Nombre:_____Apellidos:_____

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Examen ordinario, 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 N (N>1) especifica

- El formato de los mensajes
- La velocidad de propagación en el medio
- El encapsulado que debe emplear el protocolo de capa N-1
- El lenguaje de programación para implementarlo en software
- Ninguna de las anteriores

2) En el nivel de enlace en la arquitectura de protocolos 802 del IEEE, ¿qué subnivel hace uso del servicio ofrecido por el otro?

- El subnivel LLC hace uso del servicio ofrecido por el subnivel MAC
- El subnivel MAC hace uso del servicio ofrecido por el subnivel LLC
- Ni el subnivel LLC usa el servicio ofrecido por el subnivel MAC ni a la inversa
- Tanto el subnivel LLC hace uso del servicio ofrecido por el subnivel MAC como a la inversa

3) El campo "Ethertype" de la cabecera Ethernet permite

- Identificar al host origen
- Identificar al host destino
- Rellenar la trama hasta su tamaño mínimo
- Identificar el medio físico que se está empleando
- Ninguna de las anteriores

4) Marque los equipos que aprendan direcciones MAC en una Ethernet

- Los hubs
- Los conmutadores Ethernet (capa 2)
- Ninguno de los anteriores

5) Marque las afirmaciones correctas

- En un enlace Ethernet a 1Gb/s mediante fibra óptica con una distancia de 10Km el tiempo de propagación de un paquete de 1518 bytes es **mayor** que en un enlace idéntico, pero con una tasa de transmisión de 10Gb/s
- En un enlace Ethernet a 1Gb/s mediante fibra óptica con una distancia de 10Km el tiempo de propagación de un paquete de 1518 bytes es **menor** que en un enlace idéntico, pero con una tasa de transmisión de 10Gb/s
- En un enlace Ethernet a 10Gb/s mediante fibra óptica con una distancia de 10Km el tiempo de propagación de un paquete de 1518 bytes es **el mismo** que en un enlace idéntico, pero con una tasa de transmisión de 10Gb/s
- En un enlace Ethernet a 1Gb/s mediante fibra óptica con una distancia de 10Km el tiempo de propagación de un paquete de 1518 bytes es **el mismo** que en un enlace idéntico, pero con una tasa de transmisión de 1Gb/s
- Ninguna de las anteriores

Nombre:_____Apellidos:_____

6) En un enlace Ethernet entre un host y un conmutador, el tamaño mínimo y máximo válido de la trama viene impuesto por

- La tasa de transmisión
- La velocidad de propagación
- El sistema operativo del host
- El mecanismo de control de acceso al medio
- El mecanismo de aprendizaje de direcciones MAC en el conmutador
- Ninguna de las anteriores

7) Un conmutador Ethernet que recibe una trama con dirección MAC origen A y dirección MAC destino B

- Aprende en la base de datos de filtrado la dirección A
- Aprende en la base de datos de filtrado la dirección B
- Aprende en la base de datos de filtrado tanto la dirección A como la dirección B
- Ninguna de las anteriores

8) Marque las afirmaciones ciertas sobre la tecnología ATM

- Su PDU es de tamaño constante
- Es una tecnología de conmutación de paquetes
- Es una tecnología de conmutación de circuitos virtuales
- Los conmutadores siguen un proceso de aprendizaje similar a Ethernet
- Ninguna de las anteriores

9) En una Wireless LAN con Access Point

- Todas las tramas enviadas por el Access Point emplean la misma tasa de transmisión
- El Access Point hace almacenamiento y reenvío de las tramas entre estaciones inalámbricas de la Wireless LAN
- La comunicación entre dos estaciones inalámbricas se hace mediante reenvió de paquetes en el Access Point
- El envío de una trama de una estación inalámbrica a otra implica el empleo solo una vez del mecanismo de control de acceso al medio
- El envío de una trama de una estación inalámbrica a otra implica el empleo dos veces del mecanismo de control de acceso al medio
- Ninguna de las anteriores es correcta

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

- Es un ALOHA ranurado cuando se emplea punto de acceso y no se usan mensajes RTS/CTS
- Es un ALOHA sin ranurar salvo cuando se emplean mensajes RTS/CTS que se convierte en ALOHA ranurado
- Puede emplear mensajes RTS/CTS para reducir el tiempo perdido por colisiones en escenarios de altar carga
- Hace detección de portadora (*Carrier sense*)
- Envía confirmaciones para tramas unicast
- Ninguna de las anteriores

11) Indique las afirmaciones correctas

- Un E1 equivale a 16 canales de voz
- E1, E3, E4, son los flujos PDH estándar empleados en Europa
- PDH es una tecnología de conmutación de circuitos virtuales
- Ninguna de las anteriores

12) El bloqueo interno en un conmutador de circuitos

- Se puede dar con cualquier arquitectura de conmutador
- Se produce cuando el puerto de salida con el que se quiere establecer el circuito se encuentra en uso
- Ninguna de las anteriores

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*

- Depende del número de canales del enlace
- Depende del número de usuarios en esa población
- Depende de la duración de las llamadas de los usuarios
- Ninguna de las anteriores

14) La distribución de Poisson

- 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 los tiempos entre llegadas son exponenciales independientes e idénticas
- Ninguna de las anteriores

15) En un protocolo de encaminamiento de tipo "Distance Vector"

- 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) El algoritmo de Dijkstra

- Permite calcular un árbol de caminos de coste mínimo a partir de un nodo raíz
- Permite calcular un grafo sin ciclos conectado de costes mínimos de caminos a un nodo raíz
- Permite calcular el camino de menor coste desde un nodo a cada uno de los nodos restantes de un grafo
- Ninguna de las anteriores

17) ¿Cuál es el objetivo principal de un mecanismo de control de flujo entre dos hosts extremo de una red?

- Garantizar que los paquetes llegan en orden
- Evitar la pérdida de paquetes causada por errores en los medios de transmisión
- Evitar la pérdida de paquetes causada por desbordamiento de buffers en conmutadores
- Evitar la pérdida de paquetes por desbordamiento de la capacidad de procesado del host receptor
- Ninguna de las anteriores

18) ¿A qué hace referencia un puerto en un protocolo de transporte?

- Es el nombre del código detector de errores en el nivel de transporte
- A un identificador que permite distinguir a la aplicación origen o destino de un segmento
- A un parámetro que permite controlar el funcionamiento de un mecanismo de control de flujo
- Al identificador del interfaz del conmutador al que está conectado el host destino de un segmento
- Ninguna de las anteriores

19) En un mecanismo de control y retransmisión basado en Stop & Wait

- El emisor emplea una ventana de tamaño 1 ó 2 paquetes
- El receptor puede recibir paquetes desordenados
- El emisor puede tener múltiples paquetes enviados a la espera de confirmación
- Se puede mantener el canal siempre ocupado para cualquier RTT ajustando los parámetros del protocolo
- Ninguna de las anteriores

20) Un protocolo Go-Back-N implementado en nivel de enlace

- Se emplea en 802.3
- Se emplea en 802.11
- No emplea un timer de retransmisión
- El tamaño de la ventana necesario para mantener el medio siempre ocupado depende de la longitud del enlace
- Ninguna de las anteriores

Nombre:_____ Apellidos:_____

Nombre:_____Apellidos:_____

PROBLEMAS (total: 50%)

En estos problemas 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 (si no, no sabremos el significado de algo como t_{flute} o L_{pkA}).

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.

Problema 1 (40%)

La Figura 1 muestra la LAN Ethernet de una empresa. Todos los equipos con "A" en el nombre están en un edificio, mientras que todos los que tienen "B" en el nombre se encuentran en un segundo edificio. El enlace entre los conmutadores SA3 y SB3 es un enlace de 500m por fibra óptica a 100Mb/s entre los dos edificios. El resto de los enlaces son de cable de cobre a 1Gb/s con una longitud cada uno de 100m. Todos los enlaces son full-duplex.

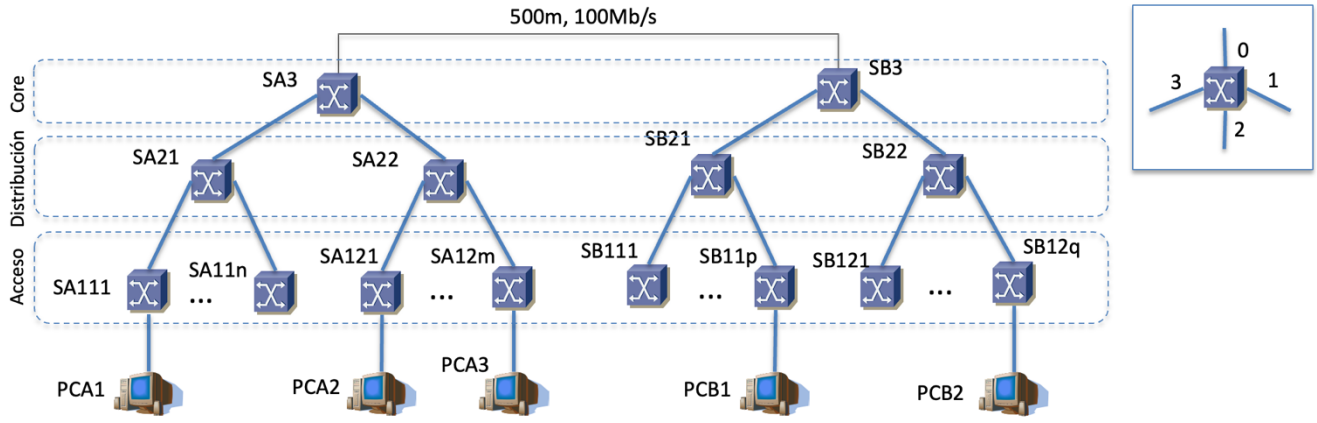

Figura 1 - Topología del problema 1

Los conmutadores Sx1yz (donde x es A o B, mientras que y,z son números) son los únicos que tienen hosts conectados, y son conocidos como los conmutadores de acceso. Cada uno de esos conmutadores tiene al menos 20 hosts conectados. Son los conmutadores que se encuentran en la fila inferior de la Figura 1.

Los conmutadores Sx2y se conocen como los conmutadores de distribución y sirven para interconectar grupos de conmutadores de acceso. Se encuentran en la fila intermedia de conmutadores de la Figura 1. Hay 2 conmutadores de distribución en cada edificio, uno en cada planta. Bajo cada conmutador de distribución se muestran todos los conmutadores de acceso conectados a él, que son por ejemplo (conectados a SA21) SA111, SA112, SA113... hasta SA11n, es decir, puede haber múltiples conmutadores de acceso conectados a cada conmutador de distribución (un total de n en este ejemplo), aunque solo se hayan representado 2 en la figura (el primero y el último y por eso los puntos suspensivos). Se cumple que n>4, m>4, p>4 y q>4.

Los conmutadores SA3 y SB3 se conocen como los conmutadores del *core* de la red de la empresa. Hay uno en cada edificio e interconectan a los dos conmutadores de distribución de ese edificio, con posibilidad de crecimiento a futuro en cada edificio añadiendo más conmutadores de distribución conectados al conmutador del *core*.

Todos los conmutadores tienen 32 Mbytes de memoria para buffers de paquetes, que puede utilizar de forma compartida la cola de salida de paquetes de cualquier puerto. Los conmutadores hacen almacenamiento y reenvío y tardan 800 ns en tomar la decisión de reenvío desde el momento en que tienen un paquete completo en memoria. Tienen múltiples unidades lógicas que les permiten estar tomando múltiples decisiones de reenvío en paralelo, es decir, mientras está tomando la decisión de por dónde reenviar un paquete puede terminar de recibir otro y empezar a tomar su decisión de reenvío en paralelo sin que eso cambie el tiempo que tarda en procesar cada uno. Una vez que un conmutador toma la decisión de reenvío para un paquete, éste quedará en memoria si el puerto de salida está ocupado. Las colas de envío emplean una política FIFO.

El retardo de propagación en todos los medios físicos es de 5ns/m.

Nombre:_____Apellidos:_____

Recuerde justificar cualquier hipótesis adicional que requiera sobre el funcionamiento de los conmutadores.

Partiendo de todas las bases de datos de filtrado de los conmutadores vacías se producen los envíos de tramas Ethernet descritos en la Tabla 1.

a) Indique el contenido de las tablas de direcciones MAC (bases de datos de filtrado) en el instante T=5s (emplee la numeración de puertos del recuadro superior derecha de la Figura 1) suponiendo que no hay más envíos antes de ese instante de tiempo. Puede necesitar llevar el estado de todas las tablas de los conmutadores, pero se le pide contestar solo rellenando la Tabla 2, donde están las tablas de 6 de los conmutadores, y mostrando solo el estado en T=5s. Recuerde contestar en esta hoja. Pueden existir diferentes versiones de este ejercicio que pregunten por las tablas de diferentes conmutadores o en las que el intercambio de tramas sea entre diferentes hosts. (5%)

Tabla 1 – Primer listado de sucesos

Tiempo (s)	*MAC Origen*	*MAC Destino*
0	PCA2	PCB1
1	PCB1	PCA2
2	PCA3	PCA2
3	PCB2	PCB1
4	PCA1	PCA3

Tabla 2 - Bases de datos aprendidas en T=5s

SA21	
MAC	Puerto

SA22	
MAC	Puerto

SB21	
MAC	Puerto

SB22	
MAC	Puerto

SA112	
MAC	Puerto

SB122	
MAC	Puerto

Nombre:_____Apellidos:_____

Se hace una medida del RTT entre PCA1 y PCB2 con el envío de una trama Ethernet de tamaño total 200 bytes de PCA1 a PCB2 que en el momento en que se completa de recibir en PCB2 es contestada con una trama de tamaño mínimo de PCB2 a PCA1.

b) Calcule el valor mínimo de RTT que pueda resultar entre PCA1 y PCB2 mediante este procedimiento. Explique el cálculo. (10%)
c) Haga un cálculo aproximado de cuál es el mayor RTT que se pueda encontrar entre PCA1 y PCB2 con ese procedimiento de medida. Describa ese escenario de máximo retardo y explique el cálculo aproximado (no habrá cambios en la red, solo en el tráfico que circule por la ella). (5%)

A partir de este punto, si en alguna pregunta requiere un valor de "mínimo RTT" entre PCA1 y PCB2 emplee 100µs. Si necesita un valor de "máximo RTT" emplee 2s. Estos valores no son necesariamente las respuestas correctas a las preguntas anteriores sino unos valores que puede utilizar si no se fía de su resultado. También puede emplear una letra para representar ese valor que necesita del apartado anterior y dejar el resultado como una fórmula algebraica en función de ese valor, aunque para hacer razonamientos puede necesitar comparar el orden de magnitud de diversos valores.

Suponga que se emplea un protocolo sobre el nivel de Enlace Ethernet para la copia de ficheros entre hosts de la LAN. Este protocolo ofrece un servicio de transporte fiable mediante un mecanismo de ventana deslizante. Las PDUs de este protocolo se transportan directamente dentro de las tramas Ethernet con encapsulado basado en Ethertype (encapsulado DIX), tienen una cabecera de 32 bytes y entre 0 y 150 bytes de datos (cabecera de este protocolo, no cuenta la cabecera Ethernet). Una copia de un fichero se lleva a cabo enviando PDUs del tamaño máximo (salvo la última con los últimos bytes del fichero), que son contestadas mediante confirmaciones que son PDUs de este protocolo que no contienen datos. El protocolo tiene configurada por defecto una ventana de 24000 bytes (medida en datos del fichero a copiar).

d) Calcule el máximo throughput promedio sostenido que se puede alcanzar en la transferencia de un fichero grande entre PCA1 y PCB2 y explique cómo depende de la red (en qué circunstancias se daría ese máximo) y del funcionamiento del mecanismo de ventana deslizante. Ese throughput a calcular es el visto por la aplicación que copia el fichero, calculado como los datos del fichero transferidos por unidad de tiempo. (7.5%)
e) Suponiendo este mismo protocolo, explique en qué escenario sin pérdida de paquetes se obtendría un mínimo throughput y su valor aproximado. (7.5%)

A continuación, se envían los paquetes descritos en la Tabla 2, medidos respecto a la misma referencia de tiempo de la Tabla 1.

Tabla 3 - Segundo listado de sucesos

Tiempo (s)	*MAC Origen*	*MAC Destino*	*Tamaño (bytes)*
10	PCA1	PCB2	800
10.000014	PCA2	PCB1	64
11	PCA3	PCB1	1518

f) Calcule el retardo completo que sufre el paquete enviado en el instante T=10s entre que empieza a transmitirse en el PCA1 hasta que se ha recibido por completo en el PCB2. (5%)

Nombre:_____Apellidos:_____

Problema 2 (10%)

En la Figura 2 se muestra la topología de interconexión de la red telefónica entre cuatro grandes poblaciones de usuarios. Cada población es atendida por una central de conmutación diferente. Los cuatro enlaces entre centrales son de tipo E1. Las intensidades de tráfico ofrecido se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4 – Matriz de tráfico (Erlangs)

origen \ destino	A	B	C	D
A		20	5	16
B	5		19	2
C	4	4		3
D	4	1	21	

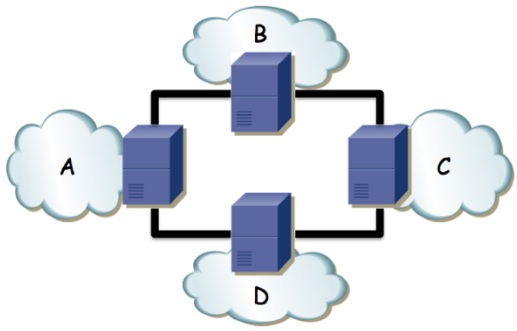

Figura 2 - Topología telefónica

Las llamadas se intentan establecer siempre por el camino más corto entre las centrales. En caso de haber 2 caminos de longitud mínima se emplea el camino que sigue el sentido de las agujas del reloj (A->B->C->D->A). Ambos sentidos del flujo de una llamada emplearán siempre el mismo conjunto de enlaces, que viene determinado por qué extremo inició la llamada. Así, por ejemplo, una llamada de un usuario de A a uno de C se establecerá por el camino A-B-C y ambos sentidos de la comunicación pasarán por B. Sin embargo, una llamada de un usuario de C a uno de A lo hará por el camino C-D-A y la llamada no pasará por B (para seguir el sentido de las agujas del reloj).

a) Calcule la probabilidad de que una llamada de un usuario de A a un usuario de C no se pueda establecer. (5%)

Se actualiza el software de las centrales para soportar multicamino para escenarios de mínimo coste. Es decir, ahora si hay dos caminos posibles con la longitud mínima se intenta establecer la llamada por el camino en el sentido de las agujas del reloj y si no hay recursos disponibles por esa ruta se intenta en el sentido contrario a las agujas del reloj. Así, por ejemplo, una llamada de un usuario de A a uno de C se intentaría establecer primero por el camino A-B-C y si fracasa (no hay recursos libres) se intenta por el camino A-D-C. Este cambio no afecta a caminos de un solo salto ya que en esta topología la ruta alternativa es siempre más larga, así que solo se intentarán establecer por el camino más corto.

Se activa esta nueva funcionalidad solo para las llamadas de usuarios de la población A a usuarios de la población C. Es decir, el resto de llamadas sigue pudiendo emplear sola una ruta.

b) Calcule la nueva probabilidad de que una llamada de un usuario de A a un usuario de C no pueda establecerse. (2.5%)

Se activa la funcionalidad para las llamadas entre cualquier par de centrales (siempre multicamino entre caminos de igual coste y coste mínimo).

c) Discuta el efecto que tendría en el cálculo de las probabilidades de bloqueo el activar de forma global la funcionalidad multicamino. (2.5%)