

*Este examen consta de 5 ejercicios con un total de 40 puntos. Utilice letra clara y escriba únicamente en el espacio reservado. Cada 10 errores ortográficos restan 5 puntos a la nota total. No está permitido el uso de calculadora.*

Apellidos: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

1. (6p) ¿Qué dice el *Principio de Optimización*?

Si el enrutador J está en la ruta óptima desde el enrutador I hasta el enrutador K, entonces la ruta óptima desde J a K también está en la misma ruta, independientemente de la topología y el tráfico de la red.

¿Qué implicaciones tiene este principio en los algoritmos de enrutamiento?

Hace posible el cálculo de las rutas óptimas desde cada enrutador a cada destino, como hacen los protocolos de enrutamiento por *Estado de Enlace*.

2. (5p) Explique en qué consiste el *algoritmo de Nagle* y qué problema resuelve.

Resuelve el problema causado por el síndrome de la ventana tonta. El algoritmo de Nagle dice: «Si se generan datos nuevos pero no se han reconocido los anteriores, los nuevos se almacenan en el buffer de salida hasta un máximo de MSS bytes. Cuando llegue un ACK se puede enviar el contenido del buffer».

3. (9p) Ventajas e inconvenientes de los protocolos de encaminamiento *Vector Distancia* respecto a los de *Estado de Enlace*, en los siguientes aspectos: rapidez, convergencia, adaptación a los cambios en la topología, consumo de recursos de cómputo, complejidad de su implementación, tamaño y cantidad de los mensajes generados, etc.

Los protocolos vector distancia (VD) informan a sus vecinos mientras que los de estado de enlace (EE) deben informar a todos los enrutadores de la red, lo que supone mayor cantidad de mensajes. EE implica que cada nodo debe tener un modelo de toda la red y determinar la ruta óptima hasta cada vecino además de poder utilizar métricas más sofisticadas. Por tanto son protocolos que consumen más cantidad de recursos de cómputo y memoria que los de VD. También resuelven mejor los bucles de rutado y no tienen problemas como la «cuenta a infinito» (lo que implica adaptación lenta a los cambios), típica de los protocolos VD.

4. (10p) Teniendo en cuenta la red de la figura:



Si el host A ejecuta:

```
ping 190.10.20.123 -c 20 -s 1400
```

Calcule los siguientes datos teniendo en cuenta que la cabecera ICMP Echo ocupa 8 bytes y que R1 descarta el 10% de los paquetes que recibe. Se suponen cabeceras IP estándar de 20 bytes.

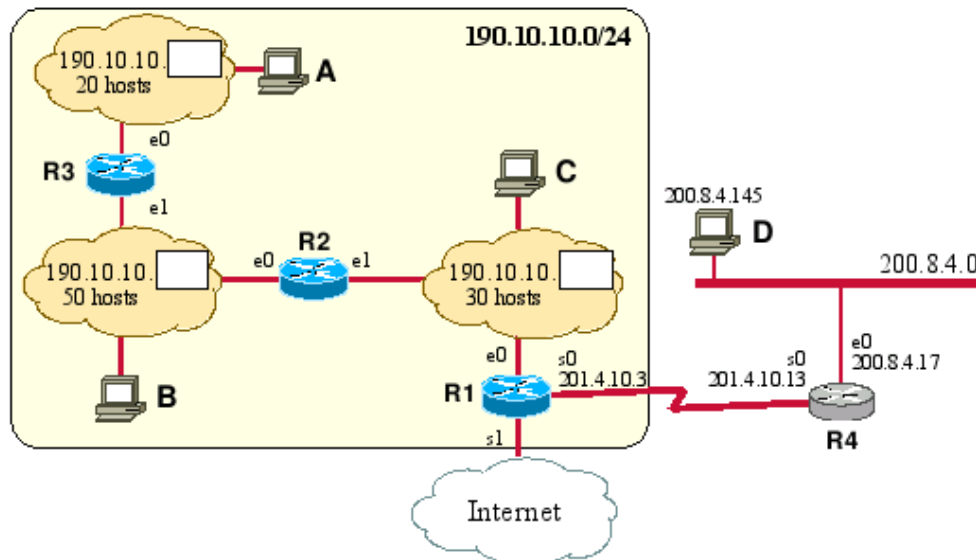
¿Cuántos bytes llegan a la interfaz de red de B? ¿Cuántos paquetes llegan? ¿Cuántos de ellos son fragmentos?

La carga útil de cada trama es  $20 + 8 + 1400$  bytes.  
 Se fragmentan en R1. Por cada paquete IP original se obtienen 2 fragmentos de 572 y 1 de 324. Estos tamaños incluyen cabeceras IP. Este resultado se obtiene de  $\frac{1408}{552}$ .  
 Llegan  $18 \cdot (2 \cdot 572 + 324) = 26242$  bytes  
 Llegan  $18 \cdot 3 = 54$  paquetes  
 Todos son fragmentos

¿Cuál es la sobrecarga total de protocolos (en bytes)? ¿Y la debida únicamente a la fragmentación (en bytes)?

Sobrecarga total:  $26242 - (18 \cdot 1400) = 18 \cdot (3 \cdot 20 + 8) = 1224$  bytes  
 Sobrecarga de fragmentación:  $18 \cdot 2 \cdot 20 = 720$  bytes

5. (10p) Una empresa ha abierto una nueva sucursal. En la siguiente figura aparece la topología propuesta para dicha sucursal (enmarcada), un enlace serie con otra sucursal y un acceso a Internet a través del enrutador R1. La nueva sucursal tiene asignada la red 190.10.10.0/24.



Aplicando *subnetting*, indique para cada una de las tres subredes: dirección de red, máscara y dirección de broadcast, teniendo en cuenta las necesidades de cada una. Sobre la figura, asigne direcciones a todos los interfaces de los enrutadores y a los hosts.

**Red A:** 190.10.10.0/26, broadcast: 190.10.10.63 (42 direc. sin usar)  
**Red B:** 190.10.10.64/26, broadcast: 190.10.10.127 (12 direc. sin usar)  
**Red C:** 190.10.10.128/26, broadcast: 190.10.10.191 (32 direc. sin usar)  
 Nota: La red 190.10.10.192/26 queda sin utilizar.

Indique qué paquetes aparecen en la red de la figura (tanto de hosts como de enrutadores) como consecuencia de que el host A envíe un paquete IP a Internet. Se supone que todas las cachés ARP están vacías.

A contruye un paquete IP con origen=A y destino=?  
 A envía ARP Request a su red preguntando por la MAC de R3.  
 R3 envía ARP Reply a A indicando la MAC de su iface e0.  
 A encapsula el paquete IP en una trama Ethernet y la envía a R3.  
 R3 envía ARP Request a la red B preguntando por la MAC de R2.  
 R2 envía ARP Reply a R3 indicando la MAC de su iface e0.  
 R3 envía a R2 el paquete IP original encapsulado en una trama Ethernet.  
 R2 envía ARP Request a la red C preguntado por la MAC de R1.  
 R1 envía ARP Reply a R2 indicando la MAC de su iface e0.  
 R2 envía a R1 el paquete IP original encapsulado en una trama Ethernet.  
 R1 empaqueta el paquete IP en una trama PPP y lo envía por su iface s1.

Escribe la tabla de enrutamiento de R1 .

destino/mask - next hop - iface  
 190.10.10.0/26 - R2 - e0  
 190.10.10.64/26 - R2 - e0  
 190.10.10.128/26 - ED - e0  
 200.8.4.0/24 - R4 - s0  
 default - ? - s1