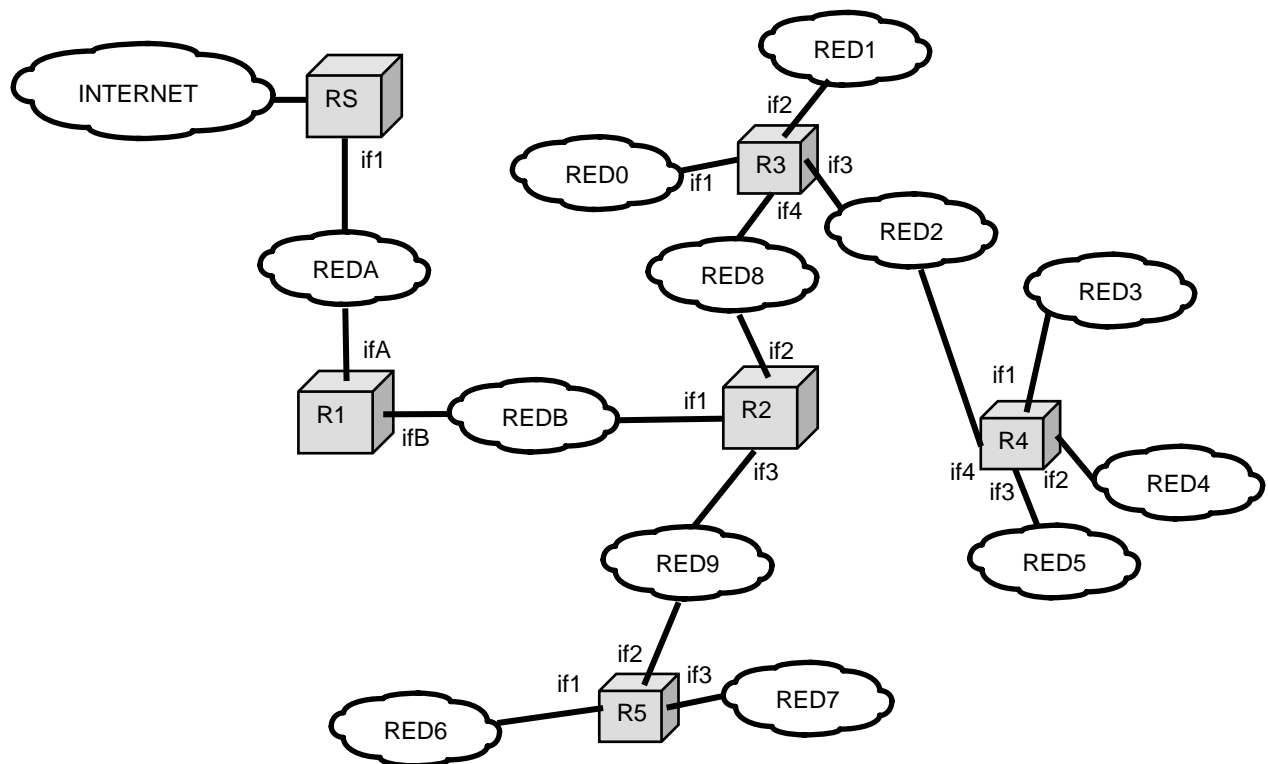


Una gran empresa ha asignado, para su estructura de departamentos, una serie de redes clase C y ha establecido una topología como la de la figura.

Las direcciones IP de las redes y de los routers se escriben en la tabla adjunta.

El router RS de salida a Internet, realiza funciones de cortafuegos y hace NAT (Network Address Translation. -traducción de direcciones IP-).

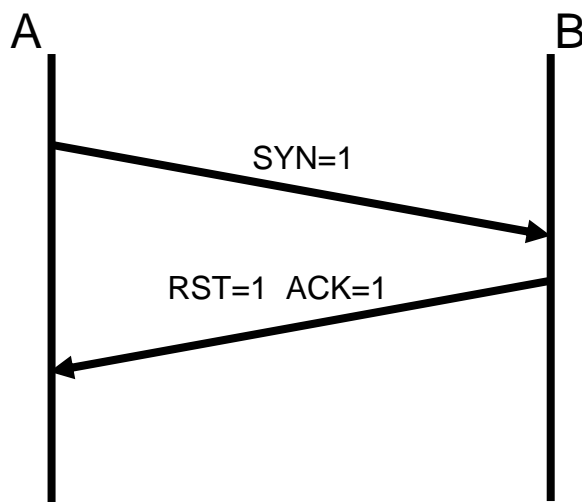


Todos los dispositivos, **Routers y Hosts tienen su tablas de rutas bien establecidas**, de tal forma que todos son alcanzables entre ellos y alcanzan cualquier Hosts de Internet.

Se pide (tenga en cuenta que, en los casos en que sea posible, se deberán realizar tablas de rutas mínimas, estableciendo agrupaciones de redes realizando supernetting):

- Escriba la **tabla de rutas del router R4**.
- Observe las rutas indirectas que tiene **el router R2** y que no se alcancen en su ruta por defecto. Indique **cuantas rutas indirectas tiene y hacia que redes**.
- Escriba la tabla de rutas del router R2.
- Escriba la tabla de rutas del router R1.

e) Sabiendo que todas las redes son **ethernet's en estrella (100BASET) con un conmutador central**. Un Host A, de la RED1 (192.168.1.20) realiza un intento de conexión a un Host B de la RED5 (192.168.5.20), el intento de conexión es al puerto 80 del Host B, donde no hay un servidor web escuchando, ni ninguna otra aplicación. Por tanto la respuesta del Host B es un segmento TCP con el bit RST (RESET) activo y el bit ACK activo, según se indica en el cronograma a nivel TCP, de la figura siguiente:



1) Dibuje un **cronograma, a nivel FISICO**, de la transferencia de tramas que sucede en la citada comunicación.

2) Calcule el **tiempo empleado** desde el intento de conexión de A hasta que recibe el segmento con el bit RST activo.

Suponga:

- Inicialmente **las tablas ARP** de todas las máquinas están **vacías**.
- El tamaño del paquete ARP es de 28 octetos.
- La capa TCP Introduce 20 octetos de cabecera cuando no lleva opciones.
- En el segmento de **petición de conexión de A** hay **4 octetos de opciones**.
- El segmento con el bit RST activo solo tiene cabecera y es de 20 octetos.
- La capa IP introduce 20 octetos de cabecera.
- La capa MAC de ethernet introduce 18 octetos entre cabecera y cola.
- La capa física de ethernet introduce 8 octetos de cabecera.
- La trama mínima ethernet es de 72 octetos a nivel físico.
- Tiempos de proceso y de propagación nulos.
- Tiempo de latencia en los conmutadores Ethernet: cero.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN IP	CARACTERÍSTICAS
REDA	RED	192.168.100.0	100BASET
REDB	RED	192.168.200.0	100BASET
RED0	RED	192.168.0.0	100BASET
RED1	RED	192.168.1.0	100BASET
RED2	RED	192.168.2.0	100BASET
RED3	RED	192.168.3.0	100BASET
RED4	RED	192.168.4.0	100BASET
RED5	RED	192.168.5.0	100BASET
RED6	RED	192.168.6.0	100BASET
RED7	RED	192.168.7.0	100BASET
RED8	RED	192.168.8.0	100BASET
RED9	RED	192.168.9.0	100BASET
RS	ROUTER Y CORTAFUEGOS DE SALIDA A INTERNET	if1:192.168.100.1	100BASET
R1	ROUTER	ifA:192.168.100.2 ifB:192.168.200.1	100BASET 100BASET
R2	ROUTER	if1:192.168.200.2 if2:192.168.8.1 if3:192.168.9.1	100BASET 100BASET 100BASET
R3	ROUTER	if1:192.168.0.1 if2:192.168.1.1 if3:192.168.2.1 if4:192.168.8.2	100BASET 100BASET 100BASET 100BASET
R4	ROUTER	if1:192.168.3.1 if2:192.168.4.1 if3:192.168.5.1 if4:192.168.2.2	100BASET 100BASET 100BASET 100BASET
R5	ROUTER	if1:192.168.6.1 if2:192.168.9.2 if3:192.168.7.2	100BASET 100BASET 100BASET

SOLUCIÓN

a) Tabla de rutas del router R4.

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	bucle local
192.168.2.0	255.255.255.0	*	if4
192.168.3.0	255.255.255.0	*	if1
192.168.4.0	255.255.255.0	*	if2
192.168.5.0	255.255.255.0	*	if3
defecto	*	192.168.2.1	if4

b) Rutas indirectas del router R2, que no se alcancen en su ruta por defecto.

Rutas hacia las redes: RED0, RED1, RED2, RED3, RED4, RED5 por el router R3.

Rutas hacia las redes: RED6, RED7, por el router R5.

En total hay 8 rutas indirectas que no se alcanzan en la ruta por defecto.

c) Tabla de rutas del Router R2:

Para escribir la tabla de rutas de R2, hay que ver las superredes que podemos efectuar, a fin de minimizar la tabla. Observando la topología de la red se puede ver (desde el punto de vista de R2) que se pueden agrupar en una superred las redes: RED0, RED1, RED2 y RED3. También son agrupables: RED4 y RED5 en una y en otra RED6 y RED7.

Vamos a realizar las agrupaciones:

1) Superred de RED0, RED1, RED2, RED3:

Pasando el tercer octeto a binario:

192.168.0.0	->	192.168.00000000.x
192.168.1.0	->	192.168.00000001.x
192.168.2.0	->	192.168.00000010.x
192.168.3.0	->	192.168.00000011.x

		255.255.11111100.0

Poniendo un uno en los bits que no cambian en todo el rango y un cero en los que cambian, tendremos la máscara. Ahora pasando el tercer octeto a decimal:

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 = 252$$

La máscara queda: 255.255.252.0

La dirección de red es la primera del rango: 192.168.0.0

2) Superred de RED4, RED5:

Pasando el tercer octeto a binario:

```
192.168.4.0  ->  192.168.00000100.x
192.168.5.0  ->  192.168.00000101.x
-----
                255.255.11111110.0
```

Poniendo un uno en los bits que no cambian en todo el rango y un cero en los que cambian, tendremos la máscara. Ahora pasando el tercer octeto a decimal:

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 = 254$$

La máscara queda: 255.255.254.0

La dirección de red es la primera del rango: 192.168.4.0

3) Superred de RED6, RED7:

Pasando el tercer octeto a binario:

```
192.168.6.0  ->  192.168.00000110.x
192.168.7.0  ->  192.168.00000111.x
-----
                255.255.11111110.0
```

Poniendo un uno en los bits que no cambian en todo el rango y un cero en los que cambian, tendremos la máscara. Ahora pasando el tercer octeto a decimal:

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 = 254$$

La máscara queda: 255.255.254.0

La dirección de red es la primera del rango: 192.168.6.0

Tabla de rutas de R2, teniendo en cuenta las agrupaciones:

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	bucle local
192.168.200.0	255.255.255.0	*	if1
192.168.8.0	255.255.255.0	*	if2
192.168.9.0	255.255.255.0	*	if3
192.168.0.0	255.255.252.0	192.168.8.2	if2
192.168.4.0	255.255.254.0	192.168.8.2	if2
192.168.6.0	255.255.254.0	192.168.9.2	if3
Defecto	*	192.168.200.1	if1

e) Tabla de rutas del Router R1:

Para escribir la tabla de rutas de R1, hay que ver las superredes que podemos efectuar, a fin de minimizar la tabla. Observando la topología de la red se puede ver (desde el punto de vista de R1) que se pueden agrupar en una superred las redes: RED0, RED1, RED2 y RED3, RED4, RED5, RED6 y RED7.

También son agrupables: RED8 y RED9, en otra.

Vamos a realizar las agrupaciones:

1) Cálculo de la superred formada por RED0...RED7.

Pasando el tercer octeto a binario:

192.168.0.0	->	192.168.00000000.x
192.168.1.0	->	192.168.00000001.x
192.168.2.0	->	192.168.00000010.x
192.168.3.0	->	192.168.00000011.x
192.168.4.0	->	192.168.00000100.x
192.168.5.0	->	192.168.00000101.x
192.168.6.0	->	192.168.00000110.x
192.168.7.0	->	192.168.00000111.x

		255.255.11111000.0

Poniendo un uno en los bits que no cambian en todo el rango y un cero en los que cambian, tendremos la máscara. Ahora pasando el tercer octeto a decimal:

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 = 248$$

La máscara queda: 255.255.248.0

La dirección de red es la primera del rango: 192.168.0.0

2) Superred de RED8, RED9:

Pasando el tercer octeto a binario:

192.168.8.0	->	192.168.00001000.x
192.168.9.0	->	192.168.00001001.x

		255.255.11111110.0

Poniendo un uno en los bits que no cambian en todo el rango y un cero en los que cambian, tendremos la máscara. Ahora pasando el tercer octeto a decimal:

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 = 254$$

La máscara queda: 255.255.254.0

La dirección de red es la primera del rango: 192.168.8.0

Tabla de rutas de R1, teniendo en cuenta las agrupaciones:

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	bucle local
192.168.100.0	255.255.255.0	*	ifA
192.168.200.0	255.255.255.0	*	ifB
192.168.0.0	255.255.248.0	192.168.200.2	ifB
192.168.8.0	255.255.254.0	192.168.200.2	ifB
Defecto	*	192.168.100.1	ifA

e.1) Cronograma a nivel FISICO:

Antes de dibujar el cronograma a nivel físico realizaremos el cálculo del encapsulado en las capas y de la longitud de las tramas.

El paquete ARP entre máquinas que tiene 28 octetos de datos no llena una trama mínima ethernet.

Como en el enunciado no se indica que la ethernet esté en full-duplex se considerará que existe trama mínima. Si todas las ethernet estuviesen en full-duplex (lo que es normal en el estado actual de la tecnología) se habría desactivado en todas las tarjetas y bocas de los conmutadores el CSMA/CD y por tanto también estaría desactivado el mecanismo de funcionamiento de trama mínima y no existiría limitación en el tamaño mínimo de trama.

El segmento con el bit SYN activo tiene a nivel MAC:

$24 \text{ (TCP)} + 20 \text{ (IP)} < 46 \text{ octetos} \rightarrow \text{trama mínima.}$

El segmento con el bit RST activo tiene a nivel MAC:

$20 \text{ (TCP)} + 20 \text{ (IP)} < 46 \text{ octetos} \rightarrow \text{trama mínima.}$

La trama mínima ethernet es de 46 octetos de área de datos más 18 octetos de cabecera y terminación MAC, más 8 octetos de cabecera física y preámbulo. En total 72 octetos.

Todos los paquetes que circulen por la red, en todo el intercambio, darán lugar a tramas ethernet del mismo tamaño: 72 octetos puesto que todos dan lugar a tramas mínimas.

Dibujemos el cronograma a continuación:

