



*Este examen consta de 4 ejercicios con un total de 55 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. (15p) Disponemos de la red 20.0.0.0/20 para dar servicio a las siguientes redes Ethernet:

- 2 redes de al menos 1000 hosts
- 3 redes de al menos 500 hosts

Aplica *subnetting* y dibuja la topología correspondiente. Interconecta todas las redes entre sí y a Internet (mediante enlace serie) utilizando únicamente los siguientes equipos:

- 2 enrutadores con 1 interfaz Ethernet y 1 serie
- 2 enrutadores con 2 interfaces Ethernet y 2 serie

Coloca al menos un host en cada red. Asigna direcciones IP a todas las interfaces de red, incluidos los enlaces serie.

Una posible solución sería:

- A: 20.0.0.0/22 - 1022 hosts
- B: 20.0.4.0/22 - 1022 hosts
- C: 20.0.8.0/23 - 510 hosts
- C: 20.0.10.0/23 - 510 hosts
- C: 20.0.12.0/23 - 510 hosts
- Enlaces serie: 20.0.14.0/30, 20.0.14.4/30, 20.0.14.6/30, etc

Existen varias soluciones posibles para la topología que se pide. Siendo R1 y R2 los routers de 4 interfaces y R3 un router de 2 interfaces. A se conecta a R3; R3, B y C se conectan a R1 y R1, D, E e Internet se conectan a R2, asumiendo que la conexión a Internet se realiza por medio de un router remoto a través de una línea serie.

Escribe la tabla de rutas de los dos enrutadores de 4 interfaces.

**R1:**

destino/mask - next hop - iface  
200.0.0.0/22 - R3 - s0  
200.0.4.0/22 - ED - e0  
200.0.8.0/23 - ED - e1  
default - R2 - s1

**R2:**

destino/mask - next hop - iface  
200.0.0.0/22 - R1 - s0  
200.0.4.0/22 - E1 - s0  
200.0.8.0/23 - R1 - s0  
200.0.10.0/23 - ED - e0  
200.0.12.0/23 - ED - e1  
default - ? - s1



2. (20p) En la figura se muestra una red con 6 hosts (A-F) y 8 enrutadores (R2-R9). Para cada interfaz se muestra su dirección IP y el último octeto de su dirección Ethernet. La máscara de subred es 24 bits para todas las redes. Responde a las siguientes preguntas suponiendo que todos los paquetes IP se generan con TTL = 8 y que todas las cachés ARP se encuentran vacías.

Este problema corresponde al examen de enero de 2007 de la asignatura *Fundamentos de Redes de Ordenadores* de 2º de Ing. Informática de la URJC.

- Explique si el host C puede enviar paquetes IP a D. Indique la ruta que siguen dichos paquetes.

Sí, C(:a4) ->R6(:a9) ->R9(:af) ->R5(:b3) ->R4(:ab) ->R8(:ae) ->R3(:ba) ->D(:b5)

- Explique si el host A puede enviar paquetes IP a B. Indique la ruta que siguen dichos paquetes.

No, existe un bucle de enrutamiento. A ->R2 ->R3 ->R5 ->R6 ->R9 ->R5...

- Describa todos los paquetes y tramas que aparecen en la red como consecuencia de que el host B envíe un paquete IP a E.

La ruta es B ->R4 ->R8 ->E.

- B envía ARP Req a su red preguntando por la MAC de R4.
- R4 envía a A ARP Reply indicando la MAC :a7
- B envía el paquete IP a R4 encapsulado en ethernet
- R4 envía ARP Req a la red 211.0.5.0/24 preguntando por la MAC de R8
- R8 envía ARP Reply a R4 indicando la MAC :ae
- R4 envía el paquete IP a R8
- R8 envía ARP Req a la red 211.0.8.0/24 preguntando por la MAC de E
- E envía ARP Reply a R8 indicando la MAC :b6
- R8 envía el paquete IP a E

- Indique el valor de los campos más relevantes de la última trama que aparece en la red como consecuencia de que el host F envíe un paquete IP a E.

La ruta lleva hasta R5 que no puede rutarlo por lo que envía un mensaje ICMP a F con la siguiente información:

- eth.dst: :b9 - eth.src: :b3
- ip.dst: 211.0.9.100 - ip.src: 211.0.9.1
- ip.ttl: 8
- ip.proto: ICMP
- icmp.code/type: Destino inalcanzable

- Realice las modificaciones necesarias en las tablas de rutas para que los hosts A y F puedan tener conectividad TCP entre sí con el mínimo número de saltos. No puede eliminar ni modificar las entradas actuales de las tablas, sólo añadir. No importa si las modificaciones afectan a la conectividad de los otros hosts.

Para poder tener una conexión TCP se requiere conectividad IP en **ambos** sentidos:

- Aunque ya hay una ruta válida A-R2-R3-R5-F, se puede mejorar para que sea A-R3-R5-F añadiendo a la tabla de A:211.0.9.0 | 211.0.0.3
- Para poder llegar desde F a A hay que añadir (al principio) de la tabla de R5: 211.0.0.100 | 211.0.5.3



3. (15p) Teniendo en cuenta las tablas de enrutamiento mostradas en la figura, explique si las siguientes tramas Ethernet son posibles. Indique en qué redes pueden aparecer y en cuales no.

- Un mensaje ARP Reply con origen :a0 y destino :a1.

No, porque las direcciones :a0 y :a1 pertenecen a redes distintas.

- Un mensaje ARP Request con origen :ba preguntando por 211.0.7.1.

No, porque la máquina :ba está un red diferente que 211.0.7.1

- Un mensaje ARP Request con origen :b3 preguntado por 211.0.9.1

Sí, R5 pregunta por si mismo en la red 211.0.9.0/24.

- Un mensaje ICMP de error (TTL excedido) en un paquete IP con origen 211.0.9.2 y destino 211.0.0.100 encapsulado en una trama con origen :a8 y destino :a9.

Sí, aparece en la red 211.0.2.0/24 cuando A envía trafico IP a B.

- Un mensaje ICMP Echo Request en un paquete IP con origen 211.0.9.100 y destino 211.0.9.2 encapsulado en una trama con origen :b9 y destino :b4.

Sí, en la red 211.0.9.0/24 si F envía tráfico IP a R9.

4. (5p) ¿Qué es un enrutador IP?

Un enrutador IP es un dispositivo electrónico para interconexión de redes que trabaja en la capa de red. Su objetivo principal es redirigir paquetes IP entrantes a la interfaz adecuada en base a la dirección destino de cada paquete y a la tabla de enrutamiento, de modo que en colaboración con otros routers permite al paquete alcanzar su destino final. Su funcionamiento incluye también la notificación de errores mediante ICMP y muy posiblemente la gestión y modificación de la propia tabla de rutas mediante información transmitida por medio de protocolos de enrutamiento.