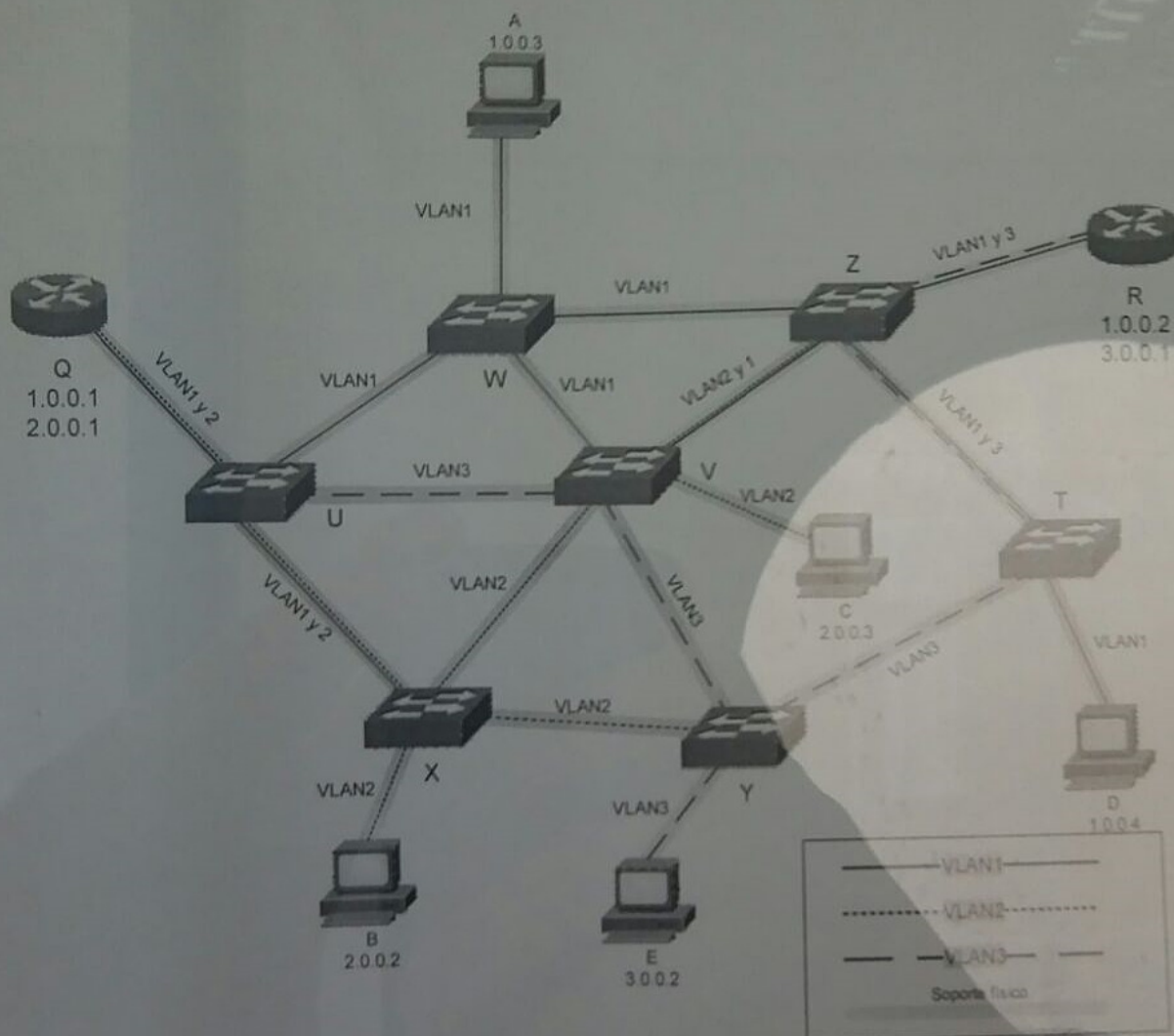


Problema 1. (5 puntos)

El esquema de la figura muestra una red mallada Ethernet con dos enrutadores o *routers* (etiquetados como Q y R), siete conmutadores o *switches* (etiquetados como T, U, V, W, X, Y, Z) y cinco ordenadores o *host* (etiquetados como A, B, C, D y E). Los conmutadores tienen configuradas tres VLAN, denominadas: VLAN1, VLAN2 y VLAN3. Cada enlace puede transportar el tráfico de una o dos VLAN. En la figura las etiquetas asociadas a cada enlace indican el tráfico transportado por el mismo.



Cada VLAN tiene asignada una subred IP. En concreto, la VLAN 1 tiene asignada la subred 1.0.0.0/8, la VLAN 2 la subred 2.0.0.0/8 y la VLAN 3 la subred 3.0.0.0/8. Los dos enrutadores pertenecen, cada uno, a dos subredes diferentes y puede enviar/recibir paquetes usando los identificadores de VLAN. Ambos enrutadores están en la subred 1.0.0.0/8, pero solo el enrutador R es la puerta de enlace predeterminada para esta subred. El enrutador Q también pertenece a la subred 2.0.0.0/8 y el enrutador R a la 3.0.0.0/8. En los *switches*, los puertos de acceso a los *host* se configuran con la VLAN correspondiente a la subred IP a la que pertenecen.

Nota: "/8" representa la máscara 255.0.0.0.

predeterminada para esta subred. El enrutador Q también pertenece a la subred 2.0.0.0/8 y el enrutador R a la 3.0.0.0/8. En los switches, los puertos de acceso a los *host* se configuran con la VLAN correspondiente a la subred IP a la que pertenecen.

Nota: "/8" representa la máscara 255.0.0.0.

Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

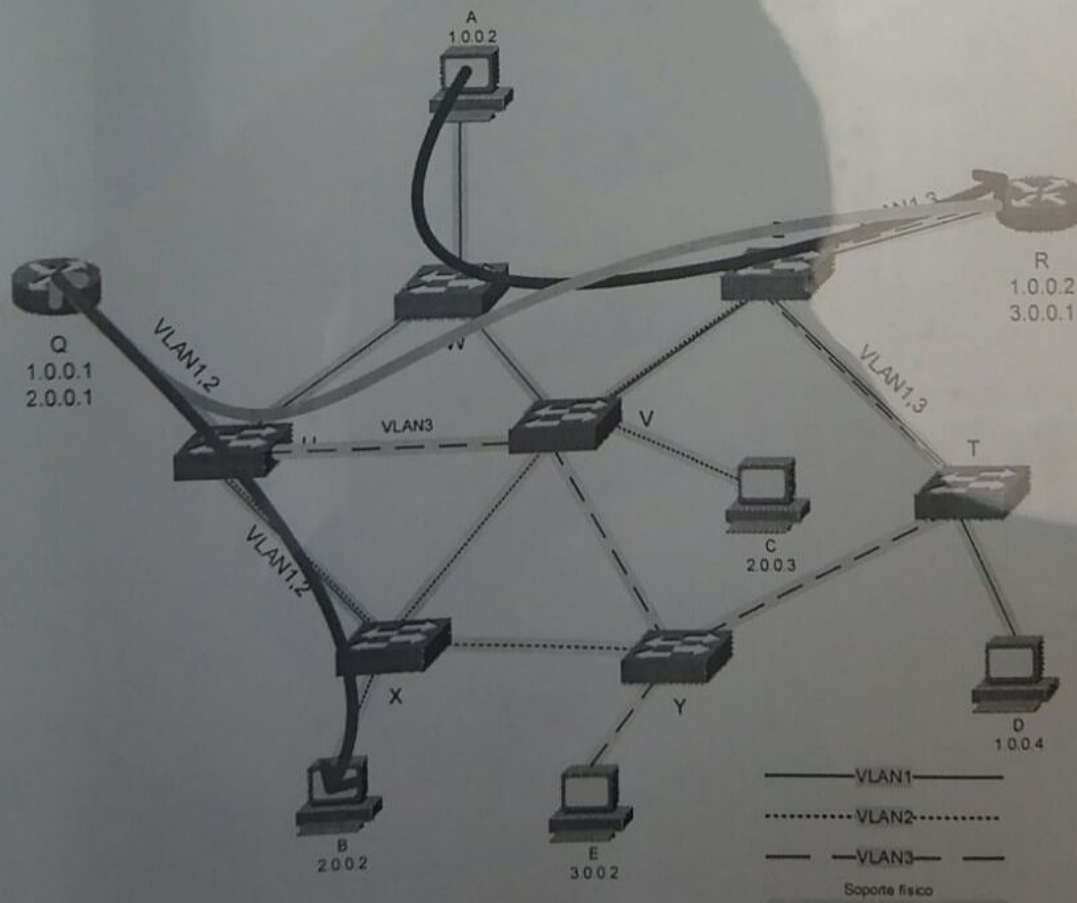
Cuestiones

1. Si el host B envía un paquete al host C, indique los *switches* y *routers* por los que pasa el paquete. Explique la razón y enumérellos en orden, repitiendo aquellos por los que pasa más de una vez (1p).

B y C están en la misma subred (2.0.0.0), de modo que se comunican directamente y los paquetes simplemente pasan a través de los conmutadores "x" y "v".

2. Si el host A envía un paquete al host B, indique (enumerándolos en orden) los *switches* y los *routers* por los que pasa. Justifique la respuesta (1p)

A y B se encuentran en diferentes subredes. Por consiguiente, su ruta incluye al menos un router. "A" está en la subred 1.0.0.0/8 y, por lo tanto, reenvía sus paquetes al router predeterminado R (no al Q), que luego los entrega al router Q que está conectado a la subred a la que B pertenece (2.0.0.0/8). Por lo tanto la ruta es w, z, R, z, w, u, Q, u, x.



Redes de Computadores

Examen final, 30 de junio de 2015

3. Si C transfiere un archivo grande a E, mientras B transfiere otro archivo grande a D, indique (enumerándolos en orden) los switches y los routers por los que pasa cada uno de los ficheros y los enlaces que comparten en dichas transferencias. Justifique las respuestas (1p).

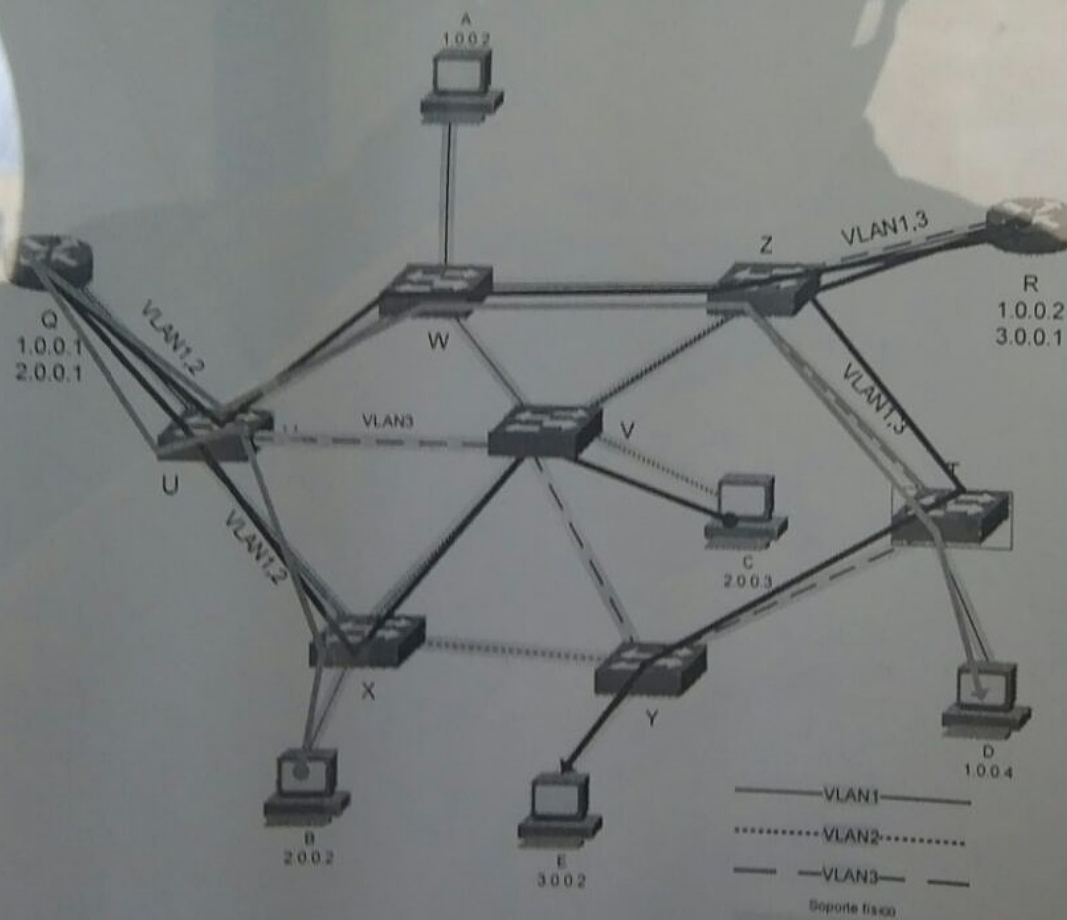
Nota: Suponga que los enlaces son dúplex.

Los dos caminos son:

v, x, u, Q, u, w, z, R, z, t, y para la transferencia $C \rightarrow E$

x, u, Q, u, w, z, t para la transferencia $B \rightarrow D$

Como se puede apreciar tienen los enlaces X-U; U-Q; U-W; W-Z; y Z-T en común.



4. Dibujar el cronograma a nivel MAC, indicando las longitudes de las tramas en cada enlace, cuando el host B envía una trama 802.3 de 1000 octetos (en su campo de datos) al host C (1p).

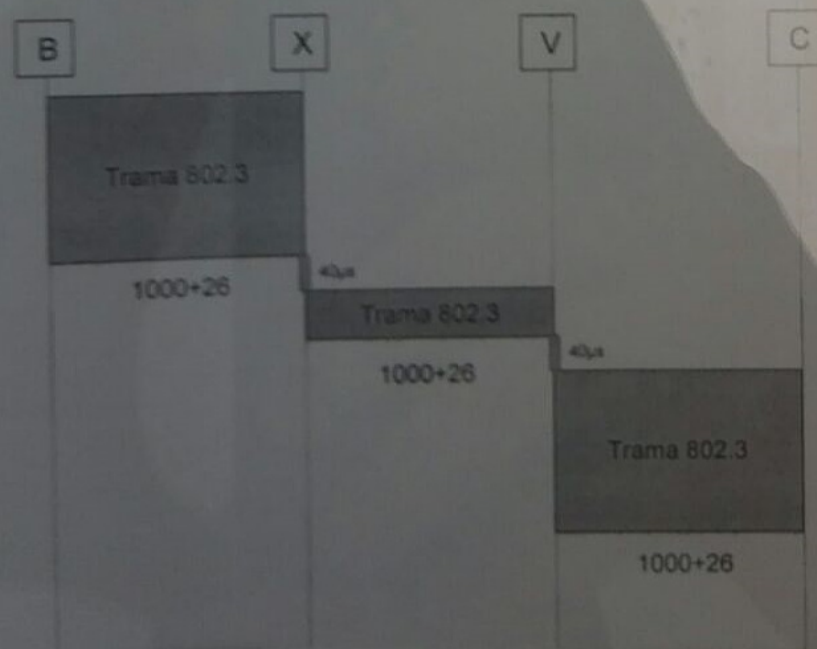
Datos: Admita lo siguiente:

- Las tablas de los conmutadores están llenas.
- Los enlaces entre conmutadores son 100BASE-T.
- Los enlaces de los Host con los conmutadores son 10BASE-T.
- El tiempo de propagación por todos los enlaces es despreciable.
- El proceso de conmutación en los switches es de $40\mu s$.
- Las capas MAC y física añaden 26 octetos.
- Las tramas IEEE 802.1Q tienen el siguiente formato:

8	6	6	2	2	2		4 octetos
Preambulo	Des MAC	Org MAC	Etiqu. Tipo 802.1Q (0x8100)	Etiqu. Info. Control	Tipo	Información	CRC

Solución.

Puesto que ninguno de los enlaces involucrados son trocales, la norma IEEE 802.1q no es aplicable



5. En el caso anterior (Cuestión 4), calcular el tiempo de transmisión total de B a C (1p).

$$t_{trans} = 2 \cdot (t_{prop} + t_{trans}) + 2 \cdot (t_{proc}) + 4 \cdot (CRC) = 26 \text{ oct}$$

5. En el caso anterior (Cuestión 4), calcular el tiempo de transmisión total de B a C (1p).

$$7(\text{preámbulo}) + 1(l) + 12(\text{origen y destino}) + 2(\text{tipo/lon}) + 4(\text{CRC}) = 26 \text{ oct}$$

$$\text{Longitud de la trama} = 1000 + 26 = 1026 \text{ octetos}$$

$$T = T_{VC} + T_{XV} + T_{BX} + 2 \times T_{sw} = 2 \times \frac{8 \times 1026}{10^7} + \frac{8 \times 1026}{10^8} + 80\mu = 1641,6\mu s + 82,08\mu s + 80\mu s = 1803,68\mu s$$



Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

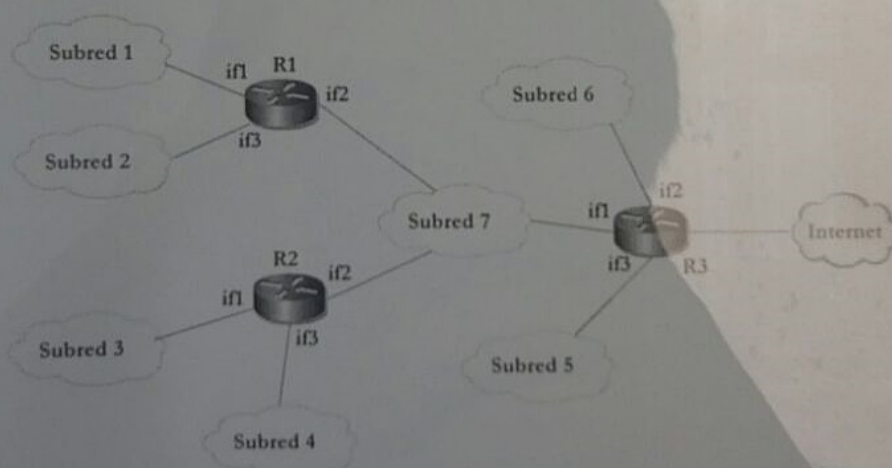
Problema 2 (5 puntos)

Una empresa tiene asignada la dirección de red 138.100.0.0. Decide realizar una partición en subredes y de momento va a hacer uso solamente de la dirección de red 138.100.32.0, máscara 255.255.224.0.

- a) Indique qué porcentaje o fracción representa esta última dirección sobre la primera. (0,5 puntos)

Se trata de una dirección de red de clase B por lo que su máscara por defecto es 255.255.0.0 (/16). Dado se hace uso de una subred determinada por una máscara 255.255.224.0 (/19) se está cubriendo un octavo (1/8) del espacio de direcciones de una dirección de red de clase B.

- b) Partiendo de esta última dirección se quieren crear siete subredes e interconectarlas por medio de tres routers IP tal y como muestra la figura.



Se quiere dimensionar cada una de estas siete subredes para que pueda albergar el siguiente número de equipos: subred 1: 311 equipos; subred 2: 40 equipos; subred 3: 220 equipos; subred 4: 45 equipos; subred 5: 60 equipos; subred 6: 55 equipos y subred 7: 556 equipos.

Expresé los resultados que se piden seguidamente en la tabla de resultados.

- b.1) Indique las máscaras de red que precise cada una de las subredes. (0,5 puntos)

Para cada una de las subredes habrá que reservar un número de direcciones IP que sea la menor potencia de dos que supere el número de equipos que se quiere albergar. Del valor de dicha potencia se puede concluir el número de bits de la dirección dedicados a host y a subred.

Subred 1: 311 equipos	→ 512 (2^9)	Subred 5: 60 equipos	→ 64 (2^6)
Subred 2: 40 equipos	→ 64 (2^6)	Subred 6: 55 equipos	→ 64 (2^6)
Subred 3: 220 equipos	→ 256 (2^8)	Subred 7: 556 equipos	→ 1024 (2^{10})
Subred 4: 45 equipos	→ 64 (2^6)		

En consecuencia, las máscaras de red son las que se indican en la tabla.

- b.2) Indique la dirección de subred que debe asignarse a cada una de las subredes. (0,3 puntos)

b.2) Indique la dirección de subred que debe asignarse a cada una de las subredes. (0,5 puntos)



Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

El uso de la técnica de máscaras de subred de tamaño variable permite dividir recursivamente el espacio de direcciones. Conceptualmente, primeramente se divide la red en subredes; posteriormente, alguna de las subredes se divide en sub-subredes y así sucesivamente. Este proceso recursivo no exige que se asigne a cada nivel de recursión el mismo prefijo extendido de red.

Empezamos dividiendo la red 138.100.32.0/19 en ocho subredes, cada una con rango de $2^{10}-2$ direcciones. Tomando 10 bits de host, quedan 3 bits para prefijo de subred, resultando las subredes:

Subred a: 138.100.001 000 00.00000000	138.100.32.0/22
Subred b: 138.100.001 001 00.00000000	138.100.36.0/22
Subred c: 138.100.001 010 00.00000000	138.100.40.0/22
Subred d: 138.100.001 011 00.00000000	138.100.44.0/22
Subred e: 138.100.001 100 00.00000000	138.100.48.0/22
Subred f: 138.100.001 101 00.00000000	138.100.52.0/22
Subred g: 138.100.001 110 00.00000000	138.100.56.0/22
Subred h: 138.100.001 111 00.00000000	138.100.60.0/22

La primera de las subredes obtenidas (Subred a) quedaría asignada a la denominada **Subred 7** en el problema.

Tomando, por ejemplo, la subred b, la dividimos en dos y así creamos a partir de ella dos subredes, cada una con un rango de 2^9-2 direcciones. Tomando 9 bits de host, quedan 1 bit para prefijo de sub-subred, resultando las subredes:

Subred b1: 138.100.001001 0 0.00000000	138.100.36.0/23
Subred b2: 138.100.001001 1 0.00000000	138.100.38.0/23

Asignamos la primera de ellas (Subred b1) como **Subred 1**. Tomamos la segunda de estas subredes (Subred b2) y la dividimos en dos para crear dos subredes de 2^8-2 direcciones. Tomando 8 bits de host, resultan las subredes:

Subred b21: 138.100.0010011 0 00000000	138.100.38.0/24
Subred b22: 138.100.0010011 1 00000000	138.100.39.0/24

Asignamos la primera (Subred b21) como **Subred 3**. Finalmente, Tomamos la segunda de estas subredes (Subred b22) y creamos las cuatro subredes restantes, cada una con 2^6-2 direcciones. Tomando 6 bits de host, resultan las subredes:

Subred b221: 138.100.39.00 000000	138.100.39.0/26
Subred b222: 138.100.39.01 000000	138.100.39.64/26
Subred b223: 138.100.39.10 000000	138.100.39.128/26
Subred b224: 138.100.39.11 000000	138.100.39.192/26

Asignamos la primera como **Subred 2**, la segunda como **Subred 4**, la tercera como **Subred 5** y la última como **Subred 6**.

Los resultados quedan agrupados en la tabla.

b.3) Asigne direcciones IP a cada una de las interfaces de los routers. (0,5 puntos)

Según la figura, cada uno de los routers tiene tres interfaces y a los que se va a asignar la primera, segunda, etc., de las direcciones IP correspondientes a cada subred. Los resultados se muestran en la tabla.

b.4) Indique las direcciones de broadcast de cada una de las redes. (0,5 puntos)



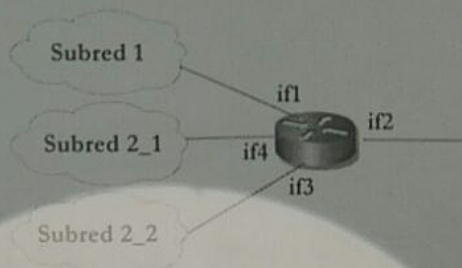
Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

c) En base a la asignación anterior, escriba la tabla de rutas del encaminador R1. (1 puntos)

d) Se desea dividir la subred 2 en dos subredes – subred 2_1 y subred 2_2 - de igual tamaño y asignar la mitad de los equipos a cada una de ellas. Ambas subredes sigan conectadas al mismo router.

Indique dirección y máscara de las dos nuevas subredes.
¿Qué cambios se debería introducir en las tablas de encaminamiento de los routers R1, R2 y R3? (1,5 puntos)



Las dos nuevas subredes tendrían capacidad para soportar 32 hosts. Dividiendo la subred 2 en dos sub-subredes, quedarían con la dirección y máscara siguientes:

Subred 2_1: 138.100.39.0 000000 138.100.39.0/27
Subred 2_2: 138.100.39.0 100000 138.100.39.32/27

No sería preciso efectuar cambios en las tablas de encaminamiento de los routers 2 y 3. En el router R1 sería necesario efectuar los siguientes cambios para que encamine correctamente el tráfico a alguna de las nuevas subredes.



Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

Problema 2

Tabla de resultados

Subred	Dirección	Máscara	Dirección broadcast
Subred 1	138.100.36.0	/23: 255.255.254.0	138.100.37.255
Subred 2	138.100.39.0	/26: 255.255.255.192	138.100.39.63
Subred 3	138.100.38.0	/24: 255.255.255.0	138.100.38.255
Subred 4	138.100.39.64	/26: 255.255.255.192	138.100.39.127
Subred 5	138.100.39.128	/26: 255.255.255.192	138.100.39.191
Subred 6	138.100.38.192	/26: 255.255.255.192	138.100.38.255
Subred 7	138.100.32.0	/22: 255.255.252.0	138.100.35.255
R1	if1	138.100.36.1	
	if2	138.100.32.1	
	if3	138.100.39.1	

No sería preciso efectuar cambios en las tablas de encaminamiento de los routers 2 y 3. En el router R1 sería necesario efectuar los siguientes cambios para que encamine correctamente el tráfico a alguna de las nuevas subredes.



Redes de Computadores

Examen final. 30 de junio de 2015

Problema 2

Tabla de resultados			
Subred	Dirección	Máscara	Dirección broadcast
Subred 1	138.100.36.0	/23: 255.255.254.0	138.100.37.255
Subred 2	138.100.39.0	/26: 255.255.255.192	138.100.39.63
Subred 3	138.100.38.0	/24: 255.255.255.0	138.100.38.255
Subred 4	138.100.39.64	/26: 255.255.255.192	138.100.39.127
Subred 5	138.100.39.128	/26: 255.255.255.192	138.100.39.191
Subred 6	138.100.38.192	/26: 255.255.255.192	138.100.38.255
Subred 7	138.100.32.0	/22: 255.255.252.0	138.100.35.255
R1	if1	138.100.36.1	
	if2	138.100.32.1	
	if3	138.100.39.1	
R2	if1	138.100.38.1	
	if2	138.100.32.2	
	if3	138.100.39.65	
R3	if1	138.100.32.3	
	if2	138.100.38.193	
	if3	138.100.39.129	
Subred 2_1	138.100.39.0	/27: 255.255.224.0	
Subred 2_2	138.100.39.32	/27: 255.255.224.0	

Tabla de rutas de R1			
Red destino	Máscara	Gateway	Interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	lo
138.100.36.0	255.255.254.0	*	if1
138.100.39.0	255.255.255.192	*	if3
138.100.32.0	255.255.252.0	*	if2
138.100.38.0	255.255.255.0	138.100.32.2	if2
138.100.39.64	255.255.255.192	138.100.32.2	if2
138.100.39.128	255.255.255.192	138.100.32.3	if2
138.100.38.192	255.255.255.192	138.100.32.3	if2
default	*	138.100.32.3	if2
138.100.39.0	255.255.255.224	*	if3
138.100.39.32	255.255.255.224	*	if4