obtendrá despejando:

Int_{max} = (1/30 mensajes/s) x N_{max} x 0.00833 s/mensaje

$N_{max} = -ln(0.9) / (2 x (1/30) x 0.00833) = 189.72$, es decir, 189 dispositivos

c) Habiendo 300 dispositivos, calcule la tasa promedio de bits por segundo de tráfico que tiene la pasarela para reenviar por un interfaz Ethernet. (5%)

Con 300 dispositivos se intentan enviar 10 mensajes/s pero sabemos que un 15.3% de ellos se pierden, así que llegan a la pasarela 10 x (1-0.153) = 8.47 mensajes por segundo.

Cade mensaje es de 250 bytes. No sabemos si el mensaje entero se introducirá en una trama Ethernet o si el mensaje ya podría enviarse como una trama Ethernet, en cualquier caso el desfase sería de añadir 18 bytes a ese tamaño, aunque también podría haber otros cambios de encapsulado en esa pasarela. En cualquier caso, el orden de magnitud debe ser de aproximadamente esos 250 bytes/mensaje x 8.47 mensajes/s x 8 bits/byte = 16.9 Kb/s.

La pasarela, una vez que recibe correctamente un paquete, debe analizarlo en su CPU antes de renviarlo. Es capaz de analizar un solo paquete a la vez, de forma que si otro llega mientras está analizando uno descartará el segundo (aunque se haya recibido correctamente).

Suponga que el proceso de llegadas de paquetes a la CPU de la pasarela se puede modelar con un proceso de Poisson. La CPU tarda un tiempo exponencial con una media de 10ms en procesar cada mensaje.

d) Estime la tasa de bits por segundo de paquetes que sale de la pasarela teniendo en cuenta también los descartados por la CPU. (5%)

Tenemos 10 mensajes/s que envían los 300 dispositivos, pero solo un 100-15.3=84.7% de ellos llegan a la pasarela. Es decir, llegan 8.47 mensajes/s.

La CPU tarda 10ms en atender a cada mensaje. La intensidad de tráfico que suponen esas llegadas con ese tiempo de ocupación es de 8.47 mensajes/s x 0.01 s/mensaje = 0.0847 Erlangs

Esa es la intensidad de tráfico que describe a las peticiones que llegan a esa CPU. Si llega una segunda petición mientras está procesando la primera, se descarta. Podemos modelar el comportamiento de esa CPU como un sistema sin cola, con pérdidas por bloqueo, es decir, la probabilidad de bloqueo si el proceso de llegada se puede considerar de Poisson vendrá dado por la Erlang-B, donde hay 1 solo servidor.

Así, la probabilidad de descarte de un mensaje por llegar cuando la CPU esté ocupada será la ErlangB(0.0847,1), es decir, la Erlang-B para una intensidad de 0.0847 Erlangs y 1 solo servidor. Llamaremos p a este valor.

Hemos calculado en el apartado anterior que la tasa en bits por segundo de tráfico que tiene la pasarela para reenviar es de aproximadamente 17Kb/s. La tasa que reenvía será pues 17x(1-p) Kb/s, es decir, el valor anterior multiplicado por (1-p).

Si calculamos el valor, p=ErlangB(0.0847,1)=0.078 y entonces la tasa sería 17x(1-0.078) = 15.67 Kb/s.

Nombre:_____Apellidos:_____

Problema 3 (12.5%)

Una aplicación establece comunicación con otra mediante UDP, donde no hay ningún control de flujo ni confirmaciones. La aplicación implementa un sistema de confirmaciones Stop&wait sobre UDP, quiere transferir un fichero de 200 KB y lo hace en paquetes de 800 bytes. El timer de retransmisión configurado es de 10ms. El RTT entre las dos aplicaciones es de unos 2ms.

a) Estime la tasa de transferencia que puede alcanzarse si no hay pérdidas de paquetes. ¿Cuánto tardaría en transferirse todo el fichero? (7.5%)

Suponiendo que esos 800 bytes son los datos útiles del fichero, se envían 800 bytes cada 2 ms. Eso quiere decir que la tasa promedio es de 800 x 8 / 0.002 = 3.2 Mb/s.

El tiempo que tardaría en transferirse un fichero de 200 KB será de 200 x 1024 x 8 / 3200000 = 0.512 s.

Visto de otra forma, se tendrán que enviar 200 x 1024 / 800 = 256 paquetes. Cada paquete tarda 2 ms. El tiempo total es 256 x 2 = 512 ms.

Suponga ahora que uno de cada dos paquetes de datos que se envía se pierde, sea original o retransmisión. Los paquetes con datos cuyo envío es número impar, así como las confirmaciones, no se pierden.

b) ¿Cuál es ahora la tasa de transferencia? ¿Cuánto tardaría en transferirse todo el fichero? (5%)

La secuencia de sucesos sería:

A ----- Datos1 -----> B Datos nuevos. Llega bien

A <---- ACK1 -------- B

A ----- Datos2 -----> B Datos nuevos. Se pierde

Caduca el timer

A ----- Datos2 -----> B Retransmisión. Llega bien

A <---- ACK2 -------- B

A ----- Datos3 -----> B Datos nuevos. Se pierde

Caduca el timer

A ----- Datos3 -----> B Retransmisión. Llega bien

A <---- ACK3 -------- B

A ----- Datos4 -----> B Datos nuevos. Se pierde

Caduca el timer

A ----- Datos4 -----> B Retransmisión. Llega bien

A <---- ACK4 -------- B

Podemos ver que se reproduce un patrón de comportamiento en el que los datos siempre se pierden en el primer intento y llegan con éxito en la retransmisión. Eso quiere decir que para que llegue un paquete va a tener que enviarse y caducar el timer de retransmisión (10ms) y al hacer la retransmisión llegará con éxito la confirmación (2ms de RTT), con lo que cada 12ms estaremos haciendo llegar un paquete con 800 bytes de datos.

Así pues, tenemos 800 bytes cada 12 ms o 800 bytes x 8 bits/byte / 0.012 s = 533 Kb/s.

Ahora el fichero de 200 KB tardará en transferirse aproximadamente 256 x 12 ms = 3 s.

En realidad habrá una pequeña diferencia porque el primer envío no cumple con el patrón pero es un efecto despreciable en el cálculo ante los más de 250 paquetes que se tienen que enviar.

Problema 4 (10%)

La Figura 2 representa una red de conmutación de circuitos. Se quieren crear circuitos con caminos de coste mínimo entre cualquier nodo de la red y el nodo E.

a) Emplee el algoritmo de Bellman-Ford para calcular esos caminos. Complete para ello la Tabla 3. Dibuje en la Figura 2 el camino que sigue el tráfico de A a E. (7.5%)
b) ¿Con ese cálculo, podría decir cuál será el camino de F a B? ¿Por qué? (2.5%)

Los costes de los enlaces son los mismos independientemente del sentido, así que los mejores caminos deben ser simétricos. Por otro lado el camino que hemos calculado pasa por B y F. Esto quiere decir que el mejor camino entre B y F está contenido en el camino calculado y por lo tanto el mejor camino de F a B debe ser F->D->C->B. Si hubiera un camino entre ellos de menor coste se habría utilizado en el camino entre A y E.

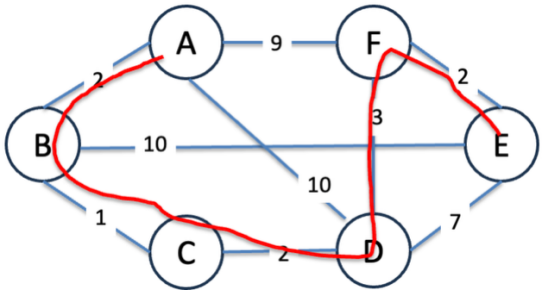

Figura 2 - Topología del problema 4

Tabla 3 - Evolución del algoritmo de Bellman-Ford

Destinos en formato "coste:next-hop"						
Saltos	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
0	∞	∞	∞	∞	0	∞
1	∞	10 : B	∞	7 : D	0	2 : F
2	11 : F	10 : B	9 : D	5 : F	0	2 : F
3	11 : F	10 : B	7 : F	5 : F	0	2 : F
4	11 : F	8 : F	7 : F	5 : F	0	2 : F
5	10 : F	8 : F	7 : F	5 : F	0	2 : F