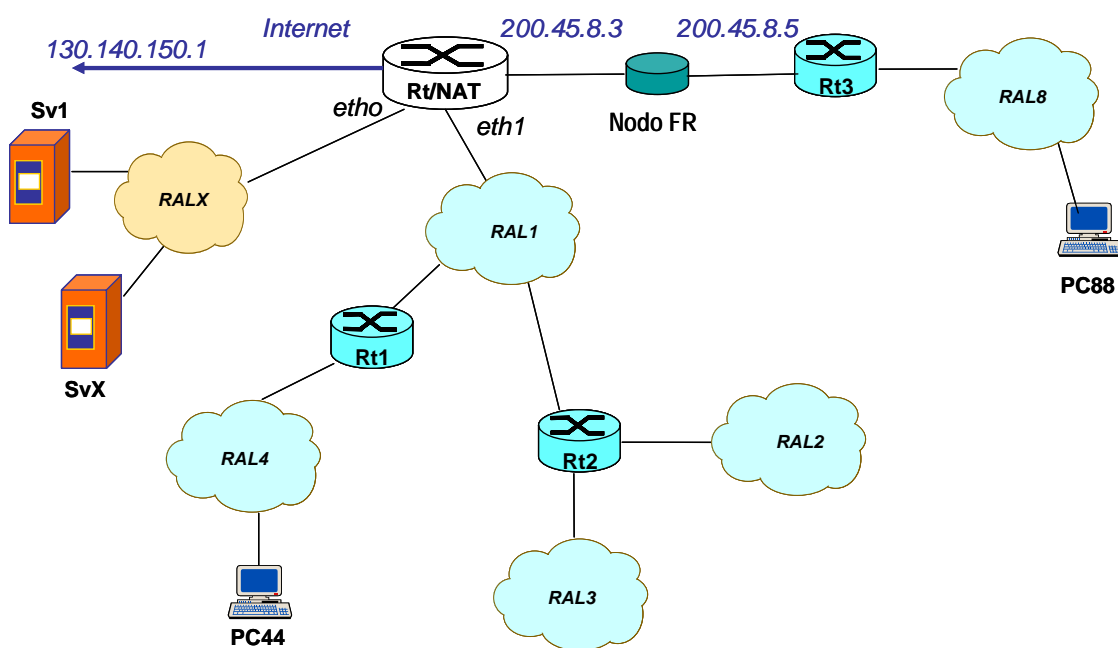


La red de comunicaciones de una determinada compañía es la representada en la figura, en ella puede verse que:

- La salida a Internet se realiza a través de un router con capacidad NAT conectado al Rt de dirección IP 130.140.150.1.
- La empresa tiene una sede central y una oficina delegada, ambas están unidas a través de una red Frame Relay estando sus respectivos routers conectados al mismo nodo FR. El router Rt3 también tiene capacidad NAT.
- Todos los servidores de la empresa, que deben ser accesibles desde cualquier punto de Internet, se conectan a la RALX.
- Los distintos equipos de usuario de la sede central se conectan al resto de las RAL (RAL1, RAL2, RAL3 y RAL4)
- La oficina delegada está formada por unas sola RAL (RAL8) a la que se conectan usuarios

Todas las RAL son Ethernet 100Base T con un único conmutador. Todos los equipos tienen instalados los protocolos de la arquitectura TCP/IP y las aplicaciones necesarias para el funcionamiento de la compañía.



El administrador de red encargado de realizar el direccionamiento IP decide utilizar en la sede central la red privada clase C **192.168.10.0** para los equipos de usuario y otra red clase C privada **192.168.200.0** para los servidores de la RALX. A la oficina delegada le ha asignado la red privada **192.168.16.0/26**.

Los equipos de la red Frame Relay tienen asignadas direcciones públicas correspondientes a la red clase C 200.45.8.0

1. (1pto) Suponiendo que todas las subredes de usuario de la sede central tienen el mismo número de direcciones, proponga un posible plan de **asignación de direcciones** a los equipos de usuario de manera que al aplicar supernetting las tablas de rutas sean lo más pequeñas posible. Para cada subred indique su Dirección de Red, Máscara de Red y bloque de direcciones asignado
2. (0,5 ptos) Indique el nº máximo de equipos que podrían conectarse a la red IP de la oficina delegada
3. (1 pto) Obtenga las **tablas de rutas** de los routers **Rt2** y **Rt/NAT**
4. (0,5 ptos) Indique razonadamente cuando será necesario que el Rt/NAT realice **funciones de traducción de direcciones** y como se llevaría a cabo.
5. (1,5 ptos) En un momento dado el PC88 se comunica con el SV1 mediante una aplicación que se apoya sobre UDP. A nivel de aplicación el mensaje de solicitud es de 60 octetos y la respuesta es de 1200 octetos.
  - Dibuje el cronograma a nivel de **aplicación**.
  - Dibuje el cronograma a nivel de **transporte** indicando el tamaño de las unidades de datos intercambiadas.
  - Dibuje el cronograma a **nivel IP** indicando el tamaño de las unidades de datos intercambiadas y el valor de los campos de cabecera más significativos.
6. (0,5 ptos) Si la comunicación anterior se realiza entre el PC44 y el SV1, explique las **posibles diferencias** que pudiera haber respecto al caso anterior en los niveles de aplicación, transporte e IP.

### Información complementaria

- La capa UDP introduce 8 octetos
- La capa IP introduce 20 octetos.
- Las capas MAC+física de Ethernet introducen 26 octetos. El tamaño mínimo del campo de datos de la trama MAC es de 46 octetos y el máximo 1500
- La MTU de la red Frame Relay es de 800 octetos e introduce una cabecera de 6 octetos.
- Las tablas ARP están llenas

## SOLUCIÓN

1. (1pto) Suponiendo que todas las subredes de usuario de la sede central tienen el mismo número de direcciones, proponga un posible plan de **asignación de direcciones** a los equipos de usuario de manera que al aplicar supernetting las tablas de rutas sean lo más pequeñas posible. Para cada subred indique su Dirección de Red, Máscara de Red y bloque de direcciones asignado

*Las 256 posibles direcciones de red IP clase 192.168.10.0 deben repartirse entre 4 redes de igual tamaño y cada una dispondrá de 64 posibles direcciones IP.*

*Para distinguir entre las 4 subredes se necesita utilizar los dos primeros bits del cuarto octeto. Escribiendo los tres primeros octetos en decimal y el cuarto en binario:*

192.168.10.00xx.xxxx  
 192.168.10.01xx.xxxx  
 192.168.10.10xx.xxxx  
 192.168.10.11xx.xxxx

*La máscara de red para cada una de la 4 subredes será 255.255.255.192*

*A la hora de asignar estas subredes a las distintas RAL, tenemos que tener en cuenta que para hacer las tablas de rutas lo más pequeñas posible, hay que poder agrupar las RAL 2 y RAL 3 en una superred, por lo que solo pueden diferir en 1 bit de su dirección de red.*

*Podemos elegir utilizar las dos primeras o las dos últimas, en este último caso podríamos realizar la siguiente asignación:*

<u>Red</u>	<u>Dirección de Red</u>	<u>Máscara de Red</u>	<u>Bloque de direcciones asignado</u>
RAL1	192.168.10.0	255.255.255.192	192.168.10.0 a 192.168.10.63
RAL4	192.168.10.64	255.255.255.192	192.168.10.64 a 192.168.10.127
RAL2	192.168.10.128	255.255.255.192	192.168.10.128 a 192.168.10.191
RAL3	192.168.10.192	255.255.255.192	192.168.10.192 a 192.168.10.255

2. (0,5 ptos) Indique el **nº máximo de equipos** que podrían conectarse a la red IP de la oficina delegada

*La oficina delegada tiene asignada la red 192.168.16.0/26, es decir le corresponde una máscara de red formada por 26 "1": 255.255.255.192.*

*Con esta máscara tenemos 6 bits en la parte de host,  $2^6 = 64$  posibles direcciones. Como hay que reservar dos para la dirección de red y la dirección de difusión, el nº máximo de equipos que podrían conectarse es 62.*

3. (1 pto) Obtenga las **tablas de rutas** de los routers **Rt2** y **Rt/NAT**

*El Rt2 está conectado directamente a las RAL1, RAL2 y RAL3, indirectamente a través de Rt1 con RAL4 y la red Frame Relay la alcanza a través de Rt/NAT coincidiendo con la ruta por defecto.*

<i>Red Destino</i>	<i>Máscara Red</i>	<i>Rt/Gateway</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.10.0	255.255.255.192	-----	Superior
192.168.10.128	255.255.255.192	----	Derecho
192.168.10.192	255.255.255.192	----	Inferior
127.0.0.0	255.0.0.0	----	lo
192.168.10.64	255.255.255.192	192.168.10.2 (Rt1)	Superior
Defecto	-----	192.168.10.1 (Rt/NAT)	Superior

*Las direcciones de Rt/NAT y Rt1 podrían ser otras cualquiera de la RAL1*

*El Rt/NAT está conectado directamente a las RAL1, RALX, Red Frame Relay y a la red que le une con el router 130.140.150.1, indirectamente a través de Rt1 con RAL4 y a través de Rt2 con la superred formada por RAL2 y RAL3 y la ruta por defecto corresponde al interfaz Izquierdo*

<i>Red Destino</i>	<i>Máscara Red</i>	<i>Rt/Gateway</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.10.0	255.255.255.192	-----	eth1
192.168.200.0	255.255.255.0	----	eth0
200.45.8.0	255.255.255.0	----	Derecho
130.140.150.0	255.255.255.0	---	Izquierdo
127.0.0.0	255.0.0.0	----	lo
192.168.10.64	255.255.255.192	192.168.10.2 (Rt1)	eth1
192.168.10.128	255.255.255.128	192.168.10.3 (Rt2)	eth1
Defecto	-----	130.140.150.1	Izquierdo

*Las direcciones de Rt/NAT, Rt1 y Rt2 podrían ser otras cualquiera de la RAL1*

*Se ha supuesto que el interfaz Izquierdo está conectado a la red 130.140.150.0/24, pero puede haber otras posibilidades.*

*No se ha considerado la RAL8 ya que es una red con direccionamiento privado.*

4. (0,5 ptos) Indique razonadamente cuando será necesario que el Rt/NAT realice funciones de **traducción de direcciones** y como se llevaría a cabo.

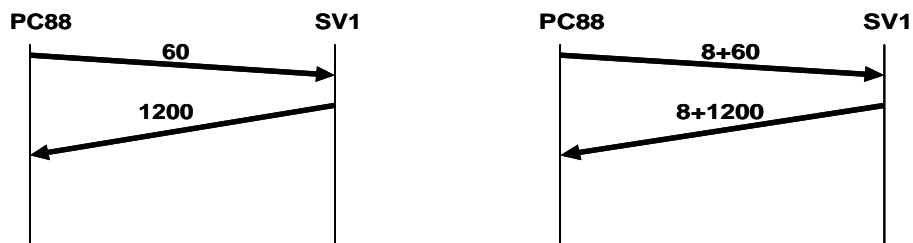
*El Rt/NAT tiene que hacer dos tipos de traducción de direcciones:*

- *SNAT (Source NAT) cuando los equipos de usuario de las redes RAL1, RAL2, RAL3 y RAL4 quieran acceder al exterior, en este caso modificaría la dirección IP origen y pondría una suya pública.*
- *DNAT (Destination NAT) para proporcionar acceso desde el exterior a los servidores de la RALX, para ello debe recibir en una IP pública las peticiones a los distintos servicios y cambiar la dirección IP destino a la dirección privada del servidor correspondiente.*

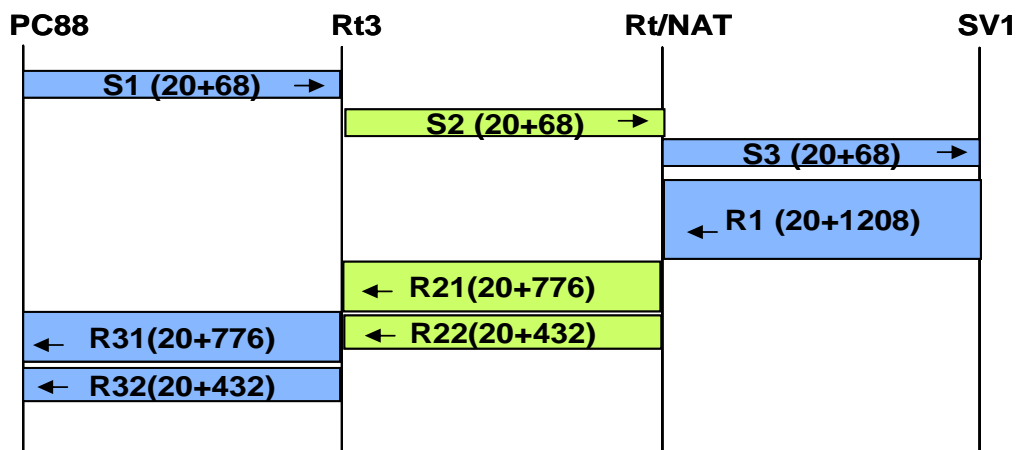
5. (1,5 ptos) En un momento dado el PC88 se comunica con el SV1 mediante una aplicación que se apoya sobre UDP. A nivel de aplicación el mensaje de solicitud es de 60 octetos y la respuesta es de 1200 octetos.

- Dibuje el cronograma a nivel de **aplicación**.
- Dibuje el cronograma a nivel de **transporte** indicando el tamaño de las unidades de datos intercambiadas.
- Dibuje el cronograma a **nivel IP** indicando el tamaño de las unidades de datos intercambiadas y el valor de los campos de cabecera más significativos.

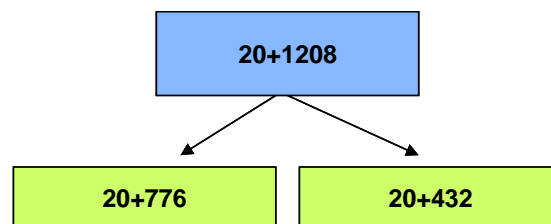
*Los cronograma a nivel de aplicación y transporte son extremo a extremo*



*El cronograma a nivel de IP debe tener en cuenta los Rt intermedios y las MTU de las distintas redes físicas.*



La red Frame Relay puede soportar un datagrama IP máximo de 800 octetos, por lo tanto el Rt/NAT deberá fragmentar el datagrama IP que recibe de SV1:



El primer datagrama fragmentado es de 776 octetos de datos porque es el mayor múltiplo de 8 que es menor o igual que 800. De esta manera el campo offset del segundo datagrama valdrá  $776/8 = 97$

El segundo datagrama fragmentado tiene un campo de datos =  $1208 - 776$

En la siguiente tabla se indican el resto de los campos de cabecera más significativos:

<i>Datagrama</i>	<i>Dir. IP origen</i>	<i>Dir. IP destino</i>	<i>MF</i>	<i>Offset</i>
<i>S1</i>	<i>PC88</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>S2</i>	<i>200.45.8.5</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>S3</i>	<i>200.45.8.5</i>	<i>Sv1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>R1</i>	<i>Sv1</i>	<i>200.45.8.5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>R21</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>200.45.8.5</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>R22</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>200.45.8.5</i>	<i>0</i>	<i>97</i>
<i>R31</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>PC88</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>R32</i>	<i>200.45.8.3</i>	<i>PC88</i>	<i>0</i>	<i>97</i>

En la solicitud:

- El datagrama S1 tiene como dirección IP la privada de PC88 y como dirección IP destino la dirección pública proporcionada por el RT/NAT para acceder a los servidores de la RAL X a través del interfaz Frame Relay → (DNAT).
- El datagrama S2 tiene como dirección IP origen la dirección pública proporcionada por el RT3 a los equipos de la RAL8 que quieran conectarse al exterior → (SNAT) y como dirección IP destino la misma que S1
- El datagrama S3 tiene como dirección IP origen la misma que S2 y como dirección IP la privada de SV1 → (DNAT)

En la respuesta sería lo contrario

6. (0,5 ptos) Si la comunicación anterior se realiza entre el PC44 y el SV1, explique las **posibles diferencias** que pudiera haber respecto al caso anterior en los niveles de aplicación, transporte e IP.

*A nivel de aplicación y transporte, por ser extremo a extremo no hay ninguna variación.*

*A nivel IP las diferencias serían:*

- No hay que realizar fragmentación ya que todas las RAL tienen MTU=1500 octetos*
- El Rt/NAT no debe realizar traducción de direcciones ya que toda la comunicación se realiza en la parte privada.*