

<b>Primer control de Xarxes de Computadors (XC). Grau en Enginyeria Informàtica</b>		<b>6/20/2023</b>	<b>Primavera 2023</b>
<b>NOM:</b>	<b>COGNOMS:</b>	<b>GRUP:</b>	<b>DNI:</b>

*Duración: 2h. El test se recogerá en 25 minutos, los problemas 1,2,3 en 2h. Responder los problemas en la hoja de enunciado.*

**Test (2 puntos):** Preguntas multirespuesta. Puede haber 1, 2, 3 o 4 respuestas correctas. Marcar con una cruz las opciones correctas. Si no se marca ninguna opción se considera pregunta no contestada. Las preguntas contestadas valen la mitad si hay un error y valen 0 puntos si hay más de un error.

- Nos han asignado el rango de direcciones 5.0.0.0/26. Configuramos las subredes 5.0.0.0/27, 5.0.0.32/28 y 5.0.0.48/29. Decir qué afirmaciones son correctas.
  - ☐ No nos quedan direcciones libres para poder crear otra subred en el rango que nos han asignado.
  - ☐ **No podemos agregar las subredes 5.0.0.32/28 y 5.0.0.48/29 en la subred 5.0.0.80/30.**
  - ☐ **La dirección 5.0.0.16 es una dirección de host de la subred 5.0.0.0/27.**
  - ☐ **La dirección de broadcast de la subred 5.0.0.0/27 es 5.0.0.31.**
- Decir qué afirmaciones sobre la cabecera IP son correctas:
  - ☐ **El campo TTL se utiliza para evitar que un paquete IP que entra en un bucle de encaminamiento pueda dar un número infinito de saltos de un router a otro.**
  - ☐ Incluye los campos de puerto origen de cliente y servidor.
  - ☐ **Cuando un paquete IP provoca una condición que lleva a la generación de un paquete ICMP de error, se copia su cabecera IP en el payload del paquete ICMP.**
  - ☐ Para hacer más eficiente la operación de los routers, siempre ocupa 20 bytes. Si tenemos opciones, se envían en campos adicionales después de la cabecera del protocolo correspondiente de nivel 4.
- Decir qué afirmaciones sobre el protocolo DHCP son correctas:
  - ☐ **El servidor puede enviar al cliente la dirección IP del router por defecto.**
  - ☐ Antes de enviar una trama DHCPDISCOVER el cliente envía en broadcast un paquete gratuitous ARP para encontrar la dirección MAC del servidor de DHCP.
  - ☐ Sirve para mapear el nombre de un host con la dirección IP de dicho host.
  - ☐ **Se puede configurar para que la asignación de una dirección IP a un host sea válida sólo durante un periodo de tiempo limitado (Dynamic IP address configuration).**
- Decir qué afirmaciones sobre RIP son correctas
  - ☐ **Cuando se usa Split Horizon en un interfaz de un router, los mensajes de update que el router envía por el interfaz no incluyen las rutas que se han aprendido a partir de updates que llegaron por dicho interfaz.**
  - ☐ Es el único algoritmo de encaminamiento que usan los routers en toda la Internet.
  - ☐ **Los updates no se envían a todos los routers de la red, sino solamente a los routers vecinos.**
  - ☐ Al configurar RIPv2 en los interfaces de un router debemos configurar las direcciones IP de los routers vecinos para que así RIP pueda enviarles updates.
- Decir qué afirmaciones sobre los conmutadores Ethernet (IEEE 802.3) son correctas
  - ☐ **Cuando conectamos varios conmutadores, no podemos tener bucles. Para evitar estos bucles y aún y así tener redundancia en la conectividad de la red, se utiliza el protocolo Spanning Tree (STP).**
  - ☐ Si en un conmutador hemos configurado VLANs, no es posible la comunicación directa entre puertos de VLANs diferentes, lo que implica que el tráfico entre VLANs debe pasar a través de un router.
  - ☐ **Los protocolos de trunking (por ejemplo, IEEE 802.1Q) hacen posible que tramas Ethernet de diferentes VLANs puedan compartir un mismo enlace.**
  - ☐ Para aprender las tablas de encaminamiento (tablas MAC), los conmutadores usan el Switch Routing Protocol (SRP) que intercambia updates de las tablas de encaminamiento de forma periódica en tramas Ethernet broadcast.

6. Decir qué afirmaciones sobre las redes WiFi (IEEE 802.11) son correctas

- ☐ Hay diferentes estándares (ej. 802.11b, 802.11g) que soportan diferentes velocidades de transmisión y usan diferentes bandas de frecuencia.
- ☐ El BSSID es un número de 48 bits, con un formato similar al de una dirección MAC, que identifica la red (es decir el Basic Service Set, BSS) al que pertenece una trama.
- ☐ Al ser un protocolo de una red inalámbrica, que no soportan transmisión en broadcast, no podemos usar ARP.
- ☐ El protocolo de acceso al medio (protocolo MAC) y el formato de la cabecera de las tramas WiFi es idéntico al de las redes Ethernet. La única diferencia entre estos dos estándares está en el tipo de transmisión (por ondas de radio, o por cable).

7. Decir qué afirmaciones sobre DNS son correctas

- ☐ Para disminuir la latencia, los servidores DNS usan mecanismos de caching. Cuando hay un cambio en el mapeo nombre y dirección IP, todos los servidores DNS de Internet se intercambian paquetes para actualizar la información cacheada.
- ☐ Las Content Distribution Networks (CDN) usan servidores DNS configurados para que, cuando un cliente solicite el mapeo entre la dirección IP y el nombre de un servidor replicado en varias localizaciones, se pueda asignar como dirección IP la del servidor situado más cerca del cliente (menor latencia).
- ☐ Los Resource Records (RRs) son las entradas de las bases de datos de los servidores DNS.
- ☐ Cuando un servidor DNS hace una resolución *iterativa* de una petición (query) DNS, realiza una serie de peticiones DNS a otros servidores DNS hasta que encuentra la respuesta que busca y devuelve entonces el resultado.

8. Decir qué afirmaciones sobre HTTP y Web son correctas

- ☐ En un navegador Web un usuario inicia una conexión a la URL `http://147.83.2.135/html/rfc1738`. Dicha URL es válida. El path es: `/html/rfc1738`. El navegador no necesita hacer una resolución DNS.
- ☐ El método GET de HTTP se utiliza normalmente para que un cliente envíe al servidor los datos de un formulario (ej username/password) en el cuerpo del mensaje.
- ☐ MIME permite incluir en el cuerpo (body) de una transferencia HTTP varios objetos con formatos distintos, como por ejemplo texto, imágenes, audio, etc.
- ☐ Los mensajes HTTP tiene una cabecera codificada en binario, con una extensión fija de 40 bytes.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingeniería Informàtica	20/06/2023	Primavera 2023
Nom	Cognoms		Grup	DNI

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 25 minuts, els problemes 1,2,3 en 2h. Respondre els problemes en el mateix enunciat.

**Problema 1.** 2 punts. Tots els apartats valen igual.

Figura 1 (apartats 1,2)

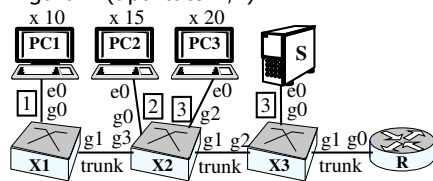


Figura 2 (apartats 3,4,5)

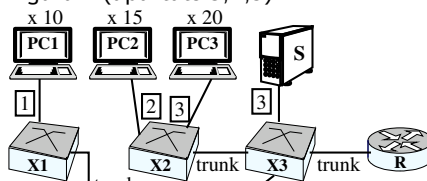
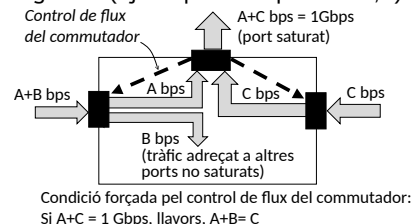


Figura 3 (ajuda per als apartats 3,5)



En la xarxa de la figura tots els enllaços són full duplex d'1 Gbps. PC1, PC2, PC3 són un dels PCs de les VLANs 1, 2, 3, respectivament. Hi ha 10, 15, 20 PCs ens les VLANs 1, 2, 3. La figura mostra només 1 dels PCs de cada VLAN (PC1, PC2, PC3). Els nombres emmarcats de la figura indiquen la VLAN on estan configurats els ports dels commutadors. Cada PC està connectat a un port diferent del commutador. El servidor S està en la VLAN 3. La figura mostra el nom de les interfícies dels dispositius (ports dels commutadors). Suposa una eficiència dels commutadors del 100%.

- Suposa que les taules MAC (taules de forwarding) dels commutadors de la figura 1 estan buides. Digues quina informació hi haurà en la taula MAC de X3 de la figura 1 després de que PC1, PC2, PC3 (només aquests 3 PCs) hagin fet ping a S (i rebut resposta). Fes servir la notació dispositiu-interfície per referir-te a les adreces MAC. Per exemple, PC1-e0, R-g0 serien les adreces MAC de la interfície e0 de PC1 i g0 de R. Fes servir les files que necessitis.

taula MAC de X3

continuació

continuació

VLAN	port	adreça MAC	VLAN	port	adreça MAC	VLAN	port	adreça MAC
1	g2	PC1-e0	2	g2	PC2-e0	3	g2	PC3-e0
1	g1	R-g0	2	g1	R-g0	3	g1	R-g0
1			2			3	g0	S-e0
1			2			3		

- Suposa ara que els 45 PCs estableixen una connexió TCP i envien dades cap al servidor S a la màxima velocitat possible. Estima la velocitat eficaç  $v_1, v_2, v_3$ , que assoliran els 3 PCs, respectivament, PC1, PC2, PC3 de la figura 1. Justifica la resposta.

El CA serà l'enllaç X2-X3. X2 activarà el CF i repartirà la capacitat de l'enllaç X2-X3 entre els 36 enllaços de X2 que hi envien tràfic. Tindrem:

$$v_1 = \frac{1 \text{ Gbps}/36}{10} \approx 2,78 \text{ Mbps}$$

$$v_2 = v_3 = 1 \text{ Gbps}/36 \approx 27,78 \text{ Mbps}$$

$v_1$	2,78 Mbps
$v_2$	27,78 Mbps
$v_3$	27,78 Mbps

Suposa a partir d'ara que es canvia la topologia connectant X1 a X3, com mostra la figura 2 i que els 45 PCs estableixen una connexió TCP i envien dades cap al servidor S a la màxima velocitat possible.

- Justifica per què és plausible estimar que el tràfic (és a dir, quantitat de bits per segon) que arriben al switch X3 per els enllaços X2-X3 i R-X3 serà el mateix (veure la figura 3).

Clarament, l'enllaç X3-S serà un coll d'ampolla (CA) perquè totes les connexions envien tràfic cap a S. Per tant, l'enllaç X3-S es saturarà i X3 activarà el control de flux, enviant trames de pausa per els ports d'on arriba tràfic cap aquest enllaç: els enllaços X2-X3 i R-X3. Les trames de pausa aturen per igual el tràfic que arriba per aquests enllaços. Com que no hi ha un altra CA més restrictiu, és plausible estimar que per cadascun d'aquest enllaços hi anirà el mateix tràfic ( $A+B=C$  en la figura 3).

- Justifica per què és plausible estimar que totes les connexions dels PCs que passen pel commutador X2 assoliran la mateixa velocitat eficaç.

És plausible estimar que X2 activarà el control de flux, enviant trames de pausa, per ajustar el tràfic que arriba dels PCs connectats a X2 a la capacitat que queda disponible en l'enllaç X2-X3. Les trames de pausa aturen per igual el tràfic que arriba per aquests enllaços. Per tant, tots aquests PCs assoliran la mateixa velocitat eficaç.

- Suposant que es compleixen les condicions dels apartats 3 i 4, estima la velocitat eficaç  $v_1, v_2, v_3$ , que assoliran els 3 PCs, respectivament, PC1, PC2, PC3 de la figura 2 quan els 45 PCs envien dades cap al servidor S. Justifica la resposta.

Aplicant la suposició del punt 3 (tràfic enllaç X2-X3 = tràfic enllaç R-X3) tenim:

$$15 v_2 + 20 v_3 = 10 v_1 + 15 v_2 \rightarrow v_1 = 2 v_3$$

i aplicant la suposició del punt 4:

$$v_2 = v_3 = v \rightarrow v_1 = 2 v_3 = 2 v$$

Tenim també que l'enllaç X3-S va a la màxima capacitat (és el CA). Per tant:

$$10 v_1 + 15 v_2 + 20 v_3 = 1 \text{ Gbps}$$

Substituint:

$$10 v_1 + 15 v_2 + 20 v_3 = 20 v + 15 v + 20 v = 55 v = 1 \text{ Gbps}$$

d'on

$$v_2 = v_3 = v = 1 \text{ Gbps}/55 = 18,18 \text{ Mbps}$$

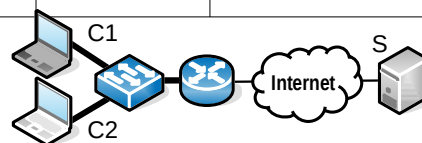
$$v_1 = 2 v = 36,36 \text{ Mbps}$$

$v_1$	36,36 Mbps
$v_2$	18,18 Mbps
$v_3$	18,18 Mbps

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		20/06/2023	Primavera 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOM (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 25 minuts. Responen els problemes en el mateix enunciat.

**Problema 2.** 2.0 punts; totes les preguntes valen igual.



A la configuració de la figura els enllaços del *switch* són a 1Gbps i l'enllaç del *router* a Internet a 10Mbps. Suposem una Internet no congestionada i sense pèrdues. El *switch* pot fer control de flux. Les cues del *router* són de 1MB. Quan estan actius, C1 i C2 sempre tenen dades per enviar a S. Suposem que les finestres anunciades són sempre les mateixes i que valen el mateix per C1 i C2. Totes les connexions són *full duplex*. 1Gbps = 1000Mbps, 1kB = 1000 bytes.

a) Amb C2 aturat i havent-hi una única connexió C1-S s'ha fet la captura següent amb tcpdump (ajuda: *window scale=0*):

```

Temps      Origen > Destí: Flags Seq_ini:Seq_fin (Mida) Opcions
0.000000 10.1.10.5.13287 > 147.83.41.15.18880: S 541048:541048(0) win 5792 <mss 1448>
0.020037 147.83.41.15.18880 > 10.1.10.5.13287: S 726424:726424(0) ack 541049 win 11584 <mss 1448>
0.020048 10.1.10.5.13287 > 147.83.41.15.18880: . ack 1 win 5792

```

1) A quin protocol de transport correspon? Per què?	TCP. Perquè tota la informació que hi ha a partir dels dos punts («:») és exclusiva d'aquest protocol (flags, números de seqüència, awnd i opcions).
2) El <i>switch</i> modifica alguna capçalera? (sí/no) Quines? (enllaç, IP, transport) Quins camps?	No.
3) El <i>router</i> modifica alguna capçalera? (sí/no) Quines? (enllaç, IP, transport) Quins camps?	Sí. i) Enllaç: adreces origen i adreces destí, perquè hi ha canvi d'interfície ii) IP: TTL -1 perquè es fa reenviament, iii) adreça origen o adreça destí, perquè el <i>router</i> fa NAT i iv) TCP: <i>checksum</i> i potser port origen o port destí, si hi ha NAT.
4) A on s'ha fet la captura? (C1, C2 o S) Per què?	A C1. Perquè i) hi ha IPs privades, ii) la diferència de temps entre el primer paquet i el segon és molt més gran que entre el segon i el tercer i, iii) C2 no està actiu i tampoc no veuria el tràfic de C1.
5) En quina fase s'ha fet? (establiment, transmissió de dades, tancament) Per què?	S'ha fet durant l'establiment de la connexió, perquè i) en els tres primers paquets hi ha el SYN, SYN-ACK, ACK del THW (en els SYNs és quan es pot passar l'opció MSS) i ii) perquè el primer temps relatiu es 0.
6) Quan val aproximadament el RTT mínim?	RTTmin aprox = 20ms
7) Quan val la velocitat màxima de recepció?	$V_{max} = \text{awnd} / \text{RTTmin} \leq 10\text{Mbps} \Rightarrow \text{cap enllaç saturat} \Rightarrow \text{límit: awnd}$ $V_{max} = 11584 * 8 / 0.02 = 4.63\text{Mbps}$

b) Amb C2 aturat i la connexió de la captura activa, després d'haver passat prou temps per estar en règim permanent:

8) Hi ha sempre paquets a la cua del <i>router</i> ? (sí/no) Per què?	No. Perquè $V_{max} C1 \rightarrow S < 10\text{Mbps}$ .
9) Hi ha pèrdua de paquets? (sí/no) Per què?	No. Perquè no es satura cap cua.
10) En quin estat està la connexió? (SS/(SS+CA)) Per què?	SS. Perquè la limitació ve de la finestra anunciada per S ( $11584B < 1MB$ ) i, per tant, no hi ha pèrdues.
11) Quan val aproximadament el RTT?	RTT approx = RTTmin = 20ms
12) Quina és la velocitat mitjana de transmissió de C1?	$V_{ef} = V_{max} = 4.63\text{Mbps}$

c) Mantenint la connexió C1-S de la captura activa, s'ha iniciat dues connexions més emprant el mateix protocol de transport amb S, una des de C1 i l'altra des de C2 i ha tornat a passar prou temps per haver assolit el règim permanent:

13) Hi ha sempre paquets a la cua del router? (sí/no) Per què?	Sí. Perquè $2*(V_{max} C1 \rightarrow S) + (V_{max} C2 \rightarrow S) = 3*4.63 = 13.89 \text{ Mbps} > 10\text{Mbps}$ . És a dir, l'enllaç del router a internet ha esdevingut el coll d'ampolla.		
14) Hi ha pèrdua de paquets? (sí/no) Per què?	No. Perquè $2*awnd + awnd = 34752B < 1MB$ . És a dir, la quantitat màxima de paquets que hi pot haver sense confirmar ( $3awnd$ ) és inferior a la cua del router.		
15) En quin estat està cada connexió? (SS/(SS+CA))?	1ª C1 → S: SS	2ª C1 → S: SS	C2 → S: SS
16) Velocitat de transmissió?	1ª C1 → S: Vef = 3.33Mbps	2ª C1 → S: Vef = 3.33Mbps	C2 → S: Vef = 3.33Mbps
17) Quan val aproximadament RTT?	RTT aprox = $W/v_{ef} = 11584*8/(3,33*10^3) = 27,8 \text{ ms}$		

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		20/6/2023	Primavera 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

### Problema 3 (1,5 punts)

Un navegador web a un PC a casa vol accedir la pàgina w.x.y. Assumpcions:

- DNS: cachés (cau) netes a tota la Internet.
- HTTP: Es fa servir HTTP 1.1 (pipelining).
- Latència: RTT = 1 ms navegador-servidor local DNS, altres servidors DNS o HTTP: 10 ms.
- La pàgina web visitada té contingut HTML i 4 imatges disponibles al mateix servidor.
- Temps baixada respostes HTTP (HTML o PNG): 5 ms, contingut vàlid per un llarg termini.

Detallar per cada càlcul la contribució al temps i per cada un: protocol, tipus de missatge petició-resposta i qualsevol assumpció feta.

a) Quin és el temps de descàrrega de la primera visita des d'un navegador web a casa a http://w.x.y?

1 ms DNS: petició recursiva servidor local w.x.y? +  
10\*3 ms DNS: root: NS y.?, y.: NS x.y.?, x.y.: A w? +  
10+10+5 ms HTML: TCP, HTTP GET + resposta +  
10+4\*5 ms HTTP GET PNG: aprofitant la mateixa connexió = 86 ms

b) Com canvia si es fa una segona visita des del mateix navegador o amb un proxy?

Si cau DNS i HTTP encara vàlides el temps millora:  
DNS: 0 (cau PC navegador) o 1 ms (si es fa servir cau a servidor DNS local)  
HTTP: 0 (cau client) o menys temps si es fa servir cau del proxy (o GET condicional)

c) Com canvia el temps de descàrrega respecte a (a) si a la segona visita a la mateixa web dels de mateix navegador, es fa servir sempre HTTP GET condicional?

DNS: 0 (cau PC navegador) o 1 ms (si cau DNS local)  
Per cada element es fa petició condicional per validar la còpia local sense baixar de nou cada objecte: temps de a) - 5\*5 ms

d) Com canvia respecte a (a) si es fa una visita des d'un altre ordinador a la mateixa casa?

DNS: 1 ms servidor local (cau DNS compartida)  
HTTP igual que a) (cap compartició)

e) Com canvia respecte a (a) si ara les imatges son al servidor i.x.y?

Després de rebre l'HTML resoldre nou nom DNS i obrir al PC connexió TCP+HTTP amb aquest.  
+1 ms DNS: petició recursiva servidor local w.x.y? (enlloc de 31 ms)  
+ 10+10+5 ms HTML: TCP, HTTP + resposta  
DNS: petició recursiva servidor local i.x.y: (nou)  
+ 1+10 ms DNS x.y. A i? (ja que x.y. és a la cau DNS) (nou)  
+ 10 ms TCP i.x.y (nou)  
+ HTTP: resta igual

f) Pel contingut d'imatges que és binari, com s'indica el final d'un objecte i l'inici del següent?

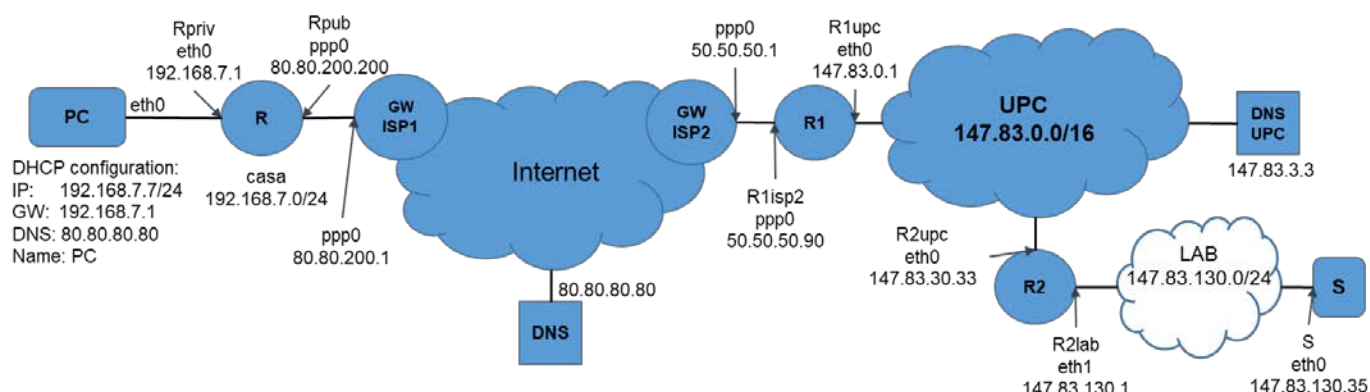
La capçalera HTTP "Content-Length:" indica la longitud (bytes) d'un contingut. Allà acaba l'objecte i pot començar la capçalera de següent.

<b>Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica</b>		<b>20/06/2023</b>	<b>Primavera 2023</b>
<b>NOM:</b> (en MAJÚSCULES)	<b>COGNOMS:</b> (en MAJÚSCULES)	<b>GRUP</b>	<b>DNI</b>

Duració: 2h 45m. El test es recollirà en 25m. Responen en el mateix enunciat.

#### Problema 4 (2'5 punts)

La figura mostra l'esquema de la connexió d'un PC en una xarxa domèstica amb la xarxa de la UPC. La figura inclou els noms de les interfícies, les adreces IP corresponents i l'adreçament de les diferents xarxes. Quan sigui necessari, el nom de la interfície servirà per indicar l'adreça MAC (Ethernet) corresponent.



a) (0'25 punts) Amb la informació disponible, completa les taules d'encaminament.

PC			
Destination network	Mask	Gateway	Interface
192.168.7.0	/24		eth0
0.0.0.0	/0	192.168.7.1	eth0

R			
Destination network	Mask	Gateway	Interface
192.168.7.0	/24		eth0
80.80.200.0	/24		ppp0
0.0.0.0	/0	80.80.200.1	ppp0

R2			
Destination network	Mask	Gateway	Interface
147.83.130.0	/24		eth1
147.83.0.0	/16		eth0
0.0.0.0	/0	147.83.0.1	eth0

b) (0'25 punts) Després de l'autoconfiguració, el PC executa la comanda "ping S.upc.edu". Completa la seqüència de datagrames IP que passen a través de GW<sub>ISP1</sub> fins que arriba la primera resposta.

Source IP	Destination IP	Protocol	Contents
Rpub (80.80.200.200)	DNS (80.80.80.80)	UDP	DNS Request S
DNS (80.80.80.80)	Rpub (80.80.200.200)	UDP	DNS Reply 147.83.130.35
Rpub (80.80.200.200)	S (147.83.130.35)	ICMP	ECHO RQ
S (147.83.130.35)	Rpub (80.80.200.200)	ICMP	ECHO RP

c) (0'25 punts) Suposant que totes les taules ARP són buides, completar la seqüència de trames i datagrames IP que passen per la xarxa LAB fins que arriba la primera resposta.

Ethernet			IP		
Source address	Destination address	ARP message	Source IP	Destination IP	data
R2lab eth1	FF:FF:FF:FF:FF:FF	RQ S			
Seth0	R2lab eth1	RP S at S eth0			
R2lab eth1	Seth0		Rpub (80.80.200.200)	S	ICMP echo Req
Seth0	R2lab eth1		S (147.83.130.35)	Rpub	ICMP echo Resp

d) (0'25 punts) El PC executa la comanda "traceroute S". Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

Reth0 (192.168.7.1) – GW<sub>ISP1</sub>ppp0 (80.80.200.1) - ??? - GW<sub>ISP2</sub> – R1ppp0 (50.50.50.90) – ??? - R2eth0 (147.83.30.33) – S (147.83.130.35)

A la xarxa de la UPC s'ha reservat el rang d'adreces 147.83.0.0-147.83.31.255 per als equips d'infraestructura de xarxa (encaminadors) i servidors públics de les diferents sub-xarxes.

e) (0'25 punts) Amb l'espai d'adreces que queda lliure quantes subxarxes /24 (com la 147.83.130.0/24 de la figura) es poden fer?

255-31 subxarxes reservades = 224

f) (0'25 punts) Quantes subxarxes /20 es poden fer mantenint la 147.83.130.0/24 ?

hi caben 14 subxarxes /20 més, però una ja està ocupada per la 147.83.130.0/24 que força a fer subxarxes /24 /23 /22 /21

147.83.0.0/20 i 147.80.16.0/20 estan ocupades; 147.83.130.0/24 implica que 147.823.128.0/20 està ocupada.

Es vol que la xarxa de casa accedeixi directament a la sub-xarxa LAB. Per això es configura un túnel entre el router de casa (R interfície ppp0) i el del LAB (R2 interfície eth0). El túnel utilitza l'adreçament 10.10.10.0/30.

g) (0'25 punts) Completa les taules d'encaminament dels routers R i R2 indicant NOMÉS les noves rutes que s'han d'afegir.

R			
Destination network	Mask	Gateway	Interface
10.10.10.0	/30		tun0
147.83.130.0	/24	10.10.10.1	tun0

R2			
Destination network	Mask	Gateway	Interface
10.10.10.0	/30		tun0
192.168.7.0	/24	10.10.10.2	tun0

h) (0'25 punts) El PC ara fa la comanda "traceroute S". Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

Reth0 (192.168.7.1) – R2eth0 (147.83.30.33) – S (147.83.130.35)

i) (0'25 punts) Completa la seqüència de datagrames que passen per GW<sub>ISP2</sub>(ppp0) suposant que el "traceroute" genera missatges ICMP Echo Request.

External header		Internal header and contents			
Source IP	Destination IP	Source IP	Destination IP	TTL	Contents
Rpub (200.200.200.200)	R2upc (147.83.30.33)	PC (192.168.7.7)	S (147.83.130.35)	2	ICMP Echo RQ
R2upc (147.83.30.33)	Rpub (200.200.200.200)			255	ICMP error
Rpub (200.200.200.200)	R2upc (147.83.30.33)	PC (192.168.7.7)	S (147.83.130.35)	3	ICMP Echo RQ
R2upc (147.83.30.33)	Rpub (200.200.200.200)	S (147.83.130.35)	PC (192.168.7.7)	254	ICMP Echo RP

Es desitja que el servidor S **només** pugui establir una connexió SSH (port 22) amb el PC. També es permet que S pugui fer "ping" a PC. No cal posar la regla per defecte (DENY ALL).

j) (0'25 punts) Indica les regles de filtratge del tallafocs ("Firewall") entrada i sortida que s'han de definir a la interfície R2lab (eth1)

Source IP	Source port	Destination IP	Destination port	Protocol	Action
PC (192.168.7.7)	>1024	S (147.83.130.35)	22	TCP	ACCEPT
S (147.83.130.35)	22	PC (192.168.7.7)	>1024	TCP	ACCEPT
PC (192.168.7.7)		S (147.83.130.35)		ICMP	ACCEPT
S (147.83.130.35)		PC (192.168.7.7)		ICMP	ACCEPT