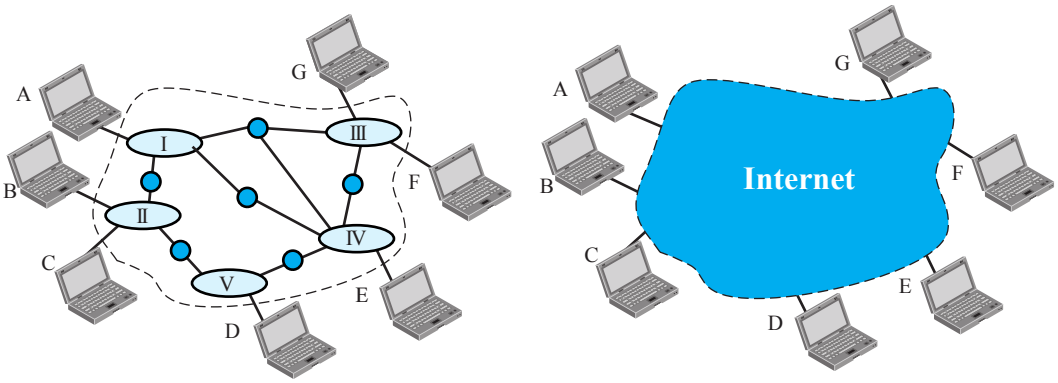
Capítulo 5

Nivel red



Generado: 07/12/2024 23:06:59

Cuestiones

Q-5.1 ¿En qué consiste el proceso de *subnetting*?

Q-5.2 ¿En qué consiste el proceso de *supernetting*?

Q-5.3 ¿Cuántos bits hay en una dirección IPv4?

Q-5.4 ¿Qué es la representación decimal-punto en el direccionamiento IPv4? ¿Cuántos bytes se utilizan en la notación decimal-punto?

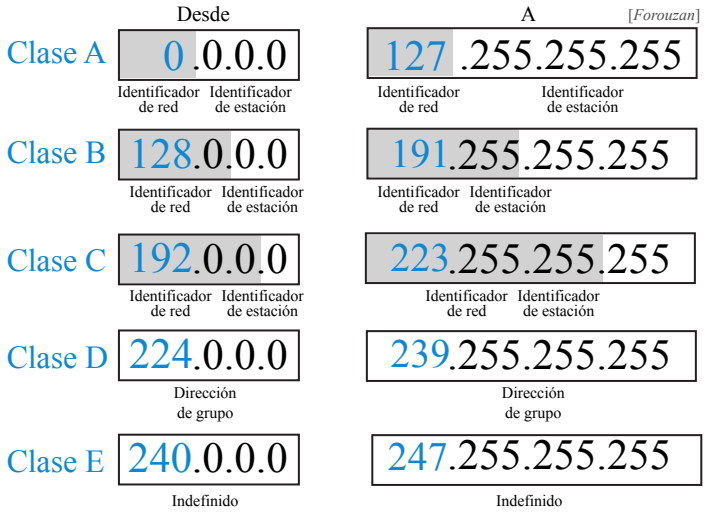
Q-5.5 ¿Cuál es la diferencia entre direccionamiento IPv4 *classfull* y *classless*?

Q-5.6 ¿por qué no se aprovechan la mayoría de las direcciones en clase A? ¿Por qué no es apropiado un bloque de direcciones de clase C en una corporación de tamaño medio-grande?

Q-5.7 ¿Qué es la máscara en direccionamiento IPv4? ¿Qué es la máscara por defecto en direccionamiento IPv4?

Q-5.8 ¿Qué es la dirección de red en un bloque de direcciones? ¿Cómo se puede encontrar la dirección de red a partir de una dirección cualquiera de un bloque?

A



- ☐ Fundamentos de direccionamiento IP
- ☐ Tipos de direcciones
- ☐ Direccionamiento *classfull, classless*
- ☐ Máscara de red
- ☐ Notación CIDR
- ☐ Notación binaria, decimal-punto y hexadecimal
- ☐ Dirección de red, broadcast y host
- ☐ Longitud de prefijo

Ref: 5-A-01 ☺☺ ? R Problema: 5.1

A partir de la dirección IP sin clase 167.199.170.82/27. Obtener la cantidad de direcciones, primera dirección y última dirección, utilizando los siguientes mecanismos:

a) De forma convencional.

b) Mediante operaciones digitales sobre la máscara.

Resolución:

a) El número de direcciones en la red es $N = 2^{32-27} = 2^5 = 32$.

La primera dirección se obtiene manteniendo los 27 primeros bits y poniendo a '0' el resto de bits, que corresponde a la dirección de red.

La última dirección se obtiene manteniendo los 27 primeros bits y poniendo a '1' el resto de bits, que corresponde a la dirección de broadcast.

IP:	167.199.170.82/27	10100111 11000111 10101010 01010010
Primera:	167.199.170.64/27	10100111 11000111 10101010 01000000
Última :	167.199.170.95/27	10100111 11000111 10101010 01011111

b) Mediante operaciones digitales **AND**, **OR** y **NOT**:

Nº de direcciones:	N = **NOT** (255.255.255.224) +1 = 0.0.0.31 +1 = 32 direcciones
Primera dirección:	Primera = (167.199.170.82) **AND** (255.255.255.224) = 167.199.170.64
Última dirección:	Última = (167.199.170.82) **OR** (**NOT** (255.255.255.224)) = 167.199.170.95

Ref: 5-A-02 Problema: 5.2

Suponiendo que una red utiliza direcciones IP de clase C y que dispone de un único router para conectarse a Internet. ¿Cuál es el número máximo de estaciones que podríamos conectar a la red?

Resolución:

253.

De las 256 direcciones, correspondientes al único octeto disponible para las estaciones en la clase C, hay que descontar:

- El 0 (dirección de red),
- El 255 (difusión), y
- la conexión del router a la red local.

las restantes, 253, se pueden utilizar como direcciones de interface.

Ref: 5-A-03 ☺☺ Problema: 5.3

Interpreta las direcciones IP siguientes, indicando si son correctas u erróneas e indicando si identifican un host, una red o corresponden a direcciones especiales.

IP		
158.42.0.0	192.0.0.1	10.0.0.7/30
158.42.53.0	255.255.255.0	192.42.181.255/23
192.1.1.128/25	80.250.255.255	80.3.4.9
254.2.3.7	127.12.0.7	80.255.255.255
158.42.181.255/23	158.0.0.0	224.215.243.231
134.42.1.13	192.0.0.0	255.255.255.255
158.42.180.0		

Resolución:

Para cada dirección, tenemos que:

IP	OK →	**Comentario**
158.42.0.0	OK →	Dirección de red clase B
158.42.53.0	OK →	Dirección del host 53.0 en la red anterior (al no contener información de la máscara de red, supondremos que la máscara es la natural (255.255.0.0), por tanto se trata de una dirección de host en una red de clase B).
192.1.1.128/25	OK →	Dirección de subred de clase C
254.2.3.7	No válida	
158.42.181.255/23	OK →	Dirección de broadcast en subnet 158.42.180.0/23
134.42.1.13	OK →	Dirección del host 1.13 en la red de clase B 134.42.0.0
158.42.180.0	OK →	Dirección host 180.0 en la red 158.42.0.0
224.215.243.231	OK →	Dirección de grupo multicast
80.3.4.9	OK →	Dirección del host 3.4.9 en una red de clase A 80.0.0.0
10.0.0.7/30	OK →	Dirección de broadcast privada en subnet 10.0.0.4/30
158.0.0.0	OK →	Dirección de red clase B
192.0.0.1	OK →	Dirección del host 0.0.1 en la red clase C 192.0.0.0
255.255.255.0	No válida	
80.250.255.255	OK →	Dirección del host 250.255.255 en red de clase A 80.0.0.0
127.12.0.7	OK →	Dirección especial de bucle local (loopback)
192.0.0.0	OK →	Dirección de red de clase C
255.255.255.255	OK →	Dirección especial de broadcast limitado
80.255.255.255	OK →	Dirección de broadcast dirigido a red de clase A 80.0.0.0
192.42.181.255/23	OK →	Dirección de broadcast dirigido a supernet 192.42.180.0/23

Ref: 5-A-04 Problema: 5.4

De las siguientes direcciones IP/máscara, indica si son útiles o reservadas. En el caso de ser reservada, indica a qué corresponde. Justifica las respuestas:

- `10.0.0.192/26`
- `192.133.144.128/24`
- `123.148.137.255/24`
- `80.120.240.0/18`
- `80.120.207.255/18`

Resolución:

IP/máscara	**IP/máscara**	**Explicación**	**Tipo**
10.0.0.192/26	`10.0.0.11`000000 `/26`	Dirección de red	reservada
192.133.148.128/24	`192.133.148.`10000000 `/24`	Dirección de host	útil
123.148.137.255/24	`123.148.137.`11111111 `/24`	Dirección de broadcast	reservada
80.120.240.0/18	`80.120.11`110000.0 `/18`	Dirección de host	útil
80.120.207.255/18	`80.120.11`001111.255 `/18`	Dirección de host	útil

Ref: 5-A-07 Problema: 5.5

¿Cuál es la diferencia entre una máscara de subred para una dirección clase A con 16 bits para subred y una dirección clase B con 8 bits para su red?

Resolución:

No hay diferencia. En ambos casos la máscara es 255.255.255.0. Y en un dirección clase C indica que no hay subnetting.

Ref: 5-A-08 Problema: 5.6

Dada la dirección de red 192.168.100.0 y máscara de subred 255.255.255.192:

a) ¿Cuántas subredes son creadas?

b) ¿Cuantos host hay por subred?

Sol: *a*) 4 subredes *b*) 62 hosts

Ref: 5-A-10 Problema: 5.7

Actualmente, en el enrutamiento y direccionamiento en Internet, la notación más utilizada es CIDR (*Classless interdomain routing*). Con CIDR, el número de bits en la máscara está indicado de la siguiente forma: 192.168.100.0/24, que corresponde a una máscara de 255.255.255.0. Si este ejemplo proporciona 256 direcciones, ¿cuántas direcciones proporcionarán los siguientes bloques expresados en formato CIDR?

a) 192.168.100.0/23

b) 192.168.100.0/25

Sol: *a*) 512 *b*) 128

Ref: 5-A-11 Problema: 5.8

Dada la dirección 172.16.45.0 y máscara 255.255.224.0. ¿Cuál es su dirección de red?

Sol: 172.16.32.0

Ref: 5-A-12 Problema: 5.9

Dada la dirección IP definida por 130.85.68.33/18:

a) ¿Cuál es el ID de red de esta subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la máscara de subred?

d) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

Sol: *a*) 130.85.64.0 *b*) 130.85.64.1 *c*) 255.255.192.0 *d*) 130.85.127.255

Ref: 5-A-13 Problema: 5.10

Dada la dirección IP 68.120.54.12/12:

a) ¿Cuál es el ID de red de esta subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la máscara de subred?

d) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

Sol: *a*) 68.112.0.0 *b*) 68.112.0.1 *c*) 255.240.0.0 *d*) 68.127.255.255

Ref: 5-A-14 Problema: 5.11

Convierte la dirección IP cuya representación hexadecimal es C22F1582 a notación decimal con puntos:

Sol: 194.47.21.130

Ref: 5-A-15 Problema: 5.12

Convierte la dirección IP cuya representación hexadecimal es C0A8000D.

Sol: `11000000.10101000.00000000.00001101` = 192.168.0.13

Ref: 5-A-17 Problema: 5.13

Una red se le ha asignado la dirección 160.10.184.0/21.

a) ¿Cuántos hosts pueden ser direccionados en esta red?

b) Indica un ejemplo de dirección de host.

Resolución:

a) La cantidad de hosts disponibles:

$$N = 2^{32-21} - 2 = 2046\,\text{hosts}$$

b) Múltiples respuestas, por ejemplo, 160.10.184.3.

Ref: 5-A-18 Problema: 5.14

Un host se le ha asignado la dirección 140.16.79.19/21.

a) ¿Cuál es su máscara?

b) ¿Cuál es la dirección IP de la red?

Sol: *a*) 255.255.248.0 *b*) 140.16.72.0

Ref: 5-A-19 Problema: 5.15

Dada la dirección IP con clase 130.85.0.0/20. Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuántas subredes se pueden definir?

c) ¿Cuál es la dirección de broadcast?

Sol: *a*) 4094 *b*) 16 *c*) 130.85.15.255

Ref: 5-A-20 Problema: 5.16

Dada la dirección IP con clase 130.85.0.0/23. Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuántas subredes se pueden definir?

c) ¿Cuál es la última dirección útil en esta subred?

Sol: *a*) 510 *b*) 128 *c*) 130.85.1.254

Ref: 5-A-21 Problema: 5.17

Dada la dirección IP con clase 130.85.8.0/22. Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuántas subredes se pueden definir?

c) ¿Cuál es la máscara de subred?

d) ¿La dirección 130.85.12.231 pertenece a esta subred?

Sol: *a*) 1022 *b*) 64 *c*) 255.255.252.0 *d*) No

Ref: 5-A-22 Problema: 5.18

Dada la dirección IP con clase 65.20.0.0/14.

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

d) ¿Cuál es la máscara de subred?

Sol: *a*) 262142 *b*) 65.20.0.1 *c*) 65.23.255.255 *d*) 255.252.0.0

Ref: 5-A-23 Problema: 5.19

Dada la dirección IP con clase 130.85.28.32/27.

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

d) ¿La dirección 130.85.28.65 pertenece a esta subred?

Sol: *a*) 30 *b*) 130.85.28.33 *c*) 130.85.28.63 *d*) No

Ref: 5-A-24 Problema: 5.20

Dada la dirección IP con clase 68.32.20.8/29.

a) ¿Cuántas direcciones IP válidas hay por subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la máscara de subred?

d) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

e) ¿La dirección 68.32.20.16 pertenece a esta subred?

Sol: *a*) 6 *b*) 68.32.20.9 *c*) 255.255.255.248 *d*) 68.32.20.15 *e*) No

Ref: 5-A-25 Problema: 5.21

Dada la dirección IP 130.85.33.177/26.

a) ¿Cuál es el ID de red de esta subred?

b) ¿Cuál es la primera dirección útil de la subred?

c) ¿Cuál es la máscara de subred?

d) ¿Cuál es la dirección broadcast de la subred?

Sol: *a*) 130.85.33.128 *b*) 130.85.33.129 *c*) 255.255.255.192 *d*) 130.85.33.191

Ref: 5-A-26 ☺☺☺ Problema: 5.22

Dada la dirección 192.168.10.19/28, ¿cuáles de las siguientes son direcciones de host válidas en la subred?

a) 192.168.10.29

b) 192.168.10.16

c) 192.168.10.17

d) 192.168.10.31

e) 192.168.10.0

Resolución:

El bloque al que pertenece la dirección 192.168.10.19/28, definido en binario/decimal:

11000000 10101000 00001010 00010000	192.168.10.16	Red (reservada)
11000000 10101000 00001010 00010001	192.168.10.17	Host (valida)
...	...	
11000000 10101000 00001010 00010011	192.168.10.19	Host (válida)
...	...	
11000000 10101000 00001010 00011101	192.168.10.29	Host (válida)
11000000 10101000 00001010 00011110	192.168.10.30	
11000000 10101000 00001010 00011111	192.168.10.31	Broadcast (reservada)

Y, por lo tanto, 192.168.10.0, queda fuera del rango de la subred.

Ref: 5-A-31 Problema: 5.23

¿Cuál es el espacio de direccionamiento en un sistema en el que cada dirección está formada por ...?

a) 16 bits

b) Seis dígitos hexadecimales

c) Cuatro dígitos octales

d) 32 bits

Resolución:

El tamaño de la dirección, en cada caso, es la base elevado a la potencia del total de dígitos. El tamaño del espacio de direcciones, en cada caso, corresponde a:

a) $2^{16} = 65536$

b) $16^6 = 16777216$

c) $8^4 = 4096$

d) $2^{32} = 4294967296$, que corresponde al espacio de direccionamiento IPv4

Ref: 5-A-32 Problema: 5.24

Expresa las siguientes direcciones IP en notación binaria:

a) 110.11.5.88

b) 12.74.16.18

c) 201.24.44.32

Sol: *a*) 01101110 00001011 00000101 01011000 *b*) 00001100 01001010 00010000 00010010 *c*) 11001001 00011000 00101100 00100000

Ref: 5-A-33 Problema: 5.25

Expresa las siguientes direcciones IP en notación decimal-punto:

a) `01011110 10110000 01110101 00010101`

b) `10001001 10001110 11010000 00110001`

c) `01010111 10000100 00110111 00001111`

Sol: *a*) 94.176.117.21 *b*) 137.142.208.49 *c*) 87.132.55.15

Ref: 5-A-34 Problema: 5.26

Encuentra la clase de las siguientes direcciones IP con clase:

a) `01110111 11110011 10000111 11011101`

b) `11101111 11000000 11110000 00011101`

c) `11011111 10110000 00011111 01011101`

Resolución:

a) Como el primer bit es `0`, clase A.

b) Como los primeros cuatro bits son `1110`, clase D.

c) Como los primeros tres bits son `110`, clase C.

Ref: 5-A-35 Problema: 5.27

¿Cuál es el tamaño de bloque (N) para las siguientes longitudes de prefijo (n) en direccionamiento *classless*?

a) $n = 0$

b) $n = 14$

c) $n = 32$

Resolución:

Utilizamos la expresión:

$$N = 2^{32-n}$$

por lo tanto:

a) $n = 0 \rightarrow N = 2^{32-0} = 4294967296$

b) $n = 14 \rightarrow N = 2^{32-14} = 262144$

c) $n = 32 \rightarrow N = 2^{32-32} = 1$

Ref: 5-A-36 Problema: 5.28

¿Cuál es el valor de la longitud de prefijo (n) para los siguientes tamaños de bloque (N) en direccionamiento *classless*?

a) $N = 1$

b) $N = 1024$

c) $N = 2^{32}$

Resolución:

Utilizamos la expresión:

$$n = 32 - \log_2 N$$

por lo tanto:

a) $N = 1 \rightarrow n = 32 - \log_2 1 = 32$

b) $N = 1024 \rightarrow n = 32 - \log_2 1024 = 22$

c) $N = 2^{32} \rightarrow n = 32 - \log_2 2^{32} = 0$

Ref: 5-A-37 Problema: 5.29

Convierte las siguientes longitudes de prefijo a máscara en notación decimal-punto.

a) $n = 0$

b) $n = 14$

c) $n = 30$

Resolución:

Primero representamos el prefijo en binario, y luego cambiamos grupos de 8 bits a decimal:

a) `00000000 00000000 00000000 00000000` → máscara: 0.0.0.0

b) `11111111 11111100 00000000 00000000` → máscara: 255.252.0.0

c) `11111111 11111111 11111111 11111100` → máscara: 255.252.255.252

Ref: 5-A-38 Problema: 5.30

Convierte las siguientes máscaras a longitud de prefijo:

a) 255.224.0.0

b) 255.240.0.0

c) 255.255.255.128

Resolución:

Representamos la máscara en notación binaria y a continuación, contamos el nº de 1s más a la izquierda:

a) `11111111 11100000 00000000 00000000` $\rightarrow n = 11$

b) `11111111 11110000 00000000 00000000` $\rightarrow n = 12$

c) `11111111 11111111 11111111 10000000` $\rightarrow n = 25$

Ref: 5-A-39 Problema: 5.31

¿Cuál de las siguientes no puede ser una máscara en CIDR?

a) 255.225.0.0

b) 255.192.0.0

c) 255.255.255.6

Resolución:

En primer lugar, pasamos la 'posible' máscara a notación binaria, y a continuación, chequeamos si tiene un nº contiguo de 1s, desde la izquierda, y seguido de 0s:

a) `11111111 11100001 00000000 00000000` → No es una máscara válida.

b) `11111111 11000000 00000000 00000000` → Si es una máscara válida.

c) `11111111 11111111 11111111 00000110` → No es una máscara válida.

Ref: 5-A-40 ☺☺ Problema: 5.32

Dadas las siguientes direcciones, encuentra la primera y última dirección de su bloque.

a) 14.12.72.8/24

b) 200.107.16.17/18

c) 70.110.19.17/16

Resolución:

Podemos escribir la dirección en binario. Establecer los últimos $32-n$ bits a 0s para obtener la primera dirección; establecer los últimos $32-n$ bits a 1s para obtener la última dirección:

a)	IP	:	00001110	00001100	01001000	00001000	14.12.72.8
	Máscara	:	11111111	11111111	11111111	00000000	255.255.255.0
	Primera	:	00001110	00001100	01001000	00000000	14.12.72.0
	Última	:	00001110	00001100	01001000	11111111	14.12.72.255
b)	IP	:	11001000	01101011	00010000	00010001	200.107.16.17
	Máscara	:	11111111	11111111	11000000	00000000	255.255.192.0
	Primera	:	11001000	01101011	00000000	00000000	200.107.0.0
	Última	:	11001000	01101011	00111111	11111111	200.107.63.255
c)	IP	:	01000110	01101110	00010011	00010001	70.110.19.17
	Máscara	:	11111111	11111111	00000000	00000000	255.255.0.0
	Primera	:	01000110	01101110	00000000	00000000	70.110.0.0
	Última	:	01000110	01101110	11111111	11111111	70.110.255.255

Ref: 5-A-41 Problema: 5.33

Muestra los n bits más a la izquierda, de las siguientes direcciones de red/máscara, que pueden ser utilizadas en las tablas de reenvío:

a) 170.40.11.0/24

b) 110.40.240.0/22

c) 70.14.0.0./18

Resolución:

Escribimos las direcciones en binario manteniendo sólamente los n bits de más a la izquierda, indicados por la máscara:

a) 10101010 00101000 00001011

b) 01101110 00101000 111100

c) 01000110 00001110 00

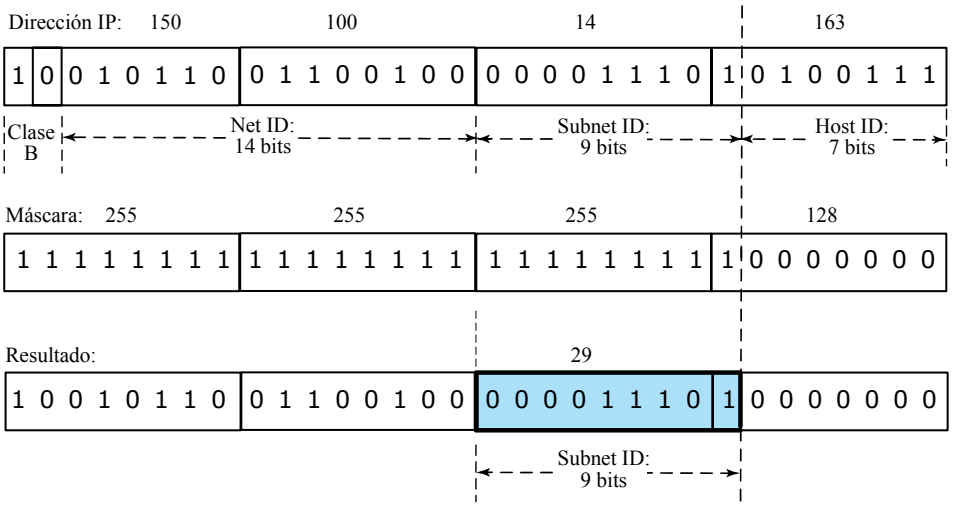
Ref: 5-A-43 ☺☺ Problema: 5.34

Dada la dirección IP 150.100.14.163 y la máscara de subred 255.255.255.128. Determina:

a) Dirección de red.

b) Número máximo de hosts por subred.

Resolución:



a) Como la dirección IP es de clase B, los últimos 16 bits se pueden asignar a subred y/o hosts. Aplicando la máscara 255.255.255.128 se obtiene 150.100.14.128, que corresponde a la dirección de red.

b) En este caso, con la máscara aplicada (9 bits), quedan disponibles 7 bits para hosts, por lo tanto, el número de direcciones es $2^7 = 128$.

Ref: 5-A-47 Problema: 5.35

Aplica la máscara de subred 255.255.254.0 sobre las siguientes direcciones IP, para obtener la dirección de bloque, y entonces, conviértelas a formato CIDR:

a) 191.168.6.0

b) 173.168.29.45

c) 139.189.91.190

Resolución:

a)

IP	191	168	6	0
	10111111	10101000	00000110	00000000
Máscara	255	255	254	0
	11111111	11111111	11111110	00000000
Resultado	191	168	6	0
	10111111	10101000	00000110	00000000
CIDR	191.168.6.0/23			

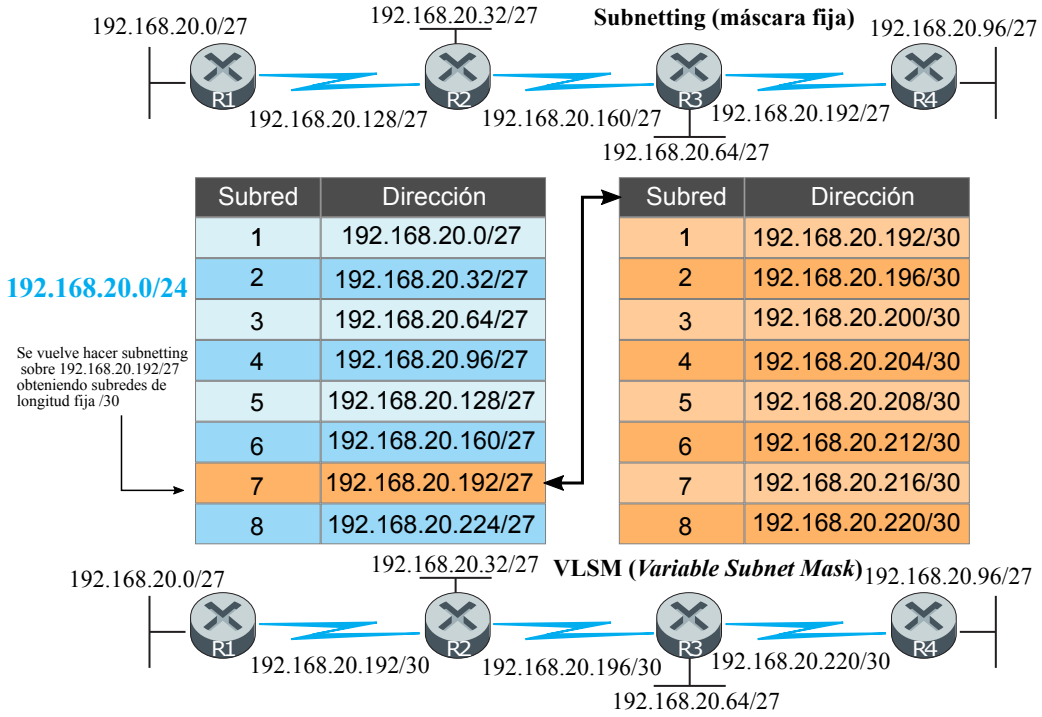
b)

IP	173	168	29	45
	10101101	10101000	00011101	00101101
Máscara	255	255	254	0
	11111111	11111111	11111110	00000000
Resultado	173	168	28	0
	10101101	10101000	00011100	00000000
CIDR	173.168.28.0/23			

c)

IP	139	189	91	190
	10001011	10111101	01011011	10111110
Máscara	255	255	254	0
	11111111	11111111	11111110	00000000
Resultado	139	189	90	0
	10001011	10111101	01011010	00000000
CIDR	139.189.90.0/23			

D



- Segmentación de redes
- Bloques de longitud fija
- Bloques de longitud variable (VLSM)
- Espacios de direccionamiento IPv4
- Reparto y asignación de IPs
- Dirección de host y gateways

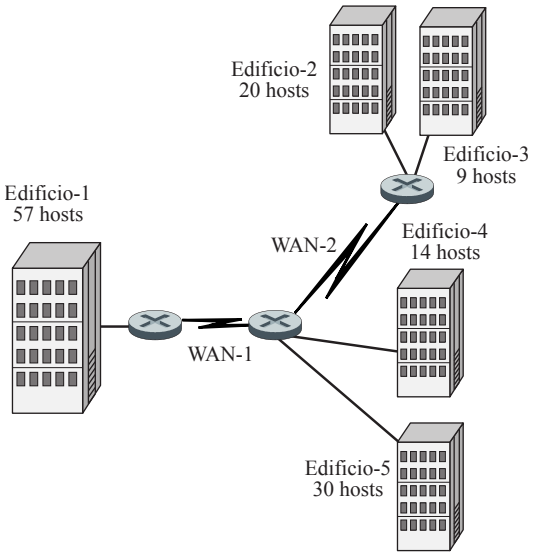
Ref: 5-D-02 ☺☺☺ ? Ⓡ Problema: 5.36

A partir del bloque de direcciones proporcionado por el ISP y definido por:

`20.34.172.0/22`

así como las necesidades de direccionamiento de la topología adjunta. Establecer el direccionamiento indicando, bloques de direcciones, tanto a nivel bit como en formato decimal-punto, diagrama de tarta indicando la segmentación del bloque original así como el cálculo de direcciones no aprovechadas:

a) Subetting tradicional (subredes de longitud fija).
b) VLSM (subredes de longitud variable).
c) Comparativa de direcciones necesarias, útiles y no aprovechadas, para ambos tipos de direccionamiento.



Resolución:

Consideraciones acerca de la topología:

- Hay 7 subredes: 5 LANS y 2 WAN.
- En las LANS hay que considerar 1 dirección host adicional para la interface del router.
- Las redes WAN tienen sólo 2 direcciones IP.
- A partir de la IP proporcionada y mácara, se disponen de 10 bits de hosts para el diseño de subredes.

A partir de la dirección `20.34.172.0/22`, sabemos que los $n = 22$ primeros bits de la dirección pertenecen a la dirección de red, proporcionada por el proveedor de servicios, y por lo tanto, no se pueden modificar. Los bits restantes, los que son de libre disposición para direccionar subredes y/o hosts.

a) **Subnetting clásico:** hay que considerar el nº de subredes necesarias (7) y el nº hosts máximo por subred (58, considerando la interface del router). En este caso, para direccionar 7 subredes, se toman prestados 3 bits de la parte de host, y por lo tanto, quedan $32-(22+3)=7$ bits para hosts, por lo que se pueden direccionar $2^7-2=126$ hosts por subred:

$$N = 2^{32-25} = 2^7 = 128\,\text{hosts}$$
$$n = 32 - \log_2 128 = 25$$

20.34.172.0/22				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[Edificio-1: 58 hosts]	20.34.10101100.0 0000000	20.34.172.0	/25	red
	20.34.10101100.0 0000001	20.34.172.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101100.0 1111110	20.34.172.126	/25	↓
	20.34.10101100.0 1111111	20.34.172.127	/25	broadcast

[Edificio-2: 21 hosts]	20.34.10101100.1 0000000	20.34.172.128	/25	red
	20.34.10101100.1 0000001	20.34.172.129	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101100.1 1111110	20.34.172.254	/25	↓
	20.34.10101100.1 1111111	20.34.172.255	/25	broadcast

[Edificio-3: 10 hosts]	20.34.10101101.0 0000000	20.34.173.0	/25	red
	20.34.10101101.0 0000001	20.34.173.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101101.0 1111110	20.34.173.126	/25	↓
	20.34.10101101.0 1111111	20.34.173.127	/25	broadcast

[Edificio-4: 15 hosts]	20.34.10101101.1 0000000	20.34.173.128	/25	red
	20.34.10101101.1 0000001	20.34.173.129	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101101.1 1111110	20.34.173.254	/25	↓
	20.34.10101101.1 1111111	20.34.173.255	/25	broadcast

[Edificio-5: 31 hosts]	20.34.10101110.0 0000000	20.34.174.0	/25	red
	20.34.10101110.0 0000001	20.34.174.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101110.0 1111110	20.34.174.126	/25	↓
	20.34.10101110.0 1111111	20.34.174.127	/25	broadcast

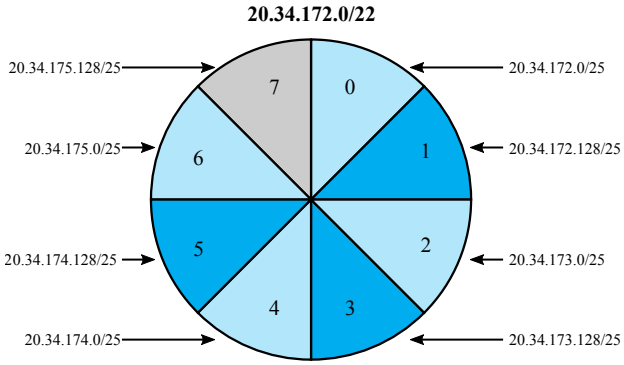
[WAN-1: 2 hosts]	20.34.10101110.1 0000000	20.34.174.128	/25	red
	20.34.10101110.1 0000001	20.34.174.129	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101110.1 1111110	20.34.174.254	/25	↓
	20.34.10101110.1 1111111	20.34.174.255	/25	broadcast

[WAN-2: 2 hosts]	20.34.10101111.0 0000000	20.34.175.0	/25	red
	20.34.10101111.0 0000001	20.34.175.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101111.0 1111110	20.34.175.126	/25	↓
	20.34.10101111.0 1111111	20.34.175.127	/25	broadcast

libre	20.34.10101111.1 0000000	20.34.175.128	/25	
	20.34.10101111.1 0000000	20.34.175.129	/25	
	⋮	⋮	⋮	
	20.34.10101111.1 1111110	20.34.175.254	/25	
	20.34.10101111.1 1111111	20.34.175.255	/25	

Finalmente, el resumen del direccionamiento:

Red	Dir. red	Rango de hosts			Broadcast	Máscara
Edificio-1	20.34.172.0	20.34.172.1	···	20.34.172.126	20.34.172.127	/25
Edificio-2	20.34.172.128	20.34.172.129	···	20.34.172.254	20.34.172.255	/25
Edificio-3	20.34.173.0	20.34.173.1	···	20.34.173.126	20.34.173.127	/25
Edificio-4	20.34.173.128	20.34.173.129	···	20.34.173.254	20.34.173.255	/25
Edificio-5	20.34.174.0	20.34.174.1	···	20.34.174.126	20.34.174.127	/25
WAN-1	20.34.174.128	20.34.174.129	···	20.34.174.254	20.34.174.255	/25
WAN-2	20.34.175.0	20.34.175.1	···	20.34.175.126	20.34.175.127	/25



En el subnetting clásico hay que tener en cuenta varias consideraciones:

- A partir de los bits disponibles, que viene determinado por la máscara de red, se toman prestados bits de la parte de hosts para formar subredes. En este caso, se han tomado prestados 3 bits, que determinan $2^3 = 8$ subredes. Una vez fijadas las subredes, los bits restantes son utilizados para el direccionamiento de hosts.
- Las direcciones con todo 0s y todo 1s en la parte de hosts, son reservadas, y corresponden a las direcciones de red y broadcasts, respectivamente.
- El mayor inconveniente de esta técnica es la pérdida de direcciones útiles al ser direcciones con máscara de longitud fija.

b) **Máscaras de longitud variable** (*VLSM, Variable Length String Mask*)

20.34.172.0/22				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[Edificio-1: 58 hosts]	20.34.10101100.00 000000	20.34.172.0	/26	red
	20.34.10101100.00 000001	20.34.172.1	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	20.34.10101100.00 111110	20.34.172.62	/26	↓
	20.34.10101100.00 111111	20.34.172.63	/26	broadcast

[Edificio-5: 31 hosts]	20.34.10101100.01 000000	20.34.172.64	/26	red
	20.34.10101100.01 000001	20.34.172.65	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	20.34.10101100.01 111110	20.34.172.126	/26	↓
	20.34.10101100.01 111111	20.34.172.127	/26	broadcast

[Edificio-2: 21 hosts] $N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	20.34.10101100.100 00000	20.34.172.128	/27	red
	20.34.10101100.100 00001	20.34.172.129	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101100.100 11110	20.34.172.158	/27	↓
	20.34.10101100.100 11111	20.34.172.159	/27	broadcast

[Edificio-4: 15 hosts] $N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	20.34.10101100.101 00000	20.34.172.160	/27	red
	20.34.10101100.101 00001	20.34.172.161	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101100.101 11110	20.34.172.190	/27	↓
	20.34.10101100.101 11111	20.34.172.191	/27	broadcast

[Edificio-3: 10 hosts] $N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	20.34.10101100.1100 0000	20.34.172.192	/28	red
	20.34.10101100.1100 0001	20.34.172.193	/28	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
	20.34.10101100.1100 1110	20.34.172.206	/28	↓
	20.34.10101100.1100 1111	20.34.172.207	/28	broadcast

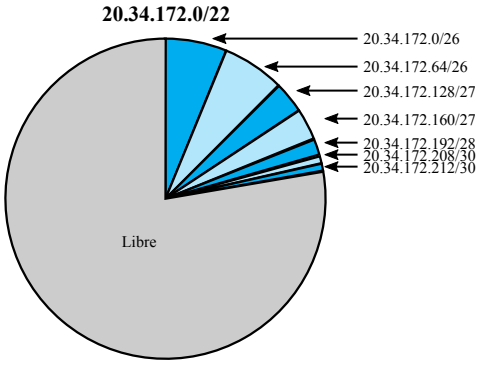
[WAN-1: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	20.34.10101100.110100 00	20.34.172.208	/30	red
	20.34.10101100.110100 01	20.34.172.209	/30	host
	20.34.10101100.110100 10	20.34.172.210	/30	host
	20.34.10101100.110100 11	20.34.172.211	/30	broadcast

[WAN-2: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	20.34.10101100.110101 00	20.34.172.212	/30	red
	20.34.10101100.110101 01	20.34.172.213	/30	host
	20.34.10101100.110101 10	20.34.172.214	/30	host
	20.34.10101100.110101 11	20.34.172.215	/30	broadcast

Libre	20.34.10101100.11011000	20.34.172.216		
	⋮	⋮		
	20.34.10101111.11111111	20.34.175.255		

Resumiendo, a partir de la dirección `20.34.172.0/22`, el esquema de direccionamiento VLSM:

Red	Dir. red	Rango de hosts			Broadcast	Máscara
Edificio-1	20.34.172.0	20.34.172.1	···	20.34.172.62	20.34.172.63	/26
Edificio-5	20.34.172.64	20.34.172.65	···	20.34.172.126	20.34.172.127	/26
Edificio-2	20.34.172.128	20.34.172.129	···	20.34.172.158	20.34.172.159	/27
Edificio-4	20.34.172.160	20.34.172.161	···	20.34.172.190	20.34.172.191	/27
Edificio-3	20.34.172.192	20.34.172.193	···	20.34.172.206	20.34.172.207	/28
WAN-1	20.34.172.208	20.34.172.209	···	20.34.172.210	20.34.172.211	/30
WAN-2	20.34.172.212	20.34.172.213	···	20.34.172.214	20.34.172.215	/30



En el planteamiento con VLSM hay que tener en cuenta varias consideraciones:

- Se ordenan las subredes a direccionar en orden decreciente de requisitos.
- Se establece la máscara para direccionar cada subred.
- Resuelve el problema de la pérdida de direcciones útiles al dimensionar las subredes a las necesidades de direccionamiento.
- Las direcciones sobrantes quedan al final del espacio de direcciones.

c) La comparativa de ambos direccionamientos en tabla adjunta:

Red	**Necesarias**	**Clásico**		**VLSM**	
		Útiles	**Perdidas**	**Útiles**	**Perdidas**
Edificio-1	58	126	68	62	4
Edificio-2	21	126	105	30	9
Edificio-3	10	126	116	14	4
Edificio-4	15	126	111	30	15
Edificio-5	31	126	95	62	31
WAN-1	2	126	124	2	0
WAN-2	2	126	124	2	0

Ref: 5-D-05 ☺☺☺ Problema: 5.37

A partir de la dirección IP `123.232.200.0/21`, se necesitan direccionar 5 redes, denominadas LAN-5, LAN-4, ..., LAN-1, y con necesidades de 500, 400, 300, 200 y 100 hosts direccionables, respectivamente. Proponer un esquema de direccionamiento basado en los siguientes casos:

a) Máscaras de longitud fija, en caso de no ser posible, razonar la respuesta.

b) Máscaras de longitud variable, en caso de no ser posible, razonar la respuesta.

Resolución:

a) Para definir un esquema de direccionado con máscaras de longitud fija, necesitamos 3 bits para definir las 5 subredes, porque $2^3 = 8$, por lo tanto, quedarían 8 bits disponibles para hosts.

Con 8 bits, podemos direccionar $2^8 - 2 = 254$ hosts por cada subred, como máximo, por lo tanto, **no es posible el esquema de direccionamiento propuesto con máscaras de longitud fija**.

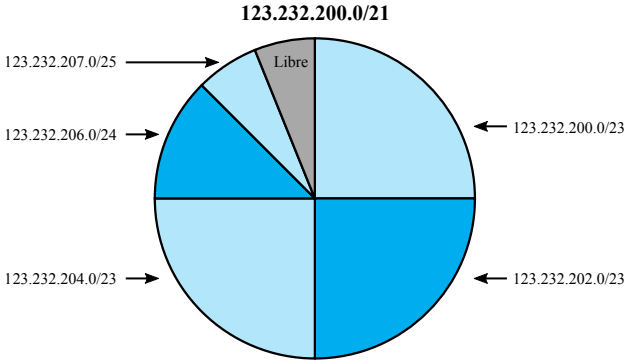
b) VLSM

123.232.200.0/21				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[LAN-5: 500 hosts]	123.232.1100100 0.00000000	123.232.200.0	/23	red
	123.232.1100100 0.00000001	123.232.200.1	/23	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 512 \rightarrow n = 32 - \log_2 512 = 23$	123.232.1100100 1.11111110	123.232.201.254	/23	↓
	123.232.1100100 1.11111111	123.232.201.255	/23	broadcast
[LAN-5: 400 hosts]	123.232.1100101 0.00000000	123.232.202.0	/23	red
	123.232.1100101 0.00000001	123.232.202.1	/23	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 512 \rightarrow n = 32 - \log_2 512 = 23$	123.232.1100101 1.11111110	123.232.203.254	/23	↓
	123.232.1100101 1.11111111	123.232.203.255	/23	broadcast
[LAN-5: 300 hosts]	123.232.1100110 0.00000000	123.232.204.0	/23	red
	123.232.1100110 0.00000001	123.232.204.1	/23	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 512 \rightarrow n = 32 - \log_2 512 = 23$	123.232.1100110 1.11111110	123.232.205.254	/23	↓
	123.232.1100110 1.11111111	123.232.205.255	/23	broadcast
[LAN-2: 200 hosts]	123.232.11001110 .00000000	123.232.206.0	/24	red
	123.232.11001110 .00000001	123.232.206.1	/24	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 256 \rightarrow n = 32 - \log_2 256 = 24$	123.232.11001110 .11111110	123.232.206.254	/24	↓
	123.232.11001110 .11111111	123.232.206.255	/24	broadcast
[LAN-1: 100 hosts]	123.232.11001111.0 0000000	123.232.207.0	/25	red
	123.232.11001111.0 0000001	123.232.207.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 128 \rightarrow n = 32 - \log_2 128 = 25$	123.232.11001111.0 1111110	123.232.207.126	/25	↓
	123.232.11001111.0 1111111	123.232.207.127	/25	broadcast

Libre	123.232.11001111.10000000 ⋮ 123.232.11001111.11111111	123.232.207.128 ⋮ 123.232.207.255		

Resumiendo, a partir de la dirección `123.232.200.0/21` el direccionamiento VLSM:

Red	Dir. red	Rango de hosts	Broadcast	Máscara
LAN-5	123.232.200.0	123.232.200.1 ··· 123.232.201.254	123.232.201.255	/23
LAN-4	123.232.202.0	123.232.202.1 ··· 123.232.203.254	123.232.203.255	/23
LAN-3	123.232.204.0	123.232.204.1 ··· 123.232.205.254	123.232.205.255	/23
LAN-2	123.232.206.0	123.232.206.1 ··· 123.232.206.254	123.232.206.255	/24
LAN-1	123.232.207.0	123.232.207.1 ··· 123.232.207.126	123.232.207.127	/25



Ref: 5-D-06 ☺☺☺ Problema: 5.38

A partir de la dirección IP `123.232.200.0/21`, proponer un esquema de subnetting con el criterio de *'menor pérdida de IPs útiles'*. Redes de área local: LAN-1 (12 hosts), LAN-2 (128 hosts), LAN-3 (40 hosts), LAN-4 (32 hosts), LAN-5 (20 hosts) y LAN-6 (10 hosts); 4 enlaces WAN (denominados WAN-1, ..., WAN-4).

Resolución:

123.232.200.0/21				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[LAN-2: 128 hosts]	123.232.11001000.00000000	123.232.200.0	/24	red
	123.232.11001000.00000001	123.232.200.1	/24	↑
	...	...	...	hosts
$N = 256 \rightarrow n = 32 - \log_2 256 = 24$	123.232.11001000.11111110	123.232.200.254	/24	↓
	123.232.11001000.11111111	123.232.200.255	/24	broadcast
[LAN-3: 40 hosts]	123.232.11001001.00000000	123.232.201.0	/26	red
	123.232.11001001.00000001	123.232.201.1	/26	↑
	...	...	...	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	123.232.11001001.00111110	123.232.201.62	/26	↓
	123.232.11001001.00111111	123.232.201.63	/26	broadcast
[LAN-4: 32 hosts]	123.232.11001001.01000000	123.232.201.64	/26	red
	123.232.11001001.01000001	123.232.201.65	/26	↑
	...	...	...	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	123.232.11001001.01111110	123.232.201.126	/26	↓
	123.232.11001001.01111111	123.232.201.127	/26	broadcast
[LAN-5: 20 hosts]	123.232.11001001.10000000	123.232.201.128	/27	red
	123.232.11001001.10000001	123.232.201.129	/27	↑
	...	...	...	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	123.232.11001001.10011110	123.232.201.158	/27	↓
	123.232.11001001.10011110	123.232.201.159	/27	broadcast
[LAN-1: 12 hosts]	123.232.11001001.10100000	123.232.201.160	/28	red
	123.232.11001001.10100001	123.232.201.161	/28	↑
	...	...	...	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	123.232.11001001.10101110	123.232.201.174	/28	↓
	123.232.11001001.10101111	123.232.201.175	/28	broadcast
[LAN-6: 10 hosts]	123.232.11001001.10110000	123.232.201.176	/28	red
	123.232.11001001.10110001	123.232.201.177	/28	↑
	...	...	...	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	123.232.11001001.10111110	123.232.201.190	/28	↓
	123.232.11001001.10111111	123.232.201.191	/28	broadcast

[WAN-1: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001001.110000 00	123.232.201.192	/30	red
	123.232.11001001.110000 01	123.232.201.193	/30	host
	123.232.11001001.110000 10	123.232.201.194	/30	host
	123.232.11001001.110000 11	123.232.201.195	/30	broadcast
[WAN-2: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001001.110001 00	123.232.201.196	/30	red
	123.232.11001001.110001 01	123.232.201.197	/30	host
	123.232.11001001.110001 10	123.232.201.198	/30	host
	123.232.11001001.110001 11	123.232.201.199	/30	broadcast
[WAN-3: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001001.110010 00	123.232.201.200	/30	red
	123.232.11001001.110010 01	123.232.201.201	/30	host
	123.232.11001001.110010 10	123.232.201.202	/30	host
	123.232.11001001.110010 11	123.232.201.203	/30	broadcast
[WAN-4: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001001.110011 00	123.232.201.204	/30	red
	123.232.11001001.110011 01	123.232.201.205	/30	host
	123.232.11001001.110011 10	123.232.201.206	/30	host
	123.232.11001001.110011 11	123.232.201.207	/30	broadcast

Libre	123.232.11001001.11010000 ⋮ 123.232.11001111.11111111	123.232.201.208 ⋮ 123.232.207.255		

Ref: 5-D-07 ☺☺☺ Problema: 5.39

A partir de la dirección IP `123.232.200.0/21`, proponer un esquema de subnetting con el criterio de *'menor pérdida de IPs útiles'*. Redes de área local: LAN-1 (12 hosts), LAN-2 (127 hosts), LAN-3 (256 hosts), LAN-4 (30 hosts), LAN-5 (20 hosts) y LAN-6 (10 hosts); 2 enlaces WAN (denominados WAN-1, ..., WAN-4).

Resolución:

123.232.200.0/21				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[LAN-3: 256 hosts]	123.232.1100100 0.00000000	123.232.200.0	/23	red
	123.232.1100100 0.00000001	123.232.200.1	/23	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 512 \rightarrow n = 32 - \log_2 512 = 23$	123.232.1100100 1.11111110	123.232.201.254	/23	↓
	123.232.1100100 1.11111111	123.232.201.255	/23	broadcast
[LAN-2: 127 hosts]	123.232.11001010 .00000000	123.232.202.0	/24	red
	123.232.11001010 .00000001	123.232.202.1	/24	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 256 \rightarrow n = 32 - \log_2 256 = 24$	123.232.11001010 .11111110	123.232.202.254	/24	↓
	123.232.11001010 .11111111	123.232.202.255	/24	broadcast
[LAN-4: 30 hosts]	123.232.11001011.000 00000	123.232.203.0	/27	red
	123.232.11001011.000 00001	123.232.203.1	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	123.232.11001011.000 11110	123.232.203.30	/27	↓
	123.232.11001011.000 11111	123.232.203.31	/27	broadcast
[LAN-5: 20 hosts]	123.232.11001011.001 00000	123.232.203.32	/27	red
	123.232.11001011.001 00001	123.232.203.33	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	123.232.11001011.001 11110	123.232.203.62	/27	↓
	123.232.11001011.001 11111	123.232.203.63	/27	broadcast
[LAN-1: 12 hosts]	123.232.11001011.0100 0000	123.232.203.64	/28	red
	123.232.11001011.0100 0001	123.232.203.65	/28	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	123.232.11001011.0100 1110	123.232.203.78	/28	↓
	123.232.11001011.0100 1111	123.232.203.79	/28	broadcast
[LAN-6: 10 hosts]	123.232.11001011.0101 0000	123.232.203.80	/28	red
	123.232.11001011.0101 0001	123.232.203.81	/28	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	123.232.11001011.0101 1110	123.232.203.94	/28	↓
	123.232.11001011.0101 1111	123.232.203.95	/28	broadcast

[WAN-1: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001011.011000**00**	123.232.203.96	/30	red
	123.232.11001011.011000**01**	123.232.203.97	/30	host
	123.232.11001011.011000**10**	123.232.203.98	/30	host
	123.232.11001011.011000**11**	123.232.203.99	/30	broadcast

[WAN-2: 2 hosts] $N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	123.232.11001011.011001**00**	123.232.203.100	/30	red
	123.232.11001011.011001**01**	123.232.203.101	/30	host
	123.232.11001011.011001**10**	123.232.203.102	/30	host
	123.232.11001011.011001**11**	123.232.203.103	/30	broadcast

Libre	123.232.11001011.01101000 ⋮ 123.232.11001111.11111111	123.232.203.104 ⋮ 123.232.207.255		

Ref: 5-D-08 Problema: 5.40

A partir de la dirección IP `193.147.136.0/24` se necesitan direccionar una serie de subredes (definidas S1, ..., S7) las necesidades de 80, 50, 22, 20, 10, 2 y 2 hosts, respectivamente (suponer que son el total de hosts necesarios, no añadir ninguna otra dirección).

a) Establecer un esquema de direccionamiento tradicional.

b) Establecer un esquema de direccionamiento mediante VLSM.

c) Realizar ahora el direccionamiento solicitado a partir de la dirección `193.147.136.0/23`.

Resolución:

a) Máscara de longitud fija: se necesita direccionar 7 subredes, por lo tanto, necesitamos tomar prestados 3 bits en la parte de hosts para las subredes.

Si disponemos de 8 bits (definido por la máscara /24), al tomar prestados 3 bits de la parte de hosts, quedan restantes 5 bits, que pueden direccionar $2^5 = 32$ hosts por subred.

Si necesitamos 80 y 50 hosts en las subredes S1 y S2, se deduce que *no es posible con subnetting tradicional*.

b) Para direccionamiento VLSM necesitamos definir un bloque con un número de direcciones potencia de 2 suficiente para direccionar cada una de las subredes, por lo tanto, el total de direcciones necesarias:

$$N = 128 + 64 + 3 \cdot 32 + 2 \cdot 4 = 296$$

Por lo que con el bloque `193.147.136.0/24`, que define un máximo de 256 direcciones, tampoco es posible el direccionamiento.

c) A partir del bloque `193.147.136.0/23`, disponemos de $2^9 = 512$ direcciones, por tanto:

193.147.136.0/23				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[Subred-1: 80 hosts]	193.147.10001000.0 0000000	193.147.136.0	/25	red
	193.147.10001000.0 0000001	193.147.136.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 128 \rightarrow n = 32 - \log_2 128 = 25$	193.147.10001000.0 1111110	193.147.136.126	/25	↓
	193.147.10001000.0 1111111	193.147.136.127	/25	broadcast
[Subred-2: 50 hosts]	193.147.10001000.10 000000	193.147.136.128	/26	red
	193.147.10001000.10 000001	193.147.136.129	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	193.147.10001000.10 111110	193.147.136.190	/26	↓
	193.147.10001000.10 111111	193.147.136.191	/26	broadcast
[Subred-3: 22 hosts]	193.147.10001000.110 00000	193.147.136.192	/27	red
	193.147.10001000.110 00001	193.147.136.193	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	193.147.10001000.110 11110	193.147.136.222	/27	↓
	193.147.10001000.110 11111	193.147.136.223	/27	broadcast

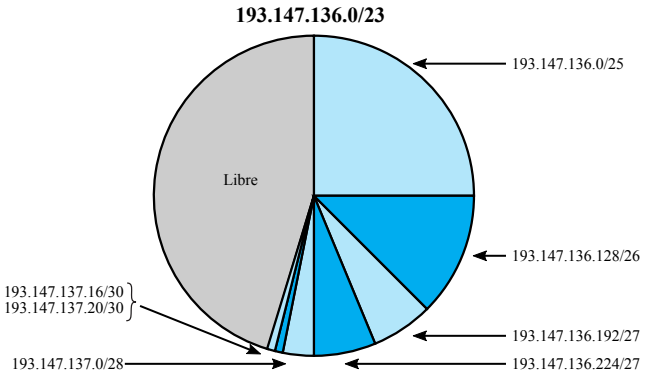
[Subred-4: 20 hosts]	193.147.10001000.111 00000	193.147.136.224	/27	red
	193.147.10001000.111 00001	193.147.136.225	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	193.147.10001000.111 11110	193.147.136.254	/27	↓
	193.147.10001000.111 11111	193.147.136.255	/27	broadcast

[Subred-5: 10 hosts]	193.147.10001001.0000 0000	193.147.137.0	/28	red
	193.147.10001001.0000 0001	193.147.137.1	/28	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	193.147.10001001.0000 1110	193.147.137.14	/28	↓
	193.147.10001001.0000 1111	193.147.137.15	/28	broadcast

[Subred-6: 2 hosts]	193.147.1000101.000100 00	193.147.137.16	/30	red
	193.147.1000101.000100 01	193.147.137.17	/30	host
$N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	193.147.1000101.000100 10	193.147.137.18	/30	host
	193.147.1000101.000100 11	193.147.137.19	/30	broadcast

[Subred-7: 2 hosts]	193.147.1000101.000101 00	193.147.137.20	/30	red
	193.147.1000101.000101 01	193.147.137.21	/30	host
$N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	193.147.1000101.000101 10	193.147.137.22	/30	host
	193.147.1000101.000101 11	193.147.137.23	/30	broadcast

Gráficamente:



Ref: 5-D-09 ☺☺☺ Problema: 5.41

A partir de la dirección IP `192.168.108.0/22` se necesitan direccionar las subredes S1 (300 hosts), S2 (90 hosts), S3 (62 hosts), S4 (40 hosts) y S5 (2 hosts), suponiendo que son el total de direcciones necesarias en cada subred.

a) Seleccionar y argumentar un esquema de direccionamiento apropiado.

b) Desarrollar el esquema de direccionamiento anteriormente seleccionado (Nota: el desarrollo del problema deberá realizarse a nivel de bits, no siendo válido si se presenta el resultado sólamente en decimal).

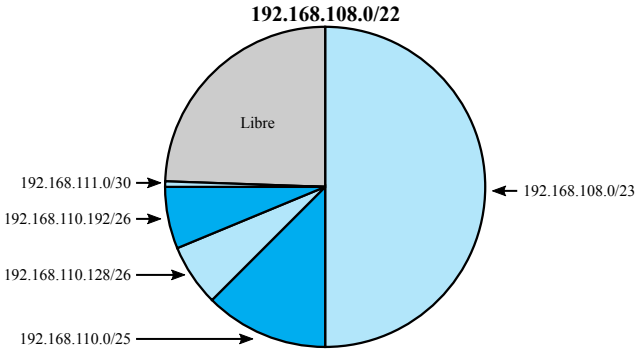
Resolución:

a) A partir de una máscara /22, disponemos de 10 bits disponibles para host. Para direccionar 5 subredes, necesitamos tomar prestados 3 bits, por lo tanto, quedan 7 bits en el sufijo, con los que podemos direccionar *hasta* $2^7 - 2 = 126$ hosts, por lo tanto, no es posible con subnetting tradicional ya que la cantidad de hosts en la subred S5 es mayor. En consecuencia, pasamos a proponer un esquema VLSM.

b) VLSM:

192.168.108.0/22				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[S1: 300 hosts]	192.168.0110110 0.00000000	192.168.108.0	/23	red
	192.168.0110110 0.00000001	192.168.108.1	/23	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 512 \rightarrow n = 32 - \log_2 512 = 23$	192.168.0110110 1.11111110	192.168.109.254	/23	↓
	192.168.0110110 1.11111111	192.168.109.255	/23	broadcast
[S2: 90 hosts]	192.168.01101110.0 0000000	192.168.110.0	/25	red
	192.168.01101110.0 0000001	192.168.110.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 128 \rightarrow n = 32 - \log_2 128 = 25$	192.168.01101110.0 1111110	192.168.110.126	/25	↓
	192.168.01101110.0 1111111	192.168.110.127	/25	broadcast
[S3: 62 hosts]	192.168.01101110.10 000000	192.168.110.128	/26	red
	192.168.01101110.10 000001	192.168.110.129	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	192.168.01101110.10 111110	192.168.110.190	/26	↓
	192.168.01101110.10 111111	192.168.110.191	/26	broadcast
[S4: 40 hosts]	192.168.01101110.11 000000	192.168.110.192	/26	red
	192.168.01101110.11 000001	192.168.110.193	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	192.168.01101110.11 111110	192.168.110.254	/26	↓
	192.168.01101110.11 111111	192.168.110.255	/26	broadcast
[S5: 2 hosts]	192.168.01101111.000000 00	192.168.111.0	/30	red
	192.168.01101111.000001 01	192.168.111.1	/30	host
$N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	192.168.01101111.000001 10	192.168.111.2	/30	host
	192.168.01101111.000001 11	192.168.111.3	/30	broadcast

Gráficamente:



Ref: 5-D-10 ☺☺☺ Problema: 5.42

A partir de la dirección IP `192.168.110.0/23` se necesitan direccionar las subredes S1 (200 hosts), S2 (90 hosts), S3 (62 hosts), S4 (10 hosts) y S5 (2 hosts), suponiendo que son el total de direcciones necesarias en cada subred.

a) Seleccionar y argumentar un esquema de direccionamiento apropiado.

b) Desarrollar el esquema de direccionamiento anteriormente seleccionado. *Nota*: el desarrollo del problema deberá realizarse a nivel de bits, no siendo válido si se presenta el resultado sólamente en decimal.

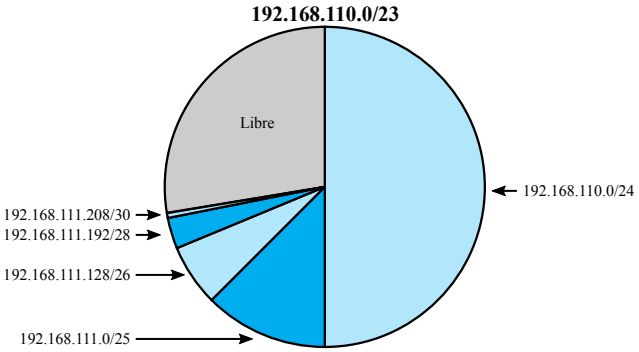
Resolución:

a) A partir de una máscara /23, disponemos de 9 bits disponibles para host. Para direccionar 5 subredes, necesitamos tomar prestados 3 bits, por lo tanto, quedan 6 bits en el sufijo, con los que podemos direccionar *hasta* $2^6 - 2 = 64$ hosts, por lo tanto, no es posible con subnetting tradicional ya que la cantidad de hosts en la subred S5 es mayor. En consecuencia, pasamos a proponer un esquema VLSM.

b) VLSM:

192.168.110.0/23				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[S1: 200 hosts]	192.168.01101110.00000000	192.168.110.0	/24	red
	192.168.01101110.00000001	192.168.110.1	/24	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 256 \rightarrow n = 32 - \log_2 256 = 24$	192.168.01101110.11111110	192.168.110.254	/24	↓
	192.168.01101110.11111111	192.168.110.255	/24	broadcast
[S2: 90 hosts]	192.168.01101111.0000000	192.168.111.0	/25	red
	192.168.01101111.0000001	192.168.111.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 128 \rightarrow n = 32 - \log_2 128 = 25$	192.168.01101111.0111110	192.168.111.126	/25	↓
	192.168.01101111.0111111	192.168.111.127	/25	broadcast
[S3: 62 hosts]	192.168.01101111.10000000	192.168.111.128	/26	red
	192.168.01101111.10000001	192.168.111.129	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	192.168.01101111.10111110	192.168.111.190	/26	↓
	192.168.01101111.10111111	192.168.111.191	/26	broadcast
[S4: 10 hosts]	192.168.01101111.11000000	192.168.111.192	/28	red
	192.168.01101111.11000001	192.168.111.193	/28	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 16 \rightarrow n = 32 - \log_2 16 = 28$	192.168.01101111.11001110	192.168.111.206	/28	↓
	192.168.01101111.11001111	192.168.111.207	/28	broadcast
[S5: 2 hosts]	192.168.01101111.11010000	192.168.111.208	/30	red
	192.168.01101111.11010001	192.168.111.209	/30	host
$N = 4 \rightarrow n = 32 - \log_2 4 = 30$	192.168.01101111.11010010	192.168.111.210	/30	host
	192.168.01101111.11010011	192.168.111.211	/30	broadcast

Gráficamente:



Ref: 5-D-34 | ☺☺☺☺ | ? | R | Problema: 5.43

Un ISP dispone del bloque de direcciones definido por 200.25.0.0/16 para proveer a sus clientes de direccionamiento IP. Realiza un *posible* esquema de direccionamiento según los siguientes esquemas:

a) Sub-bloques de tamaño fijo.

b) Sub-bloques de tamaño variable.

Resolución:

El bloque de direcciones del ISP representan = 2^{16} = 65536 direcciones IP (ó 256 redes con /24 cada una).

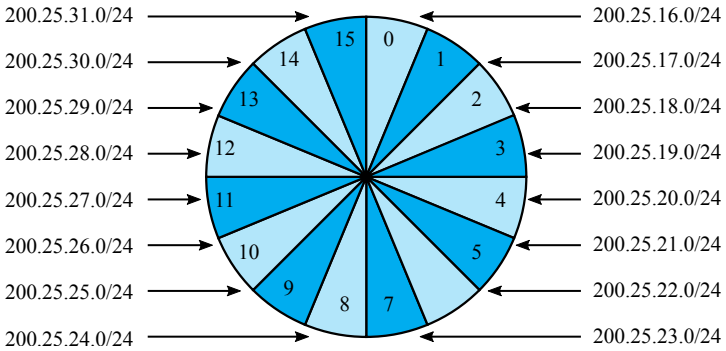
a) A partir del bloque 200.25.0.0/16 se quiere asignar los subbloques de direcciones 200.25.0.0/20. El bloque más pequeño supone 2^{12} = 4096 direcciones IP (ó 16 redes con /24 cada una). Tenemos que:

Dirección de bloque: 200.25.16.0/20 → 11001000 00011001 00010000 00000000

En direccionamiento con clase, el ISP está obligado a utilizar /20 para definir 16 subbloques /24, como se muestra a continuación:

Subred #0:	200.25.16.0/24	→	11001000 00011001 00010000 00000000
Subred #1:	200.25.17.0/24	→	11001000 00011001 00010001 00000000
Subred #2:	200.25.18.0/24	→	11001000 00011001 00010010 00000000
Subred #3:	200.25.19.0/24	→	11001000 00011001 00010011 00000000
Subred #4:	200.25.20.0/24	→	11001000 00011001 00010100 00000000
...	...	...	...
Subred #13:	200.25.29.0/24	→	11001000 00011001 00011101 00000000
Subred #14:	200.25.30.0/24	→	11001000 00011001 00011110 00000000
Subred #15:	200.25.31.0/24	→	11001000 00011001 00011111 00000000

Podemos representar el bloque de direcciones /20 como un gráfico, de forma que, en un entorno de direccionamiento con clase, sólo puede ser subdividido en 16 sub-bloques de mismo tamaño:



b) En entornos de direccionamiento sin clase (*classless*) el ISP tiene más flexibilidad para dividir el espacio de direcciones disponibles según las necesidades:

- Dividir el bloque original en dos sub-bloques (cada uno de 1/2 del total de direccionamiento), y asignar una porción a la Organización A:
- Volver a dividir la otra porción en otras dos mitades (cada una con 1/4 del total del espacio de direccionamiento) y asignar un sub-bloque a la Organización B.
- Finalmente, volver a dividir el cuarto sector en otras dos mitades (cada una con 1/8 del total del espacio de direccionamiento) y asignarlas a la Organización C y D, respectivamente.

Por lo tanto, el direccionamiento propuesto se realizaría siguiendo los siguientes pasos:

Paso #1: Se divide el bloque 200.25.16.0/20 en dos bloques de mismo tamaño. Cada bloque representa 1/2 del total del espacio de direcciones ó 2048 = 2^{11} direcciones IP.

Bloque del ISP:	200.25.16.0/20	→	11001000 00011001 00010000 00000000
Organización A:	200.25.16.0/21	→	11001000 00011001 00010000 00000000
Reservado:	200.25.24.0/21	→	11001000 00011001 00011000 00000000

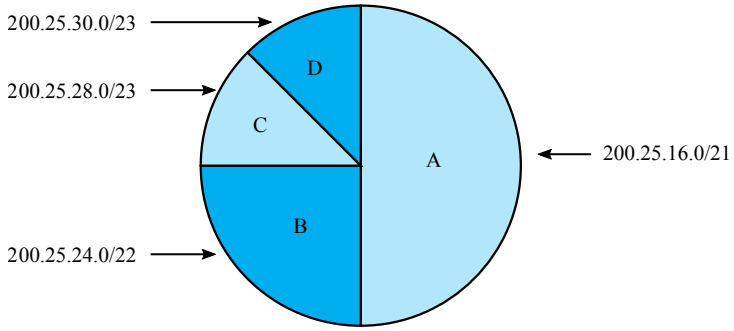
Paso #2: Se vuelve a dividir el bloque de direcciones reservado 200.25.24.0/21 en dos bloques de mismo tamaño. Cada bloque representa 1/4 del espacio de direcciones ó $1024 = 2^{10}$ direcciones IP.

Reservado:	200.25.24.0/21	→	11001000 00011001 00011000 00000000
Organización B:	200.25.24.0/22	→	11001000 00011001 00011000 00000000
Reservado:	200.25.28.0/22	→	11001000 00011001 00011100 00000000

Paso #3: Finalmente, se vuelve a dividir el bloque de direcciones 200.25.28.0/22 en dos bloques de mismo tamaño. Cada bloque representa 1/8 del espacio de direcciones ó $512 = 2^9$ direcciones IP.

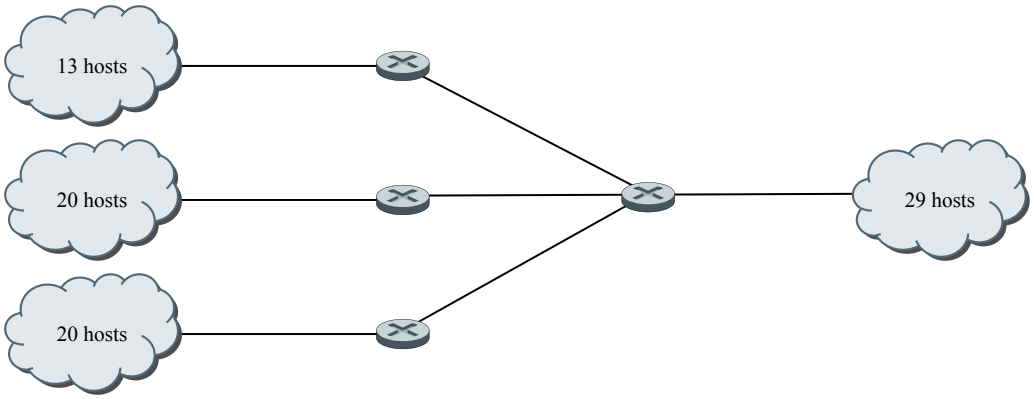
Reservado:	200.25.28.0/22	→	11001000 00011001 00011100 00000000
Organización C:	200.25.28.0/23	→	11001000 00011001 00011100 00000000
Organización D:	200.25.30.0/23	→	11001000 00011001 00011110 00000000

Cada una de las organizaciones puede disponer, libremente, para utilizar cada sub-espacio de direccionamiento en sus intrarredes. Los diferentes subloques se muestran en la figura:



Ref: 5-D-51 ☺☺☺ | Problema: 5.44

Dada la siguiente topología de red:



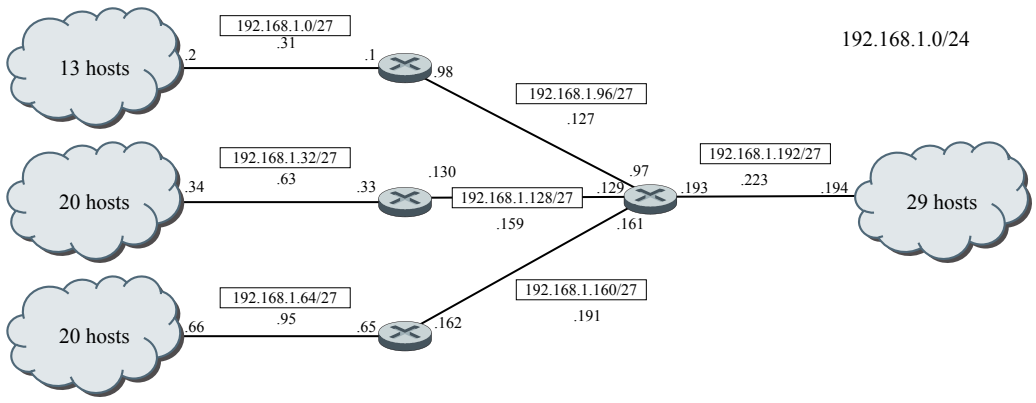
El espacio de direcciones asignado es 192.168.1.0/24. Definir un esquema de direcciones indicando sobre la topología, las direcciones de red y broadcast, así como la dirección de gateway y una dirección de host en cada una de las LANs. Considera las siguientes especificaciones:

a) Bloques de longitud fija.

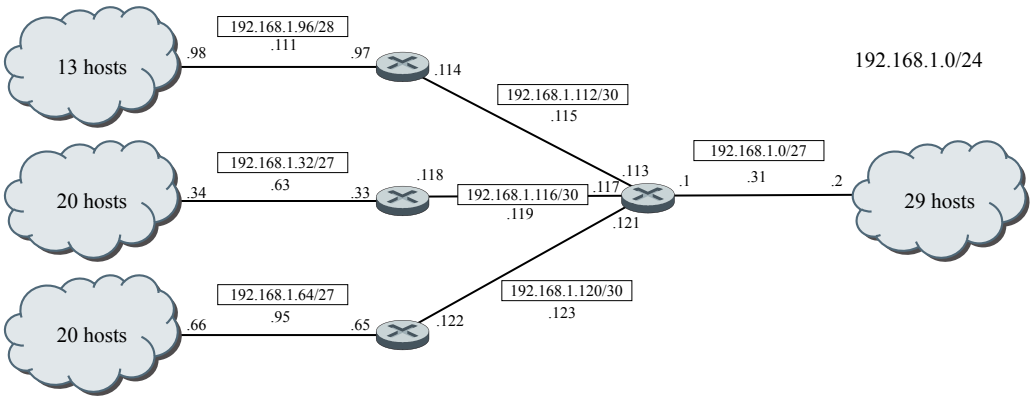
b) Bloques de longitud variable.

Resolución:

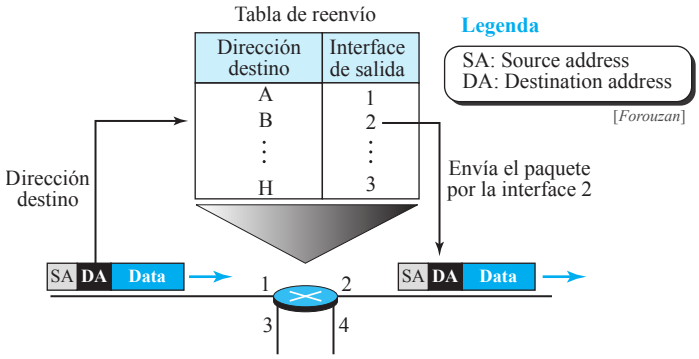
a) Bloques de longitud fija:



b) Bloques de longitud variable:


13 hosts
20 hosts
20 hosts
192.168.1.96/28
.111
.98
.97
.114
192.168.1.32/27
.63
.34
.33
.118
192.168.1.64/27
.95
.66
.65
.122
192.168.1.112/30
.115
192.168.1.116/30
.119
192.168.1.120/30
.123
.113
.117
.121
.1
192.168.1.0/27
.31
.2
192.168.1.0/24
29 hosts

E



- Reenvío de paquetes
- Tabla de reenvío
- Reenvío por prefijo más largo

Ref: 5-E-09 Problema: 5.45

A continuación, se muestra la tabla de enrutamiento del router R que utiliza *Classless Interdomain Routing* (CIDR).

Red destino	SigSalto
139.179.222.0/25	R1
139.179.128.0/17	R2
139.179.120.0/21	R3
139.179.216.0/21	R4
139.179.0.0/16	R5

Supongamos que los paquetes con las siguientes direcciones IP destino llegan al router R. Determina cuál será el siguiente salto de reenvío:

a) 139.179.60.1

b) 139.179.226.4

c) 139.179.124.55

d) 139.179.223.18

e) 139.179.127.222

f) 139.178.20.30

Resolución:

El router examina, de forma secuencial, la dirección destino (en binario) con las entradas de la tabla (en binario), reenviando por el siguiente salto en aquella entrada que coincida, al menos, con la longitud indicada por la máscara (de la tabla). La comparación se hace de la dirección IP con las entradas de la tabla se hace ordenando las entradas de la tabla por tamaño de máscara:

a)

Destino	139.179.60.1	10001011 10110011 00111100 00000001	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	×
	139.179.216.0/21	10001011 10110011 11011000 00000000	×
	139.179.128.0/17	10001011 10110011 10000000 00000000	×
	139.179.0.0/16	10001011 10110011 00000000 00000000	✓ → R5

b)

Destino	139.179.226.4	10001011 10110011 11100010 00000100	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	×
	139.179.216.0/21	10001011 10110011 11011000 00000000	×
	139.179.128.0/17	10001011 10110011 10000000 00000000	✓ → R2

c)

Destino	139.179.124.55	10001011.10110011.01111100.00110111	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.216.0/21	10001011 10110011 11011000 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	✓ → R3

d)

Destino	139.179.223.18	10001011.10110011.11011111.00010010	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	×
	139.179.216.0/21	10001011 10110011 11011000 00000000	✓ → R4

e)

Destino	139.179.127.222	10001011.10110011.01111111.11011110	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	✓ → R3

f)

Destino	139.178.20.30	10001011 10110010 00010100 00011110	
Tabla	139.179.222.0/25	10001011 10110011 11011110 00000000	×
	139.179.120.0/21	10001011 10110011 01111000 00000000	×
	139.179.216.0/21	10001011 10110011 11011000 00000000	×
	139.179.128.0/17	10001011 10110011 10000000 00000000	×
	139.179.0.0/16	10001011 10110011 00000000 00000000	×

Ref: 5-E-11 Problema: 5.46

Un router tiene las siguientes entradas CIDR en su tabla de reenvío:

Dirección/máscara	**SigSalto**
135.46.56.0/22	Interface 0
135.46.60.0/22	Interface 1
192.53.40.0/23	Router 1
default	Router 2

¿Qué hará el router si llega un paquete con cada una de las siguientes direcciones?

a) 135.46.63.10

b) 135.46.57.14

c) 135.46.52.2

d) 192.53.40.7

e) 192.53.56.7

Sol: *a*) Interface 1 *b*) Interface 0 *c*) Router 2 *d*) Router 1 *e*) Router 2

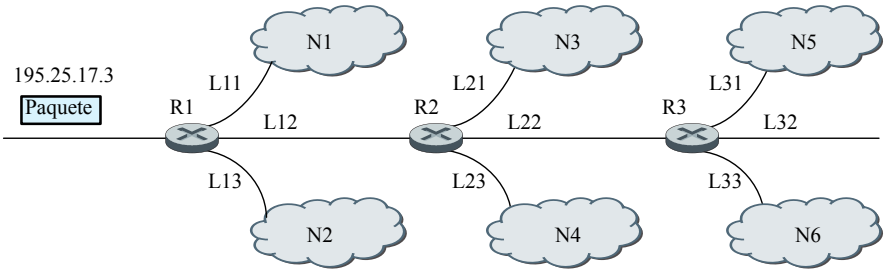
Ref: 5-E-21 ☺☺☺ ? R Problema: 5.47

Parte de una infraestructura de red consiste en tres routers R1, R2 y R3 y seis redes, de N1 a N6 (ver figura). Todas las entradas de las tablas de cada router, también se muestran en la figura. Un paquete con dirección IP destino 195.25.17.3 llega al router R1.

R1	
Red destino	Link
195.25.8.0/22	L13
195.25.0.0/21	L11
195.25.16.0/20	L12

R2	
Red destino	Link
195.25.8.0/22	L23
195.25.16.0/20	L22
195.25.24.0/19	L21

R3	
Red destino	Link
111.5.0.0/21	L31
195.25.16.0/20	L33
(default)	L32



a) Encuentra el campo exacto de network ID de cada red en formato binario.

b) Encuentra la dirección destino del paquete.

c) Especifica cuandos hosts pueden ser direccionados en la red N1.

Resolución:

a) Sabiendo que cada interface de red debe tener una dirección IP de la red a la que pertenece, tenemos que el prefijo de cada red:

L11 → N1 (/21):	11000011 00011001 00000000 00000000
L13 → N2 (/23):	10000111 00001011 00000010 00000000
L21 → N3 (/20):	11000011 00011001 00011000 00000000
L23 → N4 (/22):	11000011 00011001 00001000 00000000
L31 → N5 (/21):	01101111 00000101 00000000 00000000
L33 → N6 (/20):	11000011 00011001 00010000 00000000

b) Un paquete entrante con dirección 195.25.17.3, en R1 se produce la siguiente comprobación en su tabla de reenvío:

R1	Destino:	195.25.17.3	11000011 00011001 00010001 00000011	
	Tabla	195.25.8.0/22	10000111 00001011 00000010 00000000	×
	de	195.25.0.0/21	11000011 00011001 00000000 00000000	×
	reenvío	195.25.16.0/20	11000011 00011001.00010000 00000000	✓ → L12

Por lo tanto, es conmutado por L12 y al alcanzar R2, se produce la siguiente comprobación:

R2	Destino:	195.25.17.3	11000011 00011001 00010001 00000011	
	Tabla	195.25.8.0/22	11000011 00011001 00001000 00000000	×
	de	195.25.16.0/20	11000011 00011001 00010000 00000000	✓ → L22
	reenvío	195.25.24.0/19	11000011 00011001 00011000 00000000	

Por lo tanto, es conmutado por L22, y al alcanzar R3, se produce la siguiente comprobación:

R3	Destino:	195.25.17.3	11000011 00011001 00010001 00000011	
	Tabla de reenvío	111.5.0.0/21	01101111 00000101 00000000 00000000	×
		195.25.16.0/20	11000011 00011001 00010000 00000000	✓ → L33
		default		

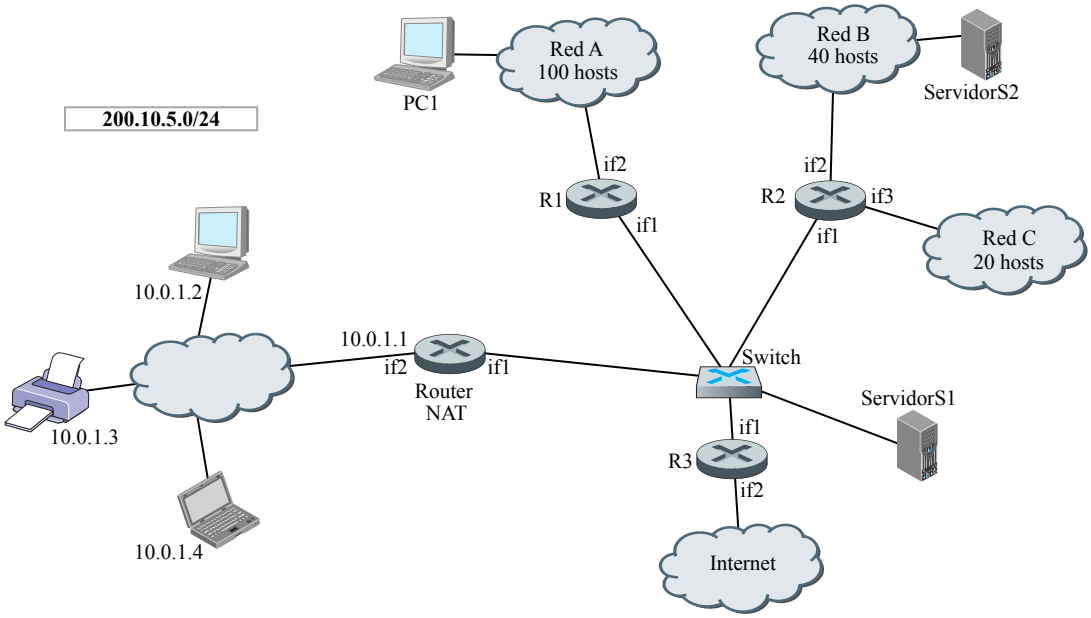
Por lo que, finalmente, es enrutado a la red N6.

c) En la red N1, tenemos que $n = 21$, por lo tanto, el número de hosts:

$$N = 2^{32-n} - 2 = 2^{32-21} - 2 = 2^{11} - 2 = 2046 \,\text{hosts}$$

Ref: 5-E-52 ☺☺☺ | Problema: 5.48

La figura representa la red de comunicaciones de una empresa. Todas las aplicaciones de comunicaciones disponibles se instalan sobre la arquitectura de protocolos TCP/IP para el intercambio de información. Las previsiones iniciales se realizan para que la Red A disponga de 100 máquinas con IP fija, en la Red B, 40 máquinas, y en la Red C 20 máquinas. Tanto estas redes, como la red troncal, tienen instaladas LAN Ethernet 100BaseT formadas por un conmutador o switch Ethernet al que se conectan los equipos bien directamente o a través de uno o varios Hubs.



La empresa ha adquirido un prefijo de direcciones IP clase C (200.10.5.0). Teniendo en cuenta el número de IP´s en cada una de las redes para configurar los hosts con aplicaciones sobre TCP/IP, se necesita:

a) Diseñe un plan de numeración para la empresa, indicando máscara de red, dirección de red y rango de direcciones de cada una de las subredes, así como para la red troncal.

b) Realice una asignación de direcciones a las interfaces de los distintos equipos de la topología.

c) Obtenga la tabla de rutas del equipo PC1.

d) Obtenga la tabla de rutas del router R1, R2 y R3.

Resolución:

a) Mediante un esquema VLSM, tenemos el siguiente direccionamiento:

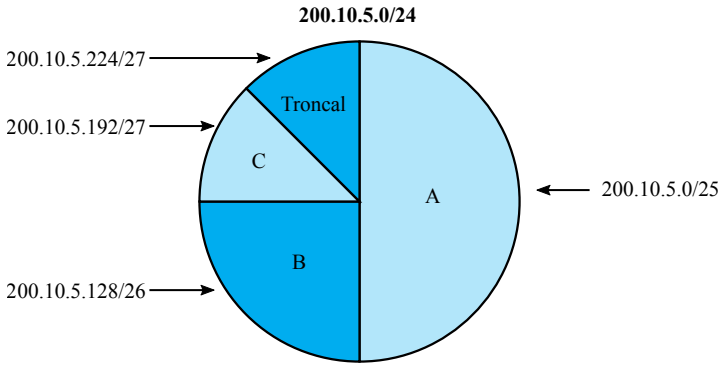
200.10.5.0/24				
Red	**Binario**	**Decimal**	**Máscara**	**Tipo**
[Red-A: 100 hosts]	200.10.5.0 0000000	200.10.5.0	/25	red
	200.10.5.0 0000001	200.10.5.1	/25	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 128 \rightarrow n = 32 - \log_2 128 = 25$	200.10.5.0 1111110	200.10.5.126	/25	↓
	200.10.5.0 1111111	200.10.5.127	/25	broadcast

Red	Binario	Decimal	Máscara	Tipo
[Red-B: 40 hosts]	200.10.5.10 000000	200.10.5.128	/26	red
	200.10.5.10 000001	200.10.5.129	/26	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 64 \rightarrow n = 32 - \log_2 64 = 26$	200.10.5.10 111110	200.10.5.190	/26	↓
	200.10.5.10 111111	200.10.5.191	/26	broadcast

Red	Binario	Decimal	Máscara	Tipo
[Red-C: 20 hosts]	200.10.5.110 00000	200.10.5.192	/27	red
	200.10.5.110 00001	200.10.5.193	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	200.10.5.110 11110	200.10.5.222	/27	↓
	200.10.5.110 11111	200.10.5.223	/27	broadcast

Red	Binario	Decimal	Máscara	Tipo
[Troncal: 32 hosts]	200.10.5.111 00000	200.10.5.224	/27	red
	200.10.5.111 00001	200.10.5.225	/27	↑
	⋮	⋮	⋮	hosts
$N = 32 \rightarrow n = 32 - \log_2 32 = 27$	200.10.5.111 11110	200.10.5.254	/27	↓
	200.10.5.111 11111	200.10.5.255	/27	broadcast

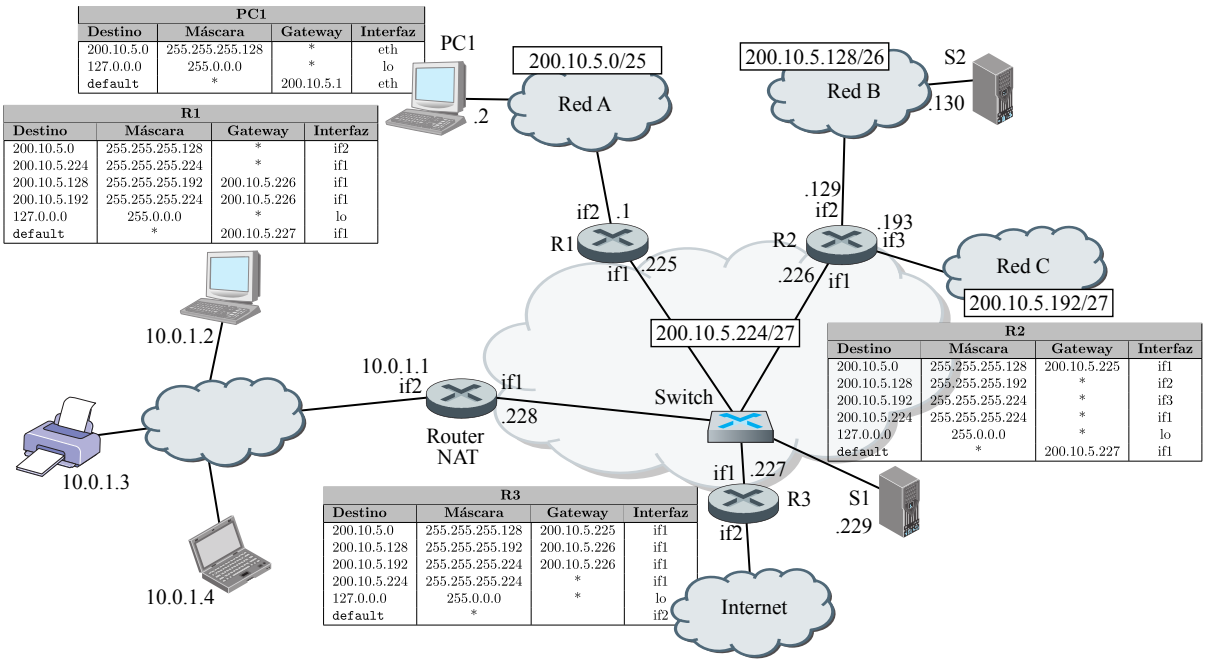
Observamos el tamaño de los subbloques en el siguiente diagrama:



b) La asignación de interfaces (ver topología final del ejercicio):

c) Tabla de rutas del equipo PC1 (ver topología final del ejercicio):

d) Tabla de rutas de router R1 (ver topología final del ejercicio):



PC1

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
200.10.5.0	255.255.255.128	*	eth
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	200.10.5.1	eth

R1

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
200.10.5.0	255.255.255.128	*	if2
200.10.5.224	255.255.255.224	*	if1
200.10.5.128	255.255.255.192	200.10.5.226	if1
200.10.5.192	255.255.255.224	200.10.5.226	if1
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	200.10.5.227	if1

R2

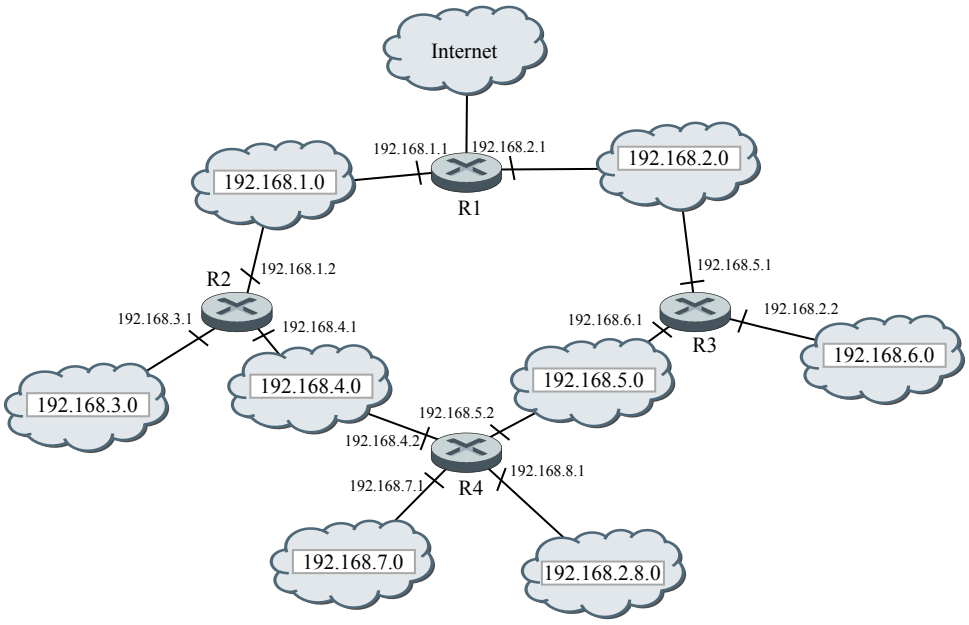
Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
200.10.5.0	255.255.255.128	200.10.5.225	if1
200.10.5.128	255.255.255.192	*	if2
200.10.5.192	255.255.255.224	*	if3
200.10.5.224	255.255.255.224	*	if1
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	200.10.5.227	if1

R3

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
200.10.5.0	255.255.255.128	200.10.5.225	if1
200.10.5.128	255.255.255.192	200.10.5.226	if1
200.10.5.192	255.255.255.224	200.10.5.226	if1
200.10.5.224	255.255.255.224	*	if1
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*		if2

Ref: 5-E-54	☺☺☺	?	R	Problema: 5.49

Considerando la siguiente topología:



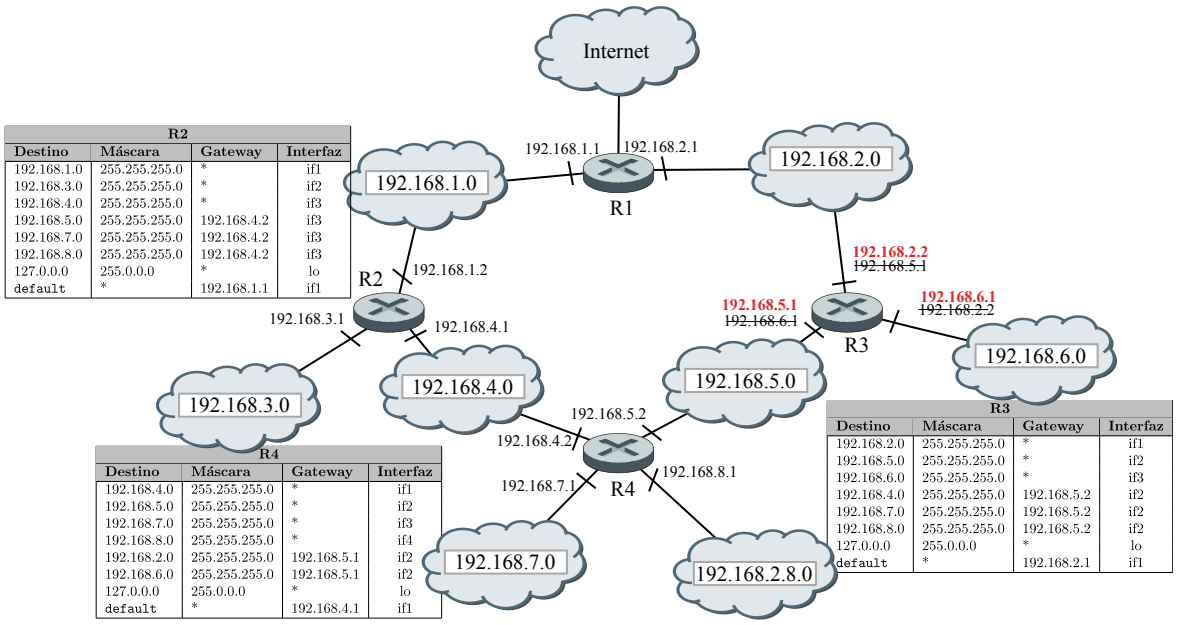
a) Suponiendo que todas las direcciones de redes expresadas son de Clase C con máscara 255.255.255.0, indique si hay alguna de las asignaciones de dirección sobre los interfaces de los encaminadores que sea incorrecta. Si es así, indique una asignación correcta para que estuviera de acuerdo con la asignación de direcciones realizada a cada red.

b) Obtenga una (posible) a tabla de rutas para R2, R3 y R4, que permite la interconexión de todas las redes, así como la salida hacia Internet.

Resolución:

a) Asignación incorrecta de interfaces en R3 (ver topología en siguiente apartado):

b) Tabla de rutas de routers R2, R3 y R4:



R2

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.1.0	255.255.255.0	*	if1
192.168.3.0	255.255.255.0	*	if2
192.168.4.0	255.255.255.0	*	if3
192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.4.2	if3
192.168.7.0	255.255.255.0	192.168.4.2	if3
192.168.8.0	255.255.255.0	192.168.4.2	if3
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	192.168.1.1	if1

R3

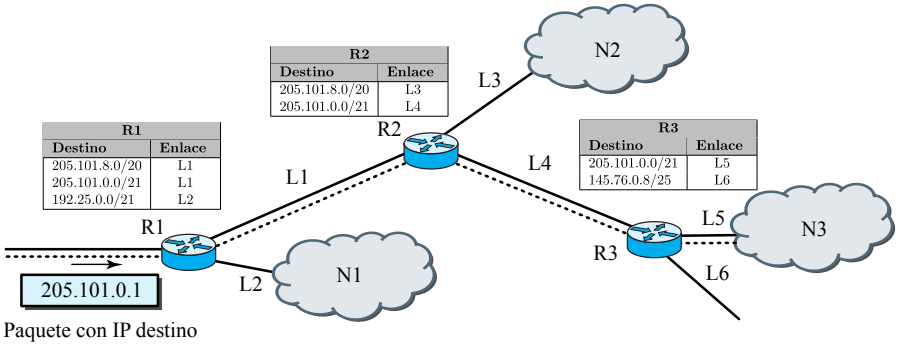
Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.2.0	255.255.255.0	*	if1
192.168.5.0	255.255.255.0	*	if2
192.168.6.0	255.255.255.0	*	if3
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.5.2	if2
192.168.7.0	255.255.255.0	192.168.5.2	if2
192.168.8.0	255.255.255.0	192.168.5.2	if2
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	192.168.2.1	if1

R4

Destino	Máscara	Gateway	Interfaz
192.168.4.0	255.255.255.0	*	if1
192.168.5.0	255.255.255.0	*	if2
192.168.7.0	255.255.255.0	*	if3
192.168.8.0	255.255.255.0	*	if4
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.5.1	if2
192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.5.1	if2
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
default	*	192.168.4.1	if1

Ref: 5-E-60 | Problema: 5.50

Supongamos que un paquete con dirección IP destino 205.101.0.1 se recibe en el router R1.



a) Encuentra y justifica la dirección final del paquete.

b) ¿Se podría establecer alguna ruta agregada en alguna tabla de la red?

Sol: *a*) N3 *b*) 205.101.0.0/20

F

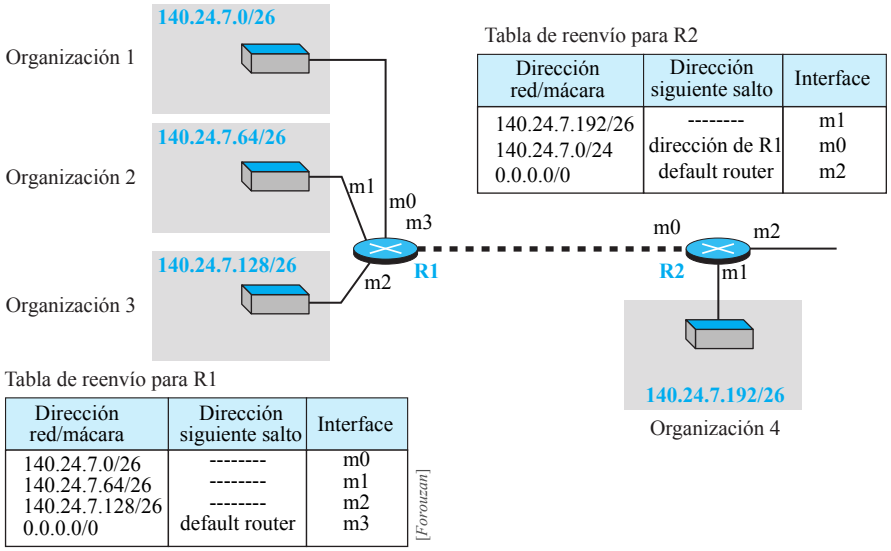


Tabla de reenvío para R2

Dirección red/mácara	Dirección siguiente salto	Interface
140.24.7.192/26	--------	m1
140.24.7.0/24	dirección de R1	m0
0.0.0.0/0	default router	m2

Tabla de reenvío para R1

Dirección red/mácara	Dirección siguiente salto	Interface
140.24.7.0/26	--------	m0
140.24.7.64/26	--------	m1
140.24.7.128/26	--------	m2
0.0.0.0/0	default router	m3

[Forouzan]

- Agregación de rutas (*supernetting*)
- ISPs

Ref: 5-F-02 Problema: 5.51

El conjunto de direcciones IP desde 29.18.0.0 hasta 29.18.128.255 han sido añadidas a la 29.18.0.0/17. Además, hay un hueco de 1024 direcciones no asignadas desde 29.18.60.0 hasta 29.18.6.255, que son posteriormente asignadas a un host utilizando una línea de salida diferente. ¿Es necesario repartir la nueva dirección agregada en los diferentes bloques existentes, añadir el nuevo bloque a la tabla y entonces comprobar si podemos hacer la reagregación?

Resolución:

Es suficiente con añadir una nueva entrada a la tabla: 29.18.0.0/22 para el bloque nuevo. Si un paquete entrante encaja en 29.18.0.0/17 y 29.18.0.0./22, siempre gana el prefijo más largo. Con esta medida, permite asignar un bloque grande a una línea de salida, pero haciendo una excepción a uno o más bloques pequeños dentro del rango.

Ref: 5-F-03 | ☺☺☺ | ? | R | | Problema: 5.52

Supongamos una subred con prefijo 128.119.40.128/26

a) Proporcionar un ejemplo de una dirección IP (en la forma x.x.x.x) que pueda ser asignada a esta red.

b) Ahora supongamos que un ISP es propietario del bloque de direcciones 128.119.40.64/26. Supongamos que quiere crear cuatro subredes a partir de este bloque, donde todos los bloques tengan el mismo número de direcciones IP. ¿Cuál es el prefijo (en la forma a.b.c.d/n) de cada subred?

Resolución:

a) Cualquier dirección IP en el rango 128.119.40.128 a 128.119.40.191.

b) 128.119.40.64/28
128.119.40.80/28
128.119.40.96/28
128.119.40.112/28

Ref: 5-F-05 Problema: 5.53

Aplica la agregación CIDR sobre las siguientes direcciones IP:

150.97.28.0/24
150.97.29.0/24
150.97.30.0/24

Resolución:

150.97.28.0/24	10010110	01100001	00011100	00000000
150.97.29.0/24	10010110	01100001	00011101	00000000
150.97.30.0/24	10010110	01100001	00011110	00000000
	10010110	01100001	00011100	00000000

Por lo que la dirección agregada IP (con CIDR) es 150.97.28.0/22.

Ref: 5-F-07 ☺☺☺ Problema: 5.54

Combine los siguientes tres bloques de direcciones en un sólo bloque (caso de ser posible):

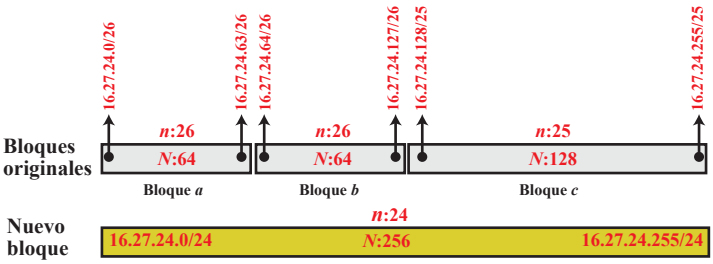
16.27.24.0/26
16.27.24.64/26
16.27.24.128/25

Resolución:

Una forma de hacerlo es, en primer lugar, encontrar el tamaño de cada bloque. Entonces, podemos añadir el tamaño a la primera dirección en el bloque para encontrar la última dirección. A continuación, podemos poner todos los bloques juntos para chequear si se pueden combinar en un bloque más grande:

Bloque	Tamaño	Primera dirección		Última dirección
a	$N = 2^{32-26} = 64$	16.27.24.0/26	→	16.27.24.63/26
b	$N = 2^{32-26} = 64$	16.27.24.64/26	→	16.27.24.127/26
c	$N = 2^{32-25} = 128$	16.27.24.128/25	→	16.27.24.255/25

Como los bloques son contiguos, si es posible combinar los tres bloques en un más grande. El nuevo bloque tiene 256 direcciones y $n = 32 - \log_2 256 = 24$.



Ref: 5-F-11 ☺☺☺☺ ? R Problema: 5.55

A partir de la topología de la figura adjunta y las tablas de reenvío. Suponga que un paquete alcanza R2 dirigido a la organización 4 con dirección destino 140.24.7.200.

a) ¿Sería correctamente enrutado en el estado actual de las tablas de reenvío?

b) ¿Qué sucedería si las tablas no estuvieran ordenadas según el prefijo más largo primero?

c) ¿El router R1 puede recibir un paquete con dirección destino 140.24.7.194? ¿Qué le sucedería al paquete si esto ocurriera?

d) Supongamos que el router R2 recibe un paquete con dirección destino 140.24.7.42. ¿Cómo sería enrutado el paquete hasta su destino final?

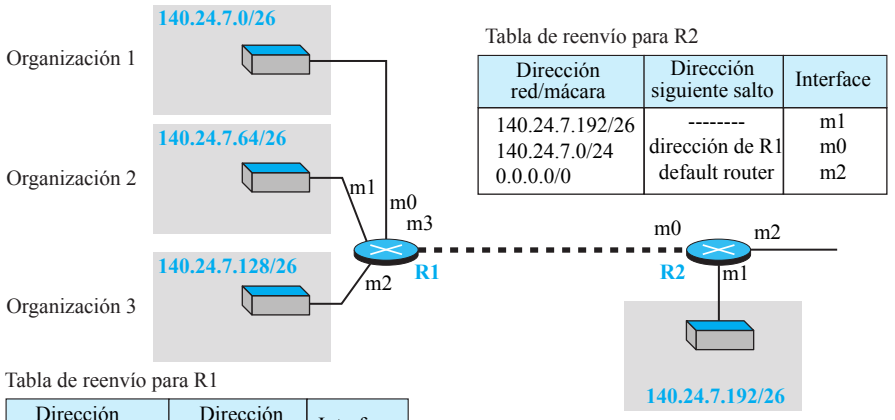


Tabla de reenvío para R2

Dirección red/mácara	Dirección siguiente salto	Interface
140.24.7.192/26	--------	m1
140.24.7.0/24	dirección de R1	m0
0.0.0.0/0	default router	m2

Tabla de reenvío para R1

Dirección red/mácara	Dirección siguiente salto	Interface
140.24.7.0/26	--------	m0
140.24.7.64/26	--------	m1
140.24.7.128/26	--------	m2
0.0.0.0/0	default router	m3

[Forouzan]

Resolución:

a) R2 aplica la primera máscara que proporciona la dirección de red 140.24.7.192. Por lo tanto, el paquete es correctamente enrutado a través de la interface m_1 y alcanza la organización 4.

b) Si no estuvieran ordenadas según el prefijo más largo, aplicaría la máscara /24, lo que implicaría un enrutamiento incorrecto hacia el router R1.

c) R1 tiene cuatro interfaces. Vamos a analizar la posibilidad de llegada de un paquete con destino 140.24.7.194 a través de cada una de sus interfaces y cómo es enrutado:

- El paquete puede llegar por cualquier de los interfaces m_0, m_1 y m_2, porque alguno de los computadores en las organización 1, 2 ó 3 podrían enviar el paquete. Por tanto, se aplica el prefijo /26 a la dirección, obteniendo la dirección de red 140.24.7.192/26. Como ninguna de las entradas de la tabla de reenvío coincide con este resultado, el paquete se envía al router por defecto R2.
- El paquete no puede llegar a R1 por la interface m_3 porque esto significaría que debería haber llegado por la interface m_0 de R2, lo cual es imposible porque si este paquete llega al router R2 (por cualquier interface), la longitud de prefijo /26 se aplica a la dirección destino, resultando la

dirección/máscara de red de 140.24.7.192/26, y por tanto, el paquete se enviaría de salida por la interface m_1, dirigido a la organización 4, y por tanto, nunca alcanzaría el router.

d) El paquete se envía a R1 y, finalmente, a la organización 1, como se muestra a continuación:

- R2 aplica la máscara /26 a la dirección (o extrae los 26 bits de más a la izquierda) resultando en la dirección/máscara de red de 140.24.7.0/26, que no coincide con la primera entrada de la tabla de enrutamiento.
- R2 aplica la máscara /24 a la dirección (o extrae los 24 bits de más a la izquierda) resultando en la dirección/máscara de red de 140.24.7.0/24, que coincide con la segunda entrada de la tabla de enrutamiento, por lo tanto, el paquete se envía por la interface m_0 hacia R1.
- R1 aplica la máscara /26 a la dirección (o extrae los 26 bits de más a la izquierda) resultando en la dirección/máscara de red de 140.24.7.0/26, que coincide con la primera entrada de la tabla de enrutamiento, por lo tanto, el paquete se envía por la interface m_0 hacia la organización 1.

Ref: 5-F-14 ☺☺☺ Problema: 5.56

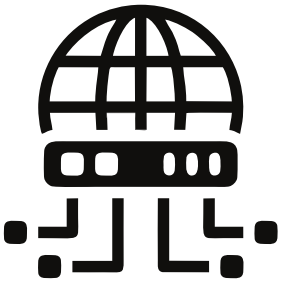
Obtener un conjunto de prefijos mínimo que represente, exactamente, las mismas direcciones IPv4 representados por los siguientes prefijos. Justifica la respuesta mostrando las relaciones entre los prefijos originales y los prefijos de la solución:

127.0.0.0/8
10.20.30.0/20
172.16.254.0/24
172.17.254.0/24
10.20.128.0/17
192.168.242.0/24
192.168.241.0/24
10.20.0.0/17
172.16.255.0/24
172.17.255.0/24
203.0.113.192/26
203.0.113.224/27

Resolución:

Original	**Combinación ...**	**Mínimo**
127.0.0.0/8		127.0.0.0/8
10.20.128.0/17 10.20.0.0/17 10.20.30.0/20	10.20.0.0/16 10.20.0.0/16	10.20.0.0/16
172.16.254.0/24 172.16.255.0/24	172.16.254.0/23	172.16.254.0/23
172.17.254.0/24 172.17.255.0/24	172.17.254.0/23	172.17.254.0/23
192.168.242.0/24		192.168.242.0/24
192.168.241.0/24		192.168.241.0/24
203.0.113.192/26 203.0.113.224/27	203.0.113.192/26	203.0.113.192/26

Ref: 5-F-17 ☺☺☺ ? Ⓡ Problema: 5.57



Supongamos que las siguientes cuatro subredes son agregados en una subred:

139.179.192.0/20
139.179.208.0/20
139.179.224.0/20
139.179.240.0/20

Encuentra el prefijo CIDR que se debería utilizar para anunciar la subred agregada.

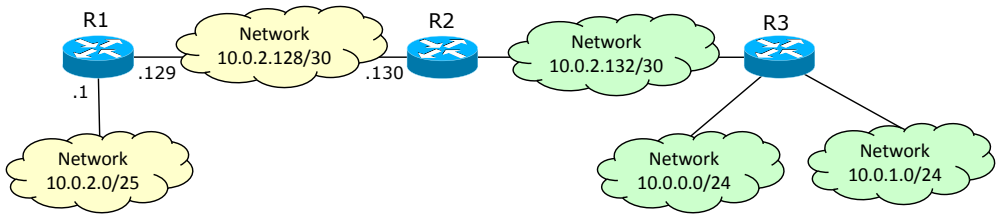
Resolución:

Hay que encontrar la máxima coincidencia en bits:

139.179.192.0/20	→	10001011 10110011 11 000000 00000000	} 139.179.192.0/18
139.179.208.0/20	→	10001011 10110011 11 010000 00000000	
139.179.224.0/20	→	10001011 10110011 11 100000 00000000	
139.179.224.0/20	→	10001011 10110011 11 110000 00000000	

Ref: 5-F-31 | Problema: 5.58

Dada la red IP de la figura:



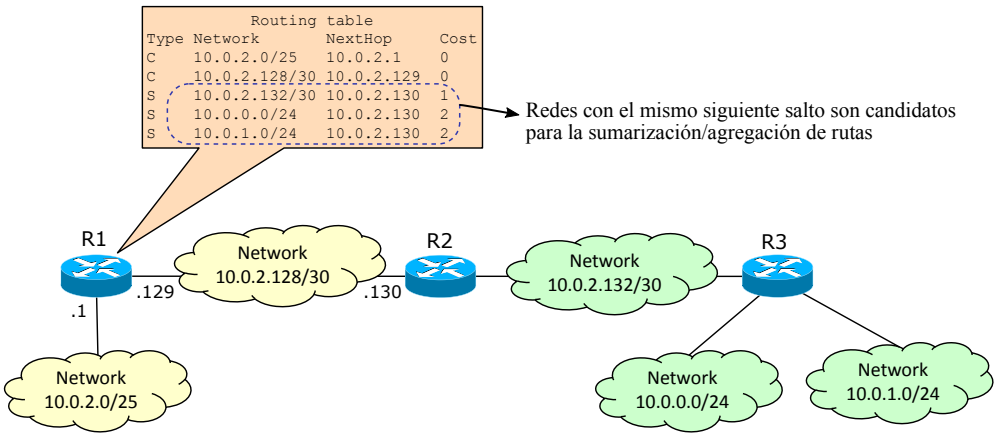
establecer la tabla de enrutamiento de forma estática para R1, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Cada una de las redes directas y remotas indicadas por una entrada en la tabla.

b) Utilizando agregación de rutas y obteniendo la tabla más compacta posible.

Resolución:

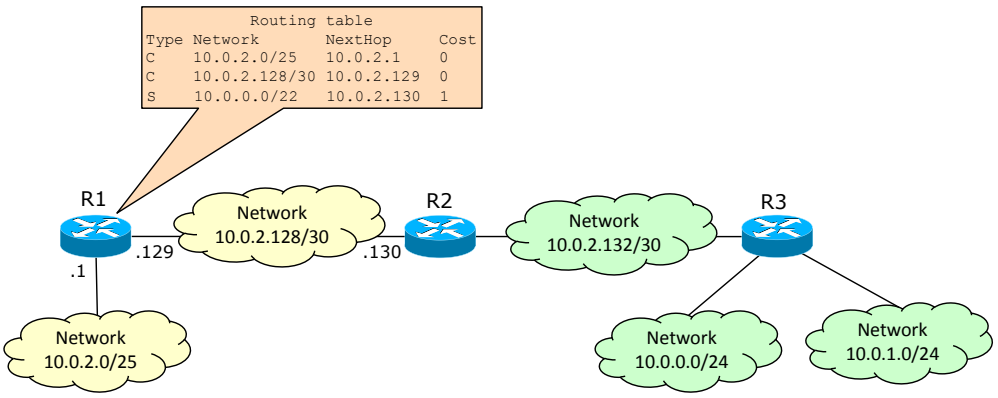
a) Utilizando un formato de tabla con una entrada para cada red:



b) Utilizando agregación de rutas:

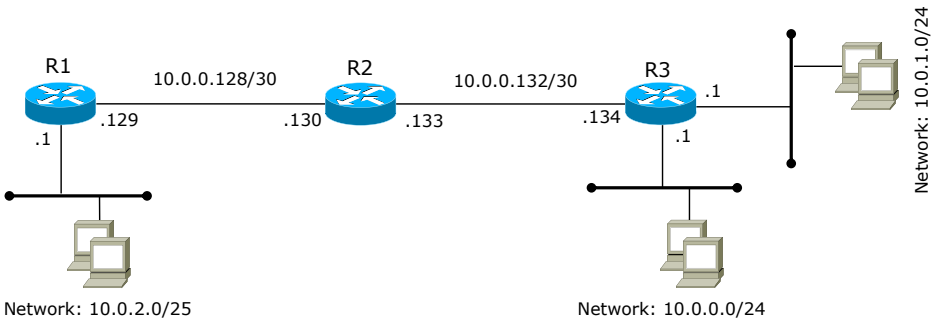
$$\left.\begin{array}{lcl} 10.0.2.132/30 & \rightarrow & 10.0.000000\,10.X \\ 10.0.0.0/24 & \rightarrow & 10.0.000000\,00.X \\ 10.0.1.0/24 & \rightarrow & 10.0.000000\,01.X \end{array}\right\} 10.0.0.0/22$$

por lo tanto, la tabla de rutas de R1, con agregación de rutas, quedaría:


Routing table
Type Network NextHop Cost
C 10.0.2.0/25 10.0.2.1 0
C 10.0.2.128/30 10.0.2.129 0
S 10.0.0.0/22 10.0.2.130 1
R1
R2
R3
Network 10.0.2.128/30
Network 10.0.2.132/30
.129
.130
.1
Network 10.0.2.0/25
Network 10.0.0.0/24
Network 10.0.1.0/24

Ref: 5-F-33 | Problema: 5.59

Dada la red IP de la figura:



Se pide:

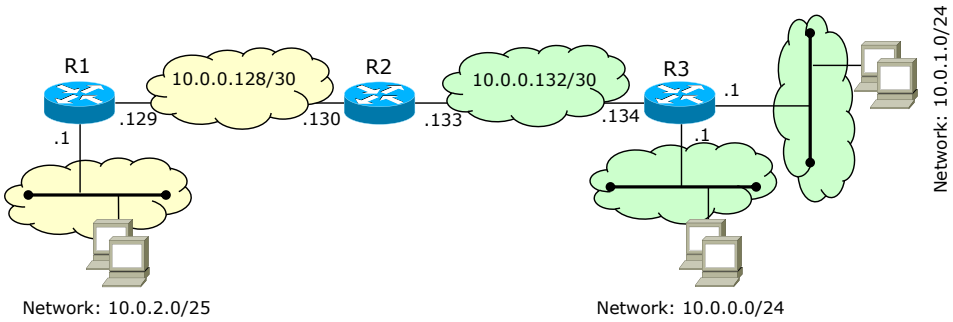
a) Identifica cuántas redes hay (dominios de difusión).

b) Establece las tablas de enrutamiento para los diferentes enrutadores, considerando una entrada por cada una de las redes.

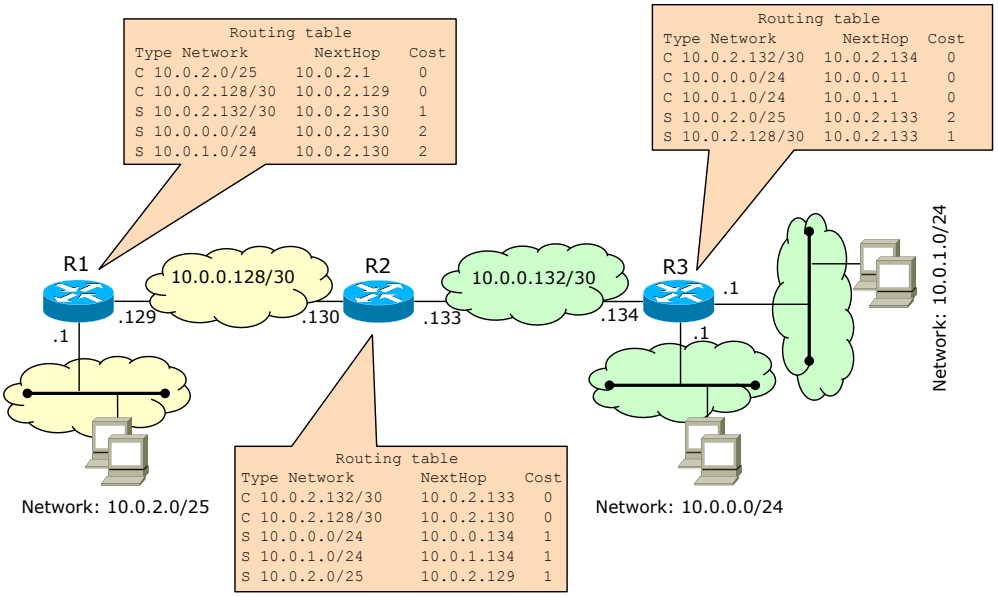
c) Optimiza las tablas anteriores, considerando el uso de agregación de rutas y el uso de rutas por defecto.

Resolución:

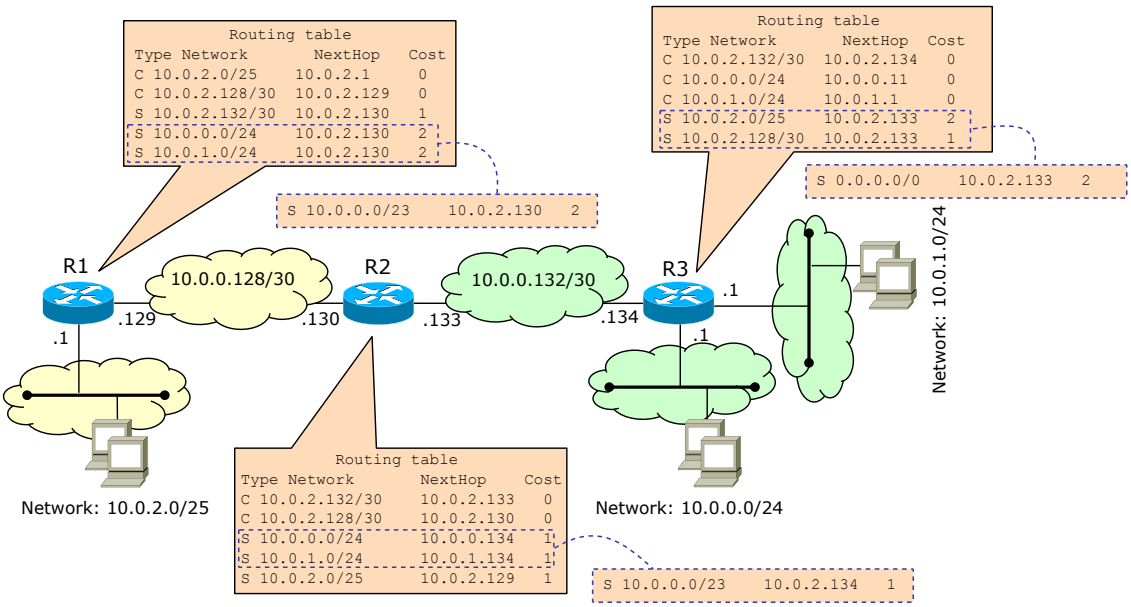
a) Los diferentes dominios de difusión vienen indicados en la siguiente figura:



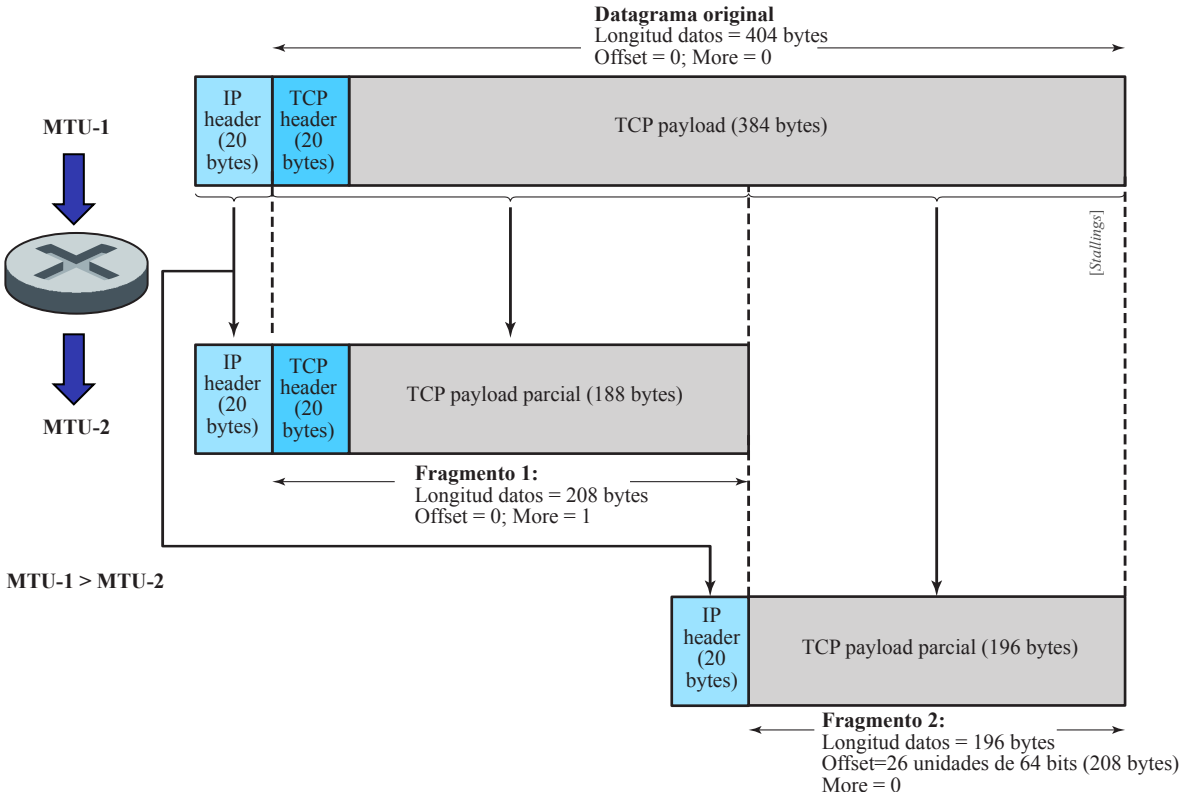
b) Las tablas de rutas de los diferentes enrutadores en la siguiente figura:



c) Una posible agregación de rutas en la siguiente figura. Se ha considerado el uso de una ruta por defecto en R3.



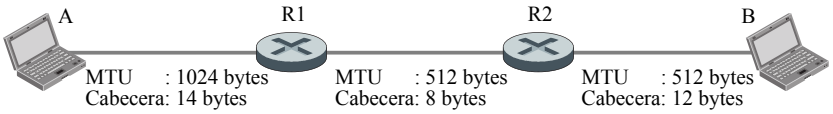
G



- Fragmentación IP
- MTU

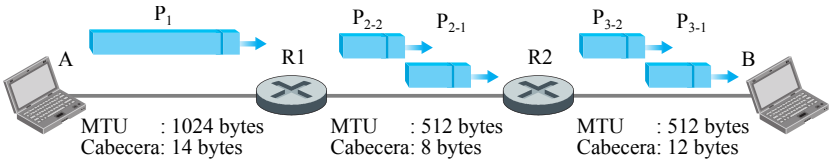
Ref: 5-G-01 | Problema: 5.60

Supongamos la topología de la figura adjunta con los MTU (cabecera IP incluida) y tamaños de cabecera a nivel de enlace indicados. Supongamos que un mensaje TCP que contiene 900 bytes de datos y 20 bytes de cabecera TCP se encapsula en un paquete IP (20 bytes de cabecera) en el host A para enviar hacia el host B. Identificar los siguientes campos de la cabecera IP: *Total length, Identificacion, DF, MF, Fragment offset* para cada uno de los fragmentos que viajan hacia el destino.



Resolución:

A la vista de las MTU de los dferentes enlaces, sólo se producirá fragmentación en el primer router. Si suponemos x la identificación del datagrama original en el host A, entonces:



La cantidad total que hay que transportar extremo a extremo es el segmento TCP, por tanto, 900 + 20 = 920 bytes. El segmento TCP se encapsula en un datagrama, por tanto, es necesario añadir la cabecera IP, 20 bytes. Para cada uno de los enlaces se producen los siguientes fragmentos a nivel de red:

- Enlace A-R1: al segmento original hay que añadir la cabecera IP.

	Paquete					Trama (bytes)
Nº	**Paquete (bytes)**	**ID**	**DF**	**MF**	**Offset**	
P_1	920 + 20 = 940	x	0	0	0	940 + 14 = 954

- Enlace R1-R2: con una MTU de 512 bytes y cabecera de 8 bytes, tenemos que la carga (*payload*) será de 480 bytes, ya que hay que aproximarlo al byte. Además, del paquete entrante, se eliminan las cabeceras de nivel enlace y red, por lo tanto, 920 bytes. A cada uno de los fragmentos, será necesario añadir cabeceras a nivel IP (20 bytes) y enlace (8 bytes):

	Paquete					Trama (bytes)
Nº	**Paquete (bytes)**	**ID**	**DF**	**MF**	**Offset**	
P_{2-1}	480 + 20 = 500	x	0	1	0	500 + 8 = 508
P_{2-2}	440 + 20 = 460	x	0	0	60	460 + 8 = 488

- Enlace R2-B: no hay fragmentación, por lo tanto, los paquetes entrantes, se eliminan la cabecera a nivel de enlace y se vuelven a encapsular en una trama con 12 bytes de cabecera:

	Paquete					Trama (bytes)
Nº	**Paquete (bytes)**	**ID**	**DF**	**MF**	**Offset**	
P_{3-1}	480 + 20 = 500	x	0	1	0	500 + 12 = 512
P_{3-2}	440 + 20 = 460	x	0	0	60	460 + 12 = 492

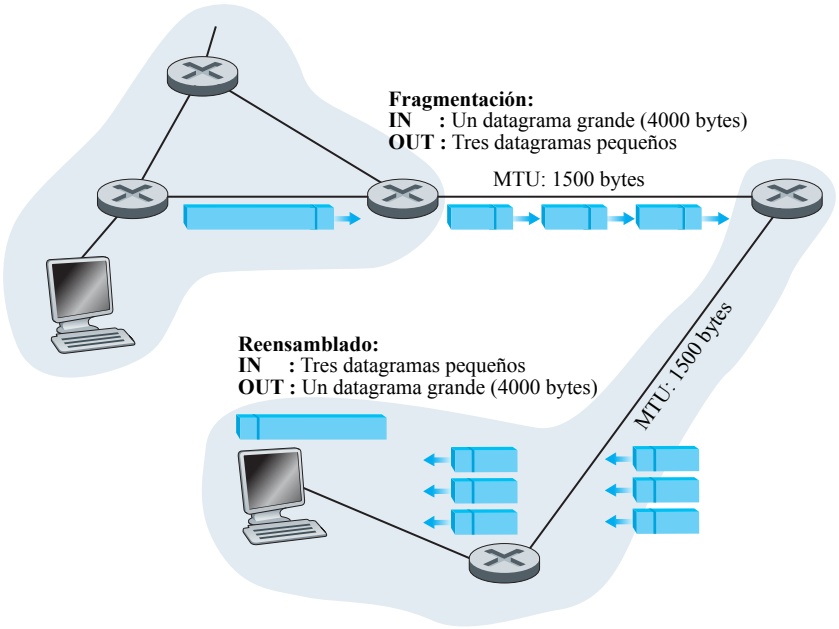
Ref: 5-G-04 ☺☺☺ ? R Problema: 5.61

Suponga un datagrama de 4000 bytes (20 bytes de cabecera + 3980 de datos IP) tiene que atravesar dos enlaces con MTU de 1500 bytes (incluida cabecera). Supongamos que el paquete original tiene un $id = 777$. Realice un esbozo de la fragmentación de paquetes mostrando los campos y flags más representativos.

Resolución:

Una vez que el router desencapsula el datagrama original, los 3980 bytes de datos deben ser fragmentados en tres datagramas IP. La tabla siguiente muestra los campos de los fragmentos:

Fragmento	Bytes de datos	ID	Offset	Flag
1	1480	777	0	MF = 1
2	1480	777	185	MF = 1
3	1020	777	370	MF = 0



Ref: 5-G-06 ☺☺☺ Problema: 5.62

Supongamos datagramas limitados a 1500 bytes (incluido cabecera) entre host origen A y host destino B. Suponiendo 20 bytes de cabecera IP, ¿cuántos datagramas serán necesarios para enviar un MP3 consistente en 5 millones de bytes?

Resolución:

El tamaño del fichero MP3 es de 5 millones de bytes. Suponemos que cada dato se transporta en un segmento TCP, donde cada segmento TCP tiene una cabecera de 20 bytes. Por lo tanto, cada datagrama puede transportar $1500 - 40 = 1460$ bytes del fichero MP3. El número de fragmentos, n:

$$n = \left\lceil \frac{5 \cdot 10^6}{1460} \right\rceil = 3425$$

Todos, a excepción del último datagrama, serán de 1500 bytes. El último datagrama será de $960 + 40 = 1000$ bytes, ya que no necesita hacer framentación al ser menor que la MTU.

Ref: 5-G-07 Problema: 5.63

Supongamos un mensaje TCP que contiene 1024 bytes de datos y 20 bytes de cabecera TCP, alcanza el nivel el nivel IP para ser enviado a través de dos redes interconectadas mediante un router, por ejemplo, el paquete viaja desde el host fuente hasta el router y, finalmente, el host destino. La primera red tiene una MTU de 1024 bytes; la segunda tiene una MTU de 576 bytes. Cada MTU de la red establece el tamaño más grande de datagrama IP que puede albergar en una trama a nivel de enlace. Suponemos que todas las cabeceras IP son de 20 bytes.

a) Calcula los tamaños y offsets de la secuencia de fragmentos enviados al nivel de red del host destino. Proporciona la solución en formato:

Fragmento	**Bytes de datos**	**ID**	**Offset**	**MF**

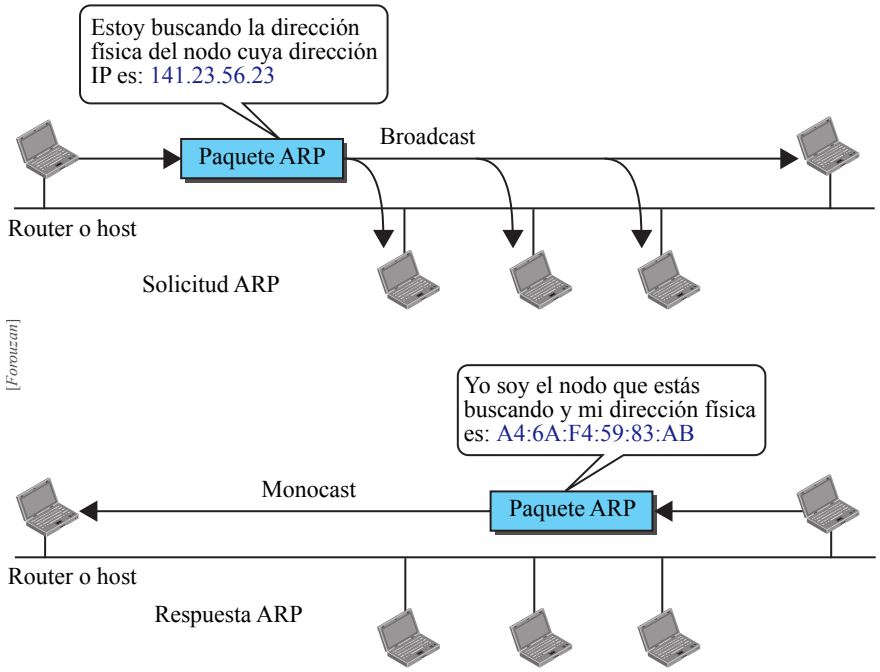
Se define la *MTU de ruta* como el MTU más pequeño de cualquier enlace en el camino (ruta) entre dos hosts. Si suponemos que pudiéramos descubrir la *MTU de ruta* y que utilizamos este valor como MTU para todos los segmentos de la ruta.

b) Calcula los tamaños y offsets de la secuencia de fragmentos enviados al nivel de red del host destino.

c) ¿Qué implicaciones tendría utilizar la *MTU de ruta* frente a la MTU de cada enlace.

Sol: *a*) Red1: $\{[1, 1000, 777, 0, 1], [2, 44, 777, 125, 0]\}$ Red2:$\{[1, 552, 777, 0, 1], [2, 448, 777, 69, 1], [3, 44, 777, 125, 0]\}$
b) Red1:Red2:$\{[1, 552, 777, 0, 1], [2, 492, 777, 69, 0]\}$

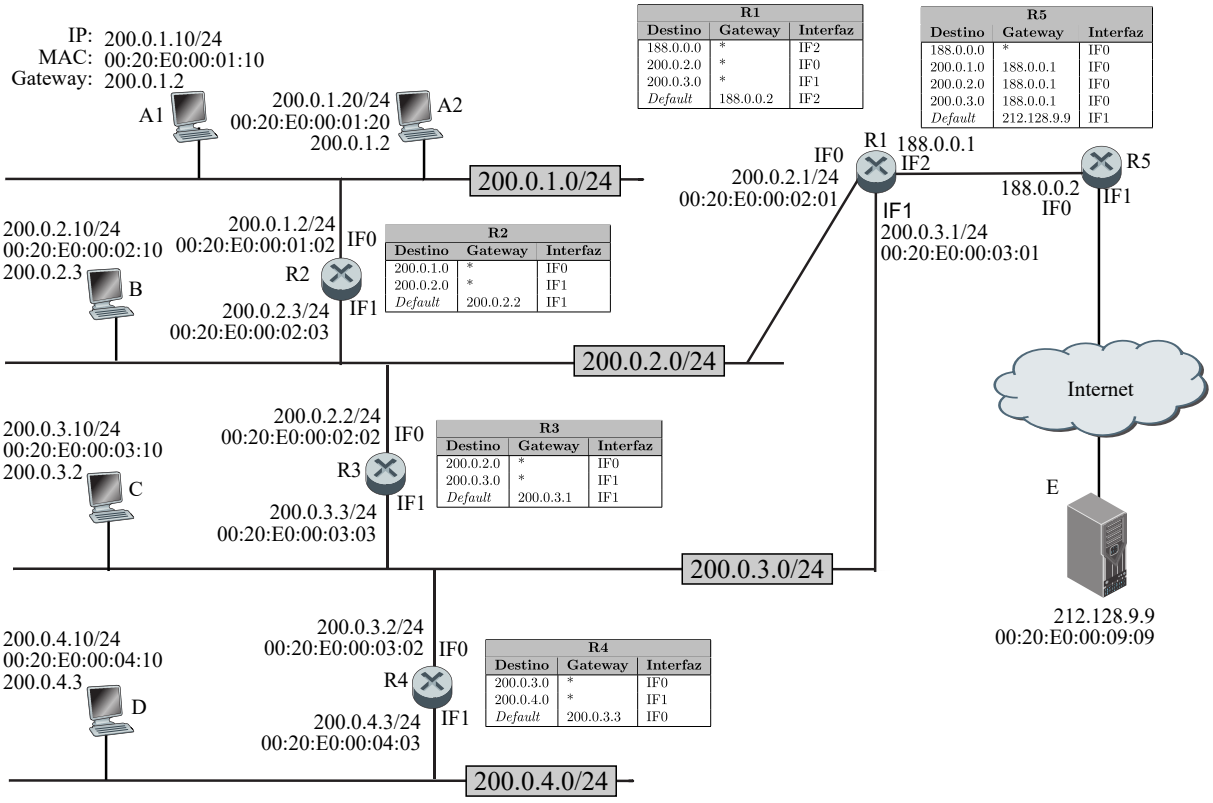
H



□ ARP (*Address Resolution Protocol*)

Ref: 5-H-01 ☺☺☺☺ ? R Problema: 5.64

La figura muestra la red interna de una organización que permite la interconexión entre sus máquinas así como que éstas accedan a Internet. La red está formada por 4 subredes Ethernet interconectadas a través de cuatro encaminadores. Uno de ellos, $R1$, es el que proporciona el acceso a Internet a toda la organización, a través de una línea punto a punto con $R5$. Junto a cada interfaz se indica, en el caso de los PCs, dirección IP/máscara, MAC y gateway; en el caso de routers, se indica dirección IP/máscara, MAC y tabla de reenvío.



Utilizando los siguientes formatos de trama:

- Solicitud ARP:

FF:FF:FF:FF:FF:FF	MAC origen	ARP	solicitud	IP

- Respuesta ARP:

MAC destino	MAC origen	ARP	respuesta	MAC

- Datagrama IP encapsulado:

MAC destino	MAC origen	IP-DATA	IP origen	IP destino

a) ¿Las tablas de reenvío permiten la conectividad con Internet de los hosts $A1$, B, C ó D?

b) ¿Las tablas de reenvío permiten alguna comunicación entre los hosts $A1$, B, C, D?

c) Teniendo en cuenta las tablas de reenvío de la figura y el comportamiento correcto de los protocolos ARP e IP, indicar si es posible que aparezca en la red de la figura cada una de las siguientes tramas. En caso afirmativo, indica en qué subredes puede aparecer.

1)	00:20:E0:00:04:03	00:20:E0:00:04:10	ARP	solicitud	200.0.4.3
2)	00:20:E0:00:04:03	00:20:E0:00:04:10	ARP	solicitud	200.0.3.3
3)	00:20:E0:00:04:03	00:20:E0:00:04:10	ARP	respuesta	00:20:E0:00:04:10
4)	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:20:E0:00:09:09	ARP	solicitud	200.0.4.10

5)	00:20:E0:00:03:01	00:20:E0:00:03:02	IP-DATA	200.0.3.2	200.0.3.1
6)	00:20:E0:00:03:01	00:20:E0:00:03:02	IP-DATA	200.0.4.10	212.128.9.9
7)	00:20:E0:00:03:01	00:20:E0:00:03:03	IP-DATA	200.0.4.10	212.128.9.9

Resolución:

a) Todas las máquinas pueden enviar paquetes a Internet.

En cambio, la tabla de $R1$ hace que los dispositivos $A1, A2$ y D no puedan recibir paquetes de Internet puesto que no aparecen sus respectivas redes configuradas en ella.

De esta forma, en $R1$, su ruta por defecto, (0.0.0.0 188.0.0.2 IF2), hace que los paquetes recibidos desde Internet con destino $A1, A2$ ó D sean encaminados de nuevo a $R5$, formando un ciclo.

En consecuencia, $A1, A2$ y D no tienen conectividad con Internet.

b) Hay conectividad en las rutas:

$$A1 \to B, A1 \to C, B \to A1, B \to C, C \to B, C \to D, D \to B, D \to C$$

En cambio, en las siguientes ruta no hay conectividad:

$$A1 \to D, B \to D, C \to A1, D \to A1$$

No puede haber comunicación puesto que el enrutador $R3$ dirige los paquetes hacia $R1$, y a continuación, son enviados a $R5$ a través de la ruta por defecto, $R5$ vuelve a enviarlo a $R1$, y así sucesivamente, formando ciclo.

c) *1)* NO. Debido a que las tramas de solicitud de ARP llevan como dirección Ethernet destino la dirección broadcast `FF:FF:FF:FF:FF:FF`.

2) NO. debido a que las tramas de solicitud de ARP llevan como dirección Ethernet destino la dirección broadcast `FF:FF:FF:FF:FF:FF`. Además, esta trama ARP pregunta por la dirección MAC de una estación con dirección IP que se encuentra en otra red, y esto no es posible ya que ARP sólo puede solicitar direcciones dentro de la misma red.

3) SI. Es una respuesta ARP, la máquina D envía su dirección Ethernet a $R4$. Aparecerá en la red `200.0.4.0`.

4) NO. La solicitud de ARP la hace E preguntando por la dirección Ethernet de D, y ambas máquinas están en distintas subredes.

5) SI. Es un datagrama IP con origen $R4$ y destino $R1$, encapsulado en una trama Ethernet con origen $R4$ y destino $R1$. Es importante destacar que esta trama podría aparecer ya que los encaminadores pueden generar paquetes IP que contengan, por ejemplo, información del protocolo ICMP (ping, traceroute, etc).

6) NO. Aunque contiene un datagrama IP con origen D y destino E, va encapsulado en una trama Ethernet con origen $R4$ y destino $R1$, la tabla de reenvío de $R4$ indica que dicho datagrama no viajaría por esta ruta.

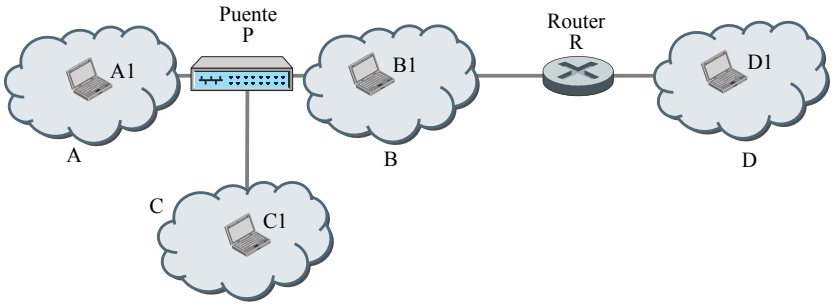
7) SI. Es un datagrama IP con origen D y destino E, encapsulado en una trama Ethernet con origen $R3$ y destino $R1$, por lo que es una trama correcta según las tablas de reenvío de la figura, que aparece en la red `200.0.3.0`.

En las direcciones hay que tener en cuenta:

- Las tramas utilizan las direcciones físicas (Ethernet) específicas para cada segmento de red, es decir, dirección origen y destino de la trama, según el segmento en el que tenga que propagarse.
- En relación a las direcciones IP, las tramas tendrán como dirección IP origen el dispositivo del que partió el mensaje, y como IP destino, el destinatario del mensaje.
  No varía a lo largo de las diferentes tramas Ethernet que se sucedan.

Ref: 5-H-06 | Problema: 5.65

Dada la red de la figura y suponiendo que A, B, C y D son redes Ethernet.



Si una estación en la red A envía un paquete IP, indica cuál sería la dirección física destino de la trama generada, en los siguientes casos:

a) El destino IP está en la red A. (Destino: A1).

b) El destino IP está en la red B. (Destino: B1).

c) El destino IP está en la red D. (Destino: D1).

Resolución:

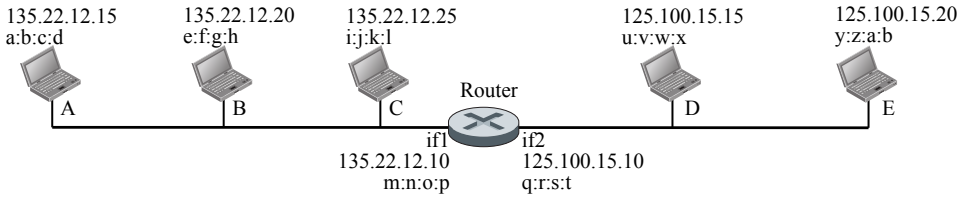
a) Dirección física de A1.

b) Dirección física de B1.

c) Dirección física del router R (conexión a la red B).

Ref: 5-H-07 ☺☺☺ Problema: 5.66

Supongamos la siguiente red Ethernet, donde se indican las direcciones IP/MAC de cada dispositivo e interfaces del router. Suponemos que las tablas ARP están completas:



a) Lista la tabla de ARP del host A.

b) Lista la tabla de ARP del host E.

c) Si A transmite una trama Ethernet a C, ¿cuáles serán las direcciones MAC e IP?

d) Si A transmite una trama Ethernet a E, ¿cuáles serán las tramas al salir de A y al llegar a E?

Resolución:

a) La tabla ARP del host A:

Host	IP	MAC
B	135.22.12.20	e:f:g:h
C	135.22.12.25	i:j:k:l
Router (if1)	135.22.12.10	m:n:o:p

b) La tabla ARP del host E:

Host	IP	MAC
D	125.100.15.15	u:v:w:x
Router (if2)	125.100.15.10	q:r:s:t

c) La trama desde A hasta C contendrá las siguientes direcciones:

i:j:k:l	a:b:c:d	IP-DATA	135.22.12.15	135.22.12.25

d) La trama desde A hasta E, en primer lugar será enviada a la interface del router:

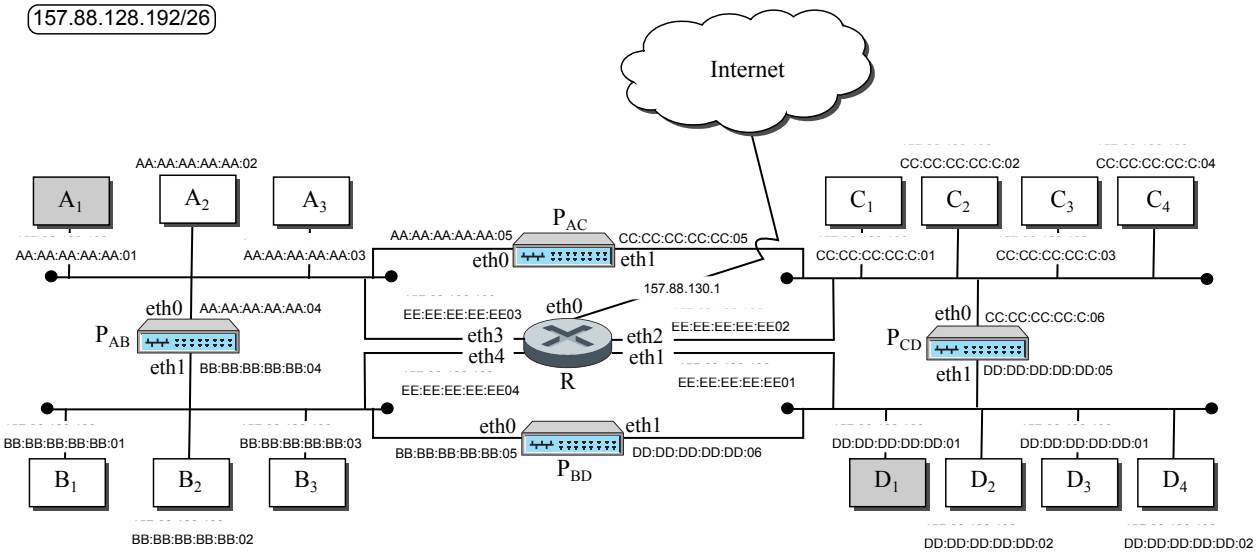
m:n:o:p	a:b:c:d	IP-DATA	135.22.12.15	135.22.12.20

Una vez encaminada por el router, y conmutada por la interface 2, al llegar a la estación E, contendrá las siguientes direcciones:

y:z:a:b	q:r:s:t	IP-DATA	135.22.12.15	135.22.12.20

Ref: 5-H-08 ☺☺☺☺ | Problema: 5.67

Las máquinas A_1, A_2 y A_3 están conectadas mediante un bus y siguen una arquitectura TCP/IP (LAN A). Las máquinas B_1, B_2 y B_3 también están conectadas mediante un bus y siguen la arquitectura TCP/IP (LAN B), así como las máquinas C_1, C_2, C_3 conectadas a C_4 (LAN C) y las máquinas D_1, D_2, D_3 conectadas D_4 (LAN D). Cada uno de los cuatro buses está conectado al router R. A su vez LAN A y LAN B están interconectadas mediante un puente P_{AB}; LAN A y LAN C mediante un puente P_{AC}; LAN B y LAN C mediante otro puente P_{BC} y, finalmente, LAN C y LAN D mediante otro puente P_{CD}. Todos los puentes son del tipo *store-and-forward* "tradicional" que esperan a recibir completamente una trama antes de la retransmisión. Las direcciones MAC de cada uno de los dispositivos e interfaces se muestran en la figura.



A la empresa propietaria de la red se le ha asignado el bloque de direcciones IP determinado por la dirección 157.88.128.192/26. La dirección IP para la interfaz eth0 de R es 157.88.130.1.

Los cuatro puentes, que se pueden observar en la figura, están apagados y el administrador de la red puede ponerlos en marcha sólo cuando alguna de las interfaces del router deja de funcionar. Supongamos que todas las máquinas acaban de arrancar y que en el instante $t = 0$ la máquina A_1 tiene datos para la máquina D_1. Supongamos que durante el resto del problema no se genera tráfico adicional que el debido a esta comunicación salvo que se diga explícitamente lo contrario. Todos los tiempos de procesamiento se consideran despreciables.

a) Establezca una asignación de direcciones IP y máscaras de subred para cada una de las máquinas de la red. Por simplicidad, decida una asignación en la que todas las máquinas tengan asignadas una misma máscara de subred (aunque este esquema no sea el más eficiente en términos de aprovechamiento de direcciones). Representar la solución indicando el direccionamiento de cada dispositivo e interface en la topología. La máscara será común para todas las subredes.

b) Según el esquema de direccionamiento del apartado anterior, ¿cuáles serían las tablas de encaminamiento de R, A_1, B_1, C_1 y D_1? En dichas tablas de encaminamiento es suficiente con indicar la dirección de la red de destino (dirección IP y máscara de subred) y la dirección IP del "siguiente salto".

c) Represente la arquitectura del modelo en capas que permite la comunicación entre A_1 y D_1.

d) Represente el diagrama temporal del nivel de enlace de los intercambios que tienen lugar desde que A_1 genera los datos hasta que los recibe D_1, numerando las tramas en el dibujo (las tramas Ethernet no tienen número en su cabecera, se trata tan sólo de etiquetarlas para hacer el apartado *(e)*). Debes dejar muy claro cada uno de los tiempos que aparecen en el cronograma.

e) Para el cronograma del apartado anterior, para cada una de las tramas que se han dibujado y numerado, especifíquense las direcciones MAC de origen y destino, el tipo de PDUs transportadas, así como el valor de los campos más significativos de dichas PDUs.

En otro instante de tiempo suficientemente alejado del anterior, la interfaz *eth1* del router R deja de funcionar. En este mismo instante el administrador apaga también las máquinas D_3 y D_4. A continuación la máquina D_1 tiene datos para A_1. Suponga que durante el resto del problema no se genera tráfico adicional que el debido a esta comunicación. Suponga también que, previamente a este instante, ha habido suficiente intercambio de información entre todas las máquinas de la red para que en este momento tengan suficiente información en sus cachés ARP.

f) Decida el encendido de sólo uno de los puentes y la nueva asignación de direcciones IP y máscaras de subred para cada una de las máquinas de la red en caso de que proceda. Por simplicidad, decida una asignación en la que todas las máquinas tengan asignadas una misma máscara de subred (aunque este esquema no sea el más eficiente en términos de aprovechamiento de direcciones). Para ello, indique las decisiones tomadas en las hojas de respuesta y, en función de ellas, rellene una tablas de reenvío correspondientes.

g) Según el esquema de direccionamiento del apartado anterior, ¿cuáles serían las tablas de encaminamiento de R, A_1, B_1, C_1, D_1? En dichas tablas de encaminamiento es suficiente con indicar la dirección de la red de destino (dirección IP y máscara de subred) y la dirección IP del "siguiente salto".

h) Represente la arquitectura del modelo en capas que permite la comunicación entre A_1 y D_1.

i) Represente el diagrama temporal a nivel de enlace de los intercambios que tienen lugar desde que D_1 genera los datos hasta que los recibe A_1, numerando las tramas en el dibujo (las tramas Ethernet no tienen número en su cabecera, se trata tan sólo de etiquetarlas para hacer el apartado *(j)*). Debes dejar muy claro cada uno de los instantes que aparecen en el cronograma.

Resolución:

a) La máscara asignada a la empresa es:

255	.	255	.	255	.	192
11111111		11111111		11111111		11000000

Como necesitamos direccionar cuatro subredes y queremos una misma máscara para todas las máquinas, podemos utilizar 3 bits de máscara adicionales, quedando otros 3 bits de hosts, por lo que son suficientes.

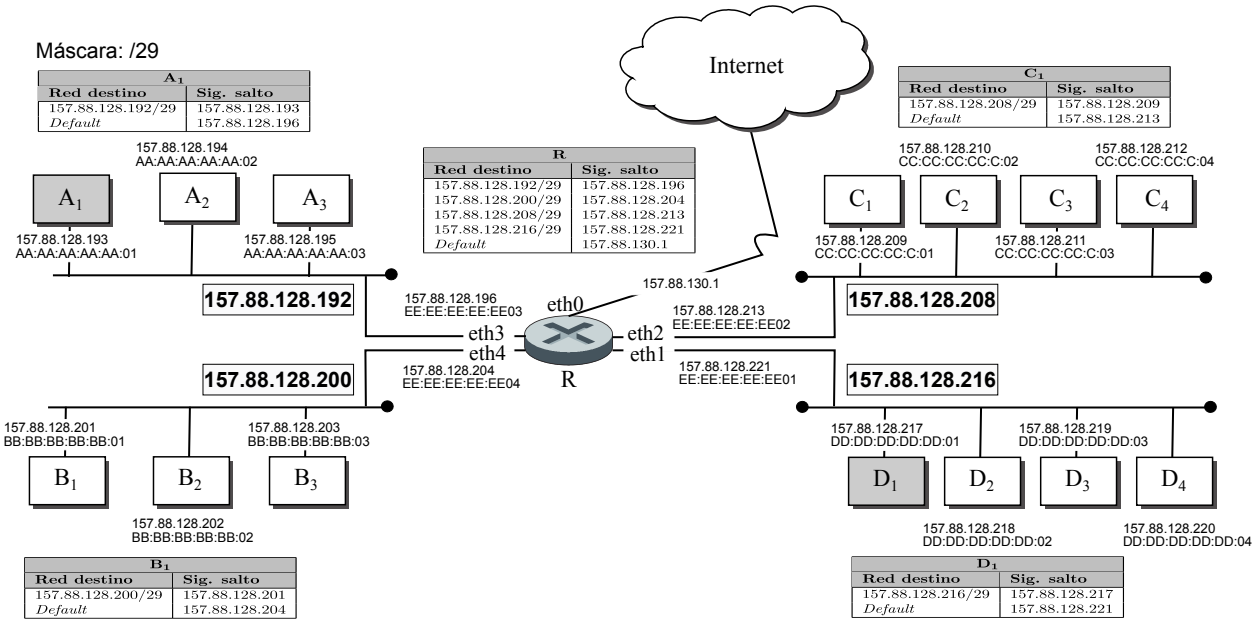
255	.	255	.	255	.	248
11111111		11111111		11111111		11111000

Un posible subnetting, sería el siguiente:

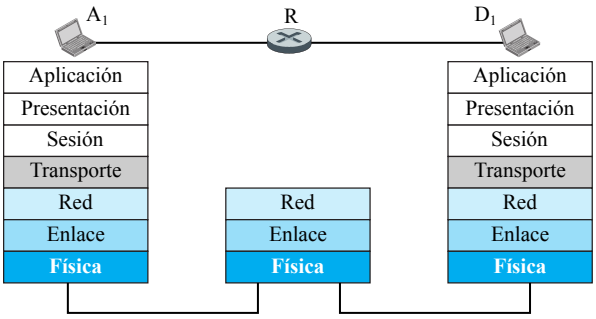
Red	Binario	Decimal
LAN A	157.88.128.11000000	157.88.128.192
LAN B	157.88.128.11001000	157.88.128.200
LAN C	157.88.128.11010000	157.88.128.208
LAN D	157.88.128.11011000	157.88.128.216

Por lo tanto, una posible asignación de direcciones quedaría reflejado en la figura (siguiente apartado)

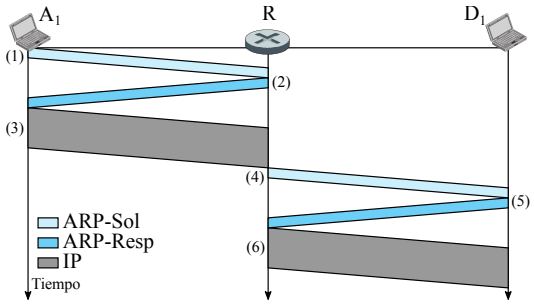
b) Las tablas de reenvío se muestran integradas en la topología:



c) La arquitectura en capas:



d) Diagrama temporal del intercambio entre A_1 y D_1:



e) Las tramas producidas son las siguientes:

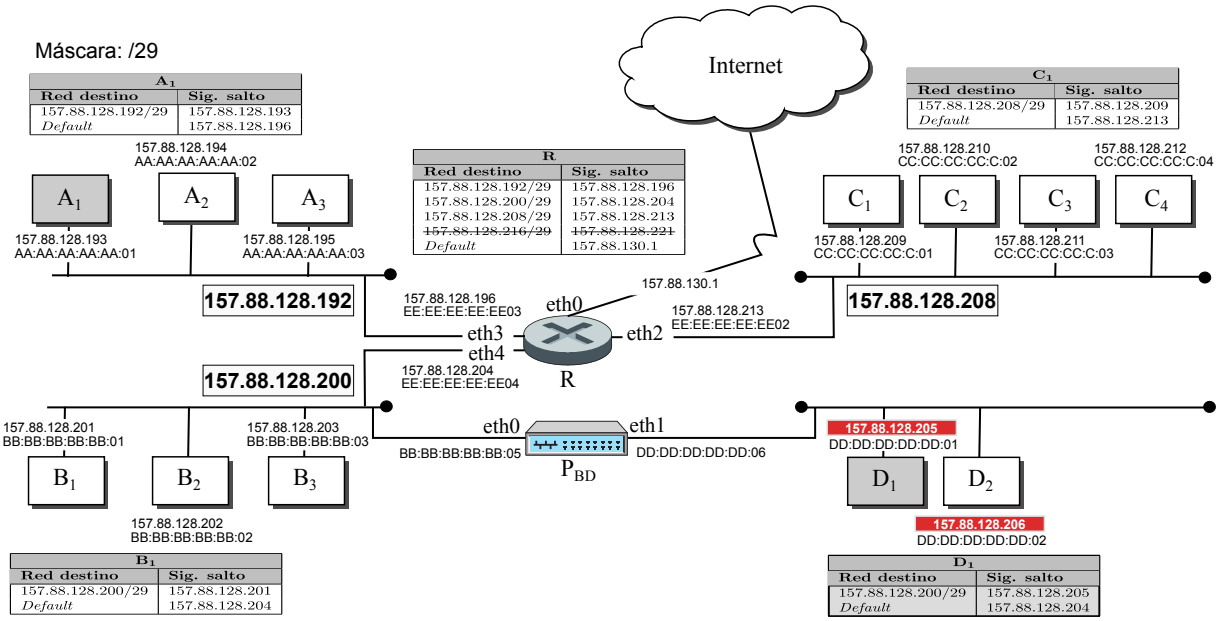
1	FF:FF:FF:FF:FF:FF	AA:AA:AA:AA:AA:01	ARP	solicitud	157.88.128.196	
2	AA:AA:AA:AA:AA:01	EE:EE:EE:EE:EE:03	ARP	respuesta	EE:EE:EE:EE:EE:03	
3	EE:EE:EE:EE:EE:03	AA:AA:AA:AA:AA:01	IP-DATA	157.88.128.193	157.88.128.217	
4	FF:FF:FF:FF:FF:FF	EE:EE:EE:EE:EE:01	ARP	solicitud	157.88.128.217	
5	EE:EE:EE:EE:EE:01	DD:DD:DD:DD:DD:01	ARP	respuesta	DD:DD:DD:DD:DD:01	
6	DD:DD:DD:DD:DD:01	EE:EE:EE:EE:EE:01	IP-DATA	157.88.128.193	157.88.128.217	

f) La caída del interface *eth1* del router provoca el aislamiento de la red *LAN D*, por lo que se decide conectar el puente P_{BD}, para dar servicio a ese segmento de red a través de la red *B*. Por lo tanto, debe de estar en la misma red lógica que *B*, por lo que se procede a cambiar las IPs de los dispositivos D_1 y D_2 por IPs del bloque *B*.

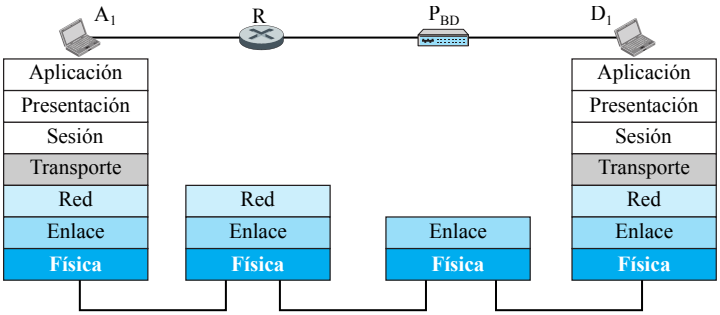
Nota: El direccionamiento nuevo se indica en la figura del siguiente apartado.

g) La asignación de direcciones IP y tablas de enrutamiento queda reflejada en la siguiente figura. Se producen cambios en:

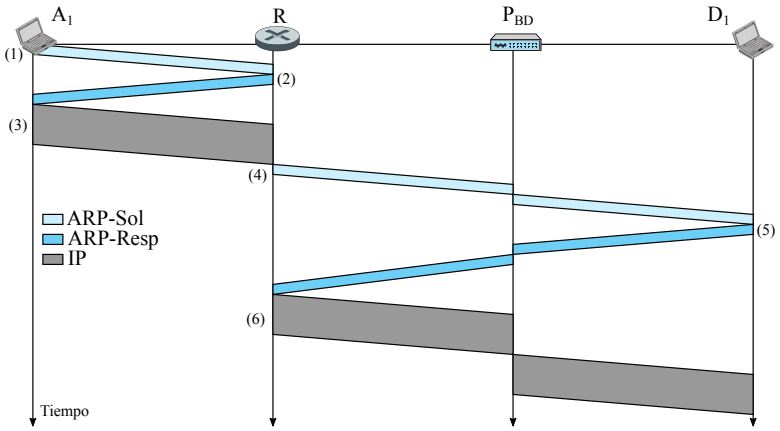
- Tabla de reenvío de *R*.
- Direccionamiento dispositivos en LAN D.



h) La arquitectura en capas:



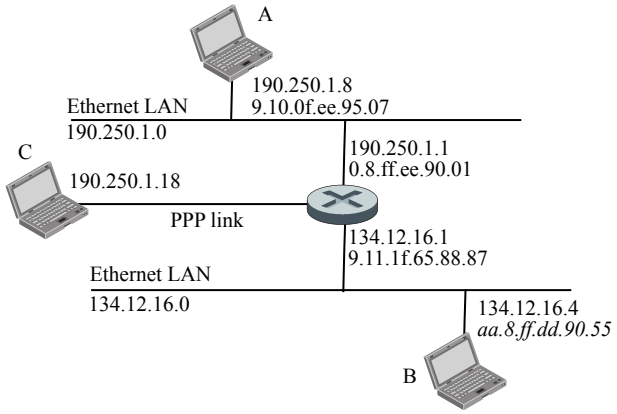
i) Diagrama temporal del intercambio entre A_1 y D_1:



j) Las tramas producidas son las mismas que en el apartado anterior, salvo que en este escenario, se produce un reenvío adicional a través del puente P_{BD}.

Ref: 5-H-13 ☺☺☺ ? R Problema: 5.68

Sea la topología de la figura, indique la secuencia de tramas ARP, previas al envío de un datagrama IP, en los siguientes casos:



a) Envío de host A al host B.

b) Envío de host A al host C.

Resolución:

a) El host A reconoce la dirección de B está en una subred diferente a la suya, por lo tanto, reenvía el datagrama al router (*gateway*). Por lo tanto, intenta resolver la dirección IP 190.250.1.1.

0.8.ff.ee.90.01	9.10.0f.ee.95.07	ARP	solicitud	190.250.1.1
9.10.0f.ee.95.07	0.8.ff.ee.90.01	ARP	respuesta	0.8.ff.ee.90.01

Y se envía una segunda trama para resolver la dirección IP 134.12.16.4.

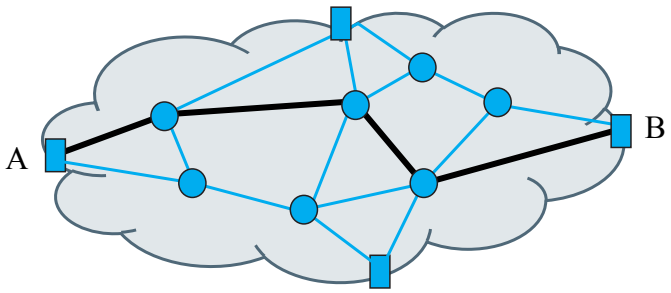
aa.8.ff.dd.90.55	9.11.1f.65.88.87	ARP	solicitud	134.12.16.4
9.11.1f.65.88.87	aa.8.ff.dd.90.55	ARP	respuesta	aa.8.ff.dd.90.55

b) Es el caso de un proxy ARP[1]. Sólo se enviará una ARP. La fuente intenta resolver la dirección 190.250.1.18 ya que pertenece a la misma subred que A.

0.8.ff.ee.90.01	9.10.0f.ee.95.07	ARP	solicitud	190.250.1.18
9.10.0f.ee.95.07	0.8.ff.ee.90.01	ARP	respuesta	0.8.ff.ee.90.01

[1] Fuera del alcance de la asignatura.

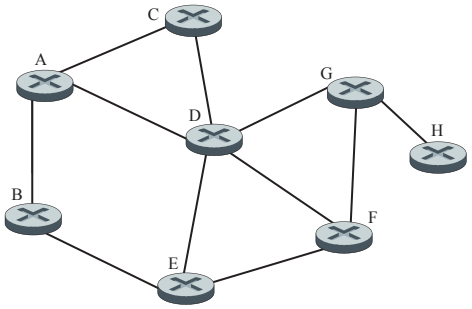
I



- Routing por inundación (*flooding*)

Ref: 5-I-01 ☺☺☺ ? R Problema: 5.69

Resumir el funcionamiento del método encaminamiento basado en *inundación de paquetes*. Calcular el número de paquetes generados si, en la red de la siguiente figura, el nodo A inicia una difusión mediante inundación. La única limitación a la retransmisión es el tiempo de vida que inicialmente es de 3 saltos.



Resolución:

Método de inundación: cuando un nodo recibe un paquete los retransmite por todos sus enlaces menos por el que se produjo la llegada del paquete.

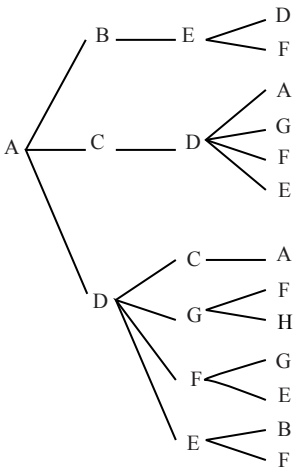
De esta forma se asegura que el mensaje llegará a su destino por la ruta mínima (también por otras muchas más).

El método de inundación es muy robusto ya que se ensayan todos los caminos posibles pero produce una gran sobrecarga en la red.

Para limitar la inundación se emplean varios mecanismos.

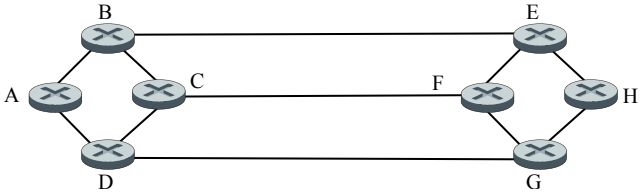
El más común es el de asociar un tiempo de vida a cada paquete. Cada vez que un nodo retransmite el paquete decrementa en una unidad su tiempo de vida. Cuando se alcanza el valor cero, el paquete es descartado (no se vuelve a retransmitir).

Aplicando el método descrito se generan 22 paquetes según se indica en el siguiente esquema.

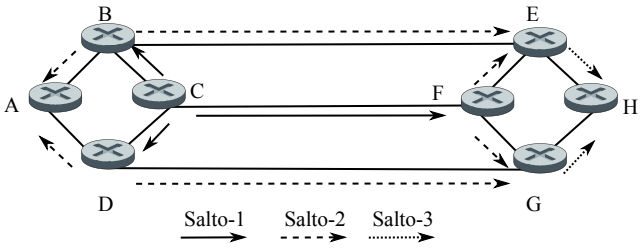


Ref: 5-I-02 | ☺☺☺ | ? | R | Problema: 5.70

Para la topología de la red de la figura, supongamos algoritmo de enrutamiento por inundación. Si un paquete se envía desde el nodo C a F, con un máximo de saltos de 3, lista todas las rutas que puede seguir. ¿Cuántos paquetes se envían en esta inundación?



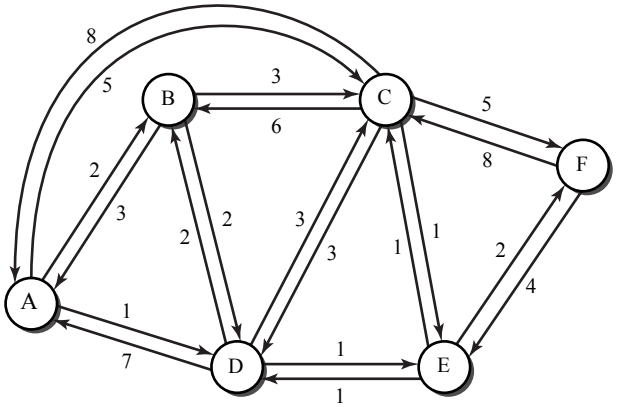
Resolución:



Por lo tanto, son enviados 11 paquetes.

Ref: 5-I-05 | Problema: 5.71

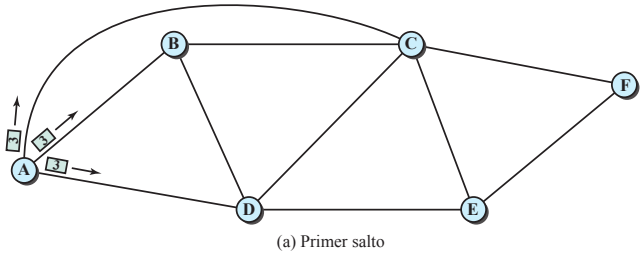
Esboza un mecanismo de enrutamiento por inundación (*flooding*) con 3 saltos para la siguiente red:



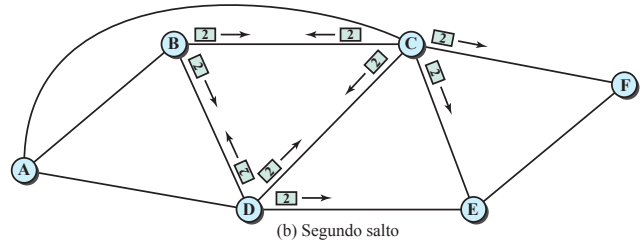
Resolución:

En el routing por inundación, cuando un paquete alcanza un router, se reenvía por todos los interfaces de salida, excepto por el de entrada.

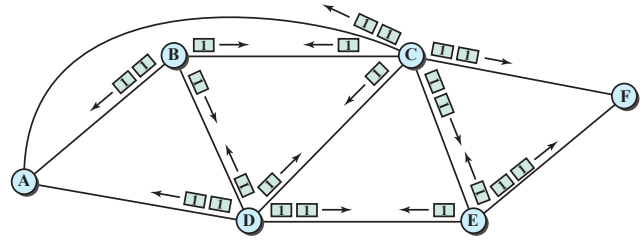
La principal **ventaja** es la ausencia de ningún otro tipo de mecanismo, overhead ni control. La principal **desventaja** es el consumo de ancho de banda.



(a) Primer salto

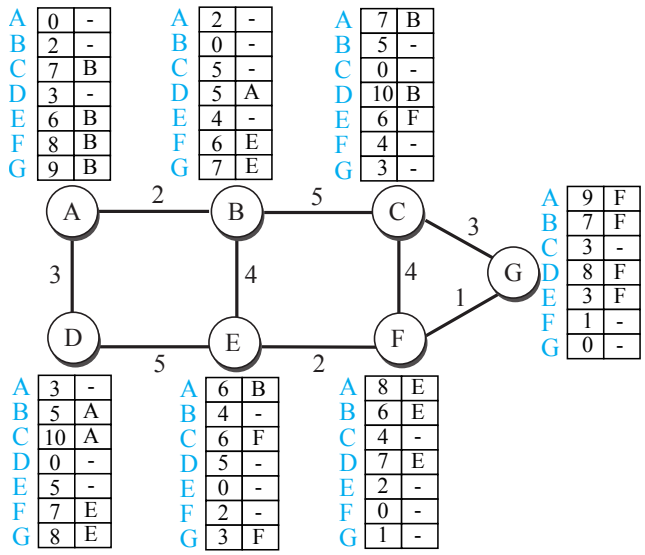


(b) Segundo salto



(c) Tercer salto

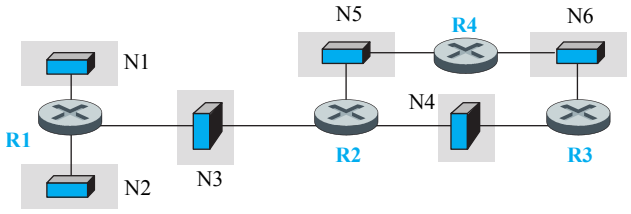
J



- Routing por vector distancias (RIP)
- Intercambio de tablas
- Buenas/malas noticias
- Convergencia/inestabilidad
- Horizonte dividido
- Reverso envenenado

Ref: 5-J-01 | Problema: 5.72

Dada la red de la figura formada por routers y redes, suponiendo algoritmo de enrutamiento RIP e intercambio de tablas de forma sucesiva $R1, R2, R3, R4, R1, \cdots$.



Se pide:

a) Situación inicial de las tablas de enrutamiento

b) Detalla el intercambio de tablas hasta alcanzar la convergencia.

c) Situación final de las tablas de enrutamiento.

Supongamos que una vez alcanzada la convergencia, se produce una *buena* noticia, ya que se ha establecido un enlace nuevo entre R1 y N4.

d) Vuelve a generar el intercambio de tablas hasta alcanzar la convergencia.

Ahora supongamos que una vez alcanzada, otra vez, la convergencia, se produce una *mala* noticia, falla el enlace R3-N6.

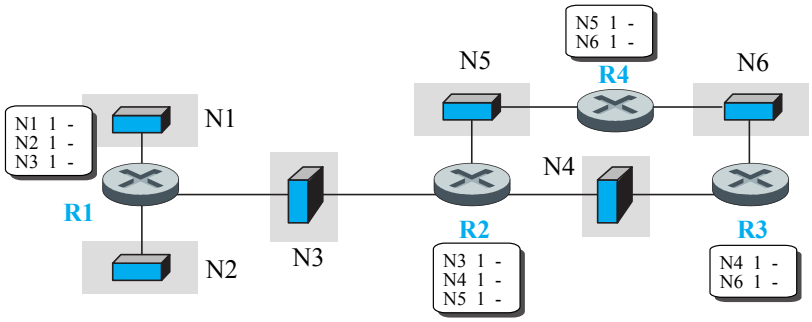
e) Vuelve a generar el intercambio de tablas hasta alcanzar la convergencia.

f) Vuelve a realizar la convergencia anterior suponiendo la función *horizonte dividido* en todos los routers.

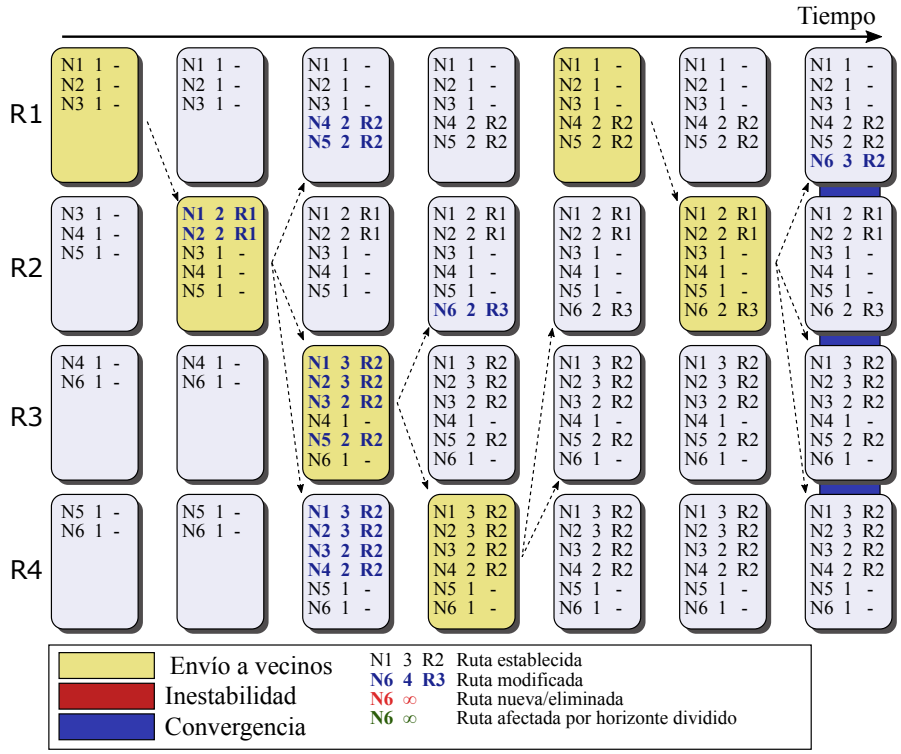
g) Situación final de las tablas de enrutamiento

Resolución:

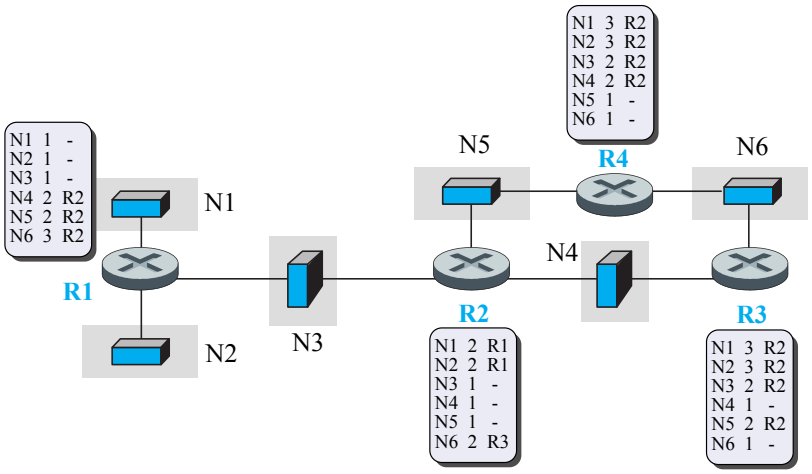
a) La situación inicial:



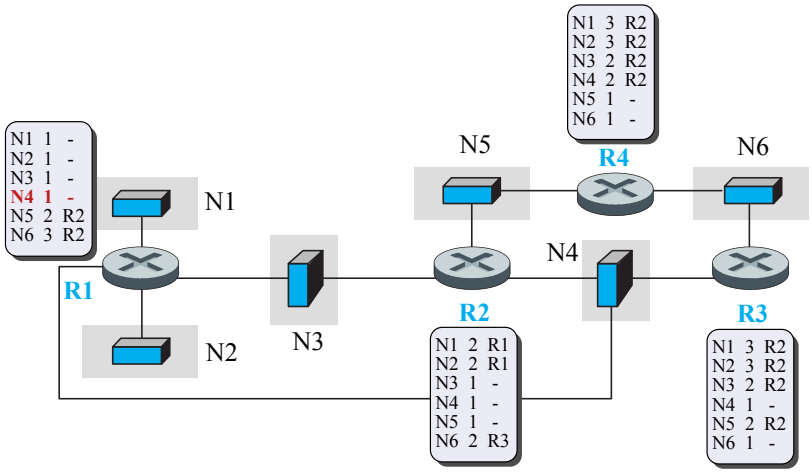
b) El intercambio de tablas de reenvío:



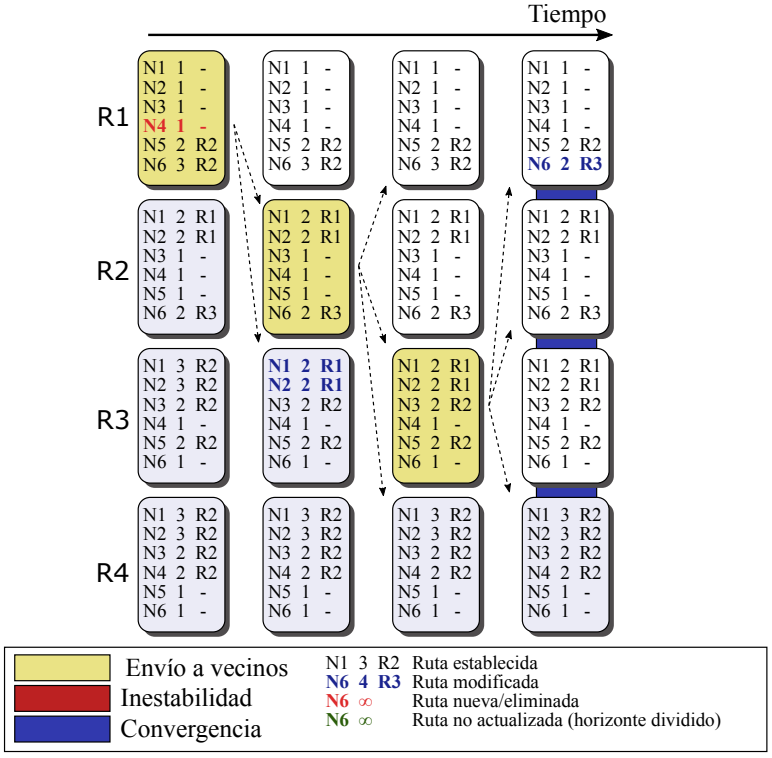
c) Por lo tanto, la situación final:



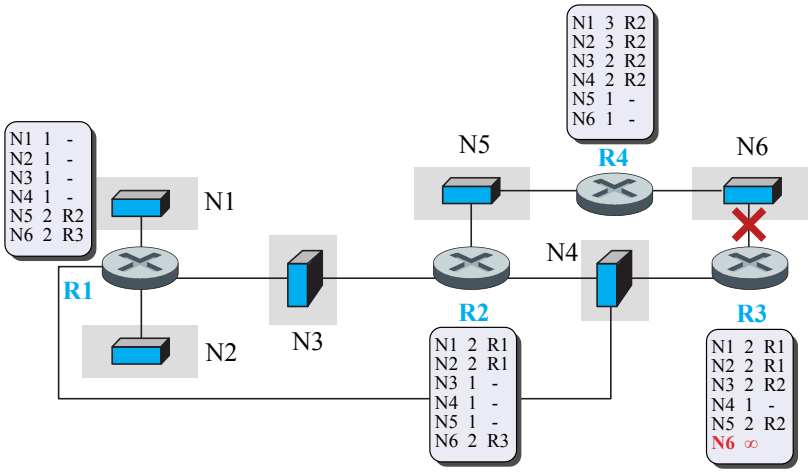
d) La creación del enlace, buena noticia, supone la modificación de la tabla de R1, y además, ahora los routers R1 y R3 son vecinos:



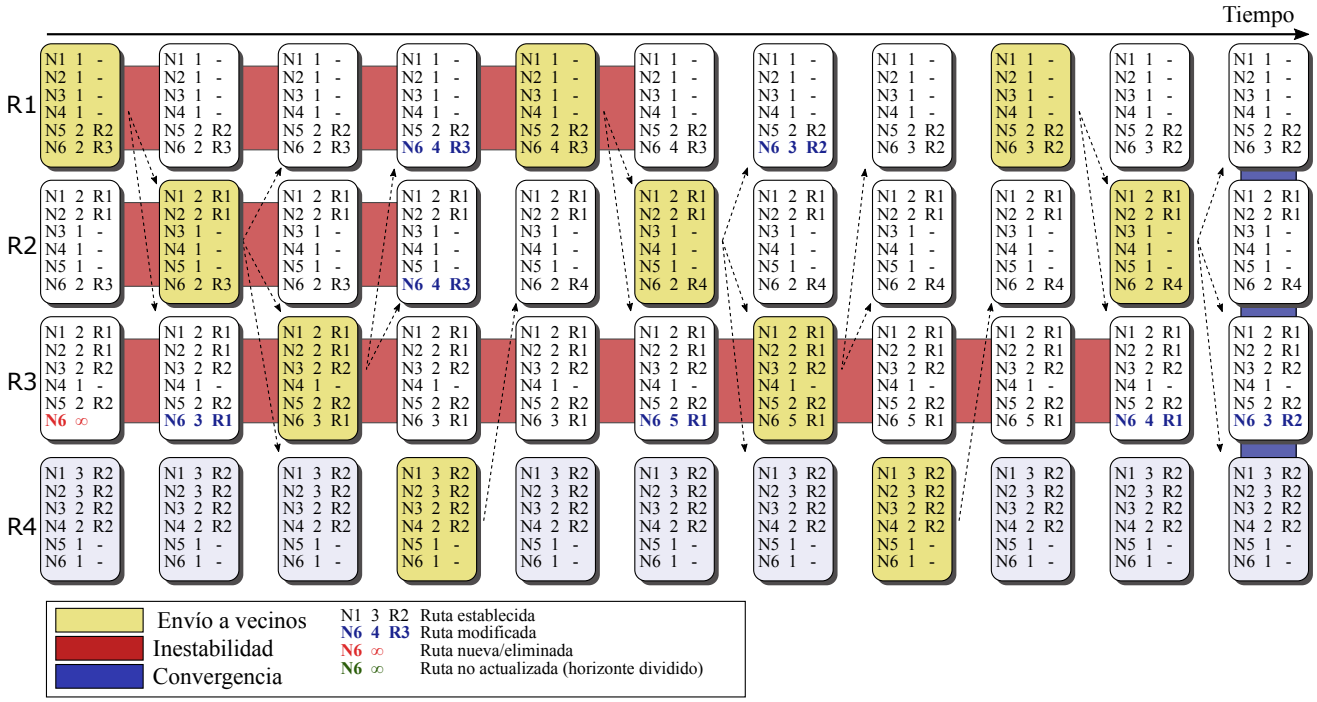
El intercambio de tablas de reenvío:



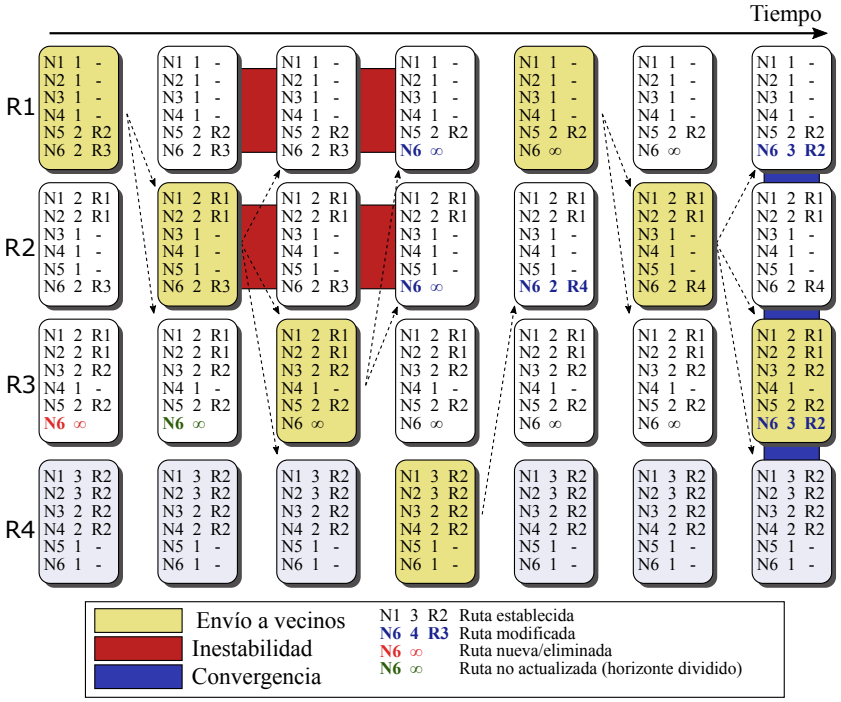
e) La supresión R3-N6, mala noticia, supone la modificación de la tabla R3, y además, ahora los routers R3 y R4 ya no son vecinos:



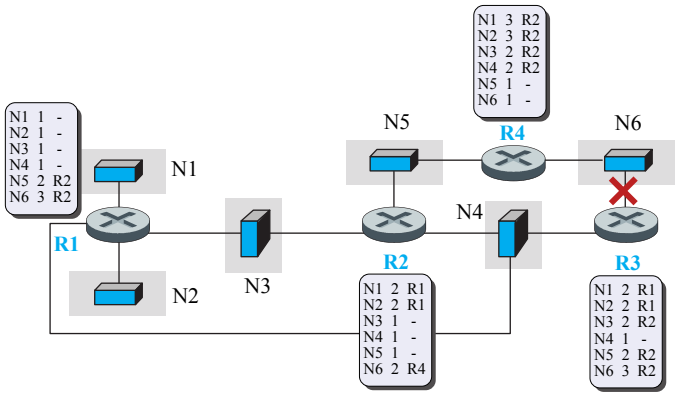
El intercambio de tablas de reenvío:



f) Suponiendo horizonte dividido, en el intercambio de tablas de reenvío se aprecia una menor inestabilidad, así como reducción del tiempo de convergencia, y por lo tanto, disminución del ancho de banda consumido:

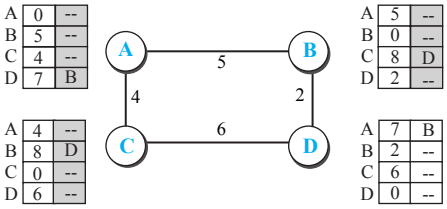


g) La situación final:



Ref: 5-J-03 | Problema: 5.73

Suponiendo que la red de la figura utiliza enrutamiento por vector distancia, donde se proporcionan las tablas de reenvío de cada nodo:



Supongamos que cada nodo anuncia periódicamente sus vectores a los vecinos, y supongamos el intercambio de tablas entre los siguientes pares de nodos:

- $A \rightarrow B$
- $C \rightarrow D$
- $D \rightarrow B$
- $C \rightarrow A$

Se pide:

a) ¿Cuál será el intercambio de tablas utilizando **reverso-envenenado**?

b) ¿Cuál será el intercambio de tablas utilizando **horizonte dividido**?

Supongamos que se establece un enlace nuevo de coste 1 entre los nodos E y D.

c) ¿Podríamos encontrar la tabla de reenvío nuevas para cada nodo sin utilizar el algoritmo vector-distancia?

Resolución:

a) En el caso de **reverso envenenado**, si la información ha sido aprendida por el dispositivo destino o es a través de él, se envía, pero marcada, en este caso, con ∞:

$$\begin{array}{ll} A \rightarrow B & \{(A,0,A),(\mathbf{B},\infty,\mathbf{A}),(C,4,A),(\mathbf{D},\infty,\mathbf{B})\} \\ C \rightarrow D & \{(A,4,C),(\mathbf{B},\infty,\mathbf{D}),(C,0,C),(\mathbf{D},\infty,\mathbf{C})\} \\ D \rightarrow B & \{(\mathbf{A},\infty,\mathbf{B}),(\mathbf{B},\infty,\mathbf{D}),(C,6,D),(D,0,D)\} \\ C \rightarrow A & \{(\mathbf{A},\infty,\mathbf{C}),(B,8,D),(C,0,C),(D,6,C)\} \end{array}$$

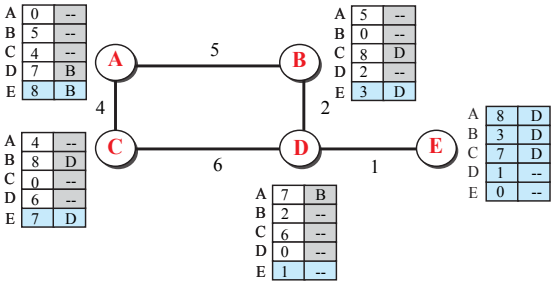
b) En el caso de **horizonte dividido**, si la información ha sido aprendida por el dispositivo destino o es a través de él, no se envía:

$$\begin{array}{ll} A \rightarrow B & \{(A,0,A),(C,4,A)\} \\ C \rightarrow D & \{(A,4,C),(C,0,C)\} \\ D \rightarrow B & \{(C,6,D),(D,0,D)\} \\ C \rightarrow A & \{(B,8,D),(C,0,C),(D,6,C)\} \end{array}$$

c) De una forma simple podemos establecer la nueva tabla de reenvío ya que el único camino para alcanzar E es a través de D. La figura muestra la nueva red y tablas de reenvio.

Hay que indicar que sólo hemos añadido una entrada a cada una de las tablas de reenvío de los nodos A, B, C y D.

La tabla de reenvío del nodo E es totalmente nueva.



Ref: 5-J-07 ☺☺☺ Problema: 5.74

Supongamos que tenemos las siguientes tablas de reenvío para los nodos A y F en una red donde todos los enlaces tienen coste 1. Obtener un diagrama de la red (grafo) más pequeño consistente con estas tablas.

A		
Destino	**Coste**	**SigSalto**
B	1	B
C	2	B
D	1	D
E	2	B
F	3	D

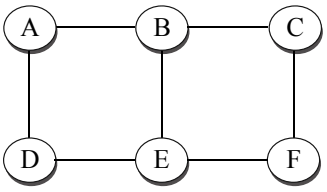
F		
Destino	**Coste**	**SigSalto**
A	3	E
B	2	C
C	1	C
D	2	E
E	1	E

Resolución:

A partir de la tabla, obtenemos la siguiente información:

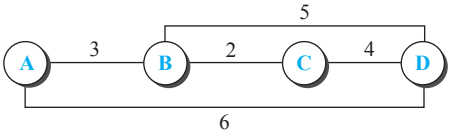
- El enlace de coste 1 nos indica que A conecta a B y D; F conecta con C y E.
- F alcanza B a través de C con coste 2; por lo tanto, B y C deben estar conectados.
- F alcanza D a través de E con coste 2, por lo tanto, D y E deben estar conectados.
- A alcanza E con coste 2 a través de B, por lo tanto, B y E deben estar conectados.

Con lo que el grafo resultante queda:



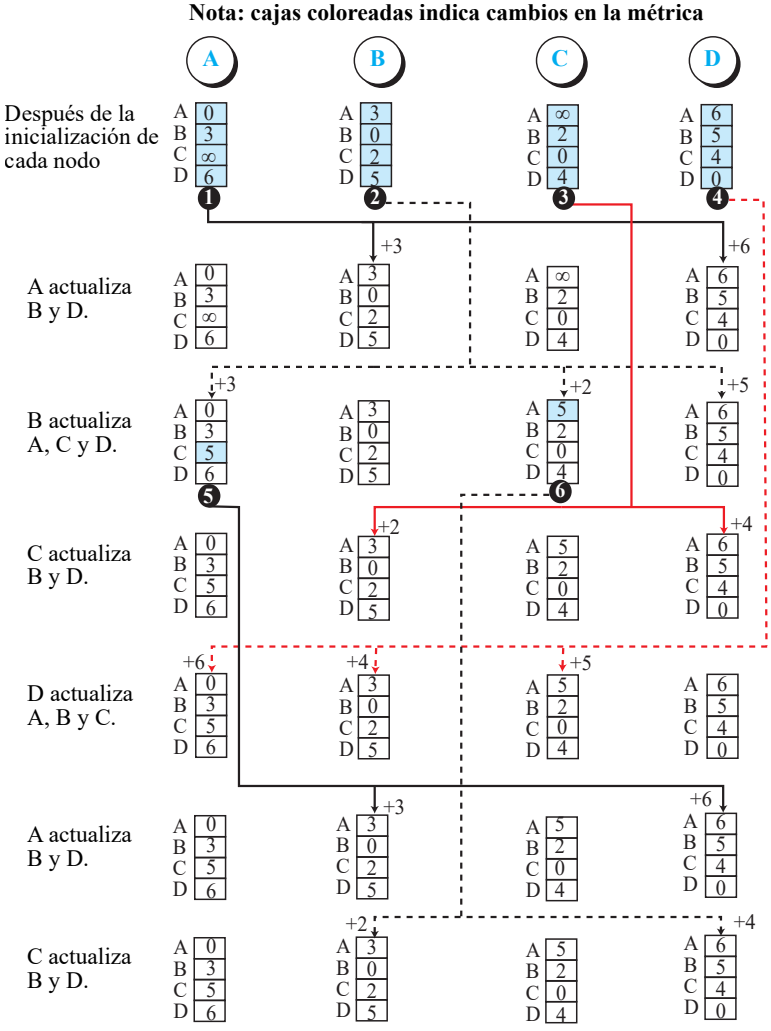
Ref: 5-J-09 ☺☺☺ ? R Problema: 5.75

Aplica el algoritmo vector distancias a la red de cuatro nodos de la figura. Suponemos que reinician todos los nodos al principio, y que el algoritmo se aplica, en cada instante, para un nodo determinado, según el orden A, B, C y D. Mostrar que los procesos convergen y que todos los nodos obtienen sus vectores de distancia estables.



Resolución:

Un posible intercambio de vectores distancia sería el reflejado en la siguiente figura. Al final se muestra la convergencia cuando ya no se producen cambios en los vectores.

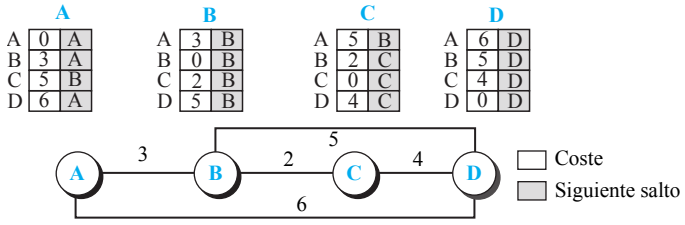


Los intercambios de los vectores son los siguientes:

1. Primer envío del vector de A a sus vecinos (B y D).
2. Primer envío del vector de B a sus vecinos (A, C y D).
3. Primer envío del vector de C a sus vecinos (B y D).
4. Primer envío del vector de D a sus vecinos (A, B y C).
5. Segundo envío del vector de A.
6. Segundo envío del vector de C.

Ref: 5-J-10 ☺☺☺ ? Problema: 5.76

En enrutamiento por vector distancia, las buenas noticias (decrecimiento en una métrica) se propagan muy rápido. En otras palabras, si la distancia de un enlace decrece, todos los nodos lo aprenderán rápidamente y actualizarán sus vectores. Dada la red de la figura formada por 4 nodos y el estado de las tablas que suponemos estables, pero se produce un cambio en la distancia entre los nodos A y D, que actualmente es 6, y decrece hasta 1 (probablemente a una mejora de la calidad de la línea). Muestra como se propaga esa buena noticia y encuentra el nuevo vector distancia para cada nodo después de la estabilización. *Nota:* para homogeneizar las respuestas, suponemos que primero envía A su tabla y a continuación lo hace D.



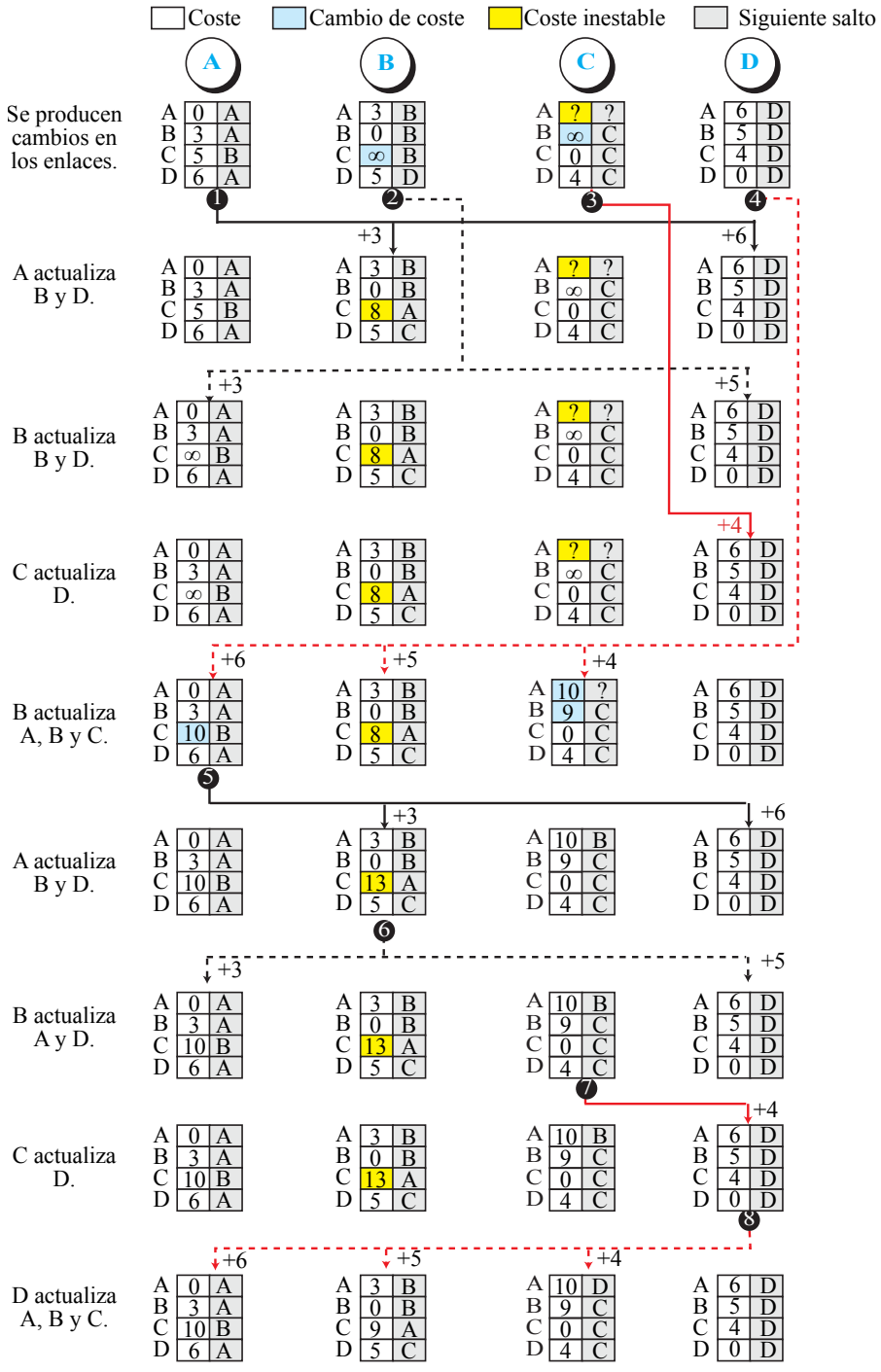
Sol: Sistema estable después de los envíos de A y D.

Ref: 5-J-11 | ☺☺☺ | ? | R | | Problema: 5.77

En enrutamiento por vector distancias, las malas noticias (incremento de de una métrica de enlace) se propagan muy lentamente. En otras palabras, si un enlace incrementa la distancia, algunas veces tarda mucho tiempo en propagarse por todos los nodos. A partir de la red de la figura del Ejercicio 5.76, suponemos que la red de cuatro nodos está estable, pero se produce un cambio en la distancia entre los nodos B y C, pasando de 2 hasta infinito (el link falla). Muestra cómo se propaga la mala noticia por la red y encuentra el nuevo vector distancia para cada nodo después de la estabilización. Suponemos que la implementación utiliza un temporizador periódico para enviar las actualizaciones a los vecinos (no se envían más actualizaciones cuando hay cambios). También suponemos que si un nodo recibe un coste más alto de alguno de sus vecinos, utiliza el nuevo coste porque significa que el anuncio anterior ya no es válido. Para conseguir una estabilización más rápida, la implementación también suspende una ruta cuando el siguiente salto no es accesible. *Nota:* para homogeneizar las respuestas, suponemos que el orden de envío es A, B, C, D, A, ...

Resolución:

Suponiendo un orden de envío de tablas: A, B, C, D, A, ...



Se producen valores inestables que pueden crear bucles en el sistemas; un paquete podría alcanzar el límite de la red hasta que el sistema se volviera estable. Han sido necesarios ocho actualizaciones para estabilizar el sistema.

Ref: 5-J-16 | ☺☺☺ | ? | R | Problema: 5.78

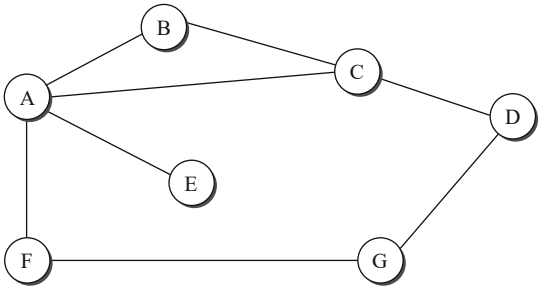
Dada red de la figura, suponiendo algoritmo vector distancias y estableciendo a coste 1, obtener:

a) Tabla global de distancias inicial.

b) Tabla de enrutamiento inicial para el nodo A.

c) Tabla de enrutamiento final para el nodo A.

d) Tabla distancias global final.



Resolución:

a) Tabla global de distancias **inicial**:

Nodo	**Distancia para alcanzar el nodo**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
A	0	1	1	∞	1	1	∞
B	1	0	1	∞	∞	∞	∞
C	1	1	0	1	∞	∞	∞
D	∞	∞	1	0	∞	∞	1
E	1	∞	∞	∞	0	∞	∞
F	1	∞	∞	∞	∞	0	1
G	∞	∞	∞	1	∞	1	0

b) Tabla de enrutamiento **inicial** para el nodo A:

Destino	**Coste**	**SigSalto**
B	1	B
C	1	C
D	∞	-
E	1	E
F	1	F
G	∞	-

c) Tabla de enrutamiento **final** para el nodo A:

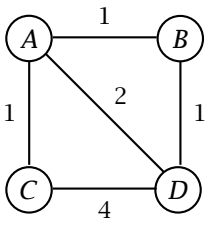
Destino	**Coste**	**SigSalto**
B	1	B
C	1	C
D	2	C
E	1	E
F	1	F
G	2	F

d) Tabla global de distancias **final**:

Nodo	**Distancia para alcanzar el nodo**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
A	0	1	1	2	1	1	2
B	1	0	1	2	2	2	3
C	1	1	0	1	2	2	2
D	2	2	1	0	3	2	1
E	1	2	2	3	0	2	3
F	1	2	2	2	2	0	1
G	2	3	2	1	3	1	0

Ref: 5-J-23 | Problema: 5.79

Supongamos la siguiente red donde los routers utilizan protocolo de enrutamiento por vector distancia. Suponiendo que los enrutadores intercambian su información de enrutamiento de forma síncrona (al mismo tiempo), representa el estado de cada router una vez alcanzada la convergencia.



Resolución:

A

Destino	Coste	SigSalto
B	1	-
C	1	-
D	2	-

Destino	Coste	SigSalto
B	1	-
C	1	-
D	2	-

B

Destino	Coste	SigSalto
A	1	-
D	1	-

Destino	Coste	SigSalto
A	1	-
C	2	A
D	1	-

C

Destino	Coste	SigSalto
A	1	-
D	4	-

Destino	Coste	SigSalto
A	1	-
B	2	A
D	3	A

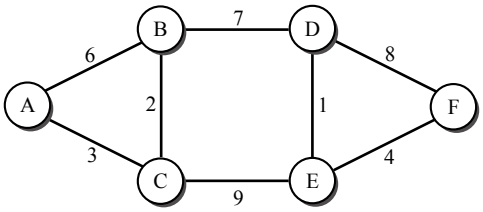
D

Destino	Coste	SigSalto
A	2	-
B	1	-
C	4	-

Destino	Coste	SigSalto
A	2	-
B	1	-
C	3	A

Ref: 5-J-32 | Problema: 5.80

Supongamos la topología de la figura formada por routers y el peso de los enlaces indicado en los arcos.



Todos los routers utilizan algoritmo de enrutamiento por vector distancias para actualizar sus tablas de enrutamiento. Suponemos que se inician con sus tablas conteniendo una entrada por cada vecino con el peso del correspondiente enlace. Después de haber alcanzado la convergencia, se pide:

a) Tablas de enrutamiento para cada dispositivo.

b) Identifica los enlaces que nunca serán utilizados para transmitir ningún mensaje.

Suponemos que todos los enlaces de los enlaces no utilizados en la cuestión anterior cambian a valor 2, y se vuelve a producir intercambio de vectores hasta alcanzar la convertencia. En esta nueva situación:

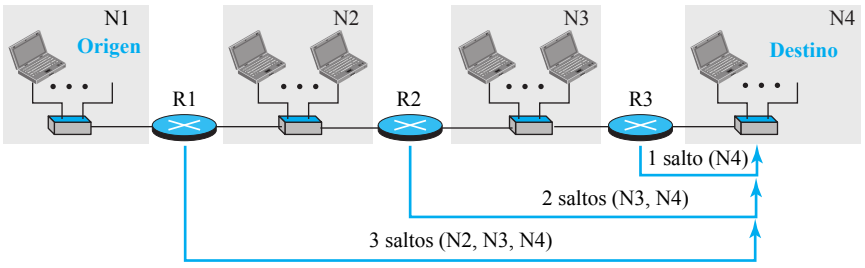
c) Nuevas tablas de enrutamiento para cada dispositivo.

d) Identifica los enlaces que ahora se mantendrán si utilizar para la transmisión de datos.

Sol: *a*) - *b*) $A-B$ y $D-F$ *c*) - *d*) $E-F$

Ref: 5-J-35 | Problema: 5.81

Explica el concepto de contador de saltos en RIP. ¿Por qué no cuenta como salto entre N1 y R1 en la red de la figura?



Resolución:

El número de saltos en RIP es el número de redes que un paquete atraviesa para alcanzar la red destino.

La primera red, en la que el host está localizado, normalmente no cuenta en el cálculo porque el host origen no toma parte en el enrutamiento.

Para reducir el tráfico de intercambio de actualizaciones de enrutamiento, los hosts en Internet no participan en este proceso. Se tomó esta decisión porque el número de hosts in Internet es mucho mayor que el número de routers.

Incluir los hosts en este proceso haría que el tráfico de actualización de routing fuera demasiado pesado.

Ref: 5-J-36 | ☺☺☺ | ? | R | | Problema: 5.82

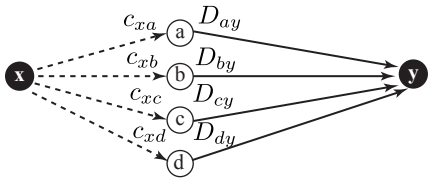
Supongamos que la distancia más corta desde los nodos a, b, c y d al nodo y, así como los costes desde el nodo x a los nodos a, b, c y d:

$$\begin{array}{cccc} D_{ay} = 5 & D_{by} = 6 & D_{cy} = 4 & D_{dy} = 3 \\ c_{xa} = 2 & c_{xb} = 1 & c_{xc} = 3 & c_{xd} = 1 \end{array}$$

¿Cuál es la distancia más corta entre el nodo x y el nodo y, D_{xy}, utilizando la ecuación de Bellman-Ford?

Resolución:

Tenemos la siguiente situación:



Según la ecuación de Bellman-Ford:

$$\begin{aligned} D_{xy} &= \text{mín}\{(c_{xa} + D_{ay}), (c_{xb} + D_{by}), (c_{xc} + D_{cy}), (c_{xd} + D_{dy})\} \\ &= \text{mín}\{(2+5), (1+6), (3+4), (1+3)\} \\ &= \text{mín}\{7, 7, 7, 4\} \\ &= 4 \end{aligned}$$

Ref: 5-J-37 | ☺☺☺ | ? | R | | Problema: 5.83

Supongamos que todos los routers y host están operando correctamente y que todo el software en ambos tipos de dispositivos también está libre de errores. ¿Hay alguna hipotética posibilidad, quizás muy remota, de que un paquete sea entregado en un destino incorrecto?

Resolución:

SI. Una ráfaga larga de error podría recodificar un paquete de forma incorrecta. Con un chequeo de errores de k bits de longitud, hay una probabilidad de $1/2^k$ de que el error no sea detectado. Si el campo destino, en conmutación de paquetes, o de forma equivalente, el número de circuito, en conmutación de circuitos, se cambiara de forma, muy casualmente, la modificación resultara en otra codificacion correcta, el destino incorrecto sería aceptado de forma legítima.

En otras palabras, una ráfaga de error ocasional podría cambiar un paquete pefectamente contruido hacia un destino por otro paquete, también perfectamente legal, pero hacia otro destino. Evidentemente, la probabilidad es muy baja.

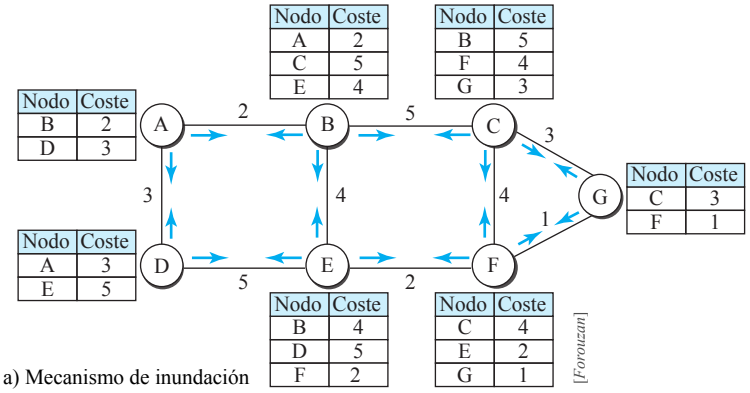
Ref: 5-J-38 Problema: 5.84

Supongamos una red donde el coste se guarda en números de 8 bits, formada por 50 enrutadores y que intercambia los vectores distancia dos veces por segundo. ¿Cuánto ancho de banda por línea (full-dúplex) consume en la tarea del algoritmo de enrutamiento distribuido? Supongamos que cada router se conecta con tres líneas a otros tantos routers.

Resolución:

La tabla de enrutamiento tendrá un tamaño de $8 \cdot 50 = 400$ bits. Si se envía dos veces por segundo en cada línea, entonces son necesarios 800 bps en cada línea y en cada dirección.

K



a) Mecanismo de inundación

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	2	∞	3	∞	∞	∞
B	2	0	5	∞	4	∞	∞
C	∞	5	0	∞	∞	4	3
D	3	∞	∞	0	5	∞	∞
E	∞	4	∞	5	0	2	∞
F	∞	∞	4	∞	2	0	1
G	∞	∞	3	∞	∞	1	0

b) Base de datos de estado del enlace (LSDB)

- Routing por estado del enlace (OSPF)
- Base de datos de estado del enlace (LSDB)
- Intercambio de tablas
- Algoritmo de Dijkstra
- Algoritmo de Bellman-Ford
- Árbol de coste mínimo

Ref: 5-K-01 Problema: 5.85

¿Los algoritmos de Dijkstra y Bellman-Ford siempre alcanzan la misma solución? Razona la respuesta.

Resolución:

Si hay un sólo camino de mínimo coste, ambos algoritmos alcanzarán el mismo resultado ya que los dos garantizan que encuentran el camino de mínimo coste.

Si hay dos o más caminos de mínimo coste, pueden encontrar diferente camino de mínimo coste, dependiendo del orden en el que los diferentes caminos sean explorados.

La solución final, en cuanto a costes finales, es la misma.

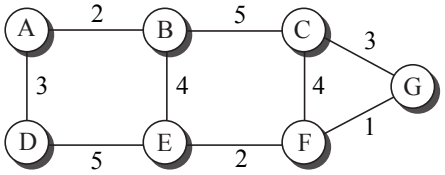
Ref: 5-K-10 | Problema: 5.86

Dada la red de la figura (a) y base de datos de estado del enlace (LSDB), mediante operaciones de grafo, obtener el árbol de camino más corto mediante Dijkstra y tabla de reenvío, para los siguientes nodos:

a) Nodo A

b) Nodo G

c) Nodo B



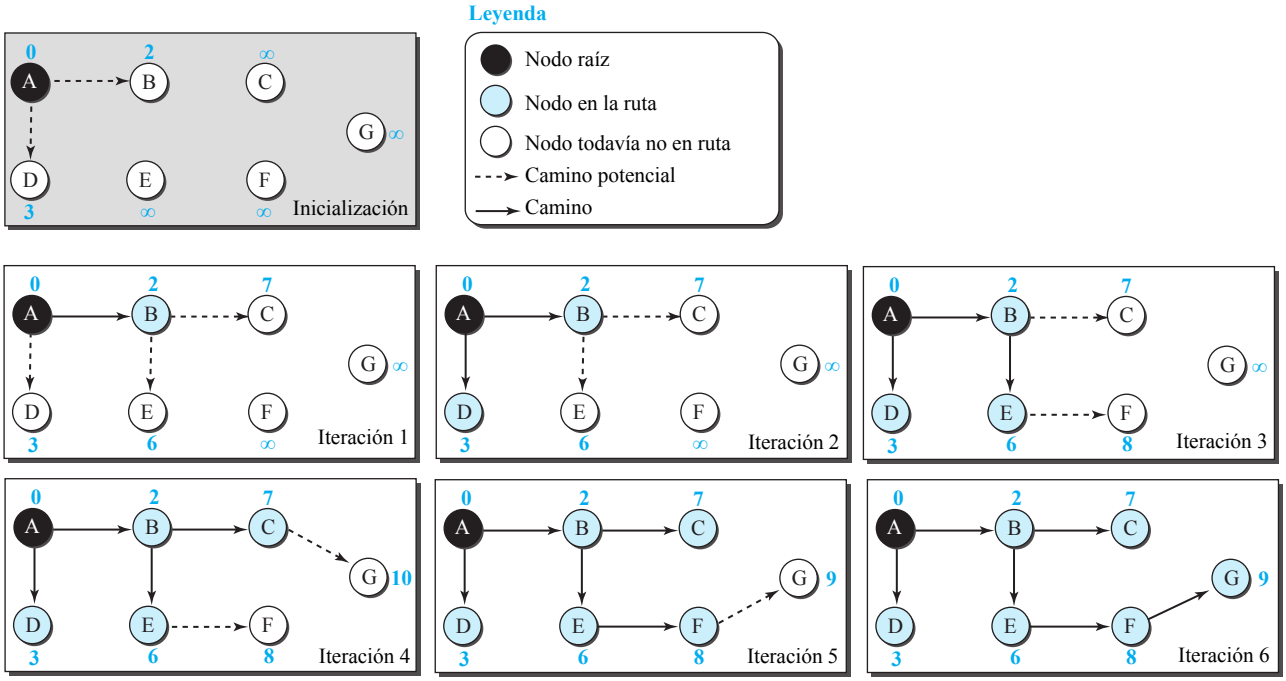
(a) El grafo ponderado

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	2	∞	3	∞	∞	∞
B	2	0	5	∞	4	∞	∞
C	∞	5	0	∞	∞	4	3
D	3	∞	∞	0	5	∞	∞
E	∞	4	∞	5	0	2	∞
F	∞	∞	4	∞	2	0	1
G	∞	∞	3	∞	∞	1	0

(b) La Base de datos de estado del enlace

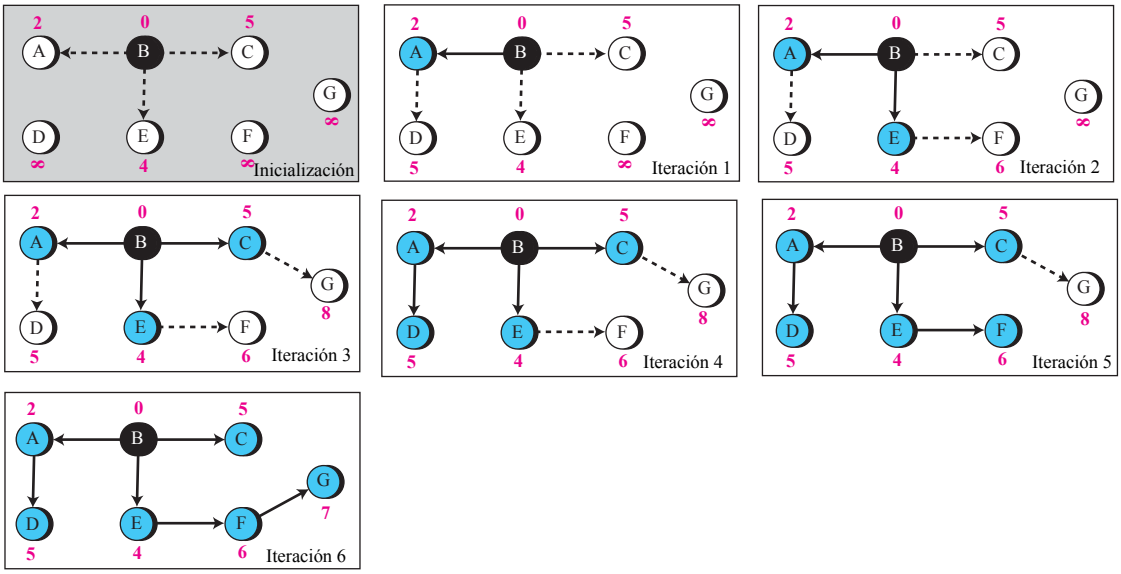
Resolución:

a) Nodo A



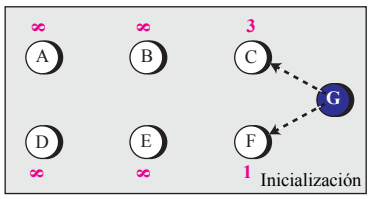
	Destino	Coste	SigSalto
A	A	0	-
	B	2	-
	C	7	B
	D	3	-
	E	6	B
	F	8	B
	G	9	B

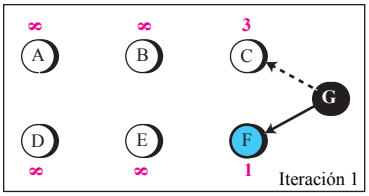
b) Nodo B

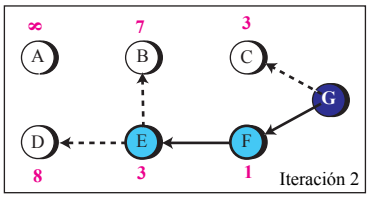


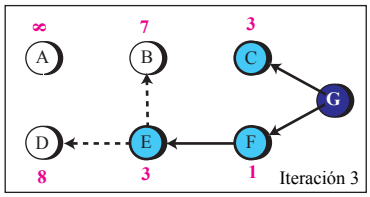
	Destino	Coste	SigSalto
B	A	2	-
	B	0	-
	C	5	-
	D	5	A
	E	4	-
	F	6	E
	G	8	E

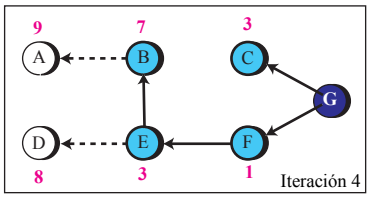
c) Nodo G

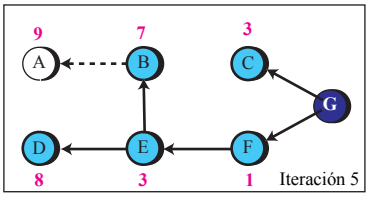


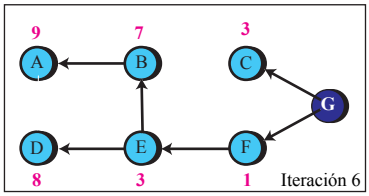








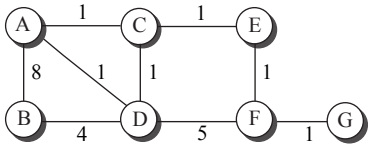




	Destino	Coste	SigSalto
G	A	9	F
	B	7	F
	C	3	-
	D	8	F
	E	3	F
	F	1	-
	G	0	-

Ref: 5-K-15 ☺☺☺ ? R Problema: 5.87

Supongamos la red de la figura:



A partir del nodo A, se pide:

a) Aplicar el algoritmo de Dijkstra.

b) Aplicar el algoritmo de Bellman-Ford.

c) Tabla de enrutamiento.

d) Árbol de alcanzabilidad.

e) Indica los enlaces no utilizados.

Resolución:

a) El resultado de aplicar el Algoritmo de Dijkstra se resume en la siguiente tabla:

Paso	T	L(B)	Path	L(C)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path	L(G)	Path
0	{A}	8	AB	1	AC	1	AD	∞	-	∞	-	∞	-
1	{AC}	8	AB	1	AC	1	AD	2	ACE	∞	-	∞	-
2	{ACD}	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	6	ADF	∞	-
3	{ACDE}	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	3	ACEF	∞	-
4	{ACDEF}	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	3	ACEF	4	ACEFG
5	{ABCDEF}	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	3	ACEF	4	ACEFG

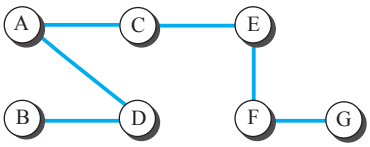
b) El resultado de aplicar el Algoritmo de Bellman-Ford se resume en la siguiente tabla:

h	$L_h(B)$	Path	$L_h(C)$	Path	$L_h(D)$	Path	$L_h(E)$	Path	$L_h(F)$	Path	$L_h(G)$	Path
0	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-
1	8	AB	1	AC	1	AD	∞	-	∞	-	∞	-
2	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	6	ADF	∞	-
3	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	3	ACEF	7	ADFG
4	5	ADB	1	AC	1	AD	2	ACE	3	ACEF	4	ACEFG

c) La tabla de encaminamiento, en ambos casos:

	Destino	**Coste**	**SigSalto**
A	A	-	-
	B	5	D
	C	1	C
	D	1	D
	E	2	C
	F	3	C
	G	4	C

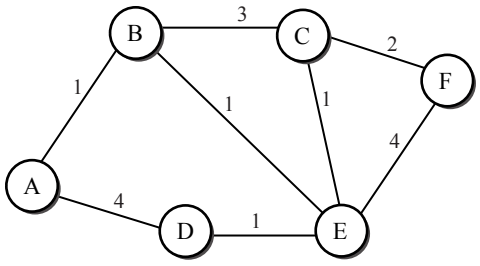
d) El árbol de alcanzabilidad, en ambos casos:



e) Los enlaces no utilizados son: (A, B), (C, D) y (D, F).

Ref: 5-K-21 | Problema: 5.88

A partir de la red de la figura:



a) Obtener la base de datos de estado del enlace (LSDB, *Link State Data Base*).

b) Genera el árbol de mínimo coste (en formato tabla) para todos los nodos mediante el algoritmo de Dijkstra y Bellman-Ford. Para cada nodo, obtener el árbol de coste mínimo y la tabla de enrutamiento.

c) Una vez calculado el árbol de coste mínimo de todos los nodos, obtener la matriz de adyacencia.

Resolución:

a) La base de datos de estado del enlace (LSDB, *Link State Data Base*) recoge la información proporcionada por todos los nodos, una vez intercambiados sus LSPs (*Link State Packet*):

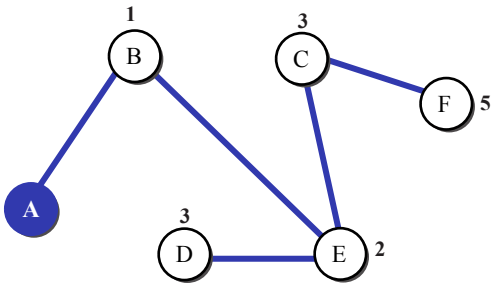
Desde nodo \ Hasta nodo	A	B	C	D	E	F
A	-	1	∞	4	∞	∞
B	1	-	3	∞	1	∞
C	∞	3	-	∞	1	2
D	4	∞	∞	-	1	∞
E	∞	1	1	1	-	4
F	∞	∞	2	∞	4	-

b) El árbol de mínimo coste, calculado mediante Dijkstra y Bellman-Ford:

- $s = A$

Dijkstra											
Paso	T	L(B)	Path	L(C)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path
0	{A}	1	AB	∞	-	4	AD	∞	-	∞	-
1	{AB}	1	AB	4	ABC	4	AD	2	ABE	∞	-
2	{ABE}	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	6	ABEF
3	{ABEC}	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	5	ABECF
4	{ABECD}	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	5	ABECF
5	{ABECDF}	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	5	ABECF

Bellman-Ford										
h	$L_h(B)$	Path	$L_h(C)$	Path	$L_h(D)$	Path	$L_h(E)$	Path	$L_h(F)$	Path
0	∞		∞		∞		∞		∞	
1	1	AB	∞		4	AD	∞		∞	
2	1	AB	4	ABC	4	AD	2	ABE	∞	
3	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	6	ABCF
4	1	AB	3	ABEC	3	ABED	2	ABE	5	ABECF

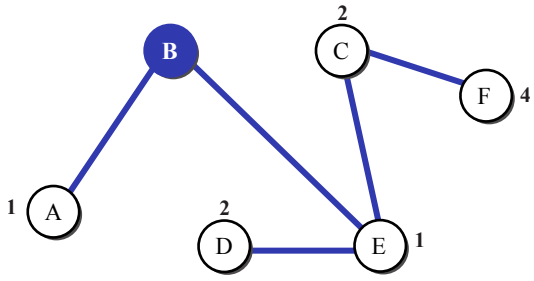


	Destino	Coste	SigSalto
A	A	-	-
	B	1	-
	C	3	B
	D	3	B
	E	2	B
	F	5	B

- $s = B$

Dijkstra											
Paso	T	L(A)	Path	L(C)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path
0	{B}	1	BA	3	BC	∞	-	1	BE	∞	-
1	{BA}	1	BA	3	BC	5	BAD	1	BE	∞	-
2	{BAE}	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	5	BEF
3	{BAEC}	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	4	BECF
4	{BAECD}	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	4	BECF
5	{BAECDF}	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	4	BECF

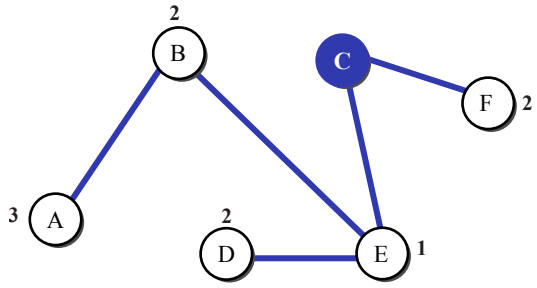
Bellman-Ford										
h	$L_h(A)$	Path	$L_h(C)$	Path	$L_h(D)$	Path	$L_h(E)$	Path	$L_h(F)$	Path
0	∞		∞		∞		∞		∞	
1	1	BA	3	BC	∞		1	BE	∞	
2	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	5	BCF
3	1	BA	2	BEC	2	BED	1	BE	4	BECF



	Destino	Coste	SigSalto
B	A	1	-
	B	-	-
	C	2	E
	D	2	E
	E	1	-
	F	4	E

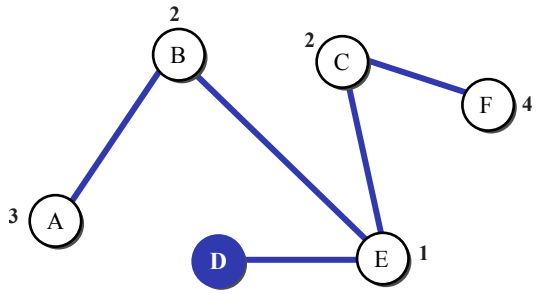
- $s = C$

Dijkstra											
Paso	T	L(A)	Path	L(B)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path
0	{C}	∞	-	3	CB	∞	-	1	CE	2	CF
1	{CE}	∞	-	2	CEB	2	CED	1	CE	2	CF
2	{CEB}	3	CEBA	2	CEB	2	CED	1	CE	2	CF
3	{CEBD}	3	CEBA	2	CEB	2	CED	1	CE	2	CF
4	{CEBDF}	3	CEBA	2	CEB	2	CED	1	CE	2	CF
5	{CEBDFA}	3	CEBA	2	CEB	2	CED	1	CE	2	CF



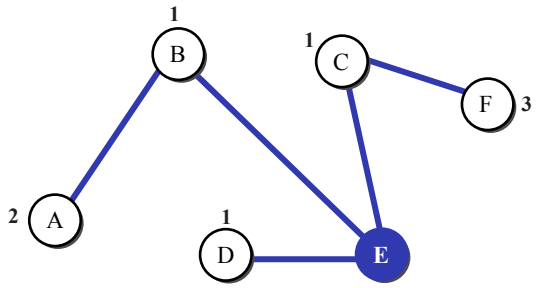
- $s = D$

Dijkstra											
Paso	T	L(A)	Path	L(B)	Path	L(C)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path
0	{D}	4	DA	∞	-	∞	-	1	DE	∞	-
1	{DE}	4	DA	2	DEB	2	DEC	1	DE	5	DEF
2	{DEB}	3	DEBA	2	DEB	2	DEC	1	DE	5	DEF
3	{DEBC}	3	DEBA	2	DEB	2	DEC	1	DE	4	DECF
4	{DEBCA}	3	DEBA	2	DEB	2	DEC	1	DE	4	DECF
5	{DEBCAF}	3	DEBA	2	DEB	2	DEC	1	DE	4	DECF



- $s = E$

Dijkstra											
Paso	T	L(A)	Path	L(B)	Path	L(C)	Path	L(D)	Path	L(F)	Path
0	{E}	∞	-	1	EB	1	EC	1	ED	4	EF
1	{EB}	2	EBA	1	EB	1	EC	1	ED	4	EF
2	{EBC}	2	EBA	1	EB	1	EC	1	ED	3	ECF
3	{EBCD}	2	EBA	1	EB	1	EC	1	ED	3	ECF
4	{EBCDA}	2	EBA	1	EB	1	EC	1	ED	3	ECF
5	{EBCDAF}	2	EBA	1	EB	1	EC	1	ED	3	ECF



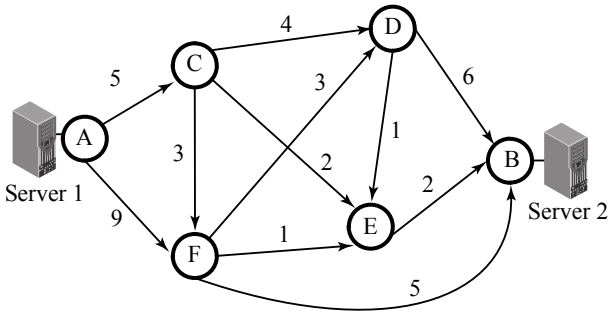
- $s = F$

Finalmente, a partir de las tablas de enrutamiento, se obtiene la matriz de adyacencia:

Hasta nodo \ Desde nodo	A	B	C	D	E	F
A	-	A	E	E	B	C
B	B	-	E	E	B	C
C	B	E	-	E	C	C
D	B	E	E	-	D	C
E	B	E	E	E	-	C
F	B	E	F	E	C	-

Ref: 5-K-25 ☺☺☺ ? R Problema: 5.89

Dada la red de la figura, obtener el camino más corto entre los servidores, utilizando los algoritmos de Dijkstra y Bellman-Ford. Indica el camino que seguirán los paquetes en el camino entre los servidores.

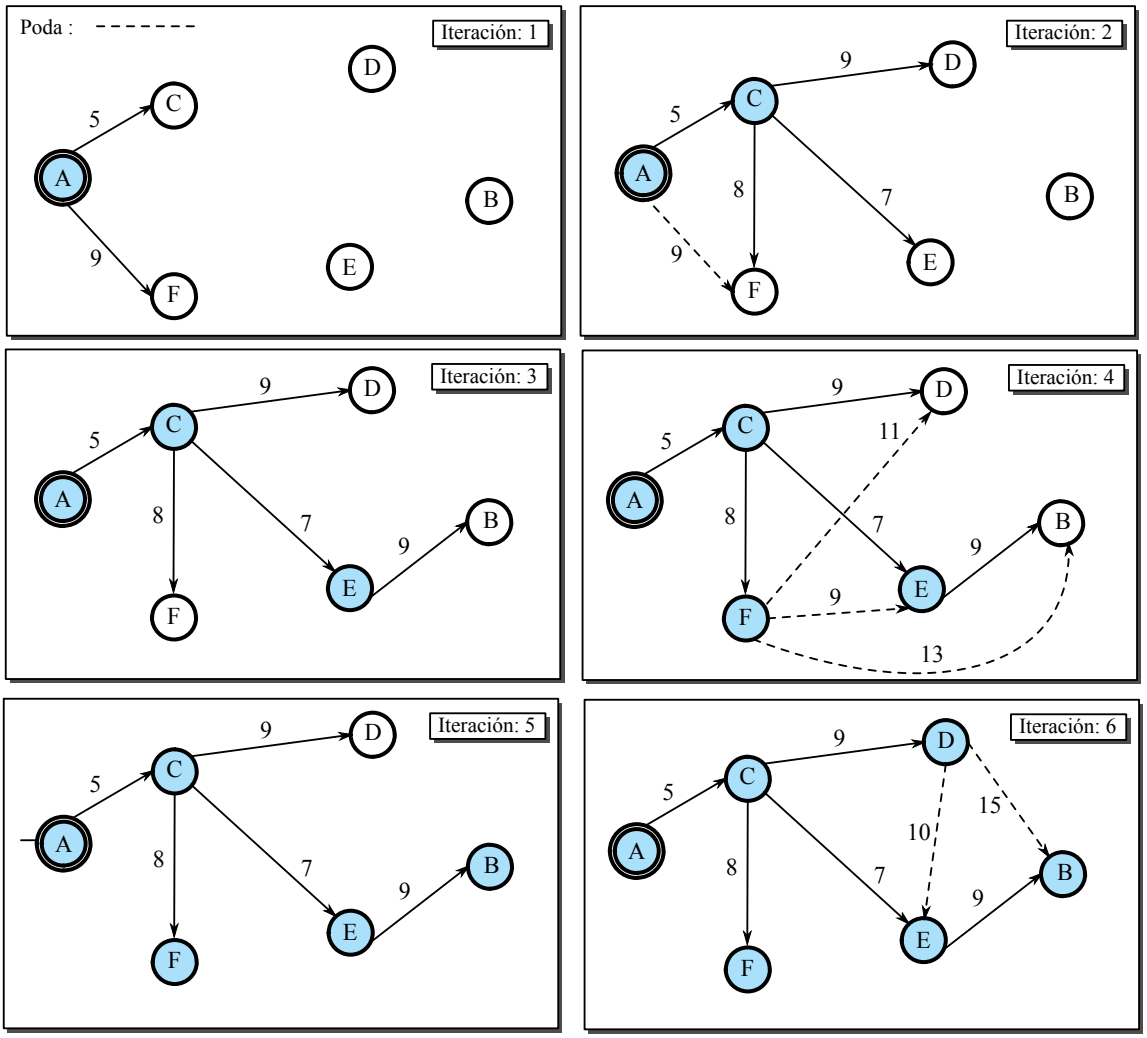


Resolución:

Según el algoritmo de Dijkstra:

Dijkstra											
Paso	T	L(B)	Path	L(C)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path
0	{A}	∞	-	5	AC	∞	-	∞	-	9	AF
1	{AC}	∞	-	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
2	{ACE}	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
3	{ACEF}	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
4	{ABCEF}	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
5	{ABCDEF}	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF

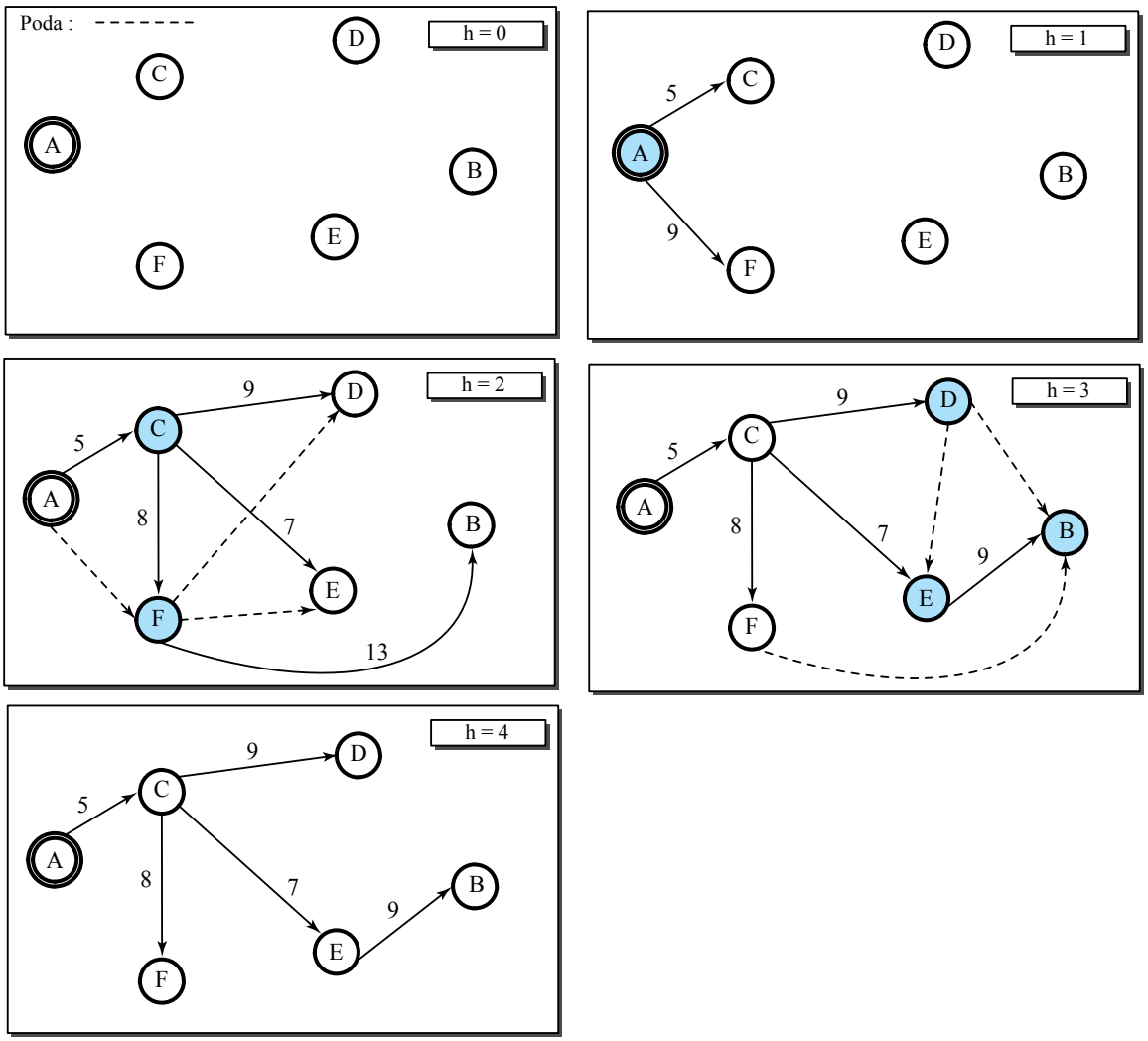
Y el grafo iterativo es el siguiente:



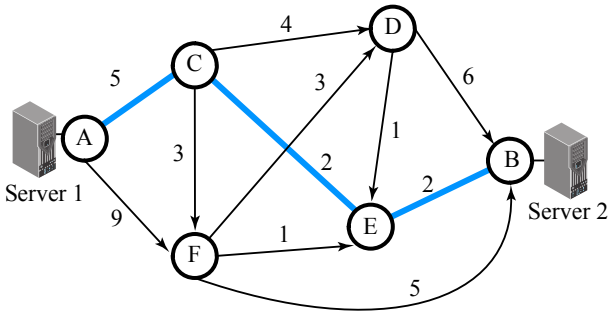
Según el algoritmo de Bellman-Ford:

Bellman-Ford										
h	$L_h(B)$	Path	$L_h(C)$	Path	$L_h(D)$	Path	$L_h(E)$	Path	$L_h(F)$	Path
0	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-
1	∞	-	5	AC	∞	-	∞	-	9	AF
2	13	AFB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
3	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF
4	9	ACEB	5	AC	9	ACD	7	ACE	8	ACF

Y el grafo iterativo es el siguiente:



Por lo tanto, el camino seguido por los paquetes entre servidores, viene indicado en la topología:



Ref: 5-K-36 ☺☺☺ Problema: 5.90

Un enrutador X publica la siguiente LSA:

$$LSA_X = \{(A,1),(B,1),(D,2)\}$$

y recibe los siguientes LSA's, donde las letras $(A,B,C,\cdots)$ representan direcciones de router:

$$LSA_G = \{(D,2),(H,5),(F,1)\}$$
$$LSA_E = \{(H,2),(F,4),(A,1)\}$$
$$LSA_F = \{(G,1),(D,3),(B,2),(E,4),(H,4)\}$$
$$LSA_B = \{(A,2),(X,1),(D,1),(F,2)\}$$
$$LSA_D = \{(X,2),(B,1),(F,3),(G,2)\}$$
$$LSA_A = \{(E,1),(B,2),(X,1)\}$$
$$LSA_H = \{(E,2),(F,4),(G,5)\}$$

Obtener la tabla de reenvío del router X. Justifica la respuesta explicando, brevemente, cómo trabaja el enrutamiento por estado del enlace.

Resolución:

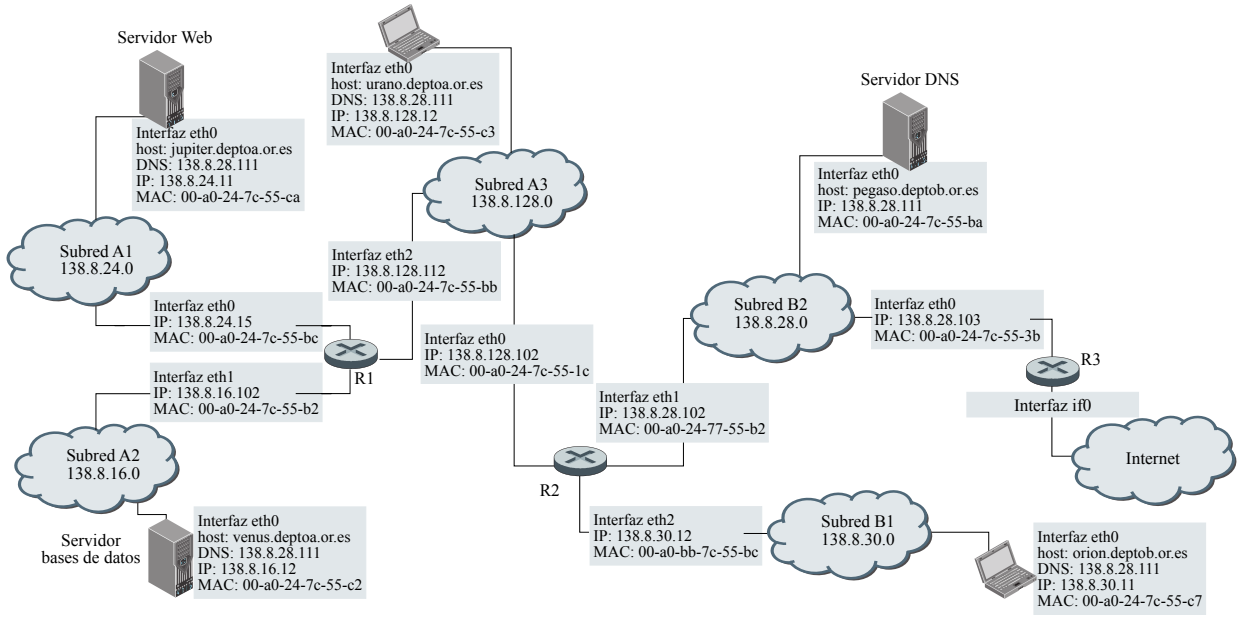
Todos los LSA son recibidos por todos los nodos, formando el LSDB (*Link State Data Base*) que contiene toda la información topológica de la red. A partir del LSDB, mediante el Algoritmo de Dijkstra, se obtiene el árbol de camino más corto, en este caso, para el nodo x:

Paso	T	L(A)	Path	L(B)	Path	L(D)	Path	L(E)	Path	L(F)	Path	L(G)	Path	L(Hh)	Path
Init	{X}	1	XA	1	XB	2	XD	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-
1	{XA}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	∞	-	∞	-	∞	-
2	{XAB}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	∞	-	∞	-
3	{XABD}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	4	XDG	∞	-
4	{XABDE}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	4	XDG	4	XAE
5	{XABDEF}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	4	XDG	4	XAE
6	{XABDEFG}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	4	XDG	4	XAE
7	{XABDEFGH}	1	XA	1	XB	2	XD	2	XAE	3	XBF	4	XDG	4	XAE

A partir de árbol de camino más corto, se obtiene la tabla de reenvío para el nodo X:

	Destino	**Coste**	**SigSalto**
X	A	1	-
	B	1	-
	D	2	D
	E	2	A
	F	3	B
	G	4	D
	H	4	A

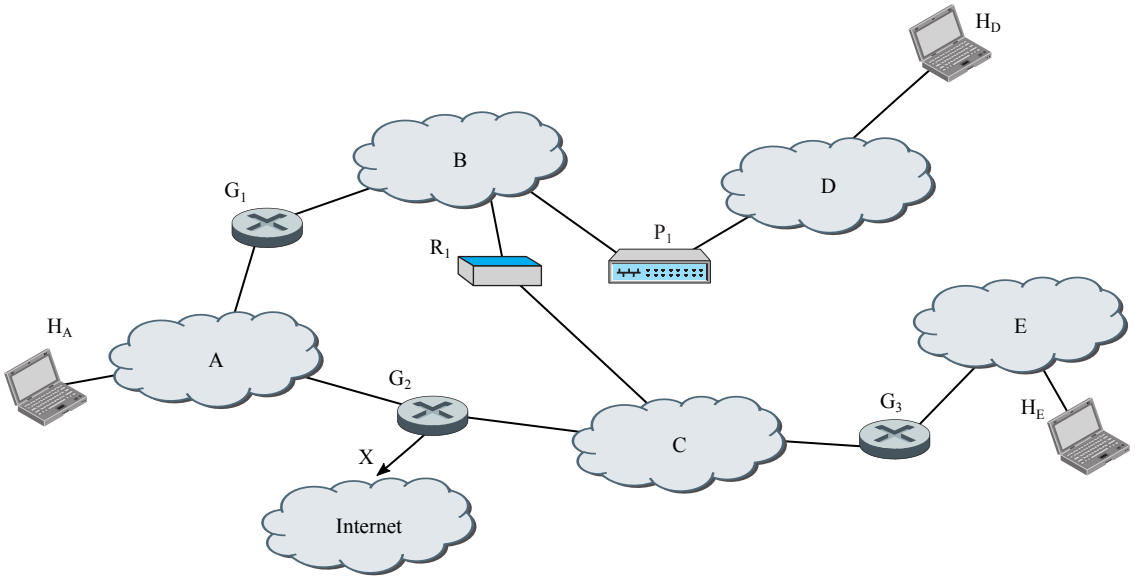
L



- Resolución global
- Asignación de direcciones físicas/lógicas
- ARP
- Tablas de enrutamiento

Ref: 5-L-02 | ☺☺☺☺ | ? | R | Problema: 5.91

En la figura se muestra un conjunto de redes locales Ethernet (A, B, C, D y E) de una empresa conectadas entre sí por medio de tres routers (G_1, G_2 y G_3), un puente (P_1) y un repetidor (R_1). Dicha red está conectada a Internet a través del router G_2. Para trabajar en Internet disponemos de direcciones IP de clase C. En cada red existen un número indeterminado de hosts, entre los cuales destacamos los hosts H_A, H_D y H_E.



a) A partir de la topología, identifica las redes existentes, asigna direcciones IP a todos los elementos de la red (interfaces, redes IP, hosts, etc.) y representa las tablas de encaminamiento de los routers y la del host H_D, de forma que G_2 sólo se utilice para el tráfico con Internet.

En H_D, se realiza un ping a H_A con un tamaño de paquete ICMP de 64 bytes (incluida la cabecera ICMP) y responde con un paquete del mismo tamaño. Sabiendo que, inicialmente, las tablas ARP de ambos hosts y de todos los routers están vacías.

b) Realice el diagrama temporal, a nivel físico, de la transferencia de tramas que sucede en el apartado anterior.

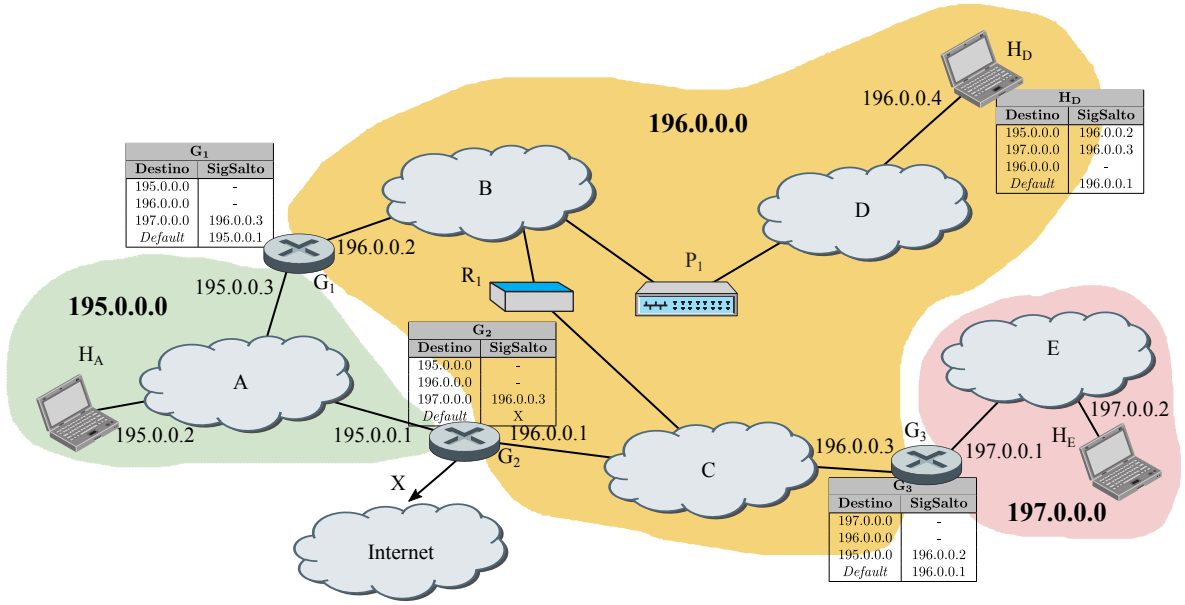
c) A partir del diagrama anterior, calcule el tiempo empleado en la ida y vuelta del paquete *ping* entre las máquinas H_D y H_A.

Aclaraciones:

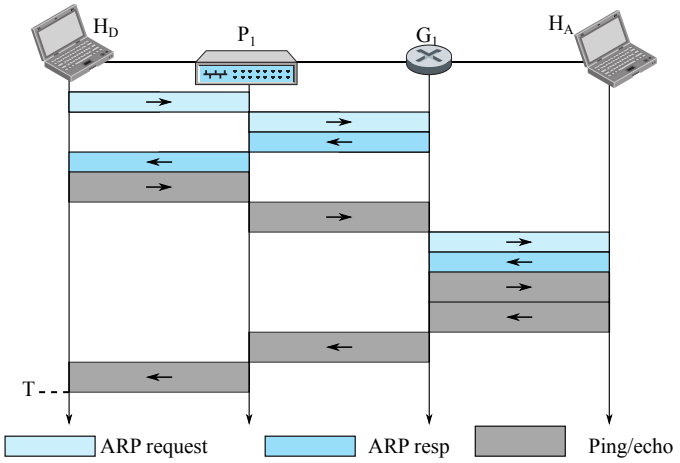
- Todos los dispositivos son *Store and Forward*.
- En puente y repetidor suponemos despreciable los tiempos de procesamiento.
- La aplicación de eco *ping* se basa en la utilización del protocolo ICMP y no utiliza ningún protocolo de transporte (directamente sobre ICMP).
- Tiempos de proceso y propagación nulos.
- Tiempos de latencia en los conmutadores Ethernet cero.
- Tamaño de tramas ARP de 72 bytes (en total).
- Cabecera de niveles enlace y físico, 20 y 26 bytes, respectivamente.

Resolución:

a) Como la topología define 3 redes, podemos utilizar las redes de clase C: `195.0.0.0`, `196.0.0.0` y `196.0.0.0`.



b) El diagrama temporal (cronograma) del ping/echo, teniendo en cuenta que las tablas ARP están vacías:



c) Como las tablas ARP están vacías se hará una pregunta ARP en cada red. Las tramas ARP son tramas mínimas de 72 bytes o de 576 bits.

Las tramas de `ping` o que contienen el paquete de "`echo`", tanto las de ida como las de vuelta son de 64+20+26 = 110 bytes o de 880 bits.

A partir del diagrama, el tiempo total para el envío del `ping` desde la estación H_A y recepción del `echo`:

$$T = 6 \cdot \frac{576}{10 \cdot 10^6} + 6 \cdot \frac{880}{10 \cdot 10^6} \approx 0{,}87\,\text{ms}$$