Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		3/11/2023	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	**COGNOMS (MAJÚSCULES):**	**GRUP:**	**DNI/NIE:**

Durada: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Contestar en el mateix full.

Test (3,5 punts) Les preguntes valen la meitat si hi ha un error i 0 si n'hi ha més d'un.

1. Marca les afirmacions correctes sobre rangs d'adreces del protocol IP:
O La xarxa 1.0.0.0/8 és classe B.
T La xarxa 127.0.0.0/8 és classe A.
T La xarxa 192.168.255.0/24 és privada.
O La subxarxa 172.16.0.1/16 és vàlida.

2. La sumarització a la classe de les adreces IP:
O 192.168.1.0/24 i 192.168.2.0/24 és 192.168.0.0/16.
T 172.16.1.0/24 i 172.16.10.0/24 és 172.16.0.0/16.
O 172.16.0.0/16 i 172.17.0.0/16 és 172.16.0.0/12.
O 172.16.0.0/16 i 172.17.0.0/16 és 172.16.0.0/8.

3. Marca les respostes correctes respecte a la xarxa 192.168.2.0/30:
O L'adreça "broadcast" de la xarxa és 192.168.2.255.
T L'adreça "broadcast" de la xarxa és 192.168.2.3.
T L'adreça unicast més gran és 192.168.2.2.
O L'adreça IP 192.168.2.1 només pot ser de l'encaminador.

4. Quan es fragmenta un paquet IPv4 al camí d'origen a destinació, en arribar a destinació:
T No tots els fragments del mateix paquet han de tenir el mateix TTL.
T Tots els fragments del mateix paquet tenen el mateix identificador de fragment.
O Tots els fragments del mateix paquet tenen el mateix fragment offset.
O Tots els fragments del mateix paquet tenen els mateixos flags.

5. Marca les afirmacions correctes sobre el protocol DHCP:
T Els clients comencen enviant missatges broadcast a l'adreça IP 255.255.255.255.
T DHCP pot configurar diversos paràmetres d'un client, no només assignar adreça IP.
T Les assignacions DHCP s'han de renovar abans del temps d'expiració o es perden.
O Els clients han de conèixer l'adreça IP (unicast) del servidor.

6. Marca les afirmacions correctes sobre l'ordre ping:
O Envia paquets IP amb el flag "Don't Fragment".
O Si no hi ha resposta, indica que no poden arribar paquets IP a l'adreça IP de destinació.
O Envia paquets IP amb TTL creixent i espera com a resposta ICMP error: time exceeded.
T Envia ICMP echo request i espera com a resposta ICMP echo reply.

7. Marca les afirmacions correctes sobre el protocol ARP:
T Per enviar cada paquet IP no sempre cal preguntar per ARP l'adreça MAC de la destinació.
T Pot detectar conflicte per duplicitat d'IP.
O La utilitzen només els hosts, no els encaminadors.
O Permet conèixer l'adreça IP d'una interfície de xarxa a partir de l'adreça MAC.

8. Marca les afirmacions correctes sobre el protocol RIP versió 2:
T Les actualitzacions de rutes només s'envien als veïns.
T Les actualitzacions de rutes també s'envien periòdicament encara que no hi hagi canvis.
T El mètode "split horizon" serveix per reduir el temps de convergència.
O Els missatges de RIP permeten actualitzar les taules d'encaminament de routers i hosts.

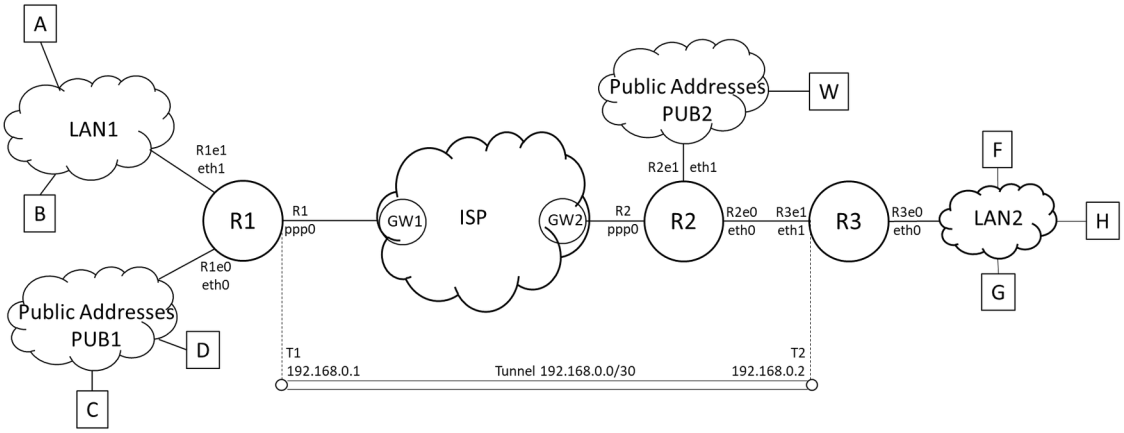
9. A un router domèstic connectat a un ISP amb IP 80.0.0.1 es crea un túnel amb 147.83.1.1 i la xarxa 192.168.1.0/24 a tun0. Marca les ordres que poden ser part de la seva configuració:
T ip tunnel add tun0 mode ipip remote 147.83.1.1 local 80.0.0.2
T ifconfig tun0 192.168.1.1 netmask 255.255.255.0
T route add -host 147.83.1.1 gw 80.0.0.1 dev eth0
T route add -net 147.83.0.0 netmask 255.255.0.0 gw 192.168.1.2
T route add default gw 192.168.1.2 dev tun0

Primer control. Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		3/11/2023	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Durada: 1h 30 min. El test es recollirà al cap de 25 minuts. Contestar en el mateix full.

Problema 1 (5 punts)

La figura mostra la xarxa d'una entitat i la seva connexió a Internet. Cada interfície dels routers està etiquetada amb la seva adreça IP i interfície. Els dispositius (*hosts*) i servidors estan identificats amb una lletra. La notació utilitzada és: majúscules per l'adreça IP i minúscules per l'adreça MAC. El servidor D és el servidor local de DNS de l'entitat; la seva adreça IP és D i la seva adreça MAC (Ethernet) és d.



La xarxa interna, formada per LAN1 i LAN2, utilitza adreçament privat. És a dir, A, B, F, G i H tenen adreces privades. El tràfic entre LAN1 i LAN2 s'encamina a través del túnel. El tallafocs (*Firewall*) està situat a R1 i tot el tràfic des de i cap a LAN2, incloent el tràfic cap a Internet, ha de passar a través de R1.

a) (0.25 punts) El rang d'adreces públiques disponible és 100.100.112.0/20. Quina és l'adreça de "*broadcast*" del rang públic? Quants dispositius amb adreçament públic es podrien connectar?
Broadcast: 100.100.127.255/20. Nombre màxim de hosts: 2^{12} - 3 (xarxa, broadcast, router) = 4093.

b) (0.5 punts) La xarxa PUB1 té una màscara de /23, s'assigna la xarxa més petita possible per a l'enllaç R2-R3 i la resta de l'adreçament públic disponible s'assigna a la xarxa PUB2 per al màxim nombre de dispositius possible. Assigna l'adreçament de les xarxes públiques PUB1, R2-R3 i PUB2 i les adreces IP de les interfícies R1e0, R2e1, R2e0 i R3e1.
PUB1: 100.100.112.0/23, R1e0 = 100.100.112.1/23. PUB2: 100.100.120.0/21, R2e1 = 100.100.120.1/21.
L'espai d'adreces entre 114.0/23 i 116.0/23 no es pot agregar.
R2-R3: 100.100.114.0/30, per exemple. R2e0 = 100.100.114.1, R3e1 = 100.100.114.2.

c) (0.25 punts) L'adreçament privat que s'utilitza és 10.10.0.0/16 i es distribueix entre LAN1 i LAN2. Reparteix tot l'espai disponible entre les dues xarxes, assigna les adreces de les interfícies R1e1 i R3e0 i determina les adreces de broadcast de cada xarxa.
LAN1: 10.10.0.0/17 R1e1 = 10.10.0.1/17 broadcast: 10.10.127.255/17
LAN2: 10.10.128.0/17 R3e0 = 10.10.128.1/17 broadcast: 10.10.255.255/17

d) (0.25 punts) Tots els dispositius de totes les xarxes es configuren dinàmicament amb DHCP. Els servidors DHCP estan en els routers. Determina quines xarxes configura cada un d'ells.
R1: configura LAN1 i PUB1; R2: configura PUB2; R3: configura LAN2

e) (0.25 punts) Quines interfícies han d'aplicar PNAT (*Port and Address Translation*)?.
Interfície R1ppp0. Estrictament no cal fer PNAT a R2ppp0 (o bé R3e1) ja que el tràfic de/a LAN2 va pel túnel.

f) (0.75 punts) Completa les taules d'encaminament de R1, R2 i R3 utilitzant la notació de la figura per les adreces IP. Cal tenir en compte el túnel i utilitzar el mínim nombre d'entrades necessari.

Router R1

network	Gw	Iface
LAN1	---	eth1
PUB1	---	eth0
GW1/32	---	ppp0
192.168.0.0/30	---	tun0
LAN2	T2	tun0
0.0.0.0/0	GW1	ppp0

Router R2

network	Gw	Iface
PUB2	---	eth1
R2-R3	---	eth0
GW2/32	---	ppp0
0.0.0.0/0	GW2	ppp0
LAN2 no és accessible des d'R2		

Router R3

network	Gw	Iface
LAN2		eth0
R3-R2		eth1
R1-ppp0/32	R2e0	eth1
192.168.0.0/30		tun0
0.0.0.0/0	T1	tun0

g) (0.5 punts) Inicialment, les taules ARP estan buides, excepte les corresponents a les interfícies *ppp0* de R1 i R2. Completa el contingut de les taules ARP si el dispositiu A, després de fer *"ping B"*, executa la comanda "*ping www.trademark.org*". Aquest servidor web correspon al servidor W de la figura.

Interface A		Interface B		Interface R1e1		Interface R1e0		Interface R2e0		Interface R2e1	
B	b	A	a	A	a	D	d			W	w
R1e1	r1e1										

h) (0.25 punts) En el cas anterior, quines són les adreces IP del datagrama que arriba a W?

Adreça IP origen: R1 Adreça IP destinació: W

i) (0.5 punts) El dispositiu A executa la comanda "*traceroute H*". Suposa que utilitza missatges ICMP (ping). Completa la seqüència d'adreces IP que mostrarà el *traceroute*: R1e1 R3e1 H

j) (0.25 punts) En el cas anterior, completa les adreces IP dels datagrames que passen per l'enllaç R2-R3.

External source IP	External destination IP	Internal source IP	External destination IP	Contents
R1	R3e1	A	H	ICMP

k) (0.5 punts) Totes les interfícies estan configurades amb una MTU de 1500 octets. Els dispositius envien datagrames de 1500 octets. De les comunicacions que es mostren tot seguit, quines requereixen fragmentació? Quants fragments tindrà cada datagrama original?

De A a D: no cal fragmentació. El tràfic passa per R1.
De C a W: no cal fragmentació. El tràfic passa per l'ISP.
De C a F: cal fragmentació. Els Datagrames al túnel és de 1520 bytes. Dos fragments.
De G a W: cal fragmentació. Els Datagrames van via R1 i túnel. Dos fragments.

l) (0.75 punts) Definir les regles del tallafocs (*Firewall ACL*) a R1e0 i R1e1 per a que: 1) permetre connexions de clients de LAN1 amb servidors externs. 2) LAN1: permetre connexions només amb clients en LAN2. 3) LAN2 pot accedir a servidors de PUB1. 4) permetre connexions a servidors de PUB1 des de clients externs.

Interface	IN/OUT	Src IP	Src #	Dest IP	Dest #	Prot	Action
R1e1	In	LAN1	>=1024	Any	<1024	TCP	Accept
R1e1	Out	Any	<1024	LAN1	>=1024	TCP	Accept
R1e1	In	LAN1	<1024	LAN2	>=1024	TCP	Accept
R1e1	Out	LAN2	>=1024	LAN1	<1024	TCP	Accept
R1e0	In	PUB1	<1024	LAN2	>=1024	TCP	Accept
R1e0	Out	LAN2	>=1024	PUB1	<1024	TCP	Accept
R1e0	In	PUB1	<1024	Any	>=1204	TCP	Accept
R1e0	Out	Any	>=1024	PUB1	<1024	TCP	Accept
R1e0/e1	In/Out	Any	Any	Any	Any	Any	Deny

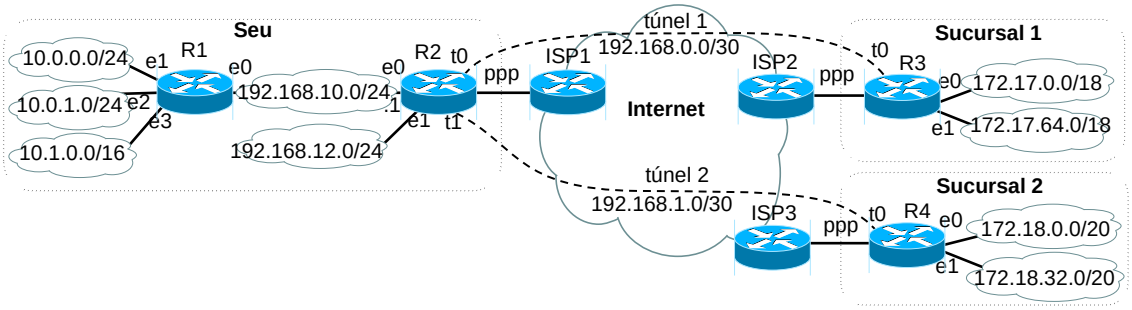
Nota: també seria correcte tallant només en un sentit. Per exemple, la segona regla per aconseguir 1).

Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		3/11/2023	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Durada: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Contestar en el mateix full.

Problema 2 (1,5 punts)

En la xarxa interna de la figura tots els routers fan servir el protocol RIP versió 2 amb sumarització de rutes a la classe i split-horizon. Els routers R2, R3 i R4 no anuncien les xarxes del seu ISP ni dels túnels, només la seva ruta estàtica cap a internet.



a) (1 p) Completa la taula d'encaminament del router R1 un cop RIP ha convergit. En la columna de mètriques posa la mètrica RIP (no la de routers CISCO en la taula d'encaminament, que és la mètrica RIP-1)

Destinació/màscara	Gateway	Interfície	Mètrica
192.168.10.0/24	-	e0	1
10.0.0.0/24	-	e1	1
10.0.1.0/24	-	e2	1
10.1.0.0/16	-	e3	1
192.168.12.0/24	*192.168.10.1*	*e0*	*2*
172.17.0.0/16	*192.168.10.1*	*e0*	*3*
172.18.0.0/16	*192.168.10.1*	*e0*	*3*
0.0.0.0	192.168.10.1	e0	2

Sumarització de xarxes a la seva classe.
Les files en *itàlica* surten a "show ip route" i són coherents amb la ruta per defecte.

b) (0,5 p) Digues en les següents taules quin serà el contingut dels missatges d'update que enviarà R2 per la interfície t0 un cop RIP ha convergit.

Destinació/màscara	Mètrica
0.0.0.0/0	1
10.0.0.0/8	2
192.168.10.0/24	1
192.168.12.0/24	1
172.18.0.0/16	2

Split horizon no anuncia rutes cap a la interfície on es van aprendre.

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		25/04/2023	Primavera 2023
NOM:	**COGNOMS:**	**GRUP:**	**ID:**

Durada: 1h30m. La prova es recollirà en 25 minuts. Si us plau, respondre en aquesta pàgina.

Test. (3 punts) Les preguntes puntuen la meitat si hi ha un error i 0 si hi ha més d'un error.

1. Sobre els intervals d'adreces del protocol IP:
- ☐ La xarxa 1.0.0.0/8 és de classe B.
- ☒ La xarxa 1.0.0.0/8 és de classe A.
- ☐ La xarxa 128.168.0.0/24 és privada.
- ☒ La xarxa 192.168.0.0/24 és privada.

2. El sumari (summarisation) a la classe d'adreces IP:
- ☐ 1.2.3.0/25 i 1.2.3.128/25 és 1.2.3.0/24.
- ☐ 1.2.3.0/25 i 1.2.3.128/25 és 1.2.0.0/16.
- ☒ 1.2.3.0/25 i 1.2.3.128/25 és 1.0.0.0/8.
- ☐ 1.2.3.0/25 i 1.2.3.128/25 és 1.2.3.0/25.

3. Quan un paquet IPv4 està fragmentat en el camí de la font a la destinació, en arribar a la destinació:
- ☒ Els fragments del mateix paquet poden tenir diferent TTL.
- ☒ Tots els fragments del mateix paquet tenen el mateix identificador de fragment.
- ☐ Tots els fragments del mateix paquet tenen el mateix desplaçament (offset) de fragments.
- ☐ Tots els fragments del mateix paquet tenen els mateixos indicadors (flags).

4. Sobre el protocol ARP:
- ☐ Els clients comencen a enviar missatges de difusió (broadcast) a l'adreça IP 255.255.255.255 (decimal).
- ☒ Els clients comencen a enviar missatges de difusió (broadcast) a l'adreça MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF (hex).
- ☒ Més d'un dispositiu pot respondre, però correspon a una situació anòmala.
- ☐ Tots els dispositius connectats a una xarxa responen a una petició ARP.

5. Sobre l'ordre traceroute a una adreça IP de destinació:
- ☐ Envia paquets IP amb l'indicador (flag) "No fragmentar".
- ☐ Els paquets IP enviats cap a la destinació passen per totes les interfícies de xarxa amb adreces IP que apareixen a la sortida de l'ordre.
- ☒ Envia paquets IP amb TTL creixent i espera com a resposta un error ICMP: temps superat (time exceeded).
- ☒ Pot trobar encaminadors pertanyents a diferents camins cap a l'adreça de destinació.

6. El protocol ICMP permet:
- ☐ Transmetre actualitzacions d'encaminament.
- ☐ Detectar conflictes de duplicitat de paquets.
- ☒ Proporcionar missatges d'error.
- ☐ Transferir dades d'usuari urgents.

7. Sobre el protocol RIP versió 2:
- ☒ Cada node només envia actualitzacions de rutes als seus veïns.
- ☒ Les actualitzacions de rutes també s'envien periòdicament encara que no hi hagi canvis.
- ☒ S'utilitza el mètode d'horitzó dividit per accelerar la convergència del protocol.
- ☒ El nombre màxim de salts a una xarxa és de 15.

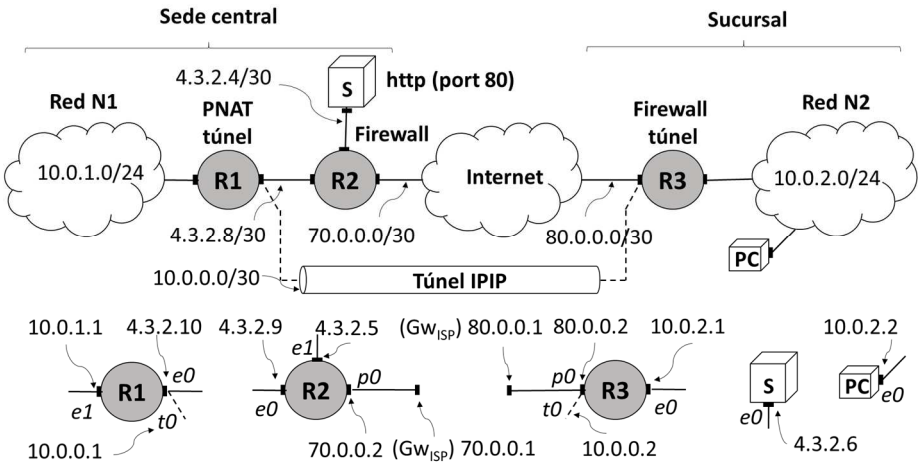
8. Quan un client de xarxa envia un paquet IP d'una xarxa privada a una pública mitjançant un encaminador que implementa PAT (PNAT), l'encaminador:
- ☐ Canvia l'IP de destinació mantenint el port de destinació.
- ☐ Canvia l'IP de destinació mentre es manté l'IP d'origen.
- ☒ Canvia l'IP d'origen i pot canviar el port d'origen.
- ☐ Canvia l'IP d'origen i pot canviar el port de destinació.

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica			25/04/2023
Nom:	Cognom	Grup:	DNI:

Problema 1 (5 puntos)

Configuramos las redes de una empresa (sede central y sucursal) tal como muestra en la figura.

- Para la sede central, el ISP nos asigna el rango 4.3.2.0/28. Además, configuramos los interfaces p0 de R2 con 70.0.0.2/30 y p0 de R3 con 80.0.0.2/30. Para N1 usamos 10.0.1.0/24 y para N2 10.0.2.0/24.
- Establecemos un túnel IPIP entre R1 y R3 en el rango de direcciones 10.0.0.0/30.
- R1 hace funciones de PNAT y *encamina el tráfico con Internet de N1 y N2*.
- R3 también es un firewall que solo permite tráfico entre la red de la sucursal e Internet si es *tráfico del túnel IPIP entre R1 y R3*.
- R2 es un firewall que solo permite tráfico entre la red de la sede central e Internet si cumple alguna de las condiciones siguientes: *(i) tráfico entre clientes Internet y el servidor web de S (http, puerto 80)*; *(ii) tráfico entre clientes internos (TCP o UDP) y servidores en Internet; (iii) tráfico del túnel IPIP entre R1 y R3*.



a) Sin modificar las subredes ya asignadas: ¿Qué otras subredes /30 del rango 4.3.2.0/28 podríamos configurar en la sede central? ¿Podríamos configurar alguna subred /29?

Los rangos /30 disponibles son 4.3.2.0/30 y 4.3.2.12/30. Los últimos 6 bits de los netids de las subredes son: 0000 00 y 0000 11, que no difieren sólo en el último bit, así que NO las podemos agregar en una subred /29. (Además, no son rangos adyacentes, que es una condición necesaria aunque no suficiente. Por ejemplo 4.3.2.8/30 y 4.3.2.12/30 son rangos adyacentes pero no agregables).

b) Dar las tablas de encaminamiento de R1, R2, R3, y PC.

R1

Destino	Mask	Gateway	Iface
10.0.1.0	/24	-	e1
10.0.0.0	/30	-	t0
4.3.2.8	/30	-	e0
10.0.2.0	/24	10.0.0.2	t0
0.0.0.0	/0	4.3.2.9	e0

R2

Destino	Mask	Gateway	Iface
4.3.2.4	/30	-	e1
4.3.2.8	/30	-	e0
10.0.1.0	*/24*	*4.3.2.10*	*e0*
10.0.2.0	*/24*	*4.3.2.10*	*e0*
70.0.0.0	/30	-	p0
0.0.0.0	/0	70.0.0.1	p0

No hacen falta ya que en R2 nunca tendremos que encaminar paquetes con direcciones 10.0.1.0/24 o 10.0.2.0/24 (van dentro del túnel IPIP)

R3

Destino	Mask	Gateway	Iface
80.0.0.0	/30	-	p0
10.0.2.0	/24	-	e0
10.0.0.0	/30	-	t0
0.0.0.0	/0	10.0.0.1	t0
4.3.2.10	/32	80.0.0.1	p0

PC

Destino	Mask	Gateway	Iface
10.0.2.0	/24	-	e0
0.0.0.0	/0	10.0.2.1	e0

Tráfico encaminado por el túnel entre R1 y R3

Sin esta entrada, los paquetes del túnel se volverían a encaminar por el túnel y tendríamos un bucle

c) En PC ejecutamos "`ping 4.3.2.6`" (es decir, hacemos un ping a S). Decir si el paquete ECHO REQUEST viaja por los interfaces de red que aparecen en la tabla (las filas de la tabla están ordenadas temporalmente). Indicar si el paquete es de entrada o salida (IN/OUT) del interfaz, y dar las direcciones IP de dichos paquetes *antes* de entrar (caso IN) o *después* de salir del interfaz (caso OUT).

Interface (ej: PC, e0)	**Sí/No y IN/OUT**	**IP destino**	**IP origen**	**IP destino (cabecera externa)**	**IP origen (cabecera externa)**
PC, e0	Sí, OUT	4.3.2.6	10.0.2.2		
R3, p0	Sí, OUT	4.3.2.6	10.0.2.2	4.3.2.10	80.0.0.2
R2, e0	Sí, OUT	4.3.2.6	10.0.2.2	4.3.2.10	80.0.0.2
R1, e0	Sí, IN	4.3.2.6	10.0.2.2	4.3.2.10	80.0.0.2
R1, e1	No				
R1, e0	Sí, OUT	4.3.2.6	4.3.2.10		
R2, e1	Sí, OUT	4.3.2.6	4.3.2.10		
S, e0	Sí, IN	4.3.2.6	4.3.2.10		

d) Dar las ACLs aplicadas en R2 (interface p0, IN) y R3 (interface p0, IN y OUT)

R2 p0 IN

IP origen/mask o any	**IP destino/mask o any**	**Prot**	**Port origen**	**Port destino**	**Accept/deny**
any	4.3.2.6/32	TCP	>1023 (any)	80	accept
any	4.3.2.0/28 (any)	TCP	<= 1023 (any)	>1023	accept
any	4.3.2.0/28 (any)	UDP	<= 1023 (any)	>1023	accept
80.0.0.2/32	4.3.2.10/32	IPIP	-	-	accept
any	any	any	any	any	deny

R3 p0 IN

IP origen/mask o any	**IP destino/mask o any**	**Prot**	**Port origen**	**Port destino**	**Accept/deny**
4.3.2.10/32	80.0.0.2/32	IPIP	-	-	accept
any	any	any	any	any	deny

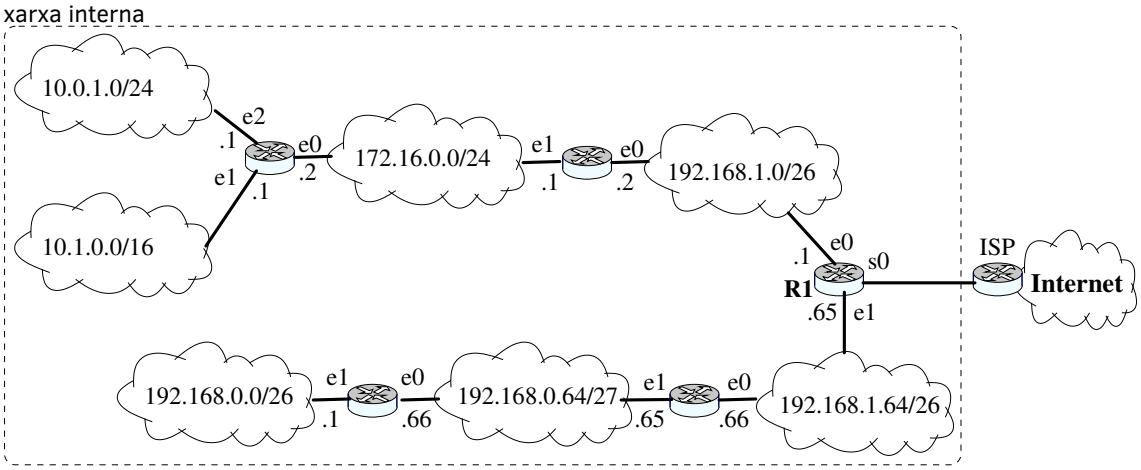
R3 p0 OUT

IP origen/mask o any	**IP destino/mask o any**	**Prot**	**Port origen**	**Port destino**	**Accept/deny**
80.0.0.2/32	4.3.2.10/32	IPIP	-	-	accept
any	any	any	any	any	deny

Control de Xarxes de Computadors (XC)	Grau en Ingeniería Informàtica	25/04/2023	Primavera 2023
Nom	Cognoms	Grup	DNI

Duració: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes en el mateix enunciat.

Problema 2. 2 punts. Tots els apartats valen igual.



En la xarxa interna de la figura tots els routers fan servir el protocol RIP versió 2 amb sumarització de rutes a la classe i split-horizon.

1. Completa la taula d'encaminament del router R1 un cop RIP ha convergit. Fes servir les files que necessitis. En la columna de mètriques posa la mètrica RIP (no la mètrica que fan servir els routers CISCO en la taula d'encaminament, que és la mètrica RIP - 1).

Destinació/màscara	Gateway	Interfície	Mètrica
80.0.0.1/32	-	s0	1
0.0.0.0/0	80.0.0.1	s0	1
192.168.1.0/26	-	e0	1
192.168.1.64/26	-	e1	1
192.168.0.0/24	192.168.1.66	e1	2
10.0.0.0/8	192.168.1.2	e0	3
172.16.0.0/16	192.168.1.2	e0	2

2. Digues en les següents taules quin serà el contingut dels missatges d'update que enviarà R1 per les seves interfícies un cop RIP ha convergit. Fes servir les files que necessitis. Suposa que R1 redistribueix la ruta per defecte, però no la xarxa amb l'ISP.

e0

Destinació/màscara	Mètrica
0.0.0.0/0	1
192.168.1.64/26	1
192.168.0.0/24	2

e1

Destinació/màscara	Mètrica
0.0.0.0/0	1
192.168.1.0/26	1
172.16.0.0/16	2
10.0.0.0/8	3

Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		4/11/2022	Tardor 2022
NOM:	COGNOMS:	GRUP:	DNI:

Durada: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes al mateix enunciat.

Test. (3 punts) Les preguntes valen la meitat si hi ha un error i 0 si n'hi ha més d'un.

1 La xarxa:
- ☒ 10.0.0.0/8 es una xarxa de classe A.
- ☐ 10.0.0.0/6 és una xarxa vàlida.
- ☒ 10.0.0.0/7 és una xarxa vàlida.
- ☒ La xarxa 0.0.0.0/0 en la taula d'encaminament representa a tota la Internet.

2 En quant a fragmentació de paquets IP:
- ☒ El receptor reensambla el paquet IP original.
- ☐ No cal reensamblar els fragments de paquets IP.
- ☐ El darrer router del camí reensambla el fragments de paquets IP.
- ☒ El fragments poden arribar desordenats.

3 Marca les afirmacions correctes sobre broadcast:
- ☐ Els routers no reencaminen paquets IP amb adreces de destí 255.255.255.255.
- ☒ La darrera adreça IP d'un rang de xarxa és la de broadcast.
- ☒ Un client DHCP fa servir broadcast Ethernet per trobar el servidor DHCP que li assignarà l'adreça IP.
- ☒ Fa servir l'adreça IP 255.255.255.255 per fer broadcast a la xarxa local.

4 Marca les afirmacions correctes sobre DHCP:
- ☒ En alguns casos, s'ha de repetir periòdicament l'interacció amb els servers DHCP per mantenir una adreça IP.
- ☐ Permet detectar duplicats de l'adreça IP.
- ☐ Serveix per descobrir l'adreça Ethernet associada a una adreça IP.
- ☒ Fa servir l'adreça IP 255.255.255.255 per fer broadcast a la xarxa local.

5 Marca les afirmacions correctes sobre el protocol RIP versió 2 com el que es fa servir al laboratori:
- ☒ Les actualitzacions de rutes s'envien només a les xarxes directament connectades al router.
- ☒ Si per una interfície de xarxa no arriben els missatges periòdics d'un router durant 180 segons, es considera que el router no és accessible en 1 salt per la interfície.
- ☐ Una xarxa directament connectada és a 0 salts (mètrica 0, sense gw).
- ☒ Una mètrica menor de 16 indica que es pot arribar a una xarxa.

6 En un router amb DNAT (NAT estàtic o Destination NAT), en rebre un paquet IP que va d'una xarxa pública a una privada:
- ☐ Pot canviar el port de destí.
- ☐ Descarta el paquet si poc abans no ha registrat la sortida d'un paquet adreçat a la IP i port origen del paquet.
- ☒ Canvia la IP destí.
- ☒ Canvia la IP origen dels paquets IP de resposta a aquest paquet rebut.

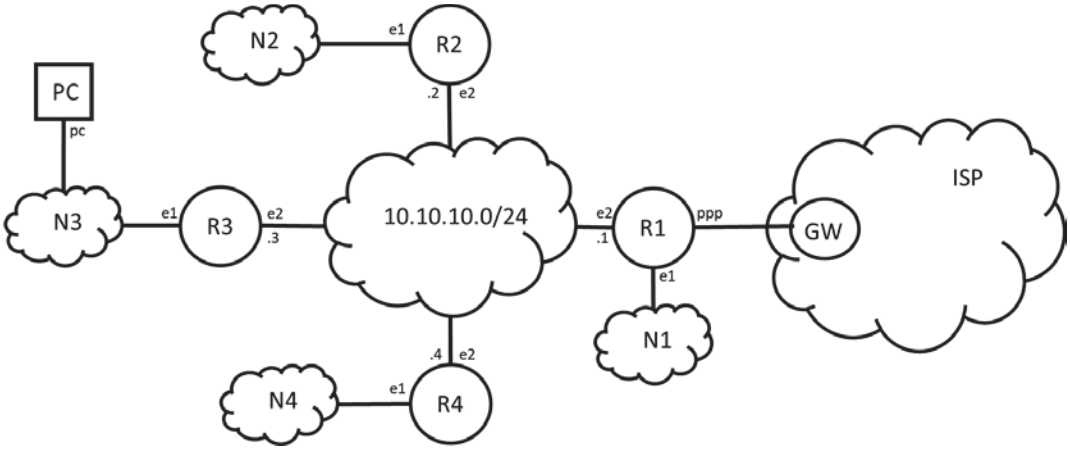
7 En un router que fa PAT (PNAT), en rebre un paquet IP que va d'una xarxa pública a una privada:
- ☐ Canvia la IP i port origen de P1 si poc abans ha registrat la sortida d'un paquet P2 adreçat a la IP i port origen de P1.
- ☒ Canvia la IP i port destí de P1 si poc abans ha registrat la sortida d'un paquet P2 adreçat a la IP i port font origen de P1.
- ☒ Descarta el paquet P1 si no ha registrat poc abans la sortida d'un paquet P2 adreçat a la IP i port origen de P1.
- ☐ Canvia la IP i port destí de P1 si anteriorment (amb qualsevol temps) ha registrat la sortida d'un paquet P2 adreçat a la mateixa IP i port origen de P1.

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		4/11/2022	Tardor 2022
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Problema 1 (5 punts)

La figura mostra una xarxa amb l'accés a Internet a través del router R1. A la figura s'indica el nom de les interfícies dels routers (e1, e2, ppp) i les adreces IP assignades a les interfícies e2 (de la xarxa 10.10.10.0/24).



Es disposa del rang d'adreces IP 88.84.80.0/26. S'assigna a N1 la subxarxa 88.84.80.32/27.

a) (1 punt) Repartir l'adreçament que queda entre les xarxes N2, N3 i N4, de manera que la xarxa N2 pugui allotjar 10 dispositius. Omplir la taula amb les adreces de xarxa i màscara corresponents, així com el nombre màxim de dispositius ("*hosts*") que hi caben.

Xarxa	Adreça de xarxa	Màscara	Nombre dispositius
N1	88.84.80.32	/27	32-3=29
N2	88.84.80.0	/28	16-3=13
N3	88.84.80.16	/29	8-3=5
N4	88.84.80.24	/29	8-3=5

b) (1 punt) El PC utilitza DHCP per obtenir la configuració.

Quina podria ser l'adreça IP del servidor DHCP? R3: 88.84.80.17 (ha d'estar a N3)

Assigna una adreça IP al PC amb seva màscara: 88.84.80.18/29 (per exemple)

Quina és l'adreça IP del router per defecte? R3: 88.84.80.17

L'adreça del servidor DNS és 88.84.80.36. En quina xarxa està? N1

c) (1 punt) Completa les taules d'encaminament dels routers R3 i R1 per tal que totes les xarxes tinguin connectivitat entre elles.

R3		
xarxa	gw	interfície
N3	-	e1
10.10.10.0/24	-	e2
N2	10.10.10.2	e2
N4	10.10.10.4	e2
0.0.0.0/0	10.10.10.1	e2

R1		
xarxa	gw	interfície
N1	-	e1
10.10.10.0/24	-	e2
GW_{ISP}/32	-	ppp
N2	10.10.10.2	e2
N3	10.10.10.3	e2
N4	10.10.10.4	e2
0.0.0.0/0	GW_{ISP}	ppp

d) (1 punt) Les taules ARP de les interfícies e2 dels routers ja tenen la informació corresponent (adreces IP i MAC de les interfícies dels routers de la xarxa 10.10.10.0/24). La resta de taules ARP són buides.
Tot just acabada la inicialització, el PC executa la comanda "*ping www.fib.upc.edu*".
Completar la taula següent amb la seqüència de les trames i paquets IP que passen pel router R3 fins que es rep la resposta de la comanda. El servidor de DNS ja té la informació per resoldre el nom del servidor de la FIB.
Notació: l'adreça IP es representa en majúscula (R3 e1/e2, DNS, PC), la corresponent adreça MAC (Ethernet) en minúscula (r3 e1, r3 e2, dns, pc, respectivament). F i f representen respectivament l'adreça IP i l'adreça Ethernet del servidor web de la FIB.

	Ethernet Header		ARP message		IP Header			data
	Source	Destination	Type	Message	Source	Destination	Protocol	Message
1	pc	FF:FF:FF:FF:FF:FF	Q	R3?				
2	r3 e1	pc	R	r3 e1				
3	pc	r3 e1			PC	DNS	UDP	Web FIB
4	r3e2	r1 e2			PC	DNS	UDP	Web FIB
5	r1 e2	r3 e2			DNS	PC	UDP	F
6	r3 e1	pc			DNS	PC	UDP	F
7	pc	r3 e1			PC	F	ICMP	Echo RQ
8	r3e2	r1 e2			PC	F	ICMP	Echo RQ
9	r1 e2	r3 e2			F	PC	ICMP	Echo RP
10	r3 e1	pc			F	PC	ICMP	Echo RP
11								
12								

e) (1 punt) Després de la comanda anterior, des de PC s'executa "*traceroute 88.84.80.36*". Suposem que la comanda *traceroute* envia datagrames amb un missatge "*ICMP echo request*" i només ho fa un cop amb TTL=1, TTL=2, etc.
Completar la taula següent amb la seqüència de trames i paquets que passen per R3. Posar les adreces IP dels routers numèricament, mentre que pel servidor de DNS (88.84.80.36) posem D i per l'adreça del PC posem PC.

	Ethernet Header		IP Header				data
	Source	Destination	Source	Destination	TTL	Protocol	Message
1	pc	r3 e1	PC	DNS	1	ICMP	ECHO RQ
2	r3 e1	pc	88.84.80.17	PC	(255)	ICMP	Error TTL=0
3	pc	r3 e1	PC	DNS	2	ICMP	ECHO RQ
4	r3 e2	r1 e2	PC	DNS	1	ICMP	ECHO RQ
5	r1 e2	r3 e2	10.10.10.1	PC	(255)	ICMP	Error TTL=0
6	r3e1	pc	10.10.10.1	PC	(254)	ICMP	Error TTL=0
7	pc	r3 e1	PC	DNS	3	ICMP	ECHO RQ
8	r3 e2	r1 e2	PC	DNS	2	ICMP	ECHO RQ
9	r1 e2	r3 e2	DNS	PC	(254)	ICMP	Error TTL=0
10	r3e1	pc	DNS	PC	(253)	ICMP	Error TTL=0
11							
12							

Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		4/11/2022	Tardor 2022
NOM:	COGNOMS:	GRUP:	DNI:

Durada: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes al mateix enunciat.

Problema 2 (2 punts)

Considerant la xarxa del problema 1, a la xarxa N1 es posa un servidor a 88.84.80.34 per aquests serveis: web amb protocol HTTP (ports 80 i 443 per TCP), noms DNS (port 53 per UDP) i correu SMTP (port 25 per TCP).

a) (0.75 punts) Indicar les regles per filtrar correctament el tràfic de servidors que entra per R1 (ACLin per ppp) des d'Internet, abans d'aplicar NAT:

IP origen	Port origen	IP/màscara destí	Port destí	Protocol	Acció (allow/deny)
any	> 1023	88.84.80.34/32	80	TCP	allow
any	> 1023	88.84.80.34/32	443	TCP	allow
any	> 1023	88.84.80.34/32	53	UDP	allow
any	> 1023	88.84.80.34/32	25	TCP	allow
any	any	any	any	any	deny

Per permetre que PCs de la empresa es puguin connectar a través d'Internet des d'una xarxa externa, s'ha afegit un sistema de túnels IPIP a R1 (IP: 88.84.80.33). Assumirem que aquests PCs tenen una adreça IP pública a la interfície ethernet de la seva xarxa d'origen.
Un PC està a una xarxa externa 190.0.0.0/24 i l'administrador de xarxa configura un túnel entre el PC i R1. Quan el PC crea el túnel, volem que tot el tràfic del PC a qualsevol destinació que no sigui la seva mateixa xarxa (és a dir, tant a la xarxa de la figura com a Internet) passi per R1, per tal que es pugui filtrar per seguretat.
b) (0.75 punts) Com seria la taula d'encaminament del primer PC que es connecta des d'un lloc remot:

IP	Bits xarxa (/n)	Gateway	Interfície
192.168.1.0	30	-	tun0
190.0.0.0	24	-	eth0
88.84.80.33	32	190.0.0.1	eth0
0.0.0.0	0	192.168.1.1	tun0

c) (0.5 punts) Fent servir les comandes: "`route` *C* `default gw` *IP* `dev` *D*" amb *C:* `add`/`delete`, *D:* `eth0`/`tun0`
Com s'hauria de canviar la ruta per defecte al PC perquè només el tràfic que va a les xarxes N1-N4 del problema 1 anés pel túnel i la resta de tràfic sense túnel?

sudo route delete default gw 192.168.1.1 dev tun0
sudo route add default gw 190.0.0.1 dev eth0
sudo route add 88.84.80.0 255.255.255.192 gw 192.168.1.1 tun0

Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		5/4/2022	Primavera 2022
NOM:	COGNOMS:	GRUP	DNI

Durada: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes al mateix enunciat.

Test. (4 punts) Les preguntes valen la meitat si hi ha un error i 0 si n'hi ha més d'un.

1. Si un paquet IP de 1250 bytes a 100 Mbps triga a enviar-se 0,1 ms i el temps de propagació entre extrems d'una xarxa és de 0,5 ms, quin serà el retard mínim si hi ha 3 routers al camí?
☐ 0,7 ms
☐ 0,8 ms
☒ 0,9 ms
☐ 1 ms

2. La sumarització a la classe de les adreces IP:
☐ 10.0.0.0/24 i 10.0.1.0/24 és 10.0.0.0/16.
☒ 10.0.0.0/24 i 10.0.1.0/24 és 10.0.0.0/8.
☐ 192.168.10.0/24 i 192.168.11.0/24 és 192.168.10.0/23.
☒ 192.168.10.0/24 i 192.168.11.0/24 no es poden sumaritzar.

3. Quan es fragmenta un paquet IPv4 al camí d'origen a destí, en arribar a destí:
☐ Tots els fragments del mateix paquet han de tenir el mateix TTL.
☒ Tots els fragments del mateix paquet han de tenir el mateix identificador de fragment.
☐ Tots els fragments del mateix paquet han de tenir el mateix fragment offset.
☐ El paquet sol arribar reassemblat al destí per el darrer router.

4. Marca les afirmacions correctes sobre el protocol ARP:
☒ Els clients comencen enviant missatges broadcast, a l'adreça MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF.
☐ ARP pot configurar diversos paràmetres d'un host, no només assignar l'adreça IP.
☐ ARP pot trobar l'adreça IP d'un host a partir de la seva adreça MAC.
☒ Pot trobar l'adreça MAC associada a una adreça IP a la xarxa local.

5. Marca les afirmacions correctes sobre la comanda traceroute:
☐ Envia paquets IP amb el flag "Don't Fragment".
☒ La ruta dels paquets IP cap a un destí pot seguir o no la ruta indicada pel resultat de la comanda.
☒ Envia paquets IP amb TTL creixent i espera com a resposta ICMP error: time exceeded.
☐ Mira les taules de routing per trobar el camí.

6. Marca les afirmacions correctes sobre el "Gratuitous ARP":
☐ Es fa periòdicament per verificar que el router per defecte està connectat.
☒ Després d'activar una interfície per DHCP, permet detectar duplicitat de l'adreça IP.
☒ No cal esperar a haver d'enviar un paquet IP a un altre host.
☐ S'envia quan es fa un ping a una adreça IP de la mateixa xarxa.

7. Marca les afirmacions correctes sobre el protocol RIP versió 2:
☐ Les actualitzacions de rutes s'envien a tots els routers de la xarxa, no només als veïns.
☒ Les actualitzacions de rutes s'envien periòdicament encara que no hi hagi canvis.
☒ Una xarxa directament connectada és a 1 salt (mètrica 1).
☒ Una mètrica 16 indica que no hi ha connexió.

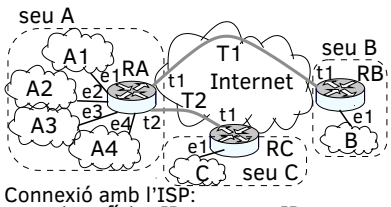
8. Marca les afirmacions correctes sobre el mecanisme DNAT en un router en rebre un paquet IP que va d'una xarxa pública a una privada:
☐ Canvia la IP origen.
☐ Canvia la IP origen i destí.
☒ Canvia la IP destí.
☒ Canvia IP origen de paquets de resposta sortints.

Control de Xarxes de Computadors (XC)	Grau en Ingeniería Informàtica	05/04/2022	Primavera 2022
Nom	Cognoms	Grup	DNI

Duració: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes en el mateix enunciat.

Problema 1. 5 punts. Tots els apartats valen igual.

Suposa una xarxa corporativa formada per 3 seus A, B, C com mostra la figura. La seu A té 4 xarxes, Ai, $i = \{1, 2, 3, 4\}$, B i C tenen 1 xarxa. Es vol fer un esquema d'adreçament de forma que les 3 seus tinguin un bloc d'adreces de la mateixa mida de l'adreça base 172.16.0.0/16. Es vol que les xarxes tinguin adreces numèricament en ordre creixent en aquest ordre: $A1 < A2 < A3 < A4 < B < C$. La primera adreça IP disponible s'assigna a la interfície del router de la xarxa. Les seus estan connectades amb els túnels $T1, T2$ (veure la figura), configurats respectivament amb les IPs 192.168.j.0/24, $j = \{1, 2\}$. La figura mostra també el nom de les interfícies dels routers (e1, t1, etc.). Es vol que tots els PCs tinguin accés a les subxarxes de totes les seus, i Internet.



Connexió amb l'ISP:

	interfície	IP_{router}	IP_{ISP}
RA	ppp0	1.0.0.2/30	1.0.0.1/30
RB	ppp0	2.0.0.2/30	2.0.0.1/30
RC	ppp0	3.0.0.2/30	3.0.0.1/30

1. Digues quin serà el bloc d'adreces assignat a cada seu A, B, C en el format adreça/màscara, si volem que els blocs d'adreces siguin el més grans possible, i que els blocs siguin d'adreces consecutives.

A	172.16.0.0/18	B	172.16.64.0/18	C	172.16.128.0/18

2. Digues quines serien les adreces de les subxarxes de la seu A fent servir la taula següent. Es vol que quedi el màxim nombre possible d'adreces sense assignar a les subxarxes. En la taula **#PCs** és el nombre de PCs que es vol posar en la subxarxa, **#hostid** és el nombre de bits del hostid, **#IPs** és el nombre d'IPs de la subxarxa, **#masc** és el nombre de bits de la màscara (#masc+#hostid=32), **#subnetid** és el nombre de bits del hostid afegits al netid de l'adreça base 172.16.0.0/16 (16+#subnetid=#masc), **subnetid en binari** és el valor dels bits del subnetid i **adreça subxarxa** és l'adreça de xarxa amb la notació decimal amb punts.

	#PCs	#hostid	#IPs	#masc	#subnetid	subnetid en binari	adreça subxarxa
$A1$	100	7	128	25	9	00|0000000	172.16.0.0
$A2$	200	8	256	24	8	00|000001	172.16.1.0
$A3$	1000	10	1024	22	6	00|0001	172.16.4.0
$A4$	5000	13	8×1024	19	3	00|1	172.16.32.0

3. Suposa que es vol afegir una xarxa en la seu A amb les adreces que han quedat lliures. Digues quina seria l'adreça/màscara de la subxarxa més gran que es podria afegir, i quantes IPs tendria la subxarxa.

adreça/màscara	#IPs
172.16.16.0/20	4096

Per tenir la subxarxa més gran hem d'agafar el subnetid més petit. El subnetid més petit (en bits) que queda lliure és 0001. Per tant la subxarxa a afegir seria 172.16.16.0/20. La subxarxa té un hostid=12 bits, per tant, $2^{12} = 4 \times 1024 = 4096$ adreces.

4. Suposa que en la configuració dels routers les xarxes que no estan directament connectades s'han afegit manualment (encaminament estàtic), de forma que el nombre d'entrades de les taules d'encaminament sigui el més petit possible. Digues quina serà la taula d'encaminament del router RA en la taula de sota. Fes servir les files que necessitis. Nota: en les taules d'encaminament pots posar el nom de les xarxes definides anteriorment ($A1$, $T1$, B, etc) en comptes de l'adreça IP/mascara.

5. Ídem per el router RB.

Router RA

Destinació/màscara	Gateway	Interfície
$A1$	-	e1
$A2$	-	e2
$A3$	-	e3
$A4$	-	e4
$T1$	-	t1
$T2$	-	t2
B	192.168.1.2	t1
C	192.168.2.2	t2
1.0.0.0/30	-	ppp0
0.0.0.0/0	1.0.0.1	ppp0

Router RB

Destinació/màscara	Gateway	Interfície
B	-	e1
$T1$	-	t1
172.16.0.0/16	192.168.1.1	t1
2.0.0.0/30	-	ppp0
0.0.0.0/0	2.0.0.1	ppp0

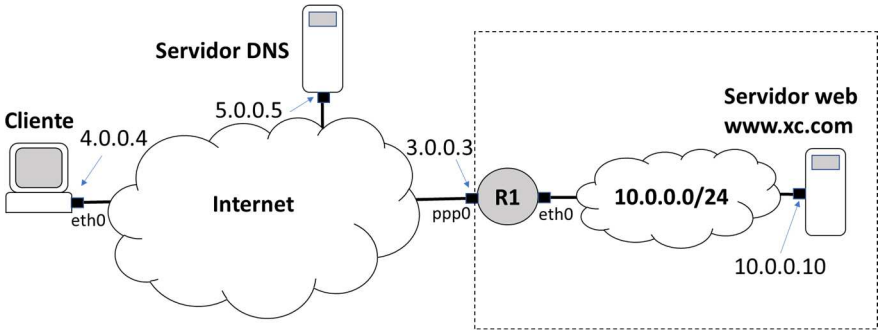
6. Suposa que el servidor de noms (well known port 53) de la xarxa corporativa està en la subxarxa C. Omple la taula següent amb el valor que tindrà un missatge DNS-Request enviat per un PC de $A1$ al servidor de noms quan surt del router RA. Suposa un valor vàlid per a les adreces IP del servidor DNS de C i el PC de $A1$.

adreça de PC1	adreça del servidor de DNS
172.16.0.2	172.16.128.2

capçalera IP externa			capçalera IP interna			port	
adreça origen	adreça destinació	protocol	adreça origen	adreça destinació	protocol	origen	dest.
1.0.0.2	3.0.0.2	IPIP	172.16.0.2	172.16.128.2	UDP	2000	53

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		5/4/2022	primavera 2022
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

P2: Tenemos la red que se muestra en la figura:



Para que "www.xc.com" sea accesible desde Internet, configuramos NAT en el interfaz *ppp0* de R1, añadiendo la entrada DNAT : **"10.0.0.10:80 <-> 3.0.0.3:80"**. NO usamos ACLs.

Desde el cliente iniciamos una conexión usando un navegador que conecta a "http:// www.xc.com". La secuencia de paquetes generados es:

- El cliente envía una petición (*query*) al servidor DNS y recibe una respuesta (*response*).
- El cliente envía un paquete TCP al servidor web con puerto de origen **2000** y puerto de destino **80**, y recibe un paquete TCP del servidor web como respuesta.

b) Indica las siguientes tablas los paquetes IP que se observarían por los interfaces *eth0* del cliente y *ppp0* y *eth0* del router R1. Los paquetes se consideran *In* si entran al interfaz desde el exterior, y se consideran *Out* en caso contrario. En el caso del interfaz *ppp0,* dar las direcciones de los paquetes *Out* **después** del NAT y las de los paquetes *In* **antes** del NAT. NO hace falta mostrar los mensajes ARP.

Cliente, eth0					
In/out	@IP origen	@IP destino	TCP/ UDP	Si TCP:puertos origen y destino	Si DNS:query/response e información
Out	4.0.0.4	5.0.0.5	UDP		Query, "www.xc.com"
In	5.0.0.5	4.0.0.4	UDP		Response, "3.0.0.3"
Out	4.0.0.4	3.0.0.3	TCP	2000/80	
In	3.0.0.3	4.0.0.4	TCP	80/2000	

R1, ppp0					
In/out	@IP origen	@IP destino	TCP/ UDP	Si TCP:puertos origen y destino	Si DNS:query/response e información
In	4.0.0.4	3.0.0.3	TCP	2000/80	
Out	3.0.0.3	4.0.0.4	TCP	80/2000	

R1, eth0					
In/out	@IP origen	@IP destino	TCP/ UDP	Si TCP:puertos origen y destino	Si DNS: query/response e información
Out	4.0.0.4	10.0.0.10	TCP	2000/80	
In	10.0.0.10	4.0.0.4	TCP	80/2000	

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		09/11/2021	Tardor 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts.

Test (3 punts). Les preguntes valen la mitat si hi ha un error i 0 si hi ha més d'un error a la resposta.

1. En una xarxa de commutació de paquets en mode datagrama (xarxa IP)
- ☐ Cada paquet d'una comunicació extrem a extrem va identificat amb el mateix identificador de fragment.
- ☐ Els paquets d'una mateixa comunicació extrem a extrem segueixen el mateix camí dins la xarxa.
- ☐ Els paquets d'una mateixa comunicació extrem a extrem són processats en tots els routers per on passen.
- ☐ Alguns paquets es poden perdre però arriben al destinatari sempre ordenats.

2. Dos dispositius estan connectats a través d'un router. Suposem que el temps de propagació extrem a extrem és zero, que el router no afegeix retard a les cues i que la velocitat de transmissió dels enllaços és 10 Mbps.
- ☐ Si el paquet té 1400 octets (bytes) el temps de transmissió del paquet és 0'14ms
- ☐ Si el paquet té 1400 octets (bytes) el temps de transmissió del paquet és 1'12ms.
- ☐ Si el paquet té 1400 octets (bytes) el temps total fins que ha arribat a l'altre extrem és 2'24ms.
- ☐ Si es transmeten dos paquets de 700 octets (bytes) el temps total fins que el segon paquet arriba a l'altre extrem és 1'68ms.

3. El model de referència ISO defineix 7 nivells: físic, enllaç de dades, xarxa, transport, sessió, presentació i aplicació.
- ☐ Tots els dispositius d'usuari i els routers de la xarxa gestionen (implementen) els 7 nivells.
- ☐ El model de referència TCP/IP agrupa els nivells de sessió, presentació i aplicació en un únic nivell d'aplicació.
- ☐ Tots els routers gestionen els nivells físic, enllaç de dades, xarxa i transport.
- ☐ El nivell de transport només el gestionen els dispositius d'usuari ("*hosts*").

4. Si la MTU ("*Maximum Transmission Unit*") és 1448, i es vol transmetre un datagrama amb un camp de dades de:
- ☐ 1400 octets (bytes) no caldrà fer fragmentació.
- ☐ 1440 octets (bytes) no caldrà fer fragmentació.
- ☐ 4912 octets (bytes) hi haurà fragmentació i es transmetran 4 datagrames (fragments).
- ☐ 4912 octets (bytes) hi haurà fragmentació i es transmetran 5 datagrames (fragments).

5. Marcar tots els blocs d'adreces següents que inclouen l'adreça 171.15.66.234
- ☐ 128.0.0.0/2
- ☐ 171.15.0.0/16
- ☐ 171.15.0.0/17
- ☐ 171.15.0.0/18
- ☐ 171.15.66.0/28
- ☐ 171.15.64.0/18
- ☐ 171.15.66.224/27
- ☐ 171.15.66.234/32

6. Sobre el model de comunicació client-servidor.
- ☐ Un host pot actuar a la vegada com a client i com a servidor.
- ☐ Els paquets d'una comunicació entre processos client i servidor s'identifiquen amb les adreces IP origen i destinació, els ports de client i de servidor, i el protocol.
- ☐ Un dispositiu pot establir moltes comunicacions com a client amb el mateix servidor i protocol.
- ☐ Un dispositiu amb una única adreça IP pot mantenir simultàniament moltes comunicacions client-servidor amb molts servidors diferents.

7. Sobre el protocol IP.
- ☐ És un protocol orientat a la connexió.
- ☐ És un protocol d'aplicació entre el client i el servidor.
- ☐ És un protocol que no proporciona una comunicació fiable.
- ☐ És un protocol amb adreces de longitud variable.

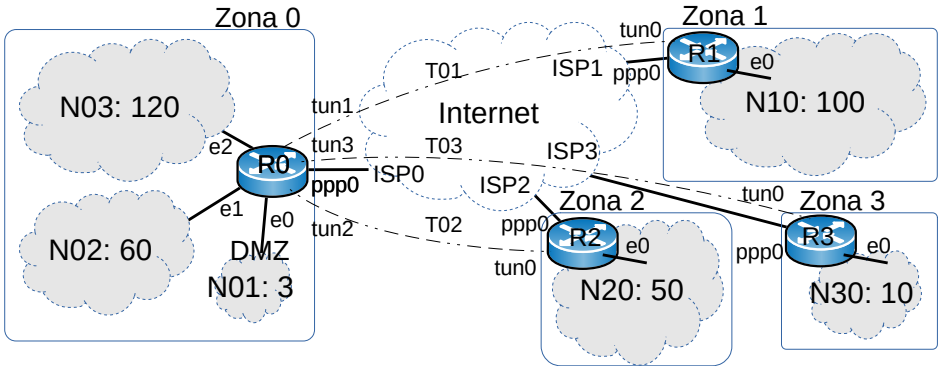
8. Sobre el protocol ARP (*Address Resolution Protocol*).
- ☐ El protocol utilitza datagrames de *broadcast* per resoldre l'adreça de destinació.
- ☐ Els missatges *ARP Request* utilitzen trames Ethernet de *broadcast*.
- ☐ S'utilitza per trobar l'adreça MAC (física) associada a una adreça IP de la mateixa xarxa.
- ☐ La taula ARP conté l'associació adreça MAC – adreça IP si la comunicació està activa (amb intercanvi de trames).

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/11/2021	Tardor 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 1 (5 punts)

Una empresa de serveis internet té 4 zones *Z={0..3}*: una seu (zona 0) amb el personal de gestió i sistemes, prepara una nova xarxa global amb servidors a 3 països (zones 1, 2, 3) segons la figura.



Per cada xarxa la figura indica el nombre de hosts màxim que s'esperen connectar (per ex. N10: 100).
L'adreçament de cada xarxa es fan amb adreces privades classe C de rangs que comencen per 192.168.
Cada zona té assignada una xarxa: zona ***Z*** 192.168.***Z***.0/24. Per exemple 192.68.0.0/24 a la zona 0.
Cada ISP***Z*** assigna la IP pública 200.100.***Z***.2 a R***Z***. Per exemple ISP0 assigna 200.100.0.2 a R0.
Cada zona esta interconnectada amb la seu central per internet amb un túnel IPinIP.

a) (1 punt) Assigna rangs d'adreces privades a cada subxarxa de forma compacta (sense forats a cada zona i mínim forat entre zones) per permetre l'agregació per zones als routers.

Xarxa	Adreça/màscara
N03	192.168.0.0/25
N02	192.168.0.128/26
N01	192.168.0.192/29
N10	192.168.1.0/25
N20	192.168.2.0/26
N30	192.168.3.0/28
T01	192.168.4.0/30
T02	192.168.5.0/30
T03	192.168.6.0/30

b) (0.25 punts) Quin és el rang agregat d'adreces per la zona 0 i perquè?

Z0: 192.168.0.0/24, una classe C.

c) (0.5 punts) Si es fa servir RIPv2 amb split horizon per anunciar totes les xarxes, també les estàtiques, tenint en compte l'agregació a la classe de RIP. Quin serà el contingut dels missatges que s'enviaran al túnel entre les zones 0 i 1? Dona la resposta en forma *(Xzn, m)*, 0/0 és ruta per defecte, i *m* és la mètrica.

R0 envia: (Z0, 1), (Z2, 2), (Z3, 2), (192.168.5.0/24, 1), (192.168.6.0/24, 1), (0/0, 1)

R1 envia: (Z1, 1), (0/0, 1)

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/11/2021	Tardor 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

d) (1 punt) Completar la taula d'encaminament de R1 una vegada la xarxa ha arribat al equilibri:

Xarxa	Gateway	Interface	Mètrica
N10	--	e0	1
Z2	192.168.4.1	tun0	3
Z3	192.168.4.1	tun0	3
Z0	192.168.4.1	tun0	2
T01	--	tun0	1
192.168.5.0/24	192.168.4.1	tun0	2
192.168.6.0/24	192.168.4.1	tun0	2
ISP1	--	ppp0	1
0/0	ISP1-gw	ppp0	1

e) (0.75 punts) Es fa servir PAT a cada router connectat a internet. Indica el valor de la capçalera IP externa dels datagrames que entren i surten de R0 si un client de la xarxa N03 fa:
Cas 1: una connexió TCP cap a un servidor a internet (1.2.3.4:80)
Cas 2: una connexión a un servidor a N3.

Cas1

Interface	IP origen	IP destí	Protocol
e2	192.168.0.2	1.2.3.4	TCP
ppp0	200.100.0.2	1.2.3.4	TCP

Cas 2:

Interface	IP origen	IP destí	Protocol
e2	192.168.0.2	192.168.3.10	TCP
ppp0	200.100.0.2	200.100.3.2	IPIP

f) (0.25 punts) Si volem permetre connexions des d'internet només a servidors de la DMZ (N01) a la Zona 0, quin mecanisme cal activar al router?
DNAT

g) (0.75 punts) Indicar les regles per filtrar correctament el tràfic de servidors que surt per R0 (ACLin per e0) cap a Internet, abans d'aplicar NAT:
web: HTTP ports 80 i 443 per TCP, noms: DNS, port 53 per UDP, correu: SMTP, port 25 per TCP.

IP origen	Port origen	IP destí	Port destí	Protocol	Acció (allow/deny)
N01	80	any	> 1023	TCP	allow
N01	443	any	> 1023	TCP	allow
N01	53	any	> 1023	UDP	allow
N01	25	any	> 1023	TCP	allow
any	any	any	any	any	deny

g) (0.5 punts) Per millorar el rendiment hem afegit un túnel T12 entre la zona 1 i la zona 2.
Quines entrades canvien a la taula de routing de R1? Posar només les files noves o canviades.

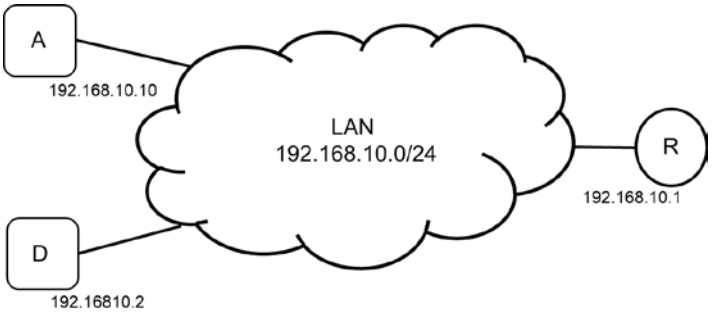
Xarxa	Gateway	Interface	Mètrica
T12	--	tun1	1
N2	192.168.7.1	tun1	2

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/11/2021	Tardor 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts.

Problema 2 (2 punts)

La figura mostra una xarxa local amb l'accés a Internet a través del router R. A és un dispositiu i D és el servidor DNS de la xarxa. La xarxa s'acaba d'inicialitzar. R i D estan correctament configurats, A rep la configuració via DHCP i totes les taules ARP estan buides.



a) Tot just acabada la inicialització, el dispositiu A executa la comanda "*ping www.fib.upc.edu*". Completar la taula següent amb la seqüència de les trames i paquets IP que passen per la xarxa local fins que es rep la resposta de la comanda. D té la informació per resoldre el nom del servidor de la FIB.
Notació: l'adreça IP es representa en majúscula (R, D, A), la corresponent adreça MAC (Ethernet) en minúscula (r, d, a, respectivament). F i f representen respectivament l'adreça IP i l'adreça Ethernet del servidor web de la FIB.

	Ethernet Header		ARP message		IP Header			data
	Source	Destination	Type	Message	Source	Destination	Protocol	Message
1	a	FF:FF:FF:FF:FF:FF	REQ	D?				
2	d	a	RESP	D -> d				
3	a	d			A	D	UDP	DNS RQ
4	d	a			D	A	UDP	F
5	a	FF:FF:FF:FF:FF:FF	REQ	R?				
6	r	a	RESP	R -> r				
7	a	r			A	F	ICMP	Echo RQ
8	r	a			F	A	ICMP	Echo RP
9								

b) Suposem que el servidor DNS local (D) no té la informació (www.fib.upc.edu -> F) i l'ha de demanar al servidor extern dns.edu (E, e). Completar la taula anterior amb les trames Ethernet i paquets IP que passen per la xarxa local indicant on s'han de posar en la seqüència de la taula anterior (indicar el número de línia).

	Ethernet Header		ARP message		IP Header			data
	Source	Destination	Type	Message	Source	Destination	Protocol	Message
3	d	FF:FF:FF:FF:FF:FF	REQ	R?				
3.1	r	d	RESP	R -> r				
3.2	d	r			D	E	UDP	DNS RQ
3.3	r	d			E	D	UDP	F
4	d	a			D	A	UDP	F

Primer control de Xarxes de Computadors (XC), Grado en Ingeniería Informática		20/04/2021	Primavera 2021
NOMBRE:	APELLIDOS:	GRUPO	DNI

Duración: 1h30m. El test se recogerá en 25 minutos. Responder los problemas en el mismo enunciado.

Test. (3,5 puntos) Las preguntas valen la mitad si hay un error y 0 si hay más de uno.

1. Marca las afirmaciones correctas sobre rangos de direcciones del protocolo IP:
- ☐ La red 14.0.0.0/8 es clase B.
- ☒ La red 14.0.0.0/8 es clase A.
- ☒ La red 192.168.0.0/24 es privada.
- ☒ La subred 1.1.1.252/30 es válida.

2. La sumarización a la clase de las direcciones IP:
- ☐ 147.83.0.0/24 y 147.83.1.0/24 es 147.83.0.0/23.
- ☒ 147.83.0.0/24 y 147.83.1.0/24 es 147.83.0.0/16.
- ☐ 147.83.0.0/24 y 147.83.1.0/24 es 147.83.0.0/8.
- ☐ 147.83.0.0/24 y 147.183.1.0/24 es 147.83.0.0/8.

3. Cuando se fragmenta un paquete IPv4 en el camino de origen a destino, al llegar a destino:
- ☒ No todos los fragmentos del mismo paquete han de tener el mismo TTL.
- ☒ Todos los fragmentos del mismo paquete tienen el mismo identificador de fragmento.
- ☐ Todos los fragmentos del mismo paquete tienen el mismo fragment offset.
- ☐ Todos los fragmentos del mismo paquete tienen los mismos flags.

4. Marca las afirmaciones correctas sobre el protocolo DHCP:
- ☒ Los clientes comienzan enviando mensajes broadcast, a la dirección IP 255.255.255.255.
- ☒ DHCP puede configurar varios parámetros de un host, no solo asignar dirección IP.
- ☒ En una red pueden haber múltiples servidores DHCP y responder todos.
- ☐ Clientes y servidores comienzan enviando mensajes a la dirección IP de broadcast de su red IP.

5. Marca las afirmaciones correctas sobre el comando ping:
- ☐ Envía paquetes IP con el flag “Don't Fragment”.
- ☐ Si no hay respuesta, indica que no pueden llegar paquetes IP a la dirección IP de destino.
- ☐ Envía paquetes IP con TTL creciente y espera como respuesta ICMP error: time exceeded.
- ☒ Envía ICMP echo request y espera como respuesta ICMP echo reply.

6. Marca las afirmaciones correctas sobre el “Gratuitous ARP”:
- ☐ Permite hacer ping a otras direcciones por ARP.
- ☒ Cuando se activa un interfaz, por ejemplo por DHCP, permite detectar conflicto por duplicidad.
- ☒ Se envía sin esperar a tener que enviar un paquete IP a otro host.
- ☐ Se envía cuando se hace un ping a una dirección IP de la misma red.

7. Marca las afirmaciones correctas sobre el protocolo RIP versión 2:
- ☒ Las actualizaciones de rutas se envían solo a los vecinos.
- ☒ Las actualizaciones de rutas también se envían periódicamente aunque no haya cambios.
- ☒ El método “split horizon” sirve para reducir el tiempo de convergencia.
- ☐ El número máximo de saltos en una red es 16.

8. Marca las afirmaciones correctas sobre el mecanismo PAT en un router al salir un paquete IP de una red privada a una pública:
- ☐ Cambia la IP origen manteniendo siempre el puerto de origen.
- ☒ Cambia la IP origen manteniendo siempre el puerto de destino.
- ☒ Cambia la IP origen pudiendo cambiar el puerto de origen.
- ☐ Cambia la IP origen pudiendo cambiar el puerto de destino.

Control de Xarxes de Computadors (XC)	Grau en Ingeniería Informàtica	20/04/2021	Primavera 2021
Nom	Cognoms	Grup	DNI

Duració: 1h30m. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre els problemes en el mateix enunciat.

Problema 1. 4 punts. Tots els apartats valen igual. Escriu al dors si necessites més espai. Indica si necessites alguna dada que no dóna l'enunciat.

Una xarxa comunitària (per exemple guifi.net) consisteix en una infraestructura de xarxa construïda pels mateixos usuaris. En aquest context és normal fer servir el terme *node* per referir-se als routers que els usuaris afegeixen per construir la infraestructura comunitària. Suposa una xarxa comunitària on s'assignen blocs d'adreces IP de la xarxa 10.0.0.0/8 a zones geogràfiques. Els routers dels nodes es configuren perquè totes les zones de la xarxa comunitària siguin accessibles. Quan un usuari afegeix un node a una zona se li assignen adreces del bloc. Suposa que una zona *Z* té assignat el bloc 10.1.8.0/21, i als nodes d'aquesta zona s'assignen seqüencialment subxarxes /27, començant per les numèricament més petites. És a dir, al primer node que es crea en la zona *Z* s'assigna la subxarxa 10.1.8.0/27, i així successivament. Contesta les següents preguntes, justifica les respostes.

1. Quants nodes es poden crear en la zona *Z*? És a dir, quantes subxarxes /27 es poden crear en el bloc 10.1.8.0/21?

   subnetid $= 27 - 21 = 6$ bits
   Es poden crear $2^6 = 64$ subxarxes, per tant, 64 nodes.

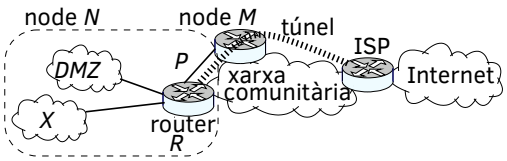
2. Quina és l'adreça que s'assignarà a l'últim node de la zona *Z*? És a dir, quina és la última subxarxa /27 del bloc 10.1.8.0/21? Dóna la resposta amb la notació amb punts.

   El subnetid de la subxarxa assignada a l'últim node serà 111.111_2, on el punt separa els bits del byte 3 i 4.
   En decimal: $111_2 = 7$ i $1110000_2 = 128 + 64 + 32 = 224$
   Per tant, la subxarxa assignada a l'ultim node serà: `10.1.(8+7).(0+224) = 10.1.15.224/27`

3. Suposa que es crea un node *N* en la zona *Z* i obté la subxarxa 10.1.11.32/27. Quants nodes hi ha en *Z* un cop creat el node *N*?

   $11 = 8 + 2 + 1 = \underline{1011}_2$ i $32 = \underline{0010}000_2$, on s'han subratllat els bits que pertanyen al subnetid.
   El subnetid és $011001_2 = 16 + 8 + 1 = 25$. Per tant, s'han creat 26 nodes (que tenen subnetid en decimal: 0, 1, $\cdots 25$).

4. Suposa que un node *N* obté la IP 10.1.8.0/27, i vol utilitzar les adreces d'aquest bloc per a les subxarxes *P*, *DMZ* i *X* que mostra la figura; on: *P* és un enllaç punt a punt amb un altre node *M* de la xarxa comunitària; *DMZ* és una xarxa on hi haurà 2 servidors, i *X* és una xarxa tan gran com sigui possible, amb les adreces de 10.1.8.0/27 que quedin disponibles. Omple la taula següent amb les adreces de les subxarxes, tenint en compte que es vol que estiguin ordenades numèricament en odre creixent (*P* les més petites, *X* les més grans).



xarxa	adreça IP/mask
P	10.1.8.0/30
DMZ	10.1.8.8/29
X	10.1.8.16/28

xarxa	subnetid (bits)
P	000xx
DMZ	01xxx
X	1xxxx

Amb /29 en la *DMZ* hi podem posar $2^3 - 2 - 1 = 5$ dispositius.

5. En la xarxa comunitària hi ha un ISP que dóna un servei d'accés a Internet (notar que hi pot haver altres ISPs). Els usuaris que contracten el servei d'aquest ISP obtenen una IP pública fixa (diferent per a cada node), i accedeixen al router de l'ISP amb un túnel IPinIP que connecta el router del node de l'usuari amb l'ISP a través de la xarxa comunitària. L'ISP encamina els datagrames de la sortida dels túnels cap a Internet. Pel node *N* de l'apartat 4, en el costat de l'ISP s'ha creat la interfície túnel `tunN` amb la IP local (entrada al túnel): 10.30.30.1; i la IP remota (sortida del túnel): 10.1.8.1. Per exemple, `tunN` es podria crear amb la comanda:
   `ISP# ip tunnel add tunN mode ipip local 10.30.30.1 remote 10.1.8.1`
   Digues quines seran les adreces IP que s'hauran de fer servir al crear la interfície túnel en el router *R* del node *N*:

IP local (entrada al túnel)	10.1.8.1
IP remota (sortida del túnel)	10.30.30.1

Es configuraran les mateixes IPs que a l'altra costat del túnel amb l'ordre canviat

6. Suposa que al node *N* de l'apartat 4 l'ISP ha assignat l'adreça IP fixa 40.0.0.35 per accedir a Internet. Justifica per què el router *R* del node *N* haurà de fer PAT (port-NAT) quan s'envien datagrames pel túnel cap a l'ISP. Explica quin és el canvi d'adreces que es farà als datagrames que surten del router *R*, tot indicant en la taula següent si el canvi es farà en la capçalera externa o interna, si el canvi es farà en l'adreça IP origen o destinació, i quina és l'adreça IP a la que es farà el canvi.

capçalera (interna/externa)	interna
adreça (origen/destinació)	origen
adreça IP a la que es canvia	40.0.0.35

Haurà de fer PAT amb la única adreça pública que té el node *N*: 40.0.0.35. El canvi es farà en l'adreça origen de la capçalera interna, que és la capçalera que l'ISP enviarà cap a Internet a la sortida del túnel.

7. Suposa que en el node *N* de l'apartat 4 un PC de la xarxa *X* té l'adreça IP 10.1.8.18. Des d'aquest PC s'executa la comanda ping 147.83.10.10. Digues quines seran les adreces IP de la capçalera externa i interna del missatge ping que enviarà el router *R* del node *N* cap a l'ISP de la xarxa comunitària.

capçalera externa		capçalera interna	
adreça origen	adreça destinació	adreça origen	adreça destinació
10.1.8.1	10.30.30.1	40.0.0.35	147.83.10.10

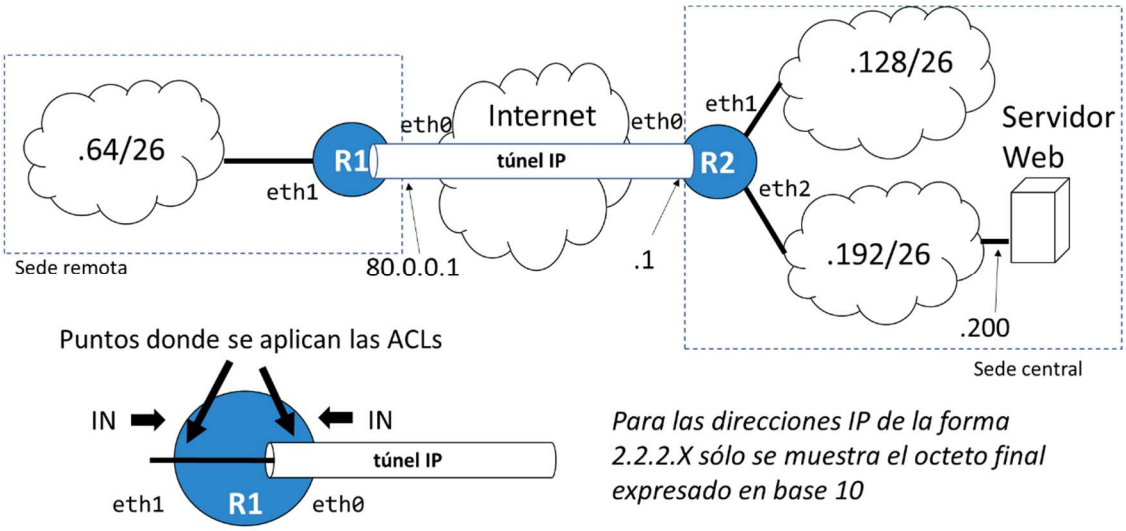
El PAT del router *R* canviarà la IP origen 10.1.8.18 per 40.0.0.35 en la capçalera interna (farà PAT a l'encaminar per la interfície del túnel, per exemple `tun0`).

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		20/4/2021	Primavera 2021
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 1h30m total. El test es recollirà en 25 minuts.

P2 (2,5 puntos). Conectamos una red situada en una sede remota de una empresa (red de la izquierda en la figura) con la central (redes de la derecha). Dicha conexión se establece a través de un túnel IP con terminaciones en los interfaces `eth0` del router R1, en la sede remota, y `eth0` del router R2, en la sede central.

La empresa dispone del bloque de direcciones (públicas) 2.2.2.0/24, y hemos hecho el subnetting que se muestra en la figura. Los interfaces de R1 y R2 que dan acceso a Internet tienen asignadas las direcciones IP: 80.0.0.1 (`eth0`, R1) y 2.2.2.1 (`eth0`, R2).



Para las direcciones IP de la forma 2.2.2.X sólo se muestra el octeto final expresado en base 10

Queremos configurar listas de acceso (ACLs) en dichos interfaces `eth0` y `eth1` de R1. Debemos tener en cuenta lo siguiente (ver figura):

- Las listas de acceso solo se aplicarán a los paquetes que entren a cada interfaz del router R1 (IN). Consideramos que para cortar la comunicación con una red es suficiente con cortar el flujo de datos en uno de los sentidos de la comunicación.
- La última entrada de la ACL es por defecto "deny all", es decir, denegar el paso a todos los paquetes. No es necesario escribir dicha entrada.
- En el interfaz eth0 de R1, la ACL se aplica a los paquetes antes de que salgan del túnel IP.

Las restricciones que queremos imponer son las siguientes:

1. Los equipos de la red .64/26 sólo pueden comunicarse con los equipos de la sede central y esa comunicación debe establecerse por el túnel. No permitimos tráfico de entrada o salida de la red .64/26 si no va dirigido a equipos de la sede central (es decir, los equipos de dicha red no pueden tener comunicación con Internet).
2. La única comunicación permitida entre los equipos de la red .64/26 y los de la red .192/26 consiste en conexiones de clientes de la red .64/26 con el servidor web con dirección IP 2.2.2.200.
3. No hay ninguna restricción para la comunicación entre nodos de la red .64/26 y nodos de la red .128/26

Dar la configuración de las listas de acceso configuradas en los interfaces `eth0` y `eth1` del router R1. Indicar también en la columna "restricción" qué restricción de tráfico especificada en la anterior lista estamos imponiendo (es decir, escribir 1, 2 o 3 o poner un guión si no impone ninguna de las restricciones anteriores).

Nota:

- *Para simplificar la respuesta, escribir sólo el último octeto de la dirección IP expresado en base 10 para las direcciones del bloque 2.2.2.0/24, por ejemplo: escribir .64 en vez de 2.2.2.64.*
- *Expresar las máscaras (Mask) indicando el número de bits para los que queremos concordancia ("match"), por ejemplo /24 en vez de 255.255.255.0.*
- *protocolo: IP, TCP, UDP*
- *operador: <, >, ==, <> (el campo "operador puerto" puede ser también "any")*

R1, eth0, IN

Protocolo	$@IP_{source}$	$Mask_{source}$	Operador $puerto_{source}$	$@IP_{dest}$	$Mask_{dest}$	Operador $puerto_{dest}$	Permit/Deny	Restricción
IP	.1	/32	any	80.0.0.1	/32	any	Permit	1
(IP	any	any	any	any	any	any	Deny)	

R1, eth1, IN

Protocolo	$@IP_{source}$	$Mask_{source}$	Operador $puerto_{source}$	$@IP_{dest}$	$Mask_{dest}$	Operador $puerto_{dest}$	Permit/Deny	Restricción
TCP	.64	/26	> 1023	.200	/32	== 80	Permit	2
IP	.64	/26	any	.128	/26	any	Permit	3
(IP	any	any	any	any	any	any	Deny)	

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		09/11/2020	Tardor 2020
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Test (3,5 punts). Les preguntes valen la mitat si hi ha un error i 0 si hi ha més d'un error a la resposta.

1. El temps de transmissió d'un paquet de 1500 octets a 10 Mbps és 1,2 ms. En un enllaç determinat, el temps de propagació extrem a extrem entre un client i un servidor és d'1 ms. En aquest cas, el retard total extrem a extrem quan no hi ha cap node intermedi és de 2,2 ms.
Si afegim tres routers entre el client i el servidor:
   El retard mínim extrem a extrem serà 2,2 ms.
   El retard extrem a extrem serà com a màxim 6,6 ms.
   El retard mínim extrem a extrem serà 5,8 ms.
   El retard mínim extrem a extrem serà 4,6 ms.

2. Sobre el protocol IP.
   És un protocol orientat a la connexió.
   És un protocol d'aplicació entre el client i el servidor.
   És un protocol que no proporciona una comunicació fiable.
   És un protocol entre client i servidor amb verificació d'errors.

3. Sobre el protocol ARP (Address Resolution Protocol).
   El protocol utilitza datagrames de broadcast per identificar l'adreça de destinació.
   ARP utilitza trames Ethernet de broadcast.
   S'utilitza per trobar l'adreça MAC (física) associada a una adreça IP de la mateixa xarxa.
   La taula ARP conté l'associació adreça MAC – adreça IP durant un temps i mentre hi hagi activitat.

4. Amb la següent informació de la comanda ifconfig:

```
eno1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
      inet 192.168.1.68  netmask 255.255.255.0  broadcast 192.168.1.255
      ether 94:c6:91:1e:37:67  txqueuelen 1000  (Ethernet)
```

   La mida del camp de dades del datagrama IP és 1500 octets.
   En la taula ARP dels dispositius que s'han intercanviat datagrames amb aquest PC hi haurà l'associació 192.168.1.68 amb 94:c6:91:1e:37:67.
   L'adreça IP i l'adreça MAC han estat configurades via DHCP..
   La mida del paquet IP pot ser més petita de 1500, incloent la capçalera, però no més gran.

5. Sobre el protocols IP i ICMP.
   El protocol ICMP genera missatges d'error dirigits a l'adreça origen del datagrama que causa l'error.
   Els missatge ICMP van directament al camp de dades del datagrama i el camp de protocol de la capçalera és ICMP.
   Els missatge ICMP inclouen una còpia sencera del datagrama que causa l'error.
   EL missatge ICMP echo reply inclou el temps transcorregut entre el missatge ICMP echo request i la resposta.

6. Sobre el protocol DHCP.
   El servidor de DHCP és conegut des de l'inici amb la seva adreça MAC.
   El servidor DHCP ha d'estar en la mateixa xarxa IP ja que es descobreix via IP broadcast.
   DHCP configura la memòria cau (cache) del DNS per poder iniciar la comunicació.
   DHCP configura, com a mínim, l'adreça IP, la màscara de xarxa, l'adreça IP del router per defecte i l'adreça IP del servidor de DNS, encara que el servidor de DNS estigui fora de la pròpia subxarxa IP.

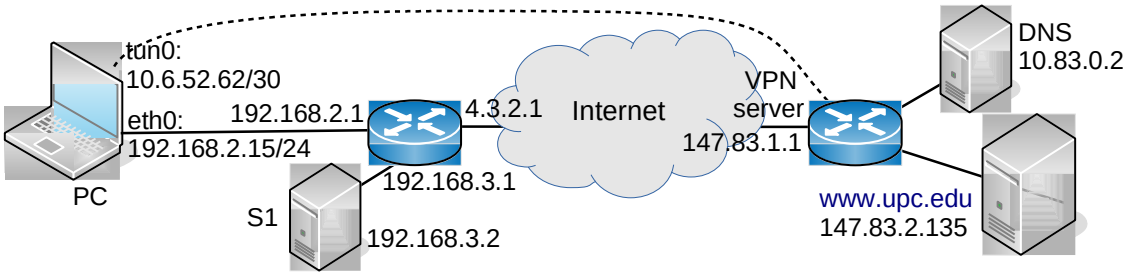
7. Sobre un router IP.
   Si el router fa NAT a través d'una interfície no pot configurar un túnel sobre la mateixa interfície física..
   Si el router fa PNAT (Port and Address Translation) modifica un dels camps d'adreça de la capçalera i el checksum, però no el camp TTL.
   Si el checksum del datagrama és erroni es descarta el datagrama i s'envia un missatge ICMP d'error.
   El camp TTL es modifica sempre excepte quan l'adreça de destinació és una adreça privada.

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/11/2020	Tardor 2020
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 1h 30 minuts. El test es recollirà en 20 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 1 (4 punts)

Un estudiant de XC té a casa Internet amb un proveïdor que li assigna 1 adreça IP pública (4.3.2.1). Es connecta amb el seu PC a la VPN de la UPC (UPCLink) segons la figura.



La seva xarxa domèstica té adreces IP internes 192.168.2.0/24 i l'adreça IP externa és 4.3.2.1.
La xarxa UPC fa servir els rangs 147.83.0.0/16 i 10.0.0.0/8.
En connectar el seu PC obté per DHCP del router domèstic l'adreça eth0: 192.168.2.15/24.
En connectar-ho amb la VPN UPC obté tun0:10.6.52.62/30 amb accés al seu servidor DNS 10.83.0.2.
Assumir que hi ha un mecanisme que permet fer NAT als datagrames IPIP.
Té també un servidor a casa S1, amb IP 192.168.3.2/24.

a) Si la UPC assigna un rang /30 a cada connexió externa de la xarxa 10.6.0.0/18, quants usuaris poden connectar-se alhora a UPCLink?

2^(30-18)=4096

b) Si PC executa traceroute www.upc.edu, quines adreces IP apareixeran en la llista de salts fins a la destinació que mostrarà el bolcat de traceroute?

1: 10.6.52.61
2: 147.83.2.135

c) Quina serà la taula de routing de PC, una vegada connectat a UPCLink, si volem que PC accedeixi a hosts de la xarxa UPC (rang privat i públic) per la VPN i, directament sense la VPN, a S1 i a Internet?

Destinació	Màscara	Gateway	Interface	
192.168.2.0	255.255.255.0	-	eth0	directe
10.6.52.60	255.255.255.252	-	tun0	per la VPN
10.0.0.0	255.0.0.0	10.6.52.61	tun0	per la VPN
147.83.1.1	255.255.255.255	192.168.2.1	eth0	assegurar arribem
147.83.0.0	255.255.0.0	10.6.52.61	tun0	per la VPN
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.2.1	eth0	per defecte

d) Quines adreces IP origen tindran els datagrames IP quan arriben al destí si en el PC s'executa ping www.upc.edu i ping www.upv.es (altra universitat) ?
Indica en cada cas si el router domèstic fa o no NAT.

upc.edu: La IP origen a la VPN UPC (10.6.52.62), cal fer NAT (en la capçalera externa)

upv.es: 4.3.2.1, la IP pública del router domèstic, fa NAT

e) (0.25 punts) Si canviem la ruta per defecte a PC:
```
sudo route delete default gw 192.168.2.1 dev eth0
sudo route add default gw 10.6.52.61 dev tun0
```
Quin camí segueix i motiva la resposta:

ping www.upc.edu : S'envia pel túnel fins el servidor de l'UPC.

ping www.google.com : S'envia pel túnel per defecte, sortir per 147.83.1.1 cap a www.google.com amb NAT en el router de la UPC

f) Ara connectem S1 a la VPN UPC, que resulta en S1:tun0:10.6.53.62/30. Suposant que el servidor VPN d'UPC no aplica cap ACL per a limitar el trànsit, quin camí de direccions conegudes mostrarà traceroute a 10.6.53.62 des de:

PC: -> 10.6.52.61 -> 10.6.53.62

10.83.0.2 (DNS UPC): -> 10.83.0.1 -> 10.6.53.62 (suposem 10.83.0.1 és router de DNS UPC)

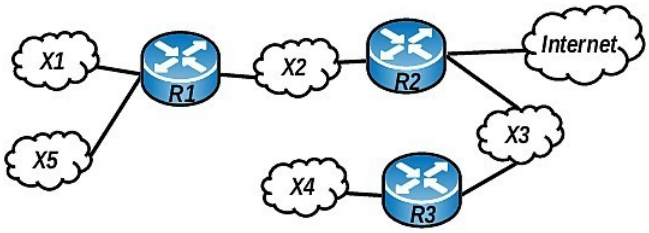
Un altre host d'Internet: no arribarà ja que la IP no és vàlida fora d'UPC

g) Si el router domèstic fa PNAT de sortida i es configura per a fer DNAT d'entrada amb S1, configurar la següent taula d'ACL d'entrada (in) a la interfície externa del router per a assegurar que: des de la xarxa interna només es permeti connectar a la VPN (protocol IPinIP) d'UPC (147.83.1.1), permetre a S1 ser servidor web segur (TCP, port 443) per a qualsevol host d'Internet, i permetre a qualsevol client intern connectar-se a servidors a Internet (excepte serveis IPinIP).

Source IP/mask	Source Port	Destination IP/mask	Destination Port	Protocol	Action
147.83.1.1/32	any	4.3.2.1/32	any	IPinIP	Allow
0.0.0.0/0	any	any	any	IPinIP	Deny
0.0.0.0/0	≥1024	4.3.2.1/32	443	TCP	Allow
0.0.0.0/0	<1024	4.3.2.1/32	≥1024	any	Allow
any	any	any	any	any	Deny

Control de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/11/2020	tardor 2020
NOM:	COGNOMS:	DNI	

Duració: 1h30m. El test es recollirà en 20 min. Respondre en el mateix enunciat.



Problema 2 (2.5 punts)

2.1 (1 punt) S'ha configurat la xarxa de la figura. La taula següent mostra l'adreça i màscara que s'ha assignat a cada xarxa. Omple les columnes amb l'adreça broadcast, nombre de bits del hostid i el nombre de PCs que es podria posar en cada xarxa.

Xarxa	@IP	màscara	Broadcast (última adreça de la xarxa)	Bits del hostid	Nombre de PCs
X1	**172.16.254.0**	**255.255.255.0**	172.16.254.255	8	2^8-2-1=253
X2	**172.16.255.0**	**255.255.255.128**	172.16.255.127	7	2^7-2-2=124
X3	**172.16.255.128**	**255.255.255.192**	172.16.255.191	6	2^6-2-2=60
X4	**172.16.255.192**	**255.255.255.224**	172.16.255.223	5	2^5-2-1=29
X5	**172.16.255.224**	**255.255.255.224**	172.16.255.255	5	2^5-2-1=29

2.2 (0.5 punts) Digues quines adreces de l'adreça base 172.16.0.0/16 no s'han assignat a cap de les xarxes anteriors. Dóna la teva resposta en la forma: @IPinici ~ @IPfinal. Digues quantes adreces IP hi ha entre @IPinici ~ @Ipfinal (ambdues incloses).

Totes les xarxes anteriors tenen blocs consecutius d'adreces i acaben en l'última adreça del bloc 172.16.0.0/16. Per tant, estan lliures les primeres adreces d'aquest bloc que acaben en l'última adreça anterior al bloc d'X1, que és 172.16.253.255. Per tant, el bloc d'adreces lliures és 172.16.0.0~ 172.16.253.255. El nombre d'IPs del bloc serà 2^{16} menys les assignades al blocs anteriors. És a dir: 2^{16}-2^8-2^7-2^6-2^5-2^5=65024

2.3 (0.5 punts) De les adreces de l'adreça base 172.16.0.0/16 que han quedat lliures, digues quina és la subxarxa amb el nombre d'adreces IP més gran que podríem definir, sense que es solapi amb les xarxes anteriors. Digues quina seria l'adreça de xarxa/nombre de bits de la màscara, i l'adreça broadcast d'aquesta subxarxa. Digues quantes adreces IPs té aquesta subxarxa (adreça de xarxa i broadcast incloses).

Totes les subxarxes anteriors tenen el bit més significatiu del byte 3 a 1. Per tant, la subxarxa demanada i la seva adreça broadcast (última adreça del bloc) serien: 172.16.0.0/17 i 172.16.127.255. El hostid té 15 bits, per tant, el nombre d'IPs és 2^{15}=32768

2.4 (0.5 punts) Suposa que es fa servir RIP versió 2 amb split horizon, i s'anuncien totes les subxarxes X1, ... X5. La ruta per defecte en R2 també s'anuncia. Digues quin serà el contingut dels missatges d'update que R1 i R2 enviaran en la xarxa X2. Dóna la resposta en la forma (X, M),..., on X és la xarxa X∈{X1, X2, ... X5, 0/0 (ruta per defecte)}, i M és la mètrica.

Update d'R1 en X2	(X1, 1), (X5, 1)
Update d'R2 en X2	(X3, 1), (X4, 2), (0/0, 1)