

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/1/2024	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Duració: 2h30m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix full.

Test (2 punts)

Preguntes multiresposta (qualsevol nombre de respostes correctes). Valen la mitat si hi ha un error i 0 si més.

1. Quina d'aquestes adreces IP de xarxa son correctes per un host? (/n = nombre de bits del prefixe de la xarxa a la que pertany)

- ☐ 0.0.0.0/0
- ☒ 10.0.0.10/8
- ☒ 192.168.1.1/24
- ☐ 147.83.2.0/29

2. Aspectes del protocol IP:

- ☒ La traducció d'adreces PAT inspecciona la capçalera IP i TCP del paquet.
- ☒ Els paquets ICMP van encapsulat directament en un paquet IP.
- ☒ La fragmentació d'un paquet IP genera 2 o més paquets interdependents: fins que no arribin tots cap fragment no es processa.
- ☐ La fragmentació d'un paquet IP genera 2 o més paquets independents: cada fragment es processa quan arriba.

3. En una taula d'encaminament:

- ☐ El gateway és la adreça IP de la interfície del router per on ha de sortir el paquet.
- ☒ El gateway és la adreça IP on s'ha de reenviar el paquet.
- ☒ Aplica l'entrada de la xarxa que encaixa amb el major nombre de bits de xarxa (longest prefix match).
- ☐ Aplica la primera entrada de la taula que encaixa.

4. En un switch amb les interfícies full duplex i control de fluxe amb un port de sortida a 10 Gbps i tots els ports d'entrada a 1 Gbps:

- ☐ Quan arriben a la vegada trames Ethernet per més d'un port cap a la mateixa sortida, poden colisionar i perdre trames.
- ☐ Aquest switch no es satura ja que el port de sortida és molt més ràpid.
- ☒ Quan el tràfic d'entrada supera la capacitat de sortida el switch genera trames de pausa als ports d'entrada per evitar pèrdues.
- ☒ El tràfic que entri pel port de 10 Gbps del switch no colisiona amb el tràfic que entri pels ports de 1 Gbps.

5. En el protocol spanning-tree (arbre d'expansió) a una xarxa local:

- ☐ Permet sumar alhora la capacitat de tots els enllaços de la xarxa local que connecten tots els switchos.
- ☐ Tria els enllaços de la xarxa local de latència mínima o capacitat màxima.
- ☒ Reconfigura l'arbre quan un enllaç deixa d'estar actiu per tolerar fallades.
- ☒ Agafa un switch com a arrel de l'arbre i desactiva els enllaços que puguin generar un bucle.

6. Un switch Ethernet amb ports a 1 Gb/s i control de fluxe té dos PC connectats amb una latència (RTT) de 0.5 ms que intercanvien dades entre els dos. Quin és el tamany de finestra òptim perquè la velocitat efectiva sigui màxima? (1 k = 1000)

- ☐ 64 MB
- ☐ 100 kB
- ☒ 62,5 kB
- ☐ 6,5 MB

7. En el cas anterior, amb una finestra (awnd) de 500 kB, quina és la velocitat efectiva aproximada que TCP pot aconseguir?

- ☐ 100 Mb/s
- ☐ 500 Mb/s
- ☒ 800 Mb/s
- ☐ 1000 Mb/s

8. En una resolució DNS, quina de les opcions següents és certa?

- ☒ Quan es fan canvis a registres (resource record) d'un domini, s'ha de modificar el camp SERIAL del registre SOA del domini.
- ☒ El mateix nom pot estar associat a diverses adreces IP.
- ☒ El valor de TTL dels registres (resource record) d'un domini es determina a la configuració del domini.
- ☒ Els servidors arrel i de primer nivell només retornen resultats iteratius.

9. Diques quines de les afirmacions següents són certes respecte a HTTP 1.1:

- ☒ Una petició GET del mateix URL pot generar una resposta diferent depenent de les preferències del client (negociació).
- ☒ Les respostes a peticions HTTP a un proxy es poden guardar a la caché del proxy i estalviar connexions d'altres clients.
- ☐ El contingut està delimitat per un caràcter nul (final de fitxer).
- ☒ El contingut està delimitat per la mida en bytes (Content-Length).

10. Sobre caràcters:

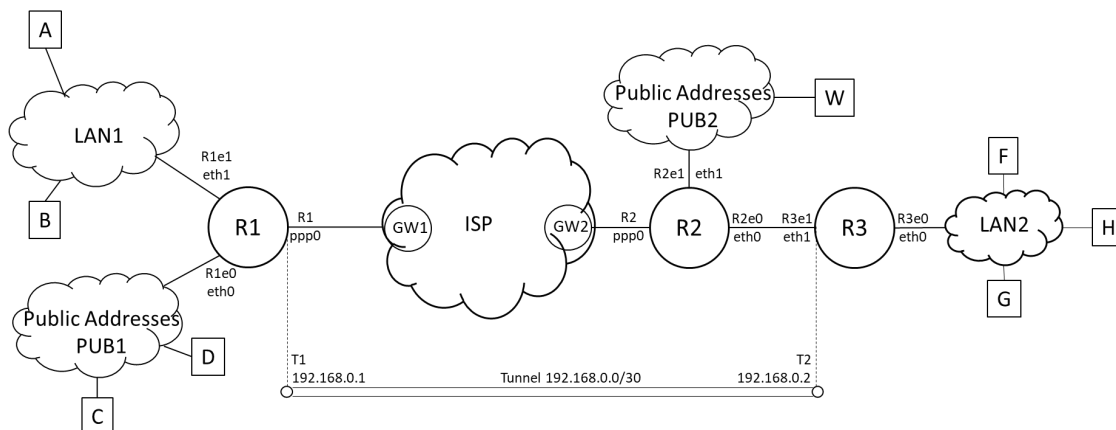
- ☒ Amb UTF-8 un caràcter pot ocupar de 1 a 4 bytes.
- ☒ El Unicode actual té més de 64 K caràcters.
- ☒ El primer byte d'un caràcter Unicode comença amb un codi binari que indica el nombre de bytes addicionals.
- ☐ Tots els caràcters amb UTF-8 ocupen 4 bytes.

Examen final. Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/01/2024	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Contestar en el mateix full.

Problema 1 (2.5 punts)

La figura mostra la xarxa d'una entitat i la seva connexió a Internet. Cada interfície dels encaminadors (*routers*) està etiquetada amb la seva adreça IP i interfície. Els dispositius d'usuari (*hosts*) i servidors estan identificats amb una lletra majúscula per l'adreça IP i minúscules per l'adreça MAC (Ethernet). El servidor amb l'adreça IP W i adreça MAC w, és el servidor web de l'entitat. El servei DNS el proporciona el proveïdor d'accés a Internet (ISP). El rang d'adreces públiques disponible és 100.100.112.0/21. L'adreçament privat que s'utilitza és 10.10.0.0/16.



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 a R3. Tot el tràfic entre LAN1 i LAN2 passa pel túnel.

a) (0.25 punts) Amb el rang d'adreces públiques disponible, quina és l'adreça de "broadcast" del rang públic? Quants dispositius d'usuari amb adreçament públic es podrien connectar?

Broadcast: 100.100.119.255/21. Nombre màxim de hosts: $2^{11} - 3$ (xarxa, broadcast, router) = 2045.

b) (0.25 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 en aquest ordre (de menor a major IP): PUB1, R2-R3 i PUB2 i determina les adreces IP de les interfícies R1e0, R2e1, R2e0 i R3e1, i les adreces de "broadcast" corresponents.

PUB1: 100.100.112.0/23 R1e0: 100.100.112.1/23 Broadcast: 100.100.113.255/23.

R2-R3: 100.100.114.0/30 R2e0: 100.100.114.1, R3e1 = 100.100.114.2. Broadcast: 100.100.114.3

L'espai d'adreces 116.0/23 no es pot utilitzar.

PUB2: 100.100.116.0/22 R2e1: 100.100.116.1/22 Broadcast: 100.100.119.255/22.

c) (0.25 punts) L'adreçament privat (10.10.0.0/16) es distribueix entre LAN1 i LAN2. Reparteix l'espai disponible entre les dues xarxes, de manera que LAN1 tingui com a mínim el doble d'adreces disponibles que LAN2 i quedi el mínim nombre d'adreces sense assignar. Assigna les adreces de les interfícies R1e1 i R3e0 i determina les adreces de broadcast de cada xarxa.

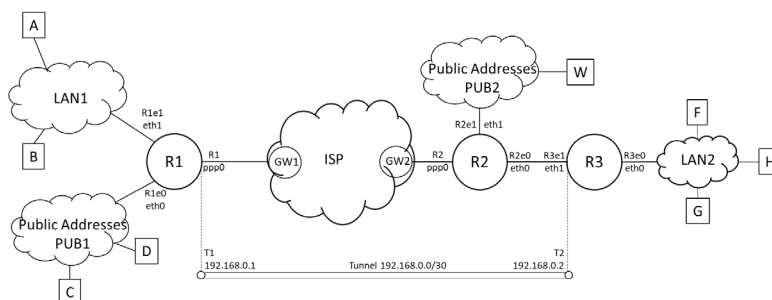
LAN1: 10.10.0.0/17 R1e1: 10.10.0.1/17 broadcast: 10.10.127.255/17

LAN2: 10.10.191.0/18 R3e0: 10.10.191.1/18 broadcast: 10.10.255.255/18 o també

LAN2: 10.10.128.0/17 R3e0: 10.10.128.1/17 broadcast: 10.10.255.255/17

d) (0.25 punts) Quines interfícies han d'aplicar PNAT (*Port and Address Translation*)?

Interfícies R1ppp0 i R3e1



e) (0.25 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 l'accés a LAN2.

Router R1			Router R2			Router R3		
network	Gw	iface	network	Gw	iface	network	Gw	iface
LAN1	---	eth1	PUB2	---	eth1	LAN2	---	eth0
PUB1	---	eth0	R2-R3	---	eth0	R3-R2	---	eth1
GW1/32	---	ppp0	GW2/32	---	ppp0	192.168.0.0/30		tun0
192.168.0.0/30	---	tun0				LAN1	T1	tun0
LAN2	T2	tun0						
0.0.0.0/0	GW1	ppp0	0.0.0.0/0	GW2	ppp0	0.0.0.0/0	R2	eth1

f) (0.25 punts) S'activa RIPv2 a R1, R2 i R3 amb *split horizon* activat. Tenint en compte que només passa pel túnel el tràfic entre LAN1 i LAN2, determinar quines sub-xarxes ha d'anunciar:

R2 cap a R3		R3 cap a R2	
Network	Metric	Network	Metric
PUB2	1	LAN2	1
R2-R3	1	R3-R2	1
Default	1		

g) (0.25 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 a les diferents interfícies si el dispositiu A, després de fer "ping B", executa la comanda "ping www.trademark.org". Aquest servidor web és el servidor W.

Interface A		Interface B		Interface R1e1		Interface R1e0		Interface R2e0		Interface R2e1	
B	b	A	a	A	a					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: R1ppp0

Adreça IP destinació: W

i) (0.25 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) T2 - H

j) (0.25 punts) Definir les regles del tallafocs (Firewall ACL) a R3e0 per a que: 1) permetre connexions TCP de clients de LAN2 amb servidors a PUB1. 2) permetre connexions TCP de clients de LAN2 només a W (servidor web en PUB2). 3) permetre missatge ICMP entre LAN1 i LAN2.

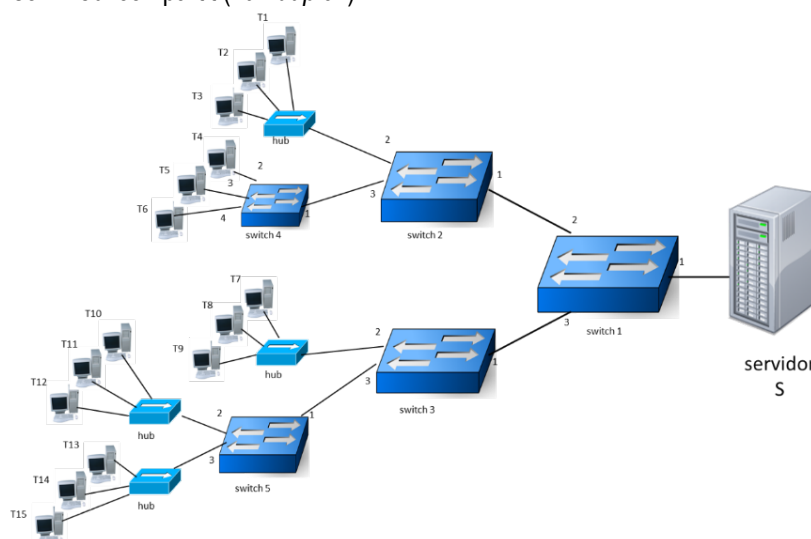
rule	Interface	IN/OUT	Src IP	Src port	Dest IP	Dest port	Proto	Action
1	R3e0	In	LAN2	>=1024	PUB1	<1024	TCP	Accept
1	R3e0	Out	PUB1	<1024	LAN2	>=1024	TCP	Accept
2	R3e0	In	LAN2	>=1024	W/32	80	TCP	Accept
2	R3e0	Out	W/32	80	LAN2	>=1024	TCP	Accept
3	R3e0	In	LAN2		LAN1		ICMP	Accept
3	R3e0	Out	LAN1		LAN2		ICMP	Accept
	R3e0	In/Out	Any	Any	Any	Any	Any	Deny

Examen final. Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/01/2024	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Contestar en el mateix full.

Problema 2 (1.5 punts)

La figura presenta la xarxa local d'una entitat. Cada port dels commutadors Ethernet (*switch*) està identificat amb un número. Tots els enllaços són Fast Ethernet (100Mbps) i els commutadors apliquen el control del flux. Els "hub" són medi compartit (*half duplex*).



a) (0.25 punts) Si els 15 dispositius (PC) envien dades cap al servidor de forma sostinguda, determinar quina velocitat efectiva pot assolir cada un d'ells.

T1, T2, T3: 25/3 Mbps T4, T5, T6: 25/3 Mbps
T7, T8, T9: 25/3 Mbps T10, T11, T12: 25/6 Mbps T13, T14, T15: 25/6 Mbps
Sw1p1 va a 100Mbps limita Sw1p2 i Sw1p3 a 50Mbps.
Sw2 i Sw3 apliquen control de flux limitant el flux dels ports 2 i 3 a 25Mbps. Sw5p2 i Sw5p3 a 25/2 Mbps.
T1=T2=T3= 25/3; T4=T5=T6= 25/3; T7=T8=T9= 25/3; T10=T11=T12=T13=T14=T15= (25/2)/3 Mbps.

b) (0.25 punts) Si a la vegada el servidor S envia dades de forma sostinguda caps als dispositius T1..T6, determinar si es modifica la velocitat en que aquests dispositius poden enviar cap a S. Per què?

T1, T2, T3: 25/3 Mbps T4, T5, T6: 25/3 Mbps
Hub cap a S2: $3 \cdot (25/3) = 25$; Sw2 cap al hub: 50; En total al medi compartit, $25 + 50 = 75 \text{ Mbps} < 100 \text{ Mbps}$.

c) (0.25 punts) Completar el contingut de la taula d'adreces Ethernet del commutador Sw2.

Port 1: S
Port 2: T1, T2, T3
Port 3: T4, T5, T6

d) (0.25 punts) Si T9 executa un *ping* a l'adreça de *broadcast* de la xarxa, completa la taula d'adreces Ethernet del commutador S2.

Port 1: S, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T3, T14, T15
Port 2: T1, T2, T3
Port 3: T4, T5, T6

e) (0.25 punts) Es defineixen 5 VLANs (T1-T3, T4-T6, T7-T9, T10-T12, T13-T15, respectivament) i el servidor S està connectat al commutador Sw1 a través d'un encaminador (router). Indicar quins enllaços s'han de configurar en mode "trunk".

R-Sw1; Sw1-Sw2; Sw1-Sw3; Sw3-Sw5

f) (0.25 punts) Si els dispositius de VLAN2 (T4, T5, T6) transmeten a la màxima velocitat possible cap als dispositius de la VLAN5 (T13, T14, T15) indicar els coll d'ampolla i la velocitat que poden assolir.

El control de flux a Sw4 limita a $T4=T5=T6=100/3 \text{ Mbps}$. El hub de la VLAN5 accepta $100/3 \text{ Mbps}$.

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/1/2024	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Duració: 2h30m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix full.

Problema 3 (2,5 punts)

Suposem una Internet real on es perden paquets.

Totes les connexions són de 1 Gb/s full-duplex. El switch fa control de flux.

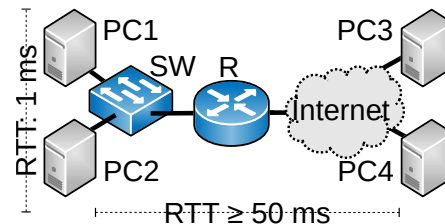
Latència mínima (RTT): PC1-2 o PC3-4 = 1ms, PC1/2-PC3/4 = 50ms.

Les cues del router tenen una mida de 100 kB.

Unitats decimals: 1 Gb/s = 1000 Mb/s, 1 kB = 1000 bytes.

Finestra anunciada (awnd) per PC1..4 = 200 kB i MSS = 1000 B.

Suposar que sempre hi ha dades per enviar, amb TCP, i a la màxima velocitat que permeti la xarxa.



Per tots els apartats del problema: PC2, PC3 i PC4 descarreguen a la vegada contingut de PC1 amb TCP.

a) Determina quin seria el valor màxim (indica càlcul del valor) de velocitat de transferència i quin pot ser el factor limitant principal d'aquesta velocitat (sense canviar ubicació dels PC):

PC1-2: $V_{\text{efmax}} = 200\text{kB} \cdot 8 / 0.001 = 1,6\text{Gbps}$ Factor limitant: **velocitat connexió PC1-SW i competició entre clients i ports.**
 $1\text{ Gbps} - V_{\text{ef1-3}} - V_{\text{ef1-4}} = 1000 - 2 \cdot 32 = 936\text{ Mbps}$.

PC1-3: $V_{\text{efmax}} = 200\text{kB} \cdot 8 / 0.050 = 32\text{Mbps}$ Factor limitant: **mida awnd PC3 ja que la latència depèn de la distància.**

PC1-4: $V_{\text{efmax}} = 200\text{kB} \cdot 8 / 0.050 = 32\text{Mbps}$ Factor limitant: **mida awnd PC4.**

b) En quin estat de TCP (SS, CA) es troba cada transferència i per quin motiu:

PC1-2: **SS** Motiu: **No tenim pèrdues.**

PC1-3: **SS o CA** Motiu: **Es poden produir pèrdues a Internet, no a la cua de R: igual velocitat d'entrada que de sortida.**

c) Que es podria fer per millorar la velocitat efectiva de transferència de cada connexió sense variar la velocitat dels enllaços i la ubicació dels PCs:

PC1-2: **cap** Motiu: **ja saturat.**

PC1-3: **incrementar awnd de PC3** Motiu: **limita la velocitat efectiva màxima de recepció.**

d) Quin efecte té duplicar la mida de les finestres anunciades als PC:

PC1: **cap** Motiu: **només afecta a la transferència cap a PC1 i PC1 no rep dades.**

PC2: **cap** Motiu: **la connexió de PC2 no pot anar més ràpid.**

PC3: **duplica la Vefmax** Motiu: **awnd de PC3 determina la velocitat per sota del màxim possible.**

e) Els elements que es veuen a la figura poden incrementar la latència de propagació a cada transferència.

Indica quins motius (causa i mecanisme) poden contribuir i si ho fan (efecte) en aquest cas:

PC1-2: Motiu: **velocitat connexió servidor i control de fluxe amb trames pausa.**

Efecte: **mínim, potser no detectable.**

PC1-3: Motiu: **cues dels routers i encaminament a Internet.**

Efecte: **retard per camins més llargs i congestió: cues a routers d'Internet, no a R ja que V entrada = sortida.**

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		16/1/2024	Tardor 2023
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Duració: 2h30m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix full.

Problema 4 (1,5 punts)

A l'escenari del problema 3, un usuari a PC3 amb un navegador web vol accedir a www.test.com que es troba a PC1.

Assumpcions:

- DNS: el servidor de DNS de PC3 és PC4. PC4 ja té a la seva caché (cau) els registres necessaris.
- HTTP: El servidor fa servir HTTP 1.1 (connexions persistents i amb pipelining).
- La pàgina web visitada (a PC3) té un contingut HTML que inclou 5 imatges situades a PC2 (img.test.com).
- Temps de baixada de respostes HTTP (HTML o PNG): 10 ms. (sempre)

a) Llistar la seqüència de missatges entre el client web, els servidors DNS, i el servidor web per obtenir la pàgina i tancar la connexió, suposant que només es fa servir una única connexió HTTP per servidor:

Protocol	Retard (ms)	Retard acumulat	Operació
DNS	1	1	www.test.com A?
TCP	50	51	SYN+ACK
HTTP	50 + 10	111	GET / i resposta HTML que referencia 5 PNG
DNS	1	112	img.test.com A?
TCP	50	162	SYN+ACK
HTTP	50 + 10·5	262	GET /i1.png ... /i5.png pipeline, baixada seqüencial
TCP	50	312 (no es nota)	FIN+ACK. Tampoc suma retard FIN de 1a connexió

Calcula la suma total de temps de càrrega de la pàgina al navegador i justifica la resposta en els casos següents:

b) Suposant que es poden obrir tantes connexions HTTP com calgui (sota demanda):

Després dels 130 ms per recollir l'HTML de PC1 i resoldre img.test.com a PC2, es poden obrir 5 connexions TCP/HTTP més per demanar les 5 imatges en paral·lel a PC2: de 50+10·5 passem a 50+10: - 40 ms.

Total 222 ms demanda de 5 imatges en paral·lel, enlloc de 262 amb una connexió per servidor i pipeline.

c) Suposant que el navegador obre un nombre fixe o màxim de connexions (3 en aquest cas) cada vegada que cal parlar HTTP amb un servidor:

Amb 3 connexions establertes de cop, comparant amb b) per descarregar les imatges:

Demanar 5 objectes per 3 connexions: +10ms de baixada per pipelining de la segona imatge per dues de les connexions TCP/HTTP. Total 232 ms.

d) A partir de c), suposant que PC3 fa servir servidors proxy HTTP i DNS a PC4 o de forma equivalent, que test.com fa servir una xarxa de distribució de continguts (CDN, com Akamai) per DNS i HTTP. Asumir cachés plenes. Com afecta a les transferències de DNS, HTML, imatges i transferència total?

Tots els valors baixen a 1ms (parlem amb un servidor a prop, assumpció no GET condicional).

La baixada del contingut segueix a 10 ms.

	Protocol	Retard
1	DNS	1
2	TCP	1
3	HTTP	1+10

	Protocol	Retard
4	DNS	1
5	TCP	(1)
6		

	Protocol	Retard
7	PNG	1+10·2
8		
	Total:	35 o 36

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

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)

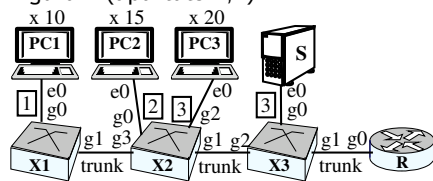


Figura 2 (apartats 3,4,5)

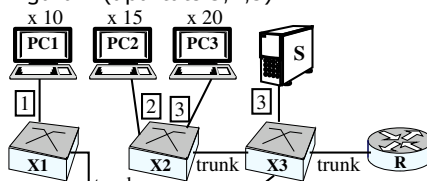
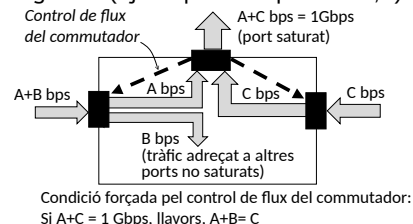


Figura 3 (ajuda per als apartats 3,5)



En la xarxa de la figura tots els enllaços són full duplex d'1 Gbps. PC1,PC2,PC3 són un dels PC's de les VLANs 1,2,3, respectivament. Hi ha 10,15,20 PC's ens les VLANs 1,2,3. La figura mostra només 1 dels PC's 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 PC's) 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 PC's 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 PC's, 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 PC's 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 PC's 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 PC's 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 PC's 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 PC's, respectivament, PC1,PC2,PC3 de la figura 2 quan els 45 PC's 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

$$v_2 = v_3 = v = 1 \text{ Gbps}/55 = 18.18 \text{ Mbps}$$

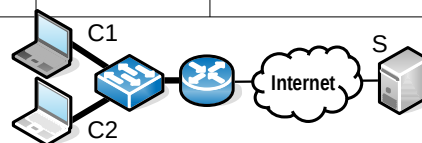
$$v_1 = 2 v = 36.36 \text{ Mbps}$$

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?	$V_{max} = awnd / RTTmin \leq 10Mbps \Rightarrow$ cap enllaç saturat \Rightarrow límit: awnd $V_{max} = 11584 * 8 / 0.02 = 4.63Mbps$		

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 $V_{max} C1 \rightarrow S < 10Mbps$.		
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?	Vef = $V_{max} = 4.63Mbps$		

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 <i>router</i> ? (sí/no) Per què?	Sí. Perquè $2*(V_{max} C1 \rightarrow S) + (V_{max} C2 \rightarrow S) = 3*4.63 = 13.89 Mbps > 10Mbps$. És a dir, l'enllaç del <i>router</i> 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 <i>router</i> .		
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 = $W/vef = 11584*8/(3,33*10^3) = 27,8 ms$		

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?

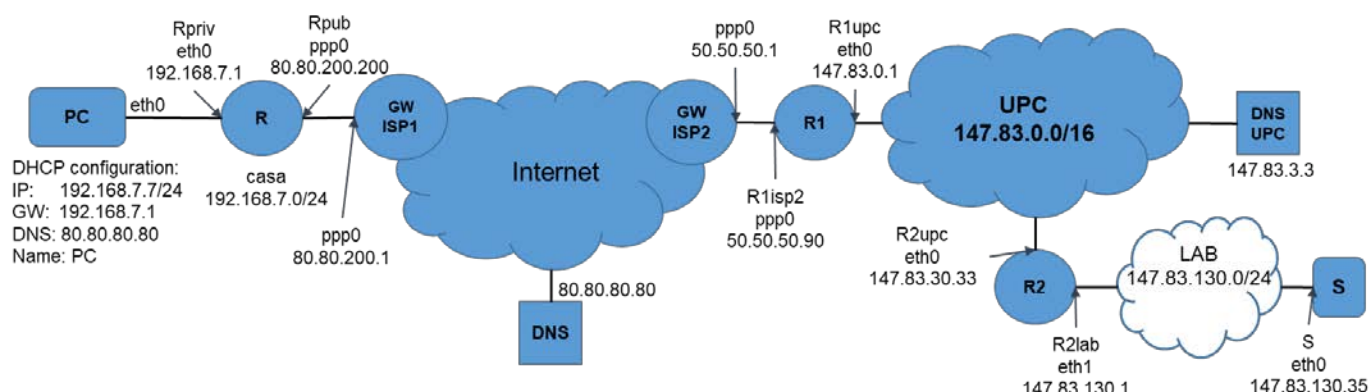
La capçalera HTTP "Content-Length:" indica la longitud (bytes) d'un contingut. Allà acaba l'objecte i pot començar la capçalera de següent.

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

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_{ISP1} 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 ISP1ppp0 (80.80.200.1) - ??? - GW ISP2 – 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_{ISP2}(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

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		17/1/2023	Tardor 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Test (2 punts)

Preguntes multiresposta (qualsevol nombre de respostes correctes). Valen la mitat si hi ha un error i 0 si més.

1. Tenim l'interval d'adreces 100.0.0.0/28. Volem direccionar 1 subxarxa de 5 hosts i 2 subxarxes d'1 host en aquest rang. Quina de les afirmacions següents és certa?

- ☒ Si hi hagués 3 subxarxes d'1 host en lloc de 2 subxarxes, no tindríem prou adreces.
- ☒ 100.0.0.0/29 podria ser la subxarxa de 5 hosts.
- ☒ 100.0.0.10 pot ser un host en una de les dues subxarxes d'1 host.
- ☒ 100.0.0.15 pot ser l'adreça de difusió d'una de les dues subxarxes d'1 host.

2. Sobre els protocols que admeten IP:

- ☒ ARP fa servir broadcast Ethernet.
- ☒ ICMP viatja com a un paquet IP per internet.
- ☐ Els paquets ICMP no passen per un router amb NAT.
- ☒ Un client de DHCP pot rebre respostes de més d'un servidor DHCP.

3. Altres aspectes del protocol IP:

- ☒ Si afegim un túnel de sortida a un router, hem d'afegir almenys una entrada a la taula d'encaminament.
- ☒ Quan s'utilitza Split Horizon a RIP, la quantitat d'informació enviada es redueix, tot i que aquest no és l'objectiu principal.
- ☒ Un objectiu de l'encaminament és trobar camins cap a les destinacions dels paquets.
- ☐ Un objectiu de l'encaminament és trobar camins cap als orígens dels paquets.

4. A una taula d'encaminament:

- ☐ El gateway és la adreça IP de la interfície del router per on ha de sortir el paquet.
- ☒ El gateway és la adreça IP on s'ha de reenviar el paquet per la interfície de sortida del router.
- ☐ Aplica la primera entrada de la taula que encaixa.
- ☒ Aplica la entrada de la xarxa que encaixa amb el major nombre de bits de xarxa.

5. A un switch Ethernet amb control de flux ideal i tots els ports a la mateixa velocitat:

- ☐ Quan arriben a la vegada trames Ethernet per més d'un port d'entrada cap al mateix port de sortida, es perden trames.
- ☒ Quan el tràfic de sortida d'un port està saturat, el switch para els ports d'entrada que envien cap a la sortida per evitar pèrdues.
- ☒ Quan el tràfic de sortida d'un port està saturat, el switch para el port d'entrada que envia més tràfic per evitar pèrdues.
- ☐ Les trames que entren a la vegada per ports diferents poden col·lisionar.

6. A una xarxa Ethernet amb VLAN:

- ☐ A un port assignat a una VLAN (mode access) les trames Ethernet porten l'identificador de VLAN a la que pertanyen.
- ☒ A un port en mode trunk les trames Ethernet porten l'identificador de VLAN a la que pertanyen.
- ☐ Un broadcast enviat per un dispositiu connectat a un port del switch arriba a tots els ports de qualsevol VLAN.
- ☒ Un broadcast enviat per un dispositiu connectat a un port del switch arriba als ports en mode trunk.

7. Un switch Ethernet amb ports a 1 Gb/s i control de flux té dos PC connectats amb una latència (RTT) de 1 ms. Quin és el tamany de finestra òptim perquè la velocitat efectiva sigui màxima?

- ☒ 125 kB
- ☐ 250 kB
- ☐ 2 MB
- ☐ 64 kB

8. En el cas anterior, amb una finestra (awnd) de 64 kB, quina és la velocitat efectiva aproximada que TCP pot aconseguir?

- ☐ 100 Mb/s
- ☒ 500 Mb/s
- ☐ 800 Mb/s
- ☐ 1000 Mb/s

9. En una resolució DNS, quina de les opcions següents és certa?

- ☒ Un servidor de domini pot consultar periòdicament el principal per sincronitzar-se.
- ☒ Una consulta per a un registre A pot retornar més d'una resposta.
- ☐ El TTL indica el nombre de salts en una consulta recursiva.
- ☐ El servidor arrel realitza consultes recursives per als clients.

10. Digues quines de les afirmacions següents són certes respecte a HTTP 1.1

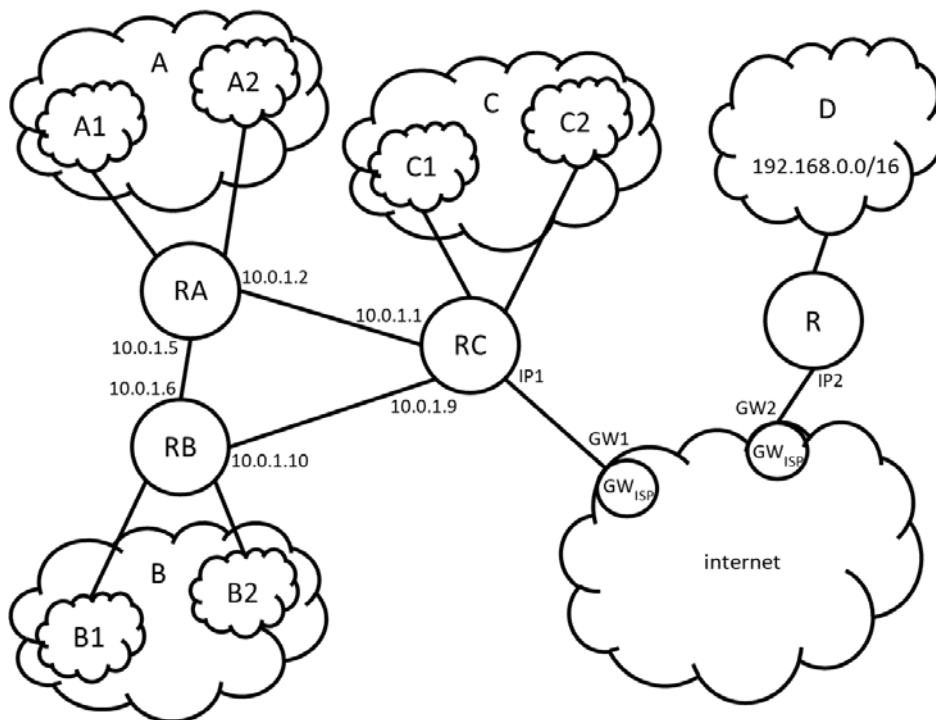
- ☒ Es poden enviar múltiples missatges de petició consecutivament sense haver d'esperar resposta.
- ☒ Les peticions POST poden enviar dades proporcionades per l'usuari.
- ☐ El contingut està delimitat per límits de text (boundary).
- ☒ El contingut està delimitat per la mida en bytes (Content-Length).

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		17/01/2023	Tardor 2022
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI:	

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Problema 1 (4 punts)

La figura mostra la xarxa d'una entitat. Consta de tres xarxes A, B i C en una ubicació i una xarxa D remota.



Es disposa del bloc d'adreces 147.83.100.0/22. Les subxarxes A1, B1 i C1 han d'allotjar 200 dispositius cada una. Les subxarxes A2, B2 i C2 han d'allotjar 50 dispositius cada una.

a) (0'5 punts) Amb les condicions de l'enunciat, distribuir el rang d'adreces IP públiques deixant el mínim d'adreces sense assignar i determinar els blocs d'adreces que queden lliures.

Subxarxa	Adreça de xarxa / màscara	Adreça router	Adreça broadcast
A1	147.83.100.0/24	147.83.100.1	147.83.100.255
A2	147.83.103.0/26	147.83.103.1	147.83.103.63
B1	147.83.101.0/24	147.83.101.1	147.83.101.255
B2	147.83.103.64/26	147.83.103.65	147.83.103.127
C1	147.83.102.0/24	147.83.102.1	147.83.102.255
C2	147.83.103.128/26	147.83.103.129	147.83.103.191
lliure	147.83.103.192/26	147.83.103.193	147.83.103.255

Els routers RA, RB i RC utilitzen RIPv2 amb "split horizon" com a algorisme d'encaminament.

b) (0'5 punts) Completar el contingut del missatge RIPv2 d'UPDATE que RA envia a RC

Destinació	Mètrica
A1	1
A2	1
B1	2
B2	2

Destinació	Mètrica
10.0.1.4/30 (RA-RB)	1
10.0.1.8/30 (RB-RC)	2

La xarxa D utilitza adreçament privat i es desitja que tot el tràfic dels dispositius de la xarxa D passi sempre per RC, on hi ha configurat el tallafocs ("Firewall") de l'entitat. Per fer-ho, s'ha configurat un túnel entre RC i R.

c) (0'5 punts) Amb la informació de l'enunciat, donada la taula d'encaminament del router R, completar la taula d'encaminament de RC.

R		
xarxa	gw	interfície
192.168.0.0/16		eth1
10.0.1.12/30		tun0
GW1/32		ppp
GW2/32		ppp
[147.83.100.0/22	10.0.1.13	tun0]
0.0.0.0/0	10.0.1.13	tun0

[] no cal

RC		
xarxa	gw	interfície
C1		e0
C2		e1
10.0.1.0/30		e2
10.0.1.8/30		e3
A1	10.0.1.2	e2
A2	10.0.1.2	e2
B1	10.0.1.10	e3
B2	10.0.1.10	e3
GW1/32		ppp
10.1.1.12/30		tun0
192.168.0.0/16 (D)	10.0.1.14	tun0
0.0.0.0/0	GW1	ppp

El dispositiu H de la subxarxa A1 executa la comanda "ping S -n 1", on S és una adreça IP de la subxarxa D. L'opció "-n 1" vol dir que només ho fa un cop. El dispositiu H s'acaba de configurar via DHCP i la seva taula ARP està buida.

Les adreces IP es representen en majúscula i les adreces MAC en minúscula. Les quatre adreces IP de les interfícies de RA són: RA1, RA2, RAC i RAB. Les MAC són respectivament: ra1, ra2, rac i rab. Pels dispositius les adreces són H i h, i S i s, respectivament.

d) (0'5 punts) Seguint la notació indicada, completar la seqüència de trames i datagrames que passen per la interfície RA1 fins que es rep la resposta al missatge del ping.

	Ethernet Header		ARP message		IP Header			data
	Source	Destination	Type	Message	Source	Destination	Protocol	Message
1	h	FF:FF:FF:FF:FF:FF	Q	RA1?				
2	ra1	h	R	ra1				
3	h	ra1			H	S	ICMP	Echo RQ
4	ra1	h			S	H	ICMP	Echo RP
5								
6								

e) (0'25 punts) Tenint en compte la connexió amb la xarxa remota D, completar els camps dels datagrames que passen per la interfície GW1.

External IP Header				IP Header				Payload
Source	Destination	Protocol	TTL	Source	Destination	Protocol	TTL	Message
IP1	IP2	IPinIP	256	H	S	ICMP	254	Echo RQ
IP2	IP1	IPinIP	256	S	H	ICMP	255	Echo RP

Després, des de H s'executa la comanda "ping IP2 -n 1". IP2 és l'adreça pública del router R.

f) (0'25 punts) Completar els camps dels datagrames que passen per la interfície GW1 si després de la comanda de l'apartat anterior el dispositiu H executa "ping IP2 -n 1".

External IP Header				IP Header				Payload
Source	Destination	Protocol	TTL	Source	Destination	Protocol	TTL	Message
				H	IP2	ICMP	254	Echo RQ
				IP2	H	ICMP	?	Echo RP

No passa pel túnel.

Els servidors de l'entitat estan ubicats en la subxarxa C2. El tallafocs (Access Control List) es configura a la interfície IP1 de RC.

Es desitja que qualsevol client pugui comunicar-se amb els servidors en C2 i que els servidors de DNS (port 53) i el de SMTP (port 25) puguin accedir als respectius servidors externs (per exemple, DNS root, DNS TLDs, altres servidors DNS, SMTP de destinació dels missatges).

També es permeten els missatges ICMP a tots els servidors en C2.

g) (0'5 punts) Completar les regles de la llista d'accés a IP1 per configurar les condicions de l'enunciat.

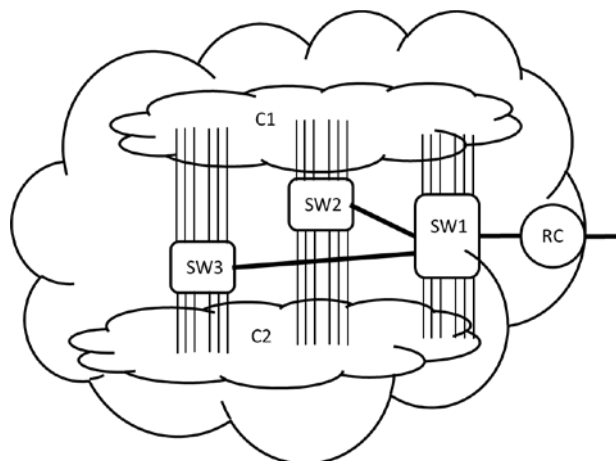
IN/OUT	SRC IP	SRC port	DST IP	DST port	PROTOCOL	ACTION
IN	ANY	>1024	C2	<1024	TCP/UDP	Accept
OUT	C2	<1024	ANY	>1024	TCP/UDP	Accept
OUT	DNS	>1024	ANY	53	TCP/UDP	Accept
IN	ANY	53	DNS	>1024	TCP/UDP	Accept
OUT	SMTP	>1024	ANY	25	TCP	Accept
IN	ANY	25	SMTP	>1024	TCP	Accept
IN	ANY		C2		ICMP	Accept
OUT	C2		ANY		ICMP	Accept
ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	Deny

Les dues primeres permeten que clients de fora puguin comunicar-se amb els servidors en C2.

Després, cal que els servidors de C2 puguin actuar com a clients i comunicar-se amb servidors externs de DNS i SMTP.

Cada xarxa A, B i C és una xarxa Ethernet amb diversos commutadors Ethernet, tal i com mostra la figura per a la xarxa C.

Els commutadors SW1, SW2 i SW3 es configuren amb dues VLAN: la VLAN1 per a C1 (clients) i la VLAN2 per a C2 (servidors). Els ports entre commutadors i el del SW1 a RC són d'1Gbps. La resta són ports Fast Ethernet (100Mbps).



h) (0'25 punts)

Quins enllaços s'han de configurar en "mode trunk"? **SW1-SW2, SW1-SW3 i SW1-RC**

Indica la seqüència de dispositius per on passen les trames Ethernet en els casos següents:

- Client al SW2 envia a servidor al SW3: **SW2 SW1 RC SW1 SW3**
- Client a SW3 fa un datagrama UPD de *broadcast*: **SW3 SW1 RC i SW2**
- Un client de la xarxa A envia a un servidor al SW2: **RC SW1 SW2**

i) (0'25 punts)

Si els 30 clients de C1 descarreguen dades de forma sostinguda d'un servidor de C2, quina és la velocitat efectiva que poden assolir? Com actua el control de flux dels commutadors?

No actua el control de flux ja que el servidor només genera 100Mbps que passen del SW corresponent, per SW1, per RC i es distribueixen entre els tres SW.

$V_{ef} = 100/30 = 3'33 \text{ Mbps}$.

Per a aquest apartat, suposem que la subxarxa C2 té tres servidors, un a cada commutador, i que a la subxarxa C1 hi ha 30 clients, 10 a cada commutador. Considerem que el control de flux dels commutadors Ethernet és òptim. No cal considerar l'efecte del TCP a l'hora de calcular la velocitat efectiva que es pot assolir en cada cas.

j) (0'25 punts)

Si els tres servidors de C2 envien dades de forma sostinguda als 30 clients de C1, quina és la velocitat efectiva que poden assolir els clients? Com actua el control de flux dels commutadors?

L'enllaç SW1-RC pot transmetre els 300Mbps agregats i no actua el control de flux.

$V_{ef} = 300/30 = 10 \text{ Mbps}$

k) (0'25 punts)

Si els 30 clients de C1 envien dades de forma sostinguda cap a cada un dels 3 servidors de C2, quina és la velocitat efectiva que poden assolir els clients? Com actua el control de flux dels commutadors?

Els 10 clients de SW3 generen 1Gbps cap a SW1. Els 10 clients de SW2 generen 1Gbps cap a SW1. Els 10 clients de SW1 generen un 1Gbps. L'enllaç SW1-RC aplica control de flux amb trames de pausa i reparteix 1 Gbps entre 12 ports (10 clients, SW2 i SW3); és a dir 83'33Mbps.

$V_{ef \text{ sw1}} = 83'33 \text{ Mbps}$.

$V_{ef \text{ sw2}} = 83'33/10 = 8'33 \text{ Mbps}$.

$V_{ef \text{ sw3}} = 83'33/10 = 8'33 \text{ Mbps}$.

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		17/1/2023	Tardor 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 2 (2,5 punts)

Suposem una Internet no congestionada.

Totes les connexions són de 1 Gb/s full-duplex. El switch fa control de flux.

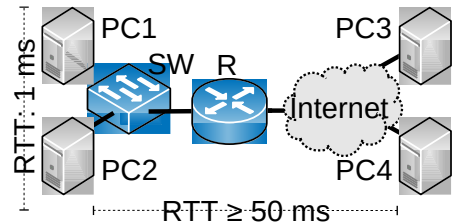
Latència mínima (RTT): PC1-2 o PC3-4 = 1ms, PC1/2-PC3/4 = 50ms.

Les cues del router tenen una mida de 10 kB.

Unitats decimals: 1 Gb/s = 1000 Mb/s, 1 kB = 1000 bytes.

Finestra anunciada (awnd) per PC1-4 = 100 kB i MSS = 1000 B.

Suposar que sempre hi ha dades per enviar, amb TCP, i a la màxima velocitat que permeti la xarxa.



a) Determina la finestra òptima de recepció (Bytes) entre dos PC propers i dos PC allunyats:

PC1-2: $W_{opt} = 1 \text{ Gb/s} \cdot 1 \text{ ms} / 8 = 10^9 \cdot 10^{-3} / 8 = 125 \text{ kB}$

PC1-3: $W_{opt} = 1 \text{ Gb/s} \cdot 50 \text{ ms} / 8 = 6,25 \text{ MB}$

b) Determina la velocitat efectiva màxima (Mb/s) de transferència quan PC1 envia a PC2 a la vegada que PC1 envia a PC3 per TCP.

PC1-2: $V_{efmax} = \text{awnd} / \text{RTT} = 10^5 \cdot 8 / 0.001 = 800 \text{ Mb/s}$

PC1-3: $V_{efmax} = 10^5 \cdot 8 / 0.050 = 16 \text{ Mb/s}$

El router R té una cua de sortida de 10 kB, i a partir d'ara la velocitat de sortida cap a Internet baixa a 10 Mb/s.

PC1 envia dades per TCP a PC3, a la vegada que PC2 envia dades per TCP a PC4.

Suposar que les finestres TCP de les dues connexions estan sincronitzades.

c) Quin retard en mitja afegeix la cua? $C_m = 3/4 \cdot 10 \text{ kB} = 7.5 \text{ kB} \rightarrow C_m \cdot 8 / 10 \text{ Mb/s} = 6 \text{ ms}$ (màxim 8 ms amb cua plena)

Quina és la velocitat efectiva (mitja per a la transferència) entre

PC1-PC3: $V_{ef} (\text{Mb/s}) = 10/2 = 5 \text{ Mb/s}$

d) Si la finestra evoluciona a la vegada a les dues connexions TCP, quants RTT triga en produir-se una pèrdua comptant el primer enviament?

Es produïria una pèrdua quan la finestra de cada connexió superi els segments que caben en el cable i la cua del router:

En el cable: $50\text{ms} \cdot 10\text{Mbps} / 8 = 31,25 \text{ kB}$

En la cua del router: $10\text{kB} / 2 = 5 \text{ kB}$

En total: 36.25 kB, és a dir, 36.25 segments (amb segments de 1000B).

La seqüència seria 1, 2, 4, 5, 16, 32, > 36.25. Aproximadament = 7 RTT.

e) Quin efecte tindria duplicar la mida de les cues del router R?

Doble cua (20 kB) \rightarrow més latència = $50 + 12 = 62 \text{ ms}$ (16 ms cua plena)

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		17/1/2023	Tardor 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 3 (1,5 punts)

Un navegador web vol accedir a la pàgina www.test.com.

Assumpcions:

- DNS: el servidor DNS del dispositiu amb el navegador ja té a la seva caché (cau) els registres necessaris.
- HTTP: El servidor fa servir HTTP 1.1 (persistent).
- Latència: RTT = 10 ms amb qualsevol servidor.
- La pàgina web visitada té un contingut HTML i 5 imatges al mateix servidor.
- Temps de baixada de respostes HTTP (HTML o PNG): 10 ms.

a) Llistar la seqüència de missatges que es fan entre el client web, els servidors DNS, i el servidor web per obtenir la pàgina i tancar la connexió, suposant que només es fa servir una única connexió HTTP.

Protocol	Retard	Retard acumulat	Operació
DNS	10	10	www.test.com A?
TCP	10	20	SYN+ACK
HTTP	10 + 10	40	GET / i resposta HTML que referencia 5 PNG
HTTP	10	50	GET /i1.png ... /i5.png pipeline, sense espera
HTTP	10·5	100	Baixada seqüencial de i1.png ... i5.png
TCP	10	110	FIN+ACK

Calcula la suma total de temps de càrrega de la pàgina al navegador i justifica la resposta en els casos següents:

b) Suposant que només es fa servir una sola connexió HTTP:

100 ms, no cal esperar al tancament de la connexió (FIN+ACK).

c) Suposant que es poden obrir tantes connexions HTTP com calgui (sota demanda):

Després dels 40 ms per recollir l'HTML, es poden obrir 4 connexions TCP/HTTP més per demanar les 5 imatges en paral·lel: + 30 = 70 ms.

d) Suposant que el navegador obre 4 connexions al principi i a la vegada amb el servidor (i demana l'HTML per una):

Amb 4 connexions establertes de cop, comparant amb c) tenim dues opcions, amb el mateix temps de càrrega:

- Quan el navegador rep l'HTML veu que cal obrir una connexió més per arribar a 5 i demanar imatges en paral·lel.
- Demanar 5 objectes per 4 connexions: +10ms de baixada de la segona imatge per una connexió TCP/HTTP, -10 ms d'obrir noves connexions (tenim 4 inicialment)

Si el navegador hagués obert 5 (no ho sap fins rebre l'HTML), ens podríem estalviar 10 ms respecte a c) per poder demanar i rebre totes les imatges en paral·lel: 60 ms.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingenieria Informàtica		13/06/2022	Primavera 2022
Nom	Cognoms	Grup	DNI		

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

Test (2.5 punts) Marca les respostes correctes. Totes les preguntes són multiresposta: totes les combinacions són possibles (de tot fals a tot cert); i valen la meitat si hi ha un error, 0 si més.

- Suposa que s'envien trames de 1500 bytes. El RTT mínim entre PC1 i PC2 en la figura és aproximadament:

☐ 0,12 ms ☐ 0,24 ms ☒ **0,96 ms** ☐ 0,48 ms
- El mínim nombre d'adreces IP per configurar correctament les interfícies de les xarxes de la figura és:

☐ 2 ☐ 5 ☒ **4** ☐ 1 ☐ 3
- Suposa que en la xarxa de la figura PC1 envia tràfic a la màxima velocitat que permet la xarxa cap a PC2, i PC2 cap a PC1. Quina és aproximadament la velocitat eficaç màxima de PC1?

☐ 33,3 Mbps ☐ 25 Mbps ☐ 100 Mbps ☒ **50 Mbps**
- Suposa que en la xarxa de la figura la taula ARP del PC1 està buida i PC1 fa ping a PC2. Digues quins dispositius tindran alguna de les seves adreces IP en la taula ARP de PC1 quan PC1 rep la resposta:

☐ Switch ☐ PC1 ☒ **Router** ☐ PC2
- Suposa que en la xarxa de la figura la taula MAC del switch està buida i PC1 fa ping a PC2. Digues quins dispositius tindran alguna de les seves adreces Ethernet en la taula MAC del switch quan PC1 rep la resposta:

☒ **Router** ☐ Switch ☒ **PC1** ☒ **PC2**
- Digues quins dels següents protocols tenen assignat un well-known port:

☐ Ethernet ☒ **HTTP** ☐ ICMP ☒ **SMTP** ☒ **RIP**
- Indica quines de les següents afirmacions sobre DHCP són certes:

☒ **El servidor pot comunicar al client l'adreça IP del gateway per defecte**

☐ Els missatges DHCPDISCOVER i DHCPOFFER poden ser suficients per a la configuració del client

☐ El client fa servir l'adreça IP destinació 0.0.0.0 quan envia un missatge DHCPDISCOVER

☐ Fa servir el protocol TCP
- Digues quines respostes són certes respecte l'aplicació de correu electrònic:

☒ **Amb MIME es pot enviar un correu amb un contingut que sigui un document HTML**

☒ **Un cop establir-ta la connexió, un client SMTP haurà d'enviar més d'un segment TCP amb dades per enviar un correu**

☐ Si el client de correu fa servir HTTP el missatge arribarà a la bústia del destinatari sense SMTP

☒ **Amb MIME es pot enviar un correu amb un text que inclogui caràcters accentuats**
- Digues quines afirmacions de TCP són certes:

☐ A la capçalera TCP s'inclou un flag don't fragment per evitar la fragmentació

☐ En un host hi pot haver dos sockets TCP amb el mateix port efímer

☒ **TCP té un flag de reset que permet avortar la connexió en cas d'error**

☒ **En un TCP simplificat com el que expliquem a classe la finestra de congestió només es decrementa quan salta el temporitzador de retransmissió**
- Digues quines afirmacions de DNS són certes:

☐ Si un servidor de noms local té la caché buida, per resoldre www.google.com enviarà un missatge DNS a un root-server que ha de ser una query recursiva

☐ Cada cop que un servidor de noms local inicia una resolució d'un nom que no està en la caché, ha d'enviar un missatge DNS a un root-server

☒ **Un servidor de noms pot retornar resource records amb adreces IP diferents per a un mateix nom**

☒ **Un resource record de tipus CNAME permet que noms diferents tinguin la mateixa adreça IP**
- Digues quines afirmacions són certes en una xarxa WiFi:

☐ El format de les trames de dades és el mateix que Ethernet

☒ **En un access point hi ha una taula MAC, igual que en un switch Ethernet**

☐ Es pot tenir una transmissió full duplex, igual que en Ethernet

☐ Si una estació rep una trama WiFi broadcast correcta, envia una confirmació (ack)
- Digues quines de les següents afirmacions son certes:

☒ **La xarxa 192.168.0.0/27 es pot dividir en 2 subxarxes de hostid=3 bits i 1 subxarxa de hostid=4 bits**

☐ L'adreça broadcast de la xarxa 198.168.0.0/27 és 198.168.0.255

☐ Un enllaç punt-a-punt es podria configurar amb la xarxa 192.168.0.250/30 i les adreces 192.168.0.251 192.168.0.252

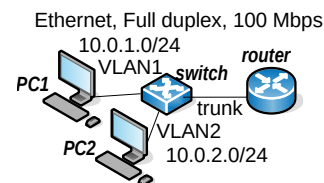
☐ 192.168.0.160/28 és una subxarxa de 192.168.0.192/26
- Indica quines de les següents afirmacions sobre RIP són certes:

☐ El temps de convergència depèn del nombre de xarxes

☐ La informació de les xarxes que s'envia en els missatges d'update és destinació, mètrica i gateway

☒ **Si Split Horizon està habilitat en totes les interfícies d'un router, el contingut dels missatges d'update que enviarà el router serà diferent en totes les interfícies**

☐ Un router pot sumaritzar les xarxes 192.168.1.0/24 i 192.168.2.0/24 amb la xarxa 192.168.0.0/16

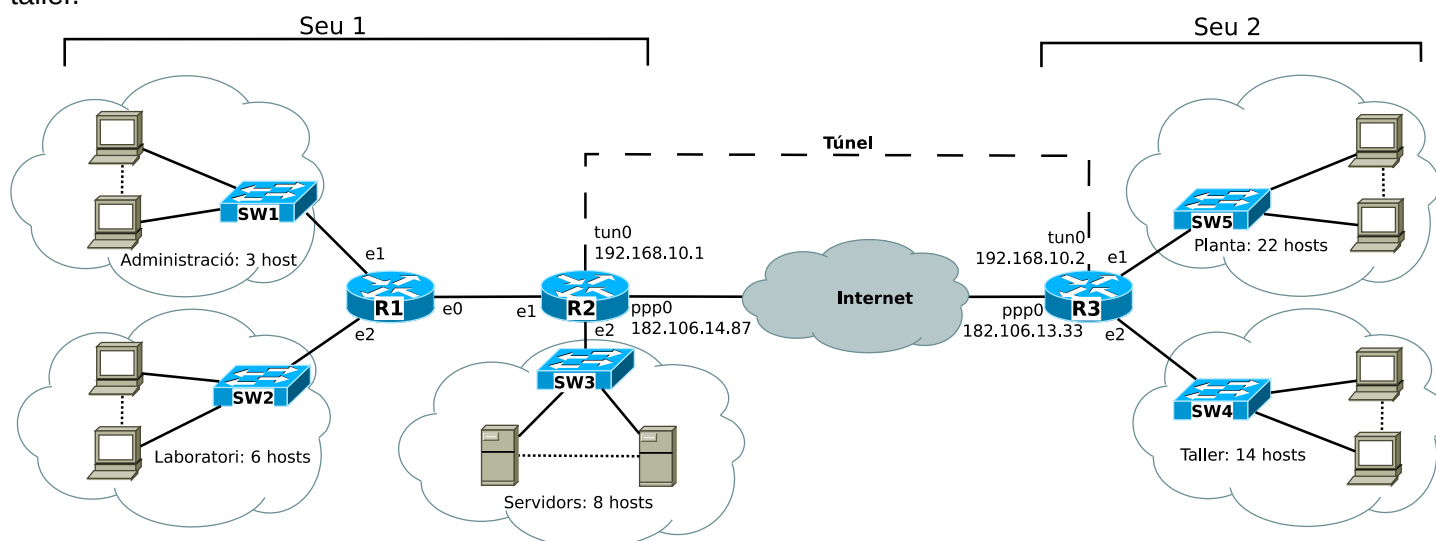


Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		13/06/2022	Primavera 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOM (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

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

Problema 1 (2.5 punts)

Una empresa té dos seus, Seu 1 i Seu 2. La figura adjunta en mostra la infraestructura de xarxa. A la Seu 1 hi ha el personal d'administració, els laboratoris i els servidors. A la Seu 2 hi ha la planta de producció i el taller.



Hi ha una subxarxa per cada *switch*, cinc en total: Administració, Laboratoris, Servidors, Planta i Taller. A la figura s'hi especifica el nombre de *hosts* de cada subxarxa; per exemple, la subxarxa de servidors té 8 *hosts*. Cada *host* té assignada una IP del rang privat 192.168.10.0/24 i està connectada a un dels *switchos*. Totes les connexions són Ethernet.

Ambdues seus estan interconnectades a través internet mitjançant un túnel IP. El proveïdor de servei d'accés a Internet (ISP) de l'empresa ha assignat els següents paràmetres de xarxa a cada una de les seus:

- Seu 1: IP pública: 182.106.14.87, màscara de xarxa 255.255.255.192, porta d'enllaç (*gateway*, GW): primera IP de *host* del rang.
- Seu 2: IP pública: 182.106.13.33, màscara de xarxa 255.255.255.192, porta d'enllaç: primera IP de *host* del rang.

Les lletres minúscules dels *routers* indiquen el nom de cada interfície de xarxa (NIC).

Contesta cadascuna de les preguntes següents. Per fer-ho empra les cel·les lliures de les taules facilitades:

A) (0.5 punts) Assigna un subrang d'IPs del rang privat a cada subxarxa de manera que les quantitats d'adreces no assignades dins de cada subrang i entre subrangs sigui mínimes. Ordena les files de la taula per ordre creixent de prefix. Indica el nom de les subxarxes, el nombre d'IPs assignades, el prefix de la subxarxa i la màscara de subxarxa en notació de barra (per exemple /24).

Nom de la subxarxa	Nombre d'IPs assignades	Prefix	Màscara
Túnel	2	192.168.10.0	/30
R1-R2	2	192.168.10.4	/30
Administració	4	192.168.10.8	/29
Laboratoris	7	192.168.10.16	/28
Servidors	9	192.168.10.32	/28
Taller	15	192.168.10.64	/27
Planta	23	192.168.10.96	/27

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		13/06/2022	Primavera 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOM (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

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

B) (0.5 punts) Quins subrangos d'adreces del rang privat queden per assignar? Empra la notació de barra i els mateixos criteris d'ordenació de l'apartat anterior.

Subrangos no assignats
192.168.10.48/28
192.168.10.128/25
-

C) (0.5 punts) Quines són les IPs de les portes d'enllaç del proveïdor de serveis?

Porta d'enllaç Seu 1	Porta d'enllaç Seu 2
182.106.14.65	182.106.13.1

D) (0.5 punts) Completa la taula d'encaminament del *router* R2. Fes-ho agregant a la màscara més petita i minimitzant el nombre d'entrades de la taula però mantenint l'accés a totes les subxarxes. Per les xarxes agregades el nom de les destinacions ha de ser el resultat de la concatenació dels noms de les subxarxes agregades separats pel caràcter «+». Cal que ordenis la taula de màscara més restrictiva a menys restrictiva.

Nom de la destinació	Prefix/màscara	Porta d'enllaç	Interfície
ISP-R2	182.106.14.65/32	-	ppp0
Túnel	192.168.10.0/30	-	tun0
R1-R2	192.168.10.4/30 (o .5/32)	-	e1
Servidors	192.168.10.32/28	-	e2
Administració + laboratoris	192.168.10.0/27	192.168.10.5	e1
Taller + planta	192.168.10.64/26	192.168.10.2	tun0
Per defecte (default)	0.0.0.0/0	182.106.14.65	ppp0
-	-	-	-

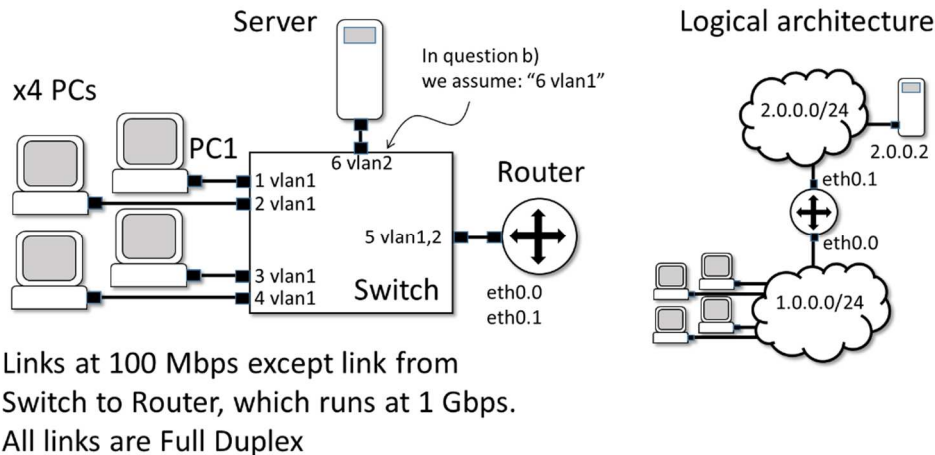
E) (0.5 punts) Per testejar la connectivitat es fa un *ping* entre R1 i R3.e1. Determina les adreces IP i el valor del camp de protocol de la capçalera externa dels paquets IP un cop aquests surten de cada una de les interfícies especificades a la taula.

Interfície de sortida	Capçalera IP		
	Adreça origen	Adreça destí	Protocol
R1.e0	192.168.10.5	192.168.10.97	ICMP
R2.tun0	182.106.14.87	182.106.13.33	IPinIP
R2.ppp0	182.106.14.87	182.106.13.33	IPinIP

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica	13/06/2022	Primavera 2022
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI/NIE:

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

P2 (1,5 punts) En la red mostrada en la figura, configuramos los puertos del conmutador para que pertenezcan a dos VLANs (vlan1 and vlan2). Las direcciones IP y las tablas de encaminamiento de todos los hosts y el router se configuran de acuerdo a la arquitectura lógica también mostrada en la figura.



Las tablas ARP de todos los hosts y del router están vacías. La tabla de forwarding del conmutador también está vacía. En PC1 ejecutamos un ping al servidor ("ping 2.0.0.2").

- a) Llena la tabla, *ordenada en tiempo*, con los paquetes ethernet que observaremos en los puertos 1, 5 and 6 del conmutador hasta que PC1 recibe el primer ICMP ECHO REPLY. En la columna #6 de la tabla las respuestas puede ser, por ejemplo, @_{MAC} R? o @_{MAC} R, dependiendo del tipo de mensaje ARP.

P o r t	In/Out desde el switch	Tipo de paq. (ARP REQ, ARP REPLY, ECHO REQ, ECHO REPLY)	Dirección MAC orig. (PC1,R,S, broadcast)	Dirección MAC dest. (PC1,R,S, broadcast)	Contenido, si paq. ARP (-, @ _{MAC} R(?), @ _{MAC} S(?), @ _{MAC} PC1(?))	Tag VLAN tag, si hay (-, VLAN1, VLAN2)
1	IN	ARP REQ	PC1	Broadcast	@ _{MAC} R?	-
5	OUT	ARP REQ	PC1	Broadcast	@ _{MAC} R?	VLAN1
5	IN	ARP REPLY	R	PC1	@ _{MAC} R	VLAN1
1	OUT	ARP REPLY	R	PC1	@ _{MAC} R	-
1	IN	ECHO REQ	PC1	R	-	-
5	OUT	ECHO REQ	PC1	R	-	VLAN1
5	IN	ARP REQ	R	Broadcast	@ _{MAC} S?	VLAN2
6	OUT	ARP REQ	R	Broadcast	@ _{MAC} S?	-
6	IN	ARP REPLY	S	R	@ _{MAC} S	-
5	OUT	ARP REPLY	S	R	@ _{MAC} S	VLAN2
5	IN	ECHO REQ	R	S	-	VLAN2
6	OUT	ECHO REQ	R	S	-	-
6	IN	ECHO REPLY	S	R	-	-
5	OUT	ECHO REPLY	S	R	-	VLAN2
5	IN	ECHO REPLY	R	PC1	-	VLAN1
1	OUT	ECHO REPLY	R	PC1	-	-

- b) Asume ahora que configuramos de manera errónea el puerto 6 como perteneciente a vlan1. Seguimos asumiendo que todas las tablas, etc, están vacías. ¿Crees que PC1 no recibiría un ICMP_ECHO_REPLY?. Justifica tu respuesta.

El PC1 NO recibiría un ICMP ECHO REPLY.

Ello es debido a que el server no recibiría el paquete ARP Request enviado por el router, ya que el paquete se enviaría por VLAN2, y ahora el puerto 6 está en VLAN1. La arquitectura física no se corresponde con la lógica debido a la mala configuración del puerto.

En el resto del ejercicio asumimos que los puertos del conmutador vuelven a estar bien configurados, tal como se muestra en la figura.

Supongamos que los cuatro PCs (PC1-4) descargan información del servidor usando UDP como protocolo de transporte.

- c) ¿Qué enlace será el cuello de botella? ¿Cuál será la máxima velocidad media de transferencia para cada PC?

El cuello de botella estaría en el enlace entre el server y el switch. El buffer de la tarjeta de red del server se llenaría de paquetes. La máxima velocidad media de transferencia sería de $100/4 = 25$ Mbps.

- d) ¿Esperas que haya pérdidas en el buffer del router?. ¿Por qué?.

NO, ya que la velocidad de salida de paquetes en el puerto 5 sería de 100 Mbps, mientras que la máxima velocidad de entrada en ese puerto es de 1 Gbps. En otras palabras, el router recibe 100 Mbps y puede servir hasta 1 Gbps. Esto corresponde al caso full duplex. En el caso half-duplex tendríamos 100 Mbps y 900 Mbps y tampoco habría pérdidas.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		13/06/2022	Primavera 2022
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Problema 3 (2 punts; preguntes a-f 1 punt, preguntes g-k 1 punt)

La següent captura de "tcpdump" correspon a una connexió a un servidor "chargen" (com es fa a la pràctica de laboratori). La primera columna és el número de línia, la segona la marca de temps de la captura ("timestamp"), la tercera columna indica el temps entre la línia i l'anterior en milisegons (per tal de facilitar l'anàlisi).

```

1 02:27:59.604157      IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19:  Flags [S]   seq 2167621737
                               win 14600 options [mss 1448] length 0
2 02:27:59.605048    0,891 IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783:  Flags [S.]  seq 3410460921
                               ack 2167621738 win 14480 options [mss 1448] length 0
3 02:27:59.607861    2,813 IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19:  Flags [.]   ack 1 win 14600 length 0

```

Amb la informació de la connexió TCP donada en la captura anterior, estimar els valors següents:

a) On s'ha fet la captura (al client o al servidor)? Per què?

Servidor, perquè un cop rep el SYN contesta immediatament amb SYN/ACK i després triga un temps en arribar el darrer ACK.

b) Quin és aproximadament el RTT durant la connexió TCP? Entre SYN/ACK (2) i ACK (3): 2,81ms

c) Fent una estimació de la mida de la cua de recepció i del valor aproximat del RTT, quina és la velocitat mitjana que pot arribar a assolir la transferència del servidor de chargen?

awnd client = 14600 bytes = 10 MSS

$V = 14600 * 8 / 2,81ms = 41.521,5 \text{ Mbps}$

Més endavant, tenim aquest altre fragment de la captura.

96	02:27:59.633406	0,000	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 69581	win 2896	length 0	
97	02:27:59.633406	0,000	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 69581:71029	ack 1	win 14480	length 1448
98	02:27:59.633406	0,000	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 71029:72477	ack 1	win 14480	length 1448
99	02:27:59.637577	4,171	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 69581	win 5792	length 0	
100	02:27:59.637599	0,022	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 72477:73925	ack 1	win 14480	length 1448
101	02:27:59.637630	0,031	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 73925:75373	ack 1	win 14480	length 1448
102	02:27:59.640270	2,640	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 72477	win 5792	length 0	
103	02:27:59.640298	0,028	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 75373:76821	ack 1	win 14480	length 1448
104	02:27:59.640330	0,032	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 76821:78269	ack 1	win 14480	length 1448
105	02:27:59.642392	2,062	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 78269	win 1448	length 0	
106	02:27:59.642416	0,024	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 78269:79717	ack 1	win 14480	length 1448
107	02:27:59.642514	0,098	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 78269	win 2896	length 0	
108	02:27:59.642520	0,006	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 79717:81165	ack 1	win 14480	length 1448
109	02:27:59.643061	0,541	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 78269	win 5792	length 0	
110	02:27:59.643069	0,008	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 81165:82613	ack 1	win 14480	length 1448
111	02:27:59.643144	0,075	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 82613:84061	ack 1	win 14480	length 1448
112	02:27:59.643774	0,630	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 81165	win 4344	length 0	
113	02:27:59.643788	0,014	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 84061:85509	ack 1	win 14480	length 1448
114	02:27:59.644318	0,530	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 84061	win 2896	length 0	
115	02:27:59.644327	0,009	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 85509:86957	ack 1	win 14480	length 1448
116	02:27:59.664740	20,413	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 86957	win 0	length 0	
117	02:27:59.664761	0,021	IP 192.168.10.2.57783 > 192.168.50.2.19: Flags [.]	ack 86957	win 1448	length 0	
118	02:27:59.664766	0,005	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57783: Flags [.]	seq 86957:88405	ack 1	win 14480	length 1448

d) Quin és el valor màxim de la finestra de transmissió que es pot veure? A què correspon?

El màxim valor de la awnd (finestra anunciada pel client) en aquesta captura és 5792 bytes (4 MSS).

Efectivament, a la línia 104 veiem que s'han enviat 4 segments que estan pendents de confirmar.

e) Què s'observa a la línia 116?

El client retarda la confirmació (ack 86957) 20,4 ms i anuncia awnd 0

Fins a la línia 118 el servidor no pot transmetre res més

f) Quina és l'estimació de la velocitat efectiva assolida fins a l'instant 115?

$(t_{115}-t_1): V_{ef} = 85508 * 8 / (59,644327-59,604157) = 85508 * 8 / 40,170ms = 17,029 \text{ Mbps}$, o bé

$(t_{115}-t_{96}): V_{ef} = (85508-69580) * 8 / (59,644327-59,633406) = 15928 * 8 / 10,921ms = 11,67 \text{ Mbps}$

La captura següent correspon a una altra connexió a un servidor *chargen* on s'ha limitat la capacitat de l'enllaç de sortida del *router* intermedi (igual que es fa a la pràctica de laboratori).

22	00:19:31.189109	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 10265:11713	ack 1	win 14480	length 1448
23	00:19:31.189139	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 11713	win 37648	length 0	
24	00:19:31.310429	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 11713:13161	ack 1	win 14480	length 1448
25	00:19:31.310456	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
26	00:19:31.431958	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 17505:18953	ack 1	win 14480	length 1448
27	00:19:31.431984	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
28	00:19:31.557916	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 23297:24745	ack 1	win 14480	length 1448
29	00:19:31.557944	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
30	00:19:31.675541	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 26193:27641	ack 1	win 14480	length 1448
31	00:19:31.675570	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
32	00:19:31.797149	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 29089:30537	ack 1	win 14480	length 1448
33	00:19:31.797184	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
34	00:19:31.918678	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 31985:33433	ack 1	win 14480	length 1448
35	00:19:31.918707	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
36	00:19:32.041810	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [P.]	seq 34881:36329	ack 1	win 14480	length 1448
37	00:19:32.041839	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
38	00:19:32.045767	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [P.]	seq 36329:36335	ack 1	win 14480	length 6
39	00:19:32.045787	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
40	00:19:32.168061	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 36335:37783	ack 1	win 14480	length 1448
41	00:19:32.168082	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
42	00:19:32.292689	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 37783:39231	ack 1	win 14480	length 1448
43	00:19:32.292719	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 13161	win 40544	length 0	
44	00:19:32.411127	IP 192.168.50.2.19 > 192.168.10.2.57785	Flags [.]	seq 13161:14609	ack 1	win 14480	length 1448
45	00:19:32.411159	IP 192.168.10.2.57785 > 192.168.50.2.19	Flags [.]	ack 14609	win 39096	length 0	

g) Mirar si hi ha pèrdues. Si n'hi ha, indicar quin és primer segment perdut i la línia on es veu.

Falta el segment 13161:14609.

La línia 26 mostra el segment 17505:18953; falten els segments 13161:14609, 14609:16057, 16057:17505

h) On s'ha fet aquesta captura (al client o al servidor) i per què?

S'ha fet al client perquè no es veuen els segment perduts.

Si es fa al servidor es veuen tots els segments enviats pel servidor.

També es pot veure perquè els *ack* es transmeten als pocs microsegons d'haver rebut un segment

i) Quan es perd el primer segment, quina és l'estimació de la finestra de transmissió que té el servidor?

El primer segment perdut es retransmet a la línia 44.

Abans de la retransmissió (línia 44) ha enviat fins 39231 i el primer perdut és el 13161; uns 18 segments, és a dir 26070 bytes.

j) Quan val la finestra de transmissió del servidor després de la línia 44? En quin estat (SS o CA) està la connexió TCP?

Com acaba de fer una retransmissió, la finestra de congestió és 1 segment (MSS=1448), la finestra de transmissió serà 1 segment i el servidor estarà en Slow Start.

k) Amb la informació de la captura, quina és la velocitat efectiva mitjana assolida?

Línia 45 – línia 22. 14609-10265=4344 bytes en (32,411159-31,189109)=1,222 segons; 28,44 Kbps.

La velocitat efectiva inclou solament els segment que s'han confirmat (no els que s'han perdut).

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		13/6/2022	Primavera 2022
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

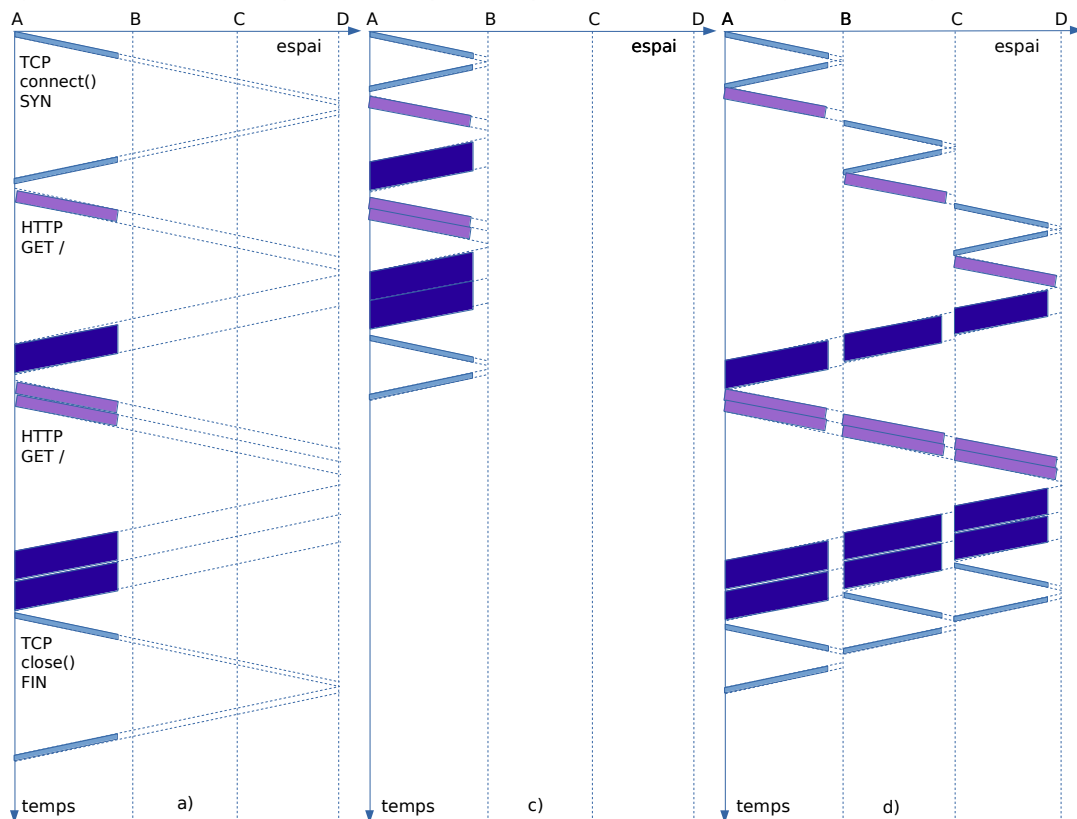
Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 4 (1,5 punts)

Un navegador web de PC1 situat a A visita amb HTTP1.1 l'URL <http://w.org/> que apunta al servidor situat a D. La pàgina inclou dues imatges incrustades i és: `<html></html>`

El diagrama a sota mostra el procés de descàrrega de la pàgina al navegador fent servir TCP i HTTP. Assumpcions:

- DNS: No cal, resolt a la memòria cau de tots els PC durant tot el període.
- RTT A-B, B-C, C-D: 30 ms, A-D: 90 ms
- Memòria cau HTTP: proxy i navegadors web buides inicialment. Contingut vàlid durant 10 segons.
- Temps de descàrrega de respostes entre qualsevol parella de hosts HTTP (HTML o PNG): 2 ms.



a) Calcular el temps de càrrega de tota la pàgina i quina característica de HTTP es fa servir per transferir les dues imatges. Cal incloure el temps de finalització de la connexió TCP?

90*3 + 2*3 = 276 ms. HTTP pipelining. Connexió full-duplex: es pot demanar més d'un objecte sense esperar-ne el resultat. No cal incloure el close() ja que és un temps d'espera al sistema operatiu, després de rebre tot el contingut.

b) Si el navegador no fes servir aquesta característica, explicar com canviaria el diagrama (no el dibuixeu). S'hauria d'obrir una altra connexió TCP o demanar de forma consecutiva a la mateixa connexió, per demanar la segona imatge i podria trigar més.

c) PC1 i PC2 a A, configurats per fer servir un Proxy HTTP a B, demanen la mateixa pàgina amb 1 segon de diferència (no cal validar amb GET condicional: < 10 s). Dibuixeu (espai central) el diagrama que seguiria PC2. Quan de temps triga? Què canvia ara?

PC2: 30*3 + 2*3 = 96 ms. No cal rebre contingut del servidor D, només del servidor intermediari B. Com que no cal validar el contingut ens estalviem el RTT cap a D (HTTP GET condicional).

d) Ara a C tenim un router amb la IP pública de w.org que fa NAT i fa de Proxy HTTP pel servidor D amb IP privada.

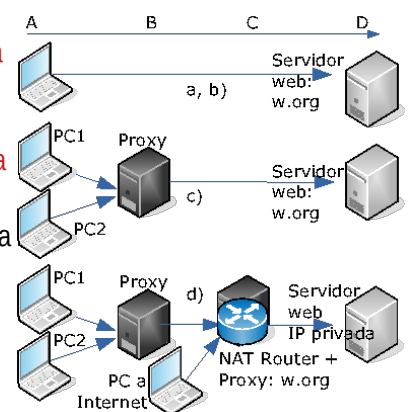
Totes les memòries cau han expirat = buides. PC1 torna a visitar <http://w.org/> passant pels dos proxy.

Dibuixar (espai dreta) el diagrama per PC1. Quan de temps triga PC1?

Quan trigaria PC2 en visitar el mateix 1s després? Què canvia entre la visita de PC1 i PC2?

PC1: 30*3 (TCP) + 90*2 (HTTP) + 2*3 = 276 ms, com a), PC2: 30*3 + 2*3 = 96 ms, com c). (diagrama no a escala)

La petició de PC1 carrega les dues caus de contingut i fa que a la visita de PC2 només hagi de parlar amb el Proxy a B.



Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		11/1/2022	Tardor 2021
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Test (2,5 punts)

Preguntes multiresposta (qualsevol nombre de respostes correctes). Valen la mitat si hi ha un error i 0 si més.

1. Tenim el rang d'adreces privat 100.64.0.0/10, reservada per NAT entre ISP i subscriptors (Carrier-grade) que correspon a:

- ☒ 2^{22} direccions (més de 4 milions d'adreces).
- ☐ 2^{22} clients (una adreça /32 a cadascun).
- ☒ 2^{28} clients amb PAT si cada usuari té un màxim de 64 ports.
- ☐ 2^{32} clients amb PAT si cada usuari té un màxim de 64 ports.

2. Sobre el protocol IPv4:

- ☒ La capçalera té com a mínim 20 bytes.
- ☐ La capçalera té un checksum per detectar errors a tot el paquet.
- ☐ No es pot enviar un paquet IP més gran que la MTU de la xarxa.
- ☒ Un paquet IP més gran de la MTU es pot enviar fragmentat.

3. Sobre els protocols de suport a IP:

- ☒ DHCP utilitza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir la IP per assignar a un host client.
- ☐ ARP utilitza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir la IP corresponent a un host.
- ☐ DHCP utilitza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir l'adreça MAC corresponent a un host client.
- ☒ ARP utilitza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir l'adreça MAC corresponent a un host.

4. Tenim una xarxa local amb un switch gigabit amb control de flux activat que connecta 3 clients i un servidor:

- ☒ Quan els clients envien a la màxima velocitat cap al servidor, les trames de pausa eviten pèrdues a la xarxa.
- ☐ Quan els clients envien a la màxima velocitat cap al servidor, les trames de pausa causen pèrdues a la xarxa.
- ☐ Quan el servidor envia trànsit la màxima velocitat cap als clients, les trames de pausa causen pèrdues a la xarxa.
- ☐ Quan el servidor envia trànsit a la màxima velocitat cap als clients, les trames de pausa eviten pèrdues a la xarxa.

5. Sobre xarxes locals, el protocol spanning-tree a una xarxa local:

- ☐ Permet sumar alhora la capacitat de tots els enllaços de la xarxa local que connecten tots els switchos.
- ☒ Permet triar aquells enllaços de la xarxa local que formen un conjunt mínim que connecten tots els switchos evitant bucles.
- ☒ Permet reconfigurar la xarxa local quan un enllaç deixa d'estar actiu i per tant tolerar fallades.
- ☐ Troba el camí més curt entre dos dispositius.

6. Sobre UDP:

- ☐ Lliura els paquets en ordre.
- ☒ Detecta errors a la capçalera i al contingut (payload).
- ☐ Detecta pèrdues de segments.
- ☐ Inclou números de seqüència d'un segment.

7. Sobre TCP: Si tenim dos hosts en una xarxa amb una latència (temps d'anada i tornada) entre ells no inferior a 100 ms, i una velocitat de comunicació no major de 50 Mbps. El valor de la finestra òptima és:

- ☐ 500 Mbits.
- ☐ 62.5 Mbytes.
- ☒ 625 Kbytes.
- ☐ 50 Mbits.

8. Sobre el protocol TCP:

- ☐ El camp "advertised window" de la capçalera va variant en funció de la congestió de la xarxa.
- ☐ El camp "congestion window" de la capçalera va variant en funció de la congestió de la xarxa.
- ☐ Si es perd un segment també es perden els següents.
- ☒ Un segment de dades en un sentit pot incloure confirmació de dades en sentit contrari.

9. Sobre protocols d'aplicació:

- ☒ Amb MIME, els protocols SMTP i HTTP poden intercanviar missatges que contenen objectes de tipus i formats diversos.
- ☒ Amb MIME, els protocols SMTP i HTTP poden enviar missatges de text etiquetats amb el joc de caràcters emprat.
- ☒ Un servidor HTTP proxy pot agrupar clients o servidors HTTP i reduir la càrrega de trànsit gràcies a una memòria cau.
- ☒ A la capçalera HTTP es pot indicar a l'altra part si es vol o no mantenir la connexió TCP oberta després d'enviar un objecte.

10. Sobre caràcters:

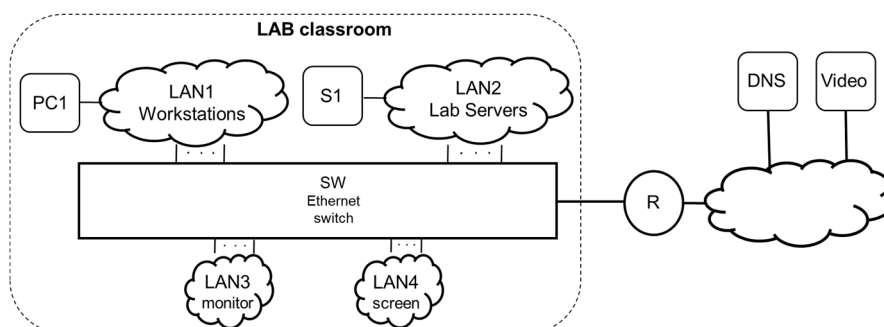
- ☒ Amb UTF-8 un caràcter poden ocupar de 1 a 4 octets.
- ☒ El caràcter "A" es codifica igual a ASCII que a UTF-8.
- ☐ El caràcter "Ä" es codifica igual a ASCII que a UTF-8.
- ☒ Unicode pot representar més de 100.000 caràcters.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		11/01/2022	Tardor 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	DNI/NIE:	

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Problema 1 (3,5 punts)

La figura mostra la configuració d'una aula de laboratori on hi ha llocs de treball (LAN1), servidors per donar suport als treballs dels laboratoris (LAN2), un PC de monitorització pel professor (LAN3) i una pantalla IP per a vídeo (LAN4). Cada laboratori disposa d'un commutador Ethernet (SW) on es configuren les 4 xarxes locals virtuals (VLAN) i l'adreçament proposat per a cada aula és 192.168.aula.0/24. El router R dona servei a més de 40 laboratoris amb la mateixa configuració.



a) Es proposa utilitzar un commutador de 64 ports a 100Mbps per a cada laboratori. Hi ha 5 servidors, un únic monitor i una única pantalla, però es vol mantenir les 4 subxarxes independents (4 VLANs). Es demana definir l'adreçament assignat a cada xarxa i determinar el nombre màxim de llocs de treball que es pot tenir amb aquesta configuració.

	hosts	Màscara de xarxa	Adreçament	
VLAN1	56*	/25	192.168.aula.0/25	(192.168.aula.0/26)**
VLAN2	5	/29	192.168.aula.128/29	(192.168.aula.64/29)
VLAN3	1	/30	192.168.aula.136/30	(192.168.aula.72/30)
VLAN4	1	/30	192.168.aula.140/30	(192.168.aula.76/30)

* Si a cada port s'hi posa Hubs o AP es poden posar 125 dispositius.

** Hi ha més solucions vàlides

b) Es posa en marxa el PC1 i s'inicia el procés d'autoconfiguració. El router és el servidor de DHCP.

Determina la seqüència de datagrames IP que rep i envia el router R.

IP origen	IP destinació	DHCP
0.0.0.0	255.255.255.255	discover
R	255.255.255.255	offer
0.0.0.0	255.255.255.255	request
R	255.255.255.255	ack

c) La configuració que obté PC1 és: 192.168.1.2; router per defecte (gw): 192.168.1.1; DNS: 147.83.3.3. El PC1 inicia una connexió TCP amb el servidor s1-aula.fib.upc.edu. Completa la seqüència de trames i datagrames que passen per l'enllaç entre el commutador Ethernet i el router fins que PC1 rep el SYN/ACK. El router R ja té la informació a la taula ARP de tots els servidors.

Notació: majúscules per les adreces IP i minúscules per les adreces Ethernet (MAC). Exemple: PC1, pc1.

Ethernet		ARP		IP			
Origen	Destinació	Comanda	Missatge	Origen	Destinació	Protocol	Contingut
pc1	FF...FF	REQ	R?				
r	pc1	RESP	R -> r				
pc1	r			PC1	DNS	UDP	s1-aula.fib.upc.edu A?
r	pc1			DNS	PC1	UDP	DNS A=S1
pc1	r			PC1	S1	TCP	SYN
r	s1			PC1	S1	TCP	SYN
s1	r			S1	PC1	TCP	SYN/ACK
r	pc1			S1	PC1	TCP	SYN/ACK

d) El router R fa PNAT i l'adreça IP externa és R1. En referència a l'apartat anterior, quin és el datagrama IP que rep el servidor de DNS extern?

@origen	@destinació	Protocol	Port origen	Port destinació	missatge
R1 (PNAT)	DNS	UDP	port PNAT	53	DNS A? S1-aula.fib.upc.edu

e) Completar les regles de filtratge de la llista de control d'accés (ACL) de la interfície interna del router de sortida cap al commutador per tal de permetre les comunicacions següents.

- 1) els servidors poden rebre només connexions *ssh* (port 22) des de l'exterior.
- 2) els PCs (LAN1) només tenen accés com a client als servidors de LAN2.
- 3) els PCs (LAN1) tenen accés al servidor DNS extern (port 53).
- 4) el monitor del professor (LAN3) té accés als PCs (LAN1) i als servidors (LAN2)
- 5) el monitor del professor (LAN3) és accessible des de fora amb *ssh* (port 22).
- 6) la pantalla (LAN4) es connecta només com a client.

Regla	@origen	Port origen	@destinació	Port destinació	Protocol	Acció
1	ANY	>1024	LAN2	22	TCP	ACCEPT
2	LAN1	>1024	LAN2	<1024	TCP	ACCEPT
3	ANY (DNS)	53	LAN1	>1024	UDP	ACCEPT
4	LAN3	ANY	LAN1+LAN2	ANY	TCP	ACCEPT
5	ANY	>1024	LAN3	22	TCP	ACCEPT
6	ANY	<1024	LAN4	>1024	TCP	ACCEPT
	ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	DENY

f) L'aula 37 és una aula remota en un altre campus i té la mateixa configuració, amb el commutador (SW) i les 4 VLAN. Es configura un túnel IPinIP des de la interfície externa de R (R1) al router remot R2. Des del monitor de l'aula 1 (192.168.1.138) s'estableix una connexió *ssh* amb el monitor de l'aula remota (192.168.37.138). Completar els camps de les capçaleres IP d'un datagrama en Internet que va del monitor de l'aula 1 al de la 37.

@origen	@destinació	protocol	@origen	@destinació	protocol
R1	R2	IPinIP	192.168.1.138	192.168.37.138	TCP

g) Si 50 PCs envien dades tots a la vegada cap al servidor S1 de l'aula, quina velocitat efectiva poden assolir? Hi ha algun coll d'ampolla? Si és així, com s'aplica el control del flux?

50 PCs a 100Mbps generen 5000Mbps. L'enllaç SW-router és de 100Mbps. El commutador aplica control de flux amb trames de pausa cap als PC i limita la velocitat efectiva de cada PC a $100/50=2$ Mbps.

h) Si a més el servidor S1 envia dades als 50 PCs, quina velocitat efectiva rep cada PC? Hi ha algun coll d'ampolla? Si és així, com s'aplica el control del flux?

Hi ha coll d'ampolla entre SW-R. Reparteix els 100Mbps cap al router entre 51 ports (50 PC + S1).

Cada PC transmetrà 1,96Mbps i rebrà 0,039Mbps (40Kbps) de S1. S1 pot transmetre només 1,96Mbps.

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		11/1/2022	Tardor 2021
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 2 (2,5 punts)

Suposem una Internet no congestionada.

Totes les connexions són de 1 Gb/s full-duplex.

El switch fa control de flux.

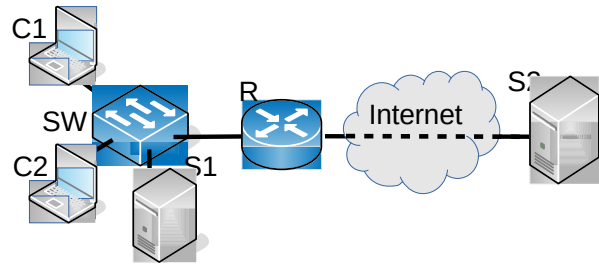
RTT mínim: C-S1 o C-R = 1ms, C-S2 = 50ms.

Les cues del router tenen una mida de 10 KB.

Unitats decimals: 1 Gbps = 1000 Mbps, 1 kB = 1000 bytes.

Finestra anunciada (awnd) per C1, C2 = 100 KB i MSS = 1460.

Suposar que sempre hi ha dades per enviar i les transferències es fan a la màxima velocitat que permet la xarxa.



a) Determinar la finestra òptima de recepció quan un sol client C (C1 o C2) rep dades d'un dels servidors.

C-S1: Wopt (Bytes) = $1 \text{ Gb/s} * 1 \text{ ms} / 8 = 125 \text{ KB}$

C-S2: Wopt (Bytes) = $1 \text{ Gb/s} * 50 \text{ ms} / 8 = 6,25 \text{ MB}$

b) Determinar la velocitat màxima de recepció des d'un sol client C en rebre amb TCP dades només de S1 o només de S2.

C-S1: Vmax (Mb/s) = $\text{awnd} / \text{RTT} = 10^5 * 8 / 0.001 = 800 \text{ Mb/s}$

C-S2: Vmax (Mb/s) = $10^5 * 8 / 0.050 = 16 \text{ Mb/s}$

c) Determinar la velocitat efectiva (mitja per a la transferència) si C1 i C2 reben alhora amb TCP dades de S1.

Quin enllaç limita la velocitat mitja? **S1-Sw < 1 Gb/s.**

En quin estat estan (SS, CA) les connexions TCP al final de la transferència? C1-S1: **SS** C2-S1: **SS**

C1-S1: Vef (Mb/s) = $\min(\text{awnd} / \text{RTT}, 1000 / 2) = \min(10^5 * 8 / 0.001, 500) = 500 \text{ Mb/s}$

C2-S1: Vef (Mb/s) = **idem**

d) Si ara la connexió Sw-R baixa a 100 Mb/s, determinar velocitat efectiva si C1 i C2 reben alhora amb TCP dades de S2.

Quin enllaç limita la velocitat mitja? **La limitació continua en awnd, que amb RTT=50ms només permet arribar 16Mbps.**

En quin estat estan (SS, CA) les connexions TCP al final de la transferència? C1-S2: **SS** C2-S2: **SS** (no hi ha pèrdues en R)

Quin retard introdueix la cua del router? **La cua del router R està bàsicament buida. Els paquets d'awnd estan en les cues dels routers (o el cable) que introdueixen el retard de 50ms. Notar que perquè s'ompli la cua del router R l'enllaç ha d'estar saturat (hauria de transmetre a 100 Mbps)**

C1-S2: Vef (Mb/s) = **16 Mbps**

C2-S2: Vef (Mb/s) = **idem**

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		11/1/2022	Tardor 2021
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 3 (1,5 punts)

A tots els PC del laboratori d'XC es fa servir un navegador configurat amb un host intermig amb IP 147.83.32.1 que fa de servidor proxy HTTP per accedir a la web.

El professor visita la web <http://w.uoc.edu/> i proposa als estudiants que la visitin a continuació als seus PC.

Assumpcions:

- DNS: els clients i el servidor proxy ja tenen a la caché (cau) els registres necessaris.
- HTTP: El client només obre una connexió HTTP per servidor i fa servir HTTP 1.1 (persistent).
- Cachés (cau) HTTP: cau proxy i cau dels client web, inicialment buides.
- Ordre d'accés web: primer accés del professor i després dels estudiants a cada PC.
- Latència: per cada sentit al servidor proxy HTTP: 1 ms, servidor web: 10 ms. RTT: doble.
- La pàgina web visitada té un contingut HTML amb una imatge incrustada: ``
- Temps de descàrrega de respostes (entre qualsevol parella de hosts) HTTP (HTML o PNG): 3 ms.

La primera visita del professor:

Origen	Proxy	Servidor web w	RTT (ms)	Justificació
PC	GET http://w.uoc.edu/ → ← 200 Ok + HTML	GET / → ← 200 Ok + HTML	2+1 +20+10 +10+3+1+3	Establiment TCP PC→proxy (2) +HTTP GET→proxy (1) +Establiment TCP Proxy→w (20) + HTTP GET→w (10) +Resposta HTTP HTML w → (10+3) proxy → PC (1+3)
PC	GET http://w.uoc.edu/logo.png → ← 200 Ok + PNG	GET /logo.png → ← 200 Ok + PNG	1+10 +10+3+1+3	HTTP GET PNG aprofitant connexió TCP (persistent) PC → (1) proxy → (10) w + Resposta amb PNG w → (10+3) proxy → PC (1+3)
TOTAL			78	

a) Quin efecte té la visita a continuació del PC de cada estudiant a la mateixa web via el proxy. Condicions:

Servidor w: HTML i PNG sense canvis. Cachés DNS i HTTP no expirades. Es manté la connexió TCP proxy-w:

Origen	Proxy	Servidor web w	RTT (ms)	Justificació (passos i valors de RTT per cada pas)
PC	GET http://w.uoc.edu/ → ← 200 Ok + HTML	GET / If-None-Match:"tag"→ ← 304 Not modified	2+1 +10 +10+0+1+3	Establiment TCP PC→proxy (2) +HTTP GET→proxy (1) + HTTP GET <i>condicional</i> →w (10) + Resposta HTTP "304 Not modified" w → (10+0) proxy → PC (1+3)
PC	GET http://w.uoc.edu/logo.png → ← 200 Ok + PNG	GET /logo.png If-None-Match:"tag"→ ← 304 Not modified	1+10 +10+0 +1+3	HTTP GET PNG aprofitant TCP anterior+GET (1+10), resposta amb PNG "Not modified" w→proxy (10+0), només transferència entre proxy → PC (1+3)
TOTAL			52	

b) Un altre PC estudiant visita la mateixa web via el proxy. Condicions:

Servidor w: HTML i PNG han canviat. Cachés DNS i HTTP no expirades. Es manté la connexió TCP proxy-w:

Origen	Proxy	Servidor web w	RTT (ms)	Justificació (explicar canvis respecte a l'apartat a)
PC	GET http://w.uoc.edu/ → ← 200 Ok + HTML	GET / If-None-Match:"tag"→ ← 200 Ok + HTML	2+1 +10 +10+3+1+3	Idem apartat a) + HTML canviat: servidor w → (+3) proxy → PC
PC	GET http://w.uoc.edu/logo.png → ← 200 Ok + PNG	GET /logo.png If-None-Match:"tag"→ ← 200 Ok + PNG	1+10 +10+3 +1+3	Idem apartat a) excepte transferència IMG canviat servidor w → (+3) proxy → PC
TOTAL			58	

Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingenieria Informàtica		21/6/2021	Primavera 2021
Nom	Cognoms	Grup		DNI	

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

Test (2.5 punts) Marca les respostes correctes. Totes les preguntes són multiresposta: totes les combinacions són possibles (de tot fals a tot cert); i valen la meitat si hi ha un error, 0 si més.

- Respecte split-horitzon en RIP:
 - ☒ **Pot reduir el temps de convergència**
 - ☒ **Durant la convergència de RIP fa menys probable la aparició de bucles d'encaminament**
 - ☐ Pot reduir el nombre d'entrades de les taules d'encaminament
 - ☐ Pot fer que un cop RIP a convergit, les mètriques de les taules d'encaminament siguin més petites
- Un router d'Internet té un enllaç d'1 Gbps amb una cua de 2 Mbytes per on passen 10 connexions TCP amb igual finestra anunciada, awnd. Les connexions s'han iniciat des de punts diferents i en mitjana els *round trip times*, RTT, són diferents. La cua del router alguns cops s'omple i hi ha pèrdues, però no es buida mai, de manera que l'enllaç transmet dades a 1 Gbps de forma sostinguda.
 - ☒ **El retard màxim que introdueix el router és aproximadament de 16 ms**
 - ☐ Com que hi ha pèrdues, la velocitat eficaç de totes les connexions serà inferior a 100 Mbps
 - ☒ **La finestra awnd de les connexions és major de 200 kbytes**
 - ☐ Si la velocitat eficaç de totes les connexions és la mateixa, la finestra mitjana de transmissió de totes les connexions també ho serà
- Diques quins dels següents protocols tenen assignat un well-known port:
 - ☐ ICMP ☐ ARP ☐ MIME ☒ **DNS** ☒ **DHCP**
- Diques quines de les següents subxarxes són vàlides si l'adreça base és 192.168.0.0/24
 - ☐ 1 subxarxa amb 200 hosts i una altra amb 30 hosts
 - ☐ 192.168.0.240/27 i 192.168.0.224/28
 - ☐ 192.168.0.240/28 i 192.168.0.224/27
 - ☐ 192.168.0.240/27 i 192.168.0.224/27
 - ☒ **192.168.0.240/28 i 192.168.0.224/28**
- Suposa que en un PC connectat a una xarxa ethernet (MTU=1500 bytes) una aplicació escriu 1800 bytes en un socket UDP. La capçalera d'un datagrama UDP té 8 bytes. Diques quines afirmacions són certes respecte els dos datagrames que es generen:
 - ☐ El nivell UDP generarà un datagrama UDP de 1480 bytes i un altre de 336 bytes
 - ☒ **El camp offset del primer datagrama IP valdrà 0 i del segon 185**
 - ☒ **El nivell IP generarà un datagrama IP de 1500 bytes i un altre de 348 bytes**
 - ☐ El nivell UDP generarà 2 datagrames UDP de la mateixa mida
- El protocol SMTP:
 - ☒ **Fa servir TCP**
 - ☒ **Ho pot fer servir un client de correu per enviar un missatge al seu servidor de correu**
 - ☐ Ho pot fer servir un client de correu per descarregar el correu de la bústia
 - ☒ **HELO és una de les comandes del protocol**
- Suposa cwnd=350 bytes, MSS=100 bytes i ssthresh=400 bytes. Diques quines de les següents seqüències serien possibles per a l'evolució de la finestra de congestió (cwnd) si arriben 3 acks que confirmen noves dades:
 - ☐ 400, 420, 443
 - ☐ 350, 350, 350
 - ☐ 371, 397, 422
 - ☒ **450, 472, 493**
 - ☐ 450, 550, 650
- Un usuari registra el domini uuu.cat, de forma que la seva pàgina web és accessible amb www.uuu.cat. El seu servidor web, però, està en uuu.hosting.com, amb IP 80.80.80.80 i autoritat ns.hosting.com. Diques quins dels següents resource record (nom tipus dades) en el fitxer de zona del domini uuu.cat permetria que això fos possible:
 - ☒ **www.uuu.cat CNAME uuu.hosting.com**
 - ☐ uuu.cat NS ns.hosting.com
 - ☐ www.uuu.cat NS ns.hosting.com
 - ☒ **www.uuu.cat A 80.80.80.80**
- En la taula MAC d'un switch (en una xarxa on tots els dispositius tenen connectivitat entre ells):
 - ☐ Hi pot haver la mateixa adreça MAC en 2 ports diferents que pertanyen a la mateixa VLAN
 - ☐ Hi pot haver l'adreça MAC broadcast
 - ☒ **Hi pot haver l'adreça MAC de la targeta de xarxa d'un router**
 - ☐ Hi pot haver adreces IP
- En una xarxa els únics dispositius són commutadors i access points wifi (no hi ha routers). En tots els dispositius hi ha PCs connectats, tots amb una única adreça IP (diferent per a cada PC), i tots amb connectivitat entre ells.
 - ☒ **L'adreça MAC d'un PC connectat a un AP wifi és possible que estigui en la taula MAC de tots els commutadors**
 - ☒ **Hi ha un únic domini broadcast**
 - ☐ Hi pot haver PCs en VLANs diferents
 - ☒ **L'adreça MAC d'un PC connectat a un commutador és possible que estigui en la taula MAC de tots els AP wifi**
 - ☒ **Hi pot haver un commutador que tingui les MACs del tots els PCs**

Final exam of Computer Networks (XC), Degree in Informatics Engineering		21/06/2021	Spring 2021
NAME:	SURNAME:	GRUP	ID

Duration: 2h45m.

Problem 1 (2.5 points)

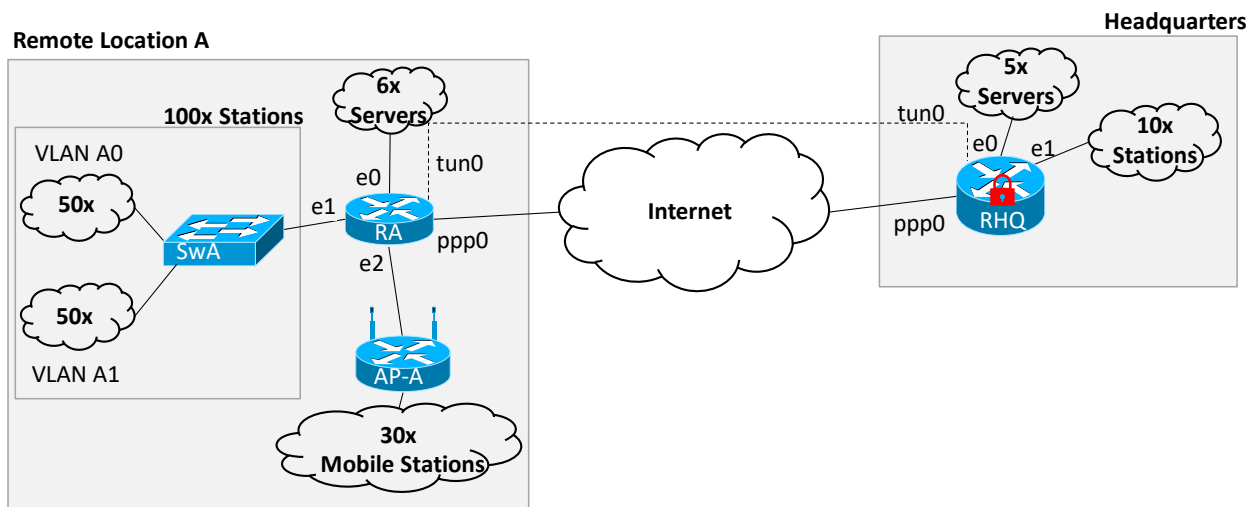
The figure below represents the network topology of a company with facilities in two different locations (the headquarters -HQ- and the remote location A) interconnected through a tunnel over the Internet.

The network of location A includes stations in two wired LANs, mobile stations covered by one WiFi AP configured as a bridge, and local servers. The network of the HQ consists of workstations and public servers. The number of hosts is defined in the figure.

The company wants to set up a combination of public and private IP addresses.

- Private addresses are used for the all the stations of the company, as well as for the servers in locations. The base range for the private address block is 10.0.0.0/8.
- Public addresses are used for the servers in the HQ. The base range for the public block starts in 200.200.0.128.
- Interfaces ppp0 of each router are assigned addresses in 200.200.0.192/30 (RHQ) and 200.200.1.192/30 (RA). The related interface of the ISP router has been assigned address 1 in the related subnet.
- The connection between the remote location A and the HQ is performed via a tunnel over the Internet configured using addresses of the range 192.168.0.0/24.

Finally, VLANs are configured in the locations and are associated to virtual interfaces (subinterfaces) in the local router named <interface>.0 and <interface>.1. Besides, all the routers implement a firewall and RHQ implements PNAT (RA does not implement PNAT).



Final exam of Computer Networks (XC), Degree in Informatics Engineering		21/06/2021	Spring 2021
NAME:	SURNAME:	GRUP	ID

Duration: 2h45m.

- a) (0.5 points) Assign a block to every subnetwork making that the ranges of the networks are as tight as possible to the actual size of the subnetworks, but in a way that they can be aggregated to minimize the number of routes in the routing tables. Assign addresses starting from the subnets in HQ, then location A, etc.

Location/Subnetwork	IP/prefix
HQ/Stations	10.0.0.0/28
HQ/Servers	200.200.0.128/29
A/Servers	10.0.1.0/28
A/AP	10.0.1.64/26
VLAN A0	10.0.1.128/26
VLAN A1	10.0.1.192/26
Tunnel 0	192.168.0.0/30
RHQ-ISP	200.200.0.192/30
RA-ISP	200.200.1.192/30

- b) (0.5 points) Complete the routing table of router RA. All the stations should be able to reach the Internet through the firewall in RHQ. Use aggregation and default routes when possible. Routes will be evaluated from longest to shortest mask.

Subnetwork	IP/prefix	GW	Interface
A/Servers	10.0.1.0/28	-	e0
A/AP	10.0.1.64/26	-	e2
VLAN A0	10.0.1.128/26	-	e1.0
VLAN A1	10.0.1.192/26	-	e1.1
Internet	200.200.1.192/30	-	ppp0
Tunnel 0	192.168.0.0/30	-	tun0
RHQ	200.200.0.194/32	200.200.1.193	ppp0
default	0.0.0.0/0	192.168.0.1	tun0

- c) (0.5 points) A client in port 9000 at station 10.0.0.7 starts a TCP connection with remote web server 96.100.244.240:80 on the internet. Complete the values of the fields in the IP and TCP headers for the datagrams generated by the client when they enter or leave through the specified interface in RHQ.

Interface	source IP	source port#	destination IP	destination port#	Proto
e1	10.0.0.7	9000	96.100.244.240	80	TCP
ppp0	200.200.0.194	<PNAT port>	96.100.244.240	80	TCP

- d) (0.5 points) Another client in port 10000 at station 10.0.0.7 starts a new TCP connection with web server 10.0.1.3:80 in the remote location A. Complete the values of the fields in the IP and TCP headers for the datagrams generated by the client when they enter or leave through the specified interface in RHQ.

Interface	source IP	source port#	destination IP	destination port#	Proto
e1	10.0.0.7	10000	10.0.1.3	80	TCP
ppp0	200.200.0.194	10000	200.200.1.194	80	IPinIP

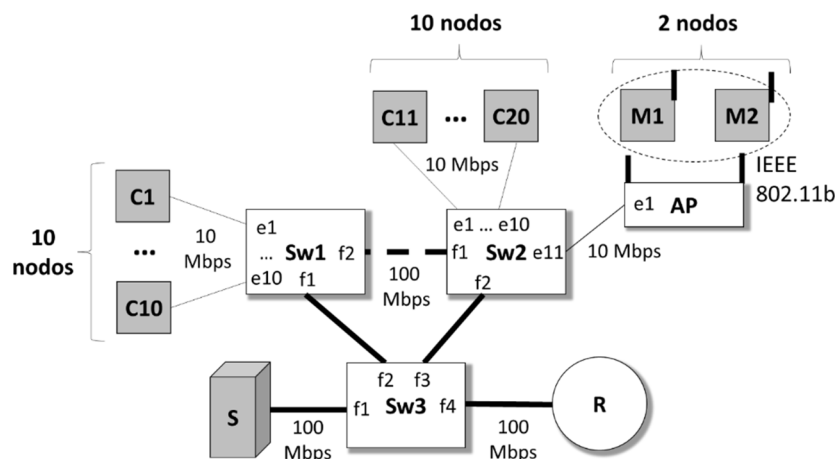
- e) (0.5 points) Configure the firewall in router RHQ. In particular: 1) any Internet client should be able to access the servers in the HQ but not the private network; 2) any station in the private network can access the public servers and the Internet. Specify the interface where you apply the ACL rules; rules will be applied at the input of such interface.

Input Interface	source IP/mask	source port#	destination IP/mask	destination port#	Proto	Action (Accept/Deny)
ppp0	ANY	≥1024	200.200.0.128/29	<1024	TCP/UDP	Accept
ppp0	ANY	<1024	200.200.0.196/32	≥1024	TCP/UDP	Accept
ppp0	ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	Deny

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		21/6/2021	Primavera 2021
NOMBRE:	APELLIDOS	GRUPO	DNI

Problema 2 (1.5 puntos)

Tenemos la red mostrada en la figura:



- 10 clientes, C1 a C10, se conectan con enlaces Ethernet a 10 Mbps al switch Sw1.
- 10 clientes, C11 a C20, se conectan con enlaces a 10 Mbps a Sw2.
- 2 clientes, M1 y M2, se conectan mediante una red WiFi IEEE 802.11b al punto de acceso AP, que a su vez se conecta a 10 Mbps a Sw2. La máxima velocidad de transmisión efectiva que podemos alcanzar en la red IEEE 802.11b es de 8 Mbps
- Un servidor S se conecta mediante un enlace a 100 Mbps a Sw3
- Los tres switches Sw1, Sw2, Sw3 se interconectan con enlaces a 100 Mbps
- Sw3 se conecta con un enlace a 100 Mbps con el router R

Inicialmente todos los equipos están situados en la misma red IP (10.1.0.0/16) y misma VLAN.

- a) Los puertos f2 de Sw1 y f1 de Sw2 están en estado "BLOCKED". ¿Qué protocolo permite llegar a este estado de forma automática? ¿Qué problema tendríamos en esta red si estos puertos estuvieran activos? ¿Por qué crees que los diseñadores de esta red han tomado la decisión de interconectar los tres switches, incluso sabiendo que tendrán dos puertos bloqueados?

Spanning Tree Protocol (STP). Tendríamos bucles. Tiene sentido porque si se interrumpe alguno de los enlaces Sw1f1-Sw3f2 o Sw2f2-Sw3-f3 la red podría recuperar la conectividad en poco tiempo de manera automática.

Supongamos que todos los clientes (C1 a C20, M1 y M2) intentan enviar información a la máxima velocidad posible al servidor S. Los switches implementan el control de flujo explicado en clase (es decir, "back-pressure").

- b) ¿Qué velocidades efectivas alcanzarían los nodos C1 a C10?, ¿Qué velocidades efectivas alcanzarían los nodos C11 a C20?, ¿Qué velocidades efectivas alcanzarían los nodos M1 y M2?.

La suma de velocidades potenciales de clientes C1-C20, M1-M2 supera 100 Mbps, por lo que Sw3 tiene que controlar el flujo en los puertos f2 y f3. Suponiendo que los reparte a partes iguales, el flujo de salida por el puerto f1 de Sw1 está limitado a 50 Mbps => El Sw1 usará control de flujo en los puertos e1-e10 de forma que los clientes C1-C10 tendrán una velocidad efectiva máxima de $50/10 = 5$ Mbps. De igual manera, Sw2 repartirá 50 Mbps entre 11 puertos. Los clientes C11-C20 tendrán una velocidad efectiva máxima de $50/11 = 4.55$ Mbps. Los dos clientes M1 y M2 deberán repartirse esta velocidad de forma equitativa, lo que significa que su velocidad efectiva será de 2.27 Mbps.

Queremos segmentar la red en dos subredes: 10.1.0.0/24 y 10.1.64.0/24. En la red 10.1.0.0/24 tendremos los clientes C1-C10, el servidor S, los clientes M1-M2, y una de las subinterfaces de R. En la red 10.1.64.0/24 estarán los clientes C11-C20 y una de las subinterfaces de R.

Los puertos en 10.1.0.0/24 estarán en VLAN1 mientras los puertos en 10.1.64.0/24 estarán en VLAN2.

- c) Esta configuración define dos dominios de broadcast. Especificar a qué dominio o dominios pertenece cada uno de los puertos de los tres switches.

Dominio de Broadcast de VLAN1	Puertos en dominio de broadcast
Sw1	e1-e10, f1
Sw2	e11, f2
Sw3	f1, f2, f3, f4
Dominio de Broadcast de VLAN2	Puertos en dominio de broadcast
Sw1	-
Sw2	e1-e10, f2
Sw3	f3, f4

- d) Especificar qué puertos de los switches Sw1, Sw2, Sw3 se deben configurar en modo trunk. La solución debe garantizar que la operación de la red no se vea interrumpida aunque caiga o el enlace Sw1-Sw3 o el Sw2-Sw3 (aunque no lo podrá garantizar si caen simultáneamente). Justifica la solución

Switch	Puertos configurados en modo trunk
Sw1	f1, f2 (los ponemos en modo TRUNK por si cae el enlace Sw2-Sw3)
Sw2	f1, f2 (ponemos f1 en modo TRUNK por si cae Sw2-Sw3)
Sw3	f2, f3, f4 (f2 en modo TRUNK por si cae Sw2-Sw3)

Justificación de porqué se deben configurar los puertos anteriores en modo trunk
Estrictamente los puertos de Sw1 no tienen por qué estar en modo trunk, pero los configuramos así para tener conectividad en la red en el caso de caída del enlace Sw2-Sw3 y posterior reconfiguración por STP. IDEM para el puerto f1 de Sw2 y puerto f2 de Sw3. En los demás casos, la configuración en modo trunk es necesaria ya que deben cursar tramas de VLAN1 y VLAN2.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		21/06/2021	Primavera 2021
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 25 minuts.

Problema 3 (1 punt)

El client C1 estableix una connexió TCP amb el servidor remot S i transmet un fitxer gran cap al servidor. Utilitzant *tcpdump* es mesura la seva velocitat efectiva i el corresponent RTT. També s'observa que no hi ha pèrdues.

a) Si la velocitat efectiva de C1 és V_1 Mbps i el RTT mesurat és RTT_1 ms, quina és la mida de la finestra de transmissió (wnd_1) abans de la desconnexió? Posar el resultat en funció de V_1 i RTT_1 .

Està tot el temps en *Slow Start*, la mida de la finestra ve limitada per la finestra anunciada.

Transmet una finestra cada RTT. $wnd_1 = V_1 * RTT_1$

b) Quin és el valor de la finestra anunciada pel servidor S ($awnd$)?

$awnd = wnd_1$; Espai disponible a la cua de recepció del servidor.

Mentre la connexió de C1 està activa, el client C2 estableix una connexió TCP amb el servidor remot S. A partir de la captura del tràfic s'obté V_2 i RTT_2 . Suposem que l'únic enllaç comú d'ambdues connexions és el d'accés entre el *router* i el servidor S i que només hi ha aquestes dues connexions actives i que els valors de RTT_{1nou} i RTT_2 són semblants.

Amb les dues connexions simultàniament s'observa que el C1 redueix la seva velocitat efectiva ($V_{1nova} < V_1$).

c) Aproximadament, quina serà la velocitat efectiva de C1 (V_{1nova})?

Coll d'ampolla a l'accés a S; es reparteix la capacitat de l'enllaç entre les dues connexions. $V_{1nova} = V_2$

Cal tenir en compte que això es compleix si $RTT_1 = RTT_2$.

Si són diferents, la connexió amb RTT més petit aconseguiria més velocitat.

d) Es pot assegurar que amb les dues connexions simultànies, hi ha pèrdues? Per què?

No es pot saber. Pot augmentar RTT_1 i disminuir V_1 sense que hi hagi pèrdues.

e) Si l'enllaç d'accés al servidor S és el coll d'ampolla, en quines condicions hi hauria pèrdues?

Si la connexió de C2 provoca una reducció de la velocitat original de C1 vol dir que hi ha un coll d'ampolla a l'enllaç d'accés al servidor. Sabem que $V_{1nova} = V_2$.

Hi pot haver pèrdues si la mida de la cua del *router* és més petita que $2 * awnd$.

Mentre la connexió C1 està activa, el client C2 estableix simultàniament 3 connexions TCP amb el mateix servidor S.

f) Determinar la velocitat efectiva mitjana de cada una de les connexions TCP si la capacitat de l'enllaç al servidor S és de 200 Mbps.

Hi ha 4 connexions que comparteixen l'enllaç de 200 Mbps, cada una obtindrà 50 Mbps.

$V_{1nova} = V_{2a} = V_{2b} = V_{2c} = 50$ Mbps.

Problema 4 (1 punt)

A continuació es mostra part de la captura del tràfic d'una connexió TCP que correspon a la descàrrega d'una pàgina web. Els números de línia serveixen per identificar els segments. Entre les línies 7 i 8, i 17 i 18 s'han eliminat segments per escurçar la traça. A la captura es pot observar que hi ha alguns segments de dades que porten més d'un MSS. El *tcpdump* ho presenta d'aquesta manera per facilitar l'anàlisi.

A partir de la informació disponible, contestar les preguntes següents, indicant els números de línia d'on es calcula cada resposta.

1	12:59:23.300128 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [S]	seq 1839758928	win 64240	
	options [mss 1460]			
2	12:59:23.319944 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [S.]	seq 1515060931	ack 1839758929	win 27960
	options [mss 1410]			
3	12:59:23.319982 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 1	win 502
	options [nop,nop]			
4	12:59:23.324657 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [P.]	seq 1:518	ack 1	win 502
5	12:59:23.344397 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]		ack 518	win 227
6	12:59:23.344855 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]	seq 1:1399	ack 518	win 227
7	12:59:23.344867 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 1399	win 501
...				
8	12:59:24.823937 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]	seq 598262:601058	ack 8712	win 428
9	12:59:24.823942 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 601058	win 7946
10	12:59:24.823993 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 601058:603578	ack 8712	win 428
11	12:59:24.823997 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 603578	win 7985
12	12:59:24.824054 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 603578:608894	ack 8712	win 428
13	12:59:24.824054 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]	seq 608894:610292	ack 8712	win 428
14	12:59:24.824060 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 608894	win 8068
15	12:59:24.824106 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 610292:614210	ack 8712	win 428
16	12:59:24.824107 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]	seq 614210:617006	ack 8712	win 428
17	12:59:24.824110 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 614210	win 8152
...				
18	12:59:25.380950 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 1171350:1174582	ack 18119	win 671
19	12:59:25.380956 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 1174582	win 16914
20	12:59:30.381270 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 1174582:1174635	ack 18119	win 671
21	12:59:30.381442 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [P.]	seq 18119:18165	ack 1174635	win 16914
22	12:59:30.381455 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [P.]	seq 1174635:1174666	ack 18119	win 671
23	12:59:30.381559 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [P.]	seq 18165:18196	ack 1174666	win 16914
24	12:59:30.381569 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [F.]	seq 18196	ack 1174666	win 16914
25	12:59:30.381765 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [F.]	seq 1174666	ack 18119	win 671
26	12:59:30.381773 IP 192.168.1.40.32940 > 185.66.41.28.443: [.]		ack 1174667	win 16914
27	12:59:30.400363 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]		ack 18196	win 671
28	12:59:30.400364 IP 185.66.41.28.443 > 192.168.1.40.32940: [.]		ack 18197	win 671

a) Interfície on s'ha fet la captura (client o servidor); explicar com es pot saber
client (inici connexió, adreces privades, relació de temps Syn/Ack)

b) Valor aproximat del RTT
2-1: 19'8ms; 5-4: 19'7ms

c) Valor de la finestra anunciada pel client a l'inici de la connexió en octets (bytes) i en MSS
awnd = 64240 bytes; MSS=1460; 44MSS

d) Temps total de la descàrrega completa de la pàgina
22-1: 7'01s 24-1: 7'08s 28-1: 7'1s

e) Estimació de la velocitat de descàrrega de la pàgina
26: (1.174.667-2) * 8 / 7 = 1.342'47 Kbps = 1'342 Mbps

f) A l'instant 16, el valor mínim de la finestra de transmissió del servidor
16 i 14: hi ha 617006-608894 = 8112 bytes pendents de confirmar (8112 / 1410 = 5'75MSS)

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		21/6/2021	Primavera 2021
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 5 (1,5 punts)

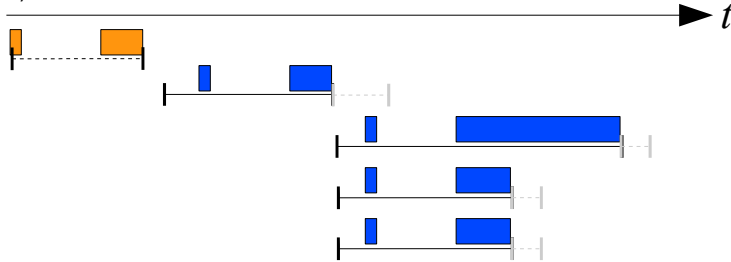
Un usuari fa servir un navegador web per descarregar l'URL <http://w1.org/> d'un servidor HTTP 1.1. W1.org té un servidor web i DNS. El contingut de la pàgina inclou tres imatges incrustades i és el següent:

```
<html>



</html>
```

a) Cas 1:



Revisa la figura anterior per explicar com el navegador fa servir quines característiques de DNS, TCP i HTTP per baixar cada element de la pàgina i com ho fa per descarregar diversos elements alhora:

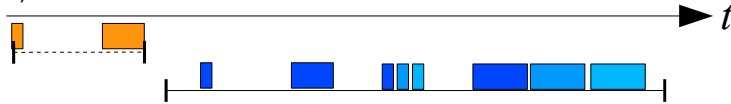
DNS: resolució recursiva de registre A per w1.org.

TCP: múltiples (4) connexions.

HTTP: no persistent: 1 petició → 1 resposta seguida de desconnexió.

Elements, un per connexió TCP: GET HTML, seguit per GET de cada imatge i, j, k.

b) Cas 2:



Revisa la figura anterior per explicar com el navegador fa servir quines característiques de DNS, TCP i HTTP per baixar cada element de la pàgina seqüencialment:

DNS: resolució recursiva de registre A per w1.org.

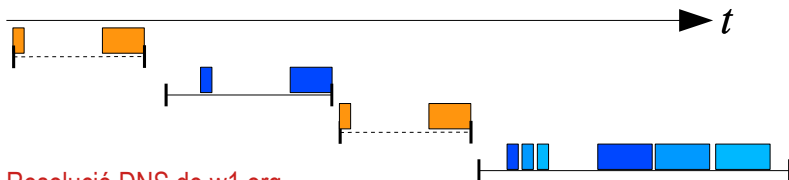
TCP: 1 connexió.

HTTP: persistent amb pipelining: enviar múltiples peticions sense esperar les respostes corresponents.

Elements, a la mateixa connexió TCP: petició GET HTML, resposta, petició GET i, j, k, resposta i, j, k.

c) Cas 3:

Dibuixa una figura equivalent al segon cas si la pàgina HTML canvia tots els seus enllaços IMG de w1.org a w2.org



Resolució DNS de w1.org.

TCP a w1.org per petició HTTP GET de HTML.

Resolució DNS de w2.org.

TCP a w2.org per petició HTTP GET de les imatges i, j, k.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingeniería Informàtica	14/1/2021	Tardor 2020
Nom	Cognoms	Grup	DNI	

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

Test (2.5 punts) Totes les preguntes són multiresposta: Valen la meitat si hi ha un error, 0 si més.

- Digues quines de les següents afirmacions són certes respecte HTTP
 - ☒ **En una connexió HTTP no persistent cada missatge HTTP request s'envia en una connexió TCP diferent**
 - ☐ Un client pot enviar un fitxer al servidor amb un GET amb MIME
 - ☒ **Un client pot enviar les dades d'un formulari HTML en el query-string d'un GET**
 - ☐ En una connexió HTTP 1.1 es possible demanar múltiples objectes en un sol GET
- Suposa una finestra de congestió de TCP de $cwnd=15.000$ bytes, $MSS=1.500$ bytes i *slow start threshold* $ssth=10.000$ bytes. Tot seguit es rep 1 confirmació (ack) que confirma noves dades. Digues quin dels següents valors de la $cwnd$ en bytes són possibles quan es processa l'ack.
 - ☐ 10.000
 - ☐ 3.000
 - ☒ **15.150**
 - ☐ 15.000
 - ☐ 16.500
- En una consulta iterativa de `www.xc.com` a un root-server és plausible que la resposta tingui:
 - ☐ Cap resource record si el nom `www.xc.com` no existeix
 - ☐ Un resource record de tipus CNAME del nom `www.xc.com`, si el nom existeix
 - ☐ Un resource record de tipus A del domini `.com`
 - ☒ **Un resource record de tipus NS del domini `.com`**
- Digues quines afirmacions són certes respecte IP:
 - ☒ **En cas de fragmentació, el camp "identification" de la capçalera IP de tots els fragments del mateix datagrama serà el mateix**
 - ☒ **Cada cop que un datagrama IP travessa un router es decrementa el camp TTL de la capçalera**
 - ☒ **Si un datagrama que porta un missatge UDP passa per un router que fa NAT, el router haurà de canviar el checksum de la capçalera IP**
 - ☒ **Si un datagrama que porta un missatge UDP s'envia per un túnel IP, el camp de protocol de la capçalera IP externa serà diferent del camp de protocol de la capçalera IP interna**
- Digues quins dels següents protocols són orientats a la connexió
 - ☒ **TCP**
 - ☐ UDP
 - ☐ Ethernet
 - ☐ DHCP
 - ☐ IP
- El protocol TCP...
 - ☒ **Serveix per a transmissions unicast**
 - ☒ **Només es poden transmetre dades de l'aplicació quan el socket està en estat ESTABLISHED**
 - ☒ **Té mecanismes per ajustar el valor del MSS per tal evitar la fragmentació**
 - ☐ Serveix per a transmissions broadcast
- En quins casos és possible un enllaç full duplex?
 - ☐ Entre un PC i un hub Ethernet
 - ☒ **Entre dos switches Ethernet**
 - ☐ Entre un portàtil i un AP wifi
 - ☒ **Entre un router i un switch Ethernet**
- Quines afirmacions són certes respecte un switch Ethernet?
 - ☒ **Si es rep una trama i l'adreça destinació no està en la taula MAC, s'envia per tots els ports de la mateixa VLAN, excepte pel port per on s'ha rebut**
 - ☐ Si es rep una trama i l'adreça destinació no està en la taula MAC, s'envia per tots els ports de totes les VLANs, excepte pel port per on s'ha rebut
 - ☐ En la taula MAC hi ha adreces MAC, port, VLAN i adreces IP
 - ☐ La informació de la taula MAC es construeix a partir de l'adreça destinació de les trames que rep
- Indica quines de les següents afirmacions sobre RIP són certes
 - ☒ **Els missatges d'update s'envien periòdicament**
 - ☒ **Quan RIP ha convergit la mètrica de les entrades RIP que hi ha en les taules d'encaminament serà la més petita possible**
 - ☒ **El temps de convergència depèn del nombre de hops entre els dos routers més distants**
 - ☒ **Split-Horizon redueix la mida dels missatges d'update**
- Indica quines de les següents afirmacions sobre charsets són certes
 - ☒ **Un caràcter que es codifica amb UTF-8 amb un sol byte té el mateix codi binari que el caràcter codificat amb ASCII**
 - ☐ Per enviar un email amb text codificat amb UTF-8 caldrà MIME amb `Content-transfer-encoding: base64`
 - ☐ Per descarregar una pàgina web amb text codificat amb UTF-8 caldrà MIME amb `Content-transfer-encoding: base64`
 - ☒ **Per codificar U+122AB amb UTF-8 farà falta més d'1 byte**

e) (0'5 punts) Suposa que les taules ARP dels routers només tenen les adreces MAC de les interfícies dels enllaços punt a punt entre routers i que les taules ARP dels dispositius estan buides.
Un dispositiu H3 (en la xarxa X3) fa "ping H1" (H1 està en X1).
Completa la seqüència de trames Ethernet i paquets IP dins la xarxa X3.

Ethernet		ARP		IP		
src	dst	Q/R	message	src	dst	Payload
h3	bcast	Q	ARP RB3?			
rb3	h3	R	ARP rb3			
h3	rb3			H3	H1	ICMP echo request
rb3	h3			H1	H3	ICMP echo response

f) (0'25 punts) El mateix pel cas anterior (seqüència de trames i paquets) a l'enllaç RB-RA.

Ethernet		ARP		IP		
src	dst	Q/R	message	src	dst	Payload
rba	rab			H3	H1	ICMP echo request
rab	rba			H1	H3	ICMP echo response

g) (0'25 punts) Les xarxes X queden petites i es decideix afegir xarxes privades (P1 .. P10) amb adreces del rang 10.2.0.0/15. Cada xarxa Pi es posa al costat de la Xi (els routers tenen ports suficients).
Caldrà fer PAT (*Port and Address Translation*)? **Si** Si és així, en quina interfície? **RA_{ISP}**
Un client d'una xarxa privada (10.2.11.21:17000) inicia una connexió TCP amb 147.83.83.147:80.
Indica els valors dels camps de la capçalera dels datagrames que passen per RA i surten cap a Internet.

Interfície interna de RA			
src IP	src #	dst IP	dst #
10.2.11.21	17000	147.83.83.147	80

Interfície externa de RA			
src IP	src #	dst IP	dst #
RA _{ISP}	#PAT	147.83.83.147	80

h) (0'25 punts) S'afegeix la xarxa remota P11 amb adreçament privat (10.111.0.0/16) i es configura un túnel entre RA i un router remot (RR). P11 i RR no es mostren a la figura. El client 10.2.11.21:17000 estableix una connexió TCP amb el servidor remot 10.111.4.5:80, que està en P11.
Indica els valors dels camps de les capçaleres dels datagrames que passen per RA i surten cap a Internet.

Interfície interna de RA			
src IP	src #	dst IP	dst #
10.2.11.21	17000	10.111.4.5	80

Interfície externa de RA			
src IP	src #	dst IP	dst #
RA _{ISP}		RR	
10.2.11.21	17000	10.111.4.5	80

i) (0'25 punts) Es configura un tallafocs ("*Firewall*") a la interfície externa de RA (RA_{ISP}).

#RULE	IN/OUT	SRC IP	SRC port	DST IP	DST port	PROT	ACTION
1	IN	ANY	< 1024	ANY	> 1024	TCP/UDP	ACCEPT
1	OUT	ANY	> 1024	ANY	< 1024	TCP/UDP	ACCEPT
2	IN	ANY		200.200.192.0/20		ICMP	ACCEPT
2	OUT	200.200.192.0/20		ANY		ICMP	ACCEPT
3	IN	ANY	> 1024	200.200.192.0/24	< 1024	TCP	ACCEPT
3	OUT	200.200.192.0/24	< 1024	ANY	> 1024	TCP	ACCEPT
	ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	DENY

Què fa la regla 1? **Qualsevol client intern es pot connectar a servidors externs**

Què fa la regla 2? **Els missatges ICMP (per exemple, ping) només poden anar a les xarxes públiques**

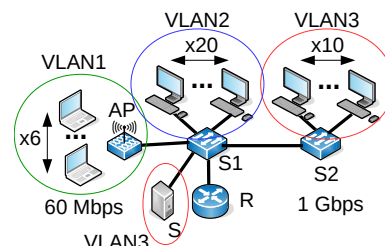
Afegir la regla 3 per tal de permetre l'accés a servidors TCP de la xarxa X1 des de clients externs.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingenieria Informàtica		14/1/2021	Tardor 2020
Nom	Cognoms	Grup		DNI	

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

Problema 2 (2.5 punts. La puntuació de tots els apartats és la mateixa.)

S'ha configurat la xarxa de la figura amb 3 VLANs, 36 PCs i 1 servidor S. Tots els enllaços ethernet són d'1 Gbps full duplex. L'AP (access point) està configurat en mode bridge, i té una capacitat de 60 Mbps. És a dir, la suma de les velocitats efectives dels PCs wifi de la VLAN1 pot ser de 60 Mbps, com a màxim. Suposa que tots els PCs estableixen una connexió TCP amb el servidor i envien a la velocitat màxima que els hi permet la xarxa. Totes les connexions TCP anuncien una finestra (awnd) de 60 kbyte ($k=10^3$). El router pot emmagatzemar fins a 1 Mbyte ($M=10^6$).



2.1 Justifica perquè les connexions dels PCs de les VLANs 1 i 2 passaran per el router i les de la VLAN 3 no.

Perquè el servidor està en la VLAN3. El switch aïlla les VLANs, que estan en xarxes IP diferents. Per canviar de VLAN cal passar per un router.

2.2 Digues quina serà, aproximadament, la velocitat efectiva (throughput), v_1 , v_2 , v_3 , que aconseguirà un PC de cadascuna de les VLANs 1, VLAN2 i VLAN3, respectivament. Justifica la resposta, indicant on hi haurà el colls d'ampolla (CA). Dóna el resultat en Mbps.

El CA de la VLAN1 estarà en l'AP: $v_1 = \frac{60 \text{ Mbps}}{6 \text{ PC}} = 10 \text{ Mbps}$

El CA de la VLAN2 i 3 estarà en l'enllaç S-S1 que es repartirà entre l'enllaç S1-R i S1-S2, 500 Mbps cadascun. A més, per l'enllaç S1-R passaran els 60 Mbps de la VLAN1:

$v_2 = \frac{500 - 60 \text{ Mbps}}{20 \text{ PC}} = 22 \text{ Mbps}$, $v_3 = \frac{500 \text{ Mbps}}{10 \text{ PC}} = 50 \text{ Mbps}$

Notar que el switch S1 enviarà trames de pausa per els enllaços S1-R i S1-S2 per acomodar la capacitat d'1 Gbps de l'enllaç S-S1 entre aquest enllaços.

2.3 Justifica perquè hi haurà pèrdues en el router.

De $R \rightarrow S$ només poden baixar 500 Mbps, mentre que $S \rightarrow R$ pot pujar 1 Gbps. Per tant, les finestres de TCP dels PCs de les VLANs 1 i 2 s'acumularan en la cua del router. Si no hi ha pèrdues les 26 connexions que passen per el router augmentaran la finestra fins a awnd, i hi haurà $26 \times 60 \text{ kbyte} = 1.56 \text{ Mbyte} > 1 \text{ Mbyte}$ que pot emmagatzemar el router. Per tant es produiran pèrdues.

Per a respondre les següents preguntes suposa el següent: (i) Les connexions ja fa estona que s'han iniciat i la finestra ha assolit un règim estacionari. (ii) La finestra de totes les connexions que passen per el router segueix una forma periòdica, de període T , com mostra la figura 1. (iii) Fes l'aproximació de que cada vegada que s'omple la cua del router totes les connexions assoleixen la seva finestra màxima (W en la figura 1).

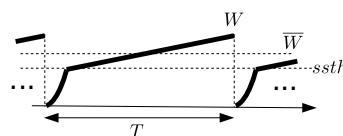


Figura 1

2.4 Amb l'ajuda de l'esbós de la figura 1, calcula aproximadament la relació que hi ha entre la finestra màxima, W , i la finestra mitjana, \bar{W} , d'una connexió que passa per el router.

Tenim que $ssth = \frac{W}{2}$ i $\bar{W} = \frac{W + ssth}{2} = \frac{W + W/2}{2} = \frac{3}{4}W$.

2.5 Justifica perquè l'RTT màxim de totes les connexions TCP que passen per el router serà el mateix.

El retard serà el temps des de que un segment arriba a la cua del router fins que es transmet. El retard màxim serà el que veurà un segment que arriba i deixa la cua del router plena. Per tant, el retard màxim de totes les connexions que passen per el router serà el mateix, i es produirà quan la cua del router està plena.

- 2.6 Calcula aproximadament quin serà el *round trip time* màxim, RTT , d'una de les connexions TCP que passen per el router. Dóna el resultat en ms.

Com que el router té una cua d'1 Mbyte i transmet en mitjana a 500 Mbps, el retard quan la cua està plena és de:

$$RTT = \frac{1 \text{ Mbyte}}{500 \text{ Mbps}} = \frac{8 \times 10^6}{500 \times 10^3} = 16 \text{ ms}$$

- 2.7 Justifica perquè la mitjana de l' RTT , \overline{RTT} , de les connexions que passen per el router serà aproximadament $\overline{RTT} \approx 3/4 RTT$, on RTT és l' RTT màxim, i calcula \overline{RTT} de les connexions que passen per el router. Dóna el resultat en ms.

Perquè la finestra d'aquestes connexions s'emmagatzema en la cua del router. Per tant, l'ocupació de la cua del router i el retard en la cua, que és proporcional a l'ocupació, també seguirà aproximadament la forma de la figura 1, d'on:

$$\overline{RTT} \approx \frac{3}{4} RTT = \frac{3}{4} 16 \text{ ms} = 12 \text{ ms}$$

- 2.8 Calcula aproximadament quina serà la finestra mitjana, \overline{W}_1 , \overline{W}_2 , d'una connexió de la VLAN1 i 2 respectivament. Dóna el resultat en kbytes.

Com que $v_{ef} = \overline{W}/\overline{RTT}$, tenim que:

$$\overline{W}_1 = v_1 \overline{RTT}_1 = 10 \text{ Mbps} \times 12 \text{ ms} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} = 15 \text{ kbyte}$$

$$\overline{W}_2 = v_2 \overline{RTT}_2 = 22 \text{ Mbps} \times 12 \text{ ms} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} = 33 \text{ kbyte}$$

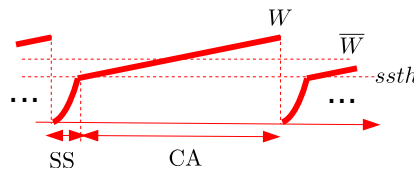
- 2.9 Justifica si les connexions de la VLAN3 tindran o no pèrdues, i digues quina serà la finestra màxima i mitjana W_3 i \overline{W}_3 respectivament. Dóna el resultat en kbytes.

Les connexions de la VLAN3 no passen per el router. Per tant, no tindran pèrdues i la seva finestra serà constant i igual a $awnd$:

$$W_3 = \overline{W}_3 = awnd = 60 \text{ kbyte}.$$

- 2.10 Fes un esbós com el de la figura 1 mostrant l'evolució de la finestra per a una de les connexions que passen per el router, indicant les fases on la finestra està en *slow start*, SS, i *congestion avoidance*, CA.

L'esbós mostra l'evolució de la finestra de congestió, $cwnd$. TCP està en SS quan $cwnd < ssth$ i en CA quan $cwnd \geq ssth$. Per tant:



- 2.11 Suposa que les connexions TCP fan servir $MSS = 1460$ bytes. Calcula aproximadament la duració de la fase de *congestion avoidance*, T_{CA} , per a cada període T que mostra la figura 1, per a una connexió de la VLAN1. Dóna el resultat en ms.

Durant CA la finestra augmenta aproximadament 1 segment per a cada RTT . Per tant, la duració del CA en RTT s és aproximadament igual a l'increment de la finestra en segments. Durant CA la finestra s'incrementa entre $ssth = W/2$ i W , és a dir $W/2$. Per la VLAN1

$$W_1 = \frac{4}{3} \overline{W}_1 = \frac{4}{3} 15 \text{ kbyte} = 20 \text{ kbyte}$$

Per tant la finestra s'incrementa en:

$$(W_1/2)/MSS = (20 \text{ kbyte}/2)/(1460 \text{ bytes}) \approx 6.8 \text{ segments}.$$

i la duració del CA serà:

$$T_{CA} \approx 6.8 \text{ segments} \times \overline{RTT}_1 = 6.8 \text{ segments} \times 12 \text{ ms} = 81.6 \text{ ms}.$$

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		14/1/2021	Tardor 2020
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 3 (2 punts)

Un usuari a la UPC descarrega una pàgina web de servidors HTTP 1.1 al seu PC client.upc.edu amb un navegador web. Cada domini té un servidor web i DNS a la mateixa ubicació i la latència (en un sentit) entre cadascun d'ells és de 5 ms. Per tant, la latència de client.upc.edu a cada servidor (el temps per arribar a cada servidor en un sentit) és:

DNS	ns.upc.edu	ns.d1.eu	ns.d2.eu	ns.eu	a.root-servers.net
Web	w.upc.edu	w.d1.eu	w.d2.eu	w.eu	w.root-servers.net
Latència (ms) des del client	5	10	15	20	25

Suposem que:

Totes les memòries cau (cache) web i DNS estan buides inicialment. Tots els recursos (RR) tenen TTL més llarg que el període d'observació.

El servidor DNS local fa resolució recursiva, la resta de servidors DNS només iterativa.

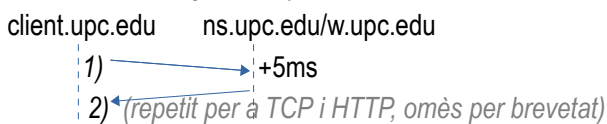
El navegador del client manté les connexions obertes durant alguns segons, i utilitzarà la millor estratègia per minimitzar el temps de resposta i fer connexions concurrents.

Cada petició o resposta DNS, sol·licitud HTTP i resposta HTML cap en un sol segment TCP i no triga més temps per sobre de l'RTT. Cada fitxer JPG triga 10 ms a descarregar-se (del primer a l'últim byte de la resposta).

El tràfic de xarxa, càrrega del servidor o pèrdues de paquets tenen un impacte insignificant en el retard.

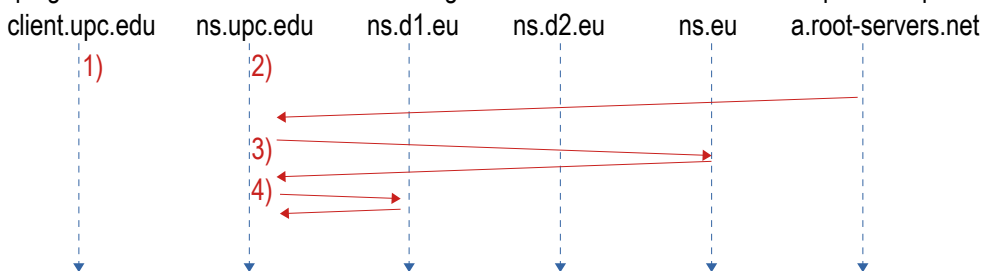
Els valors d'adreces IP es poden expressar com a @nom: per exemple @w.eu representa l'adreça IP del host w.eu.

Notació per a diagrames: (a partir d'un exemple per descarregar des de client.upc.edu la pàgina d'inici a w.upc.edu)



Prot	Origen IP	Destí IP	Operació	Recurs	Valor/comentari	Latència
DNS	@client	@ns.upc.edu	A?	w.upc.edu	1)	5 (anada)
DNS	@ns.upc.edu	@client	A	w.upc.edu	w.upc.edu CNAME w.upc.es; w.upc.es A @w.upc.es 2)	5
TCP	@client	@w.upc.edu	SYN		Tot consecutiu després de l'anterior	5
TCP	@w.upc.edu	@client	SYN, ACK			5
HTTP	@client	@w.upc.edu	GET?	«/»		5
HTTP	@w.upc.edu	@client	GET	«index.html»	CONTENT, 1 segment, no temps extra	5

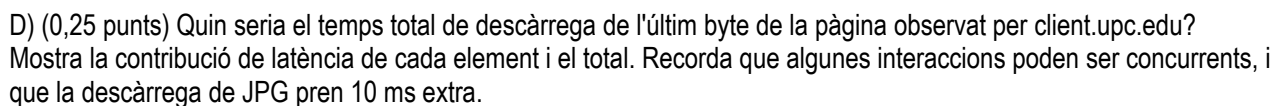
A) (0,75 punts) Quins serien els passos i recursos (A, NS) necessaris per resoldre el nom DNS de la comanda “ping w.d1.eu” en el client? Dibuixa el diagrama d'interaccions de xarxa i després completa la taula amb els detalls.



Prot	Origen IP	Destí IP	Operació	Recurs	Valor/comentari	Latència
DNS	@client.upc.edu	@ns.upc.edu	A?	w.d1.eu	1) (recursive)	5
DNS	@ns.upc.edu	@a.root-servers.net	A?	w.d1.eu	2)	20
DNS	@root	@ns.upc.edu	A	w.d1.eu	eu NS @ns.eu; ns.eu A @ns.eu	20
DNS	@ns.upc.edu	@ns.eu	A?	w.d1.eu	3)	15
DNS	@ns.eu	@ns.upc.edu	A	w.d1.eu	d1.eu NS ns.d1.eu; ns.d1.eu A @ns.d1.eu	15
DNS	@ns.upc.edu	@ns.d1.eu	A?	w.d1.eu	4)	5
DNS	@ns.d1.eu	@ns.upc.edu	A	w.d1.eu	w.d1.eu A @w.d1.eu	5
DNS	@ns.upc.edu	@client	A	w.d1.eu	w.d1.eu A @w.d1.eu (recursive)	5

$5 + 20 \times 2 + 15 \times 2 + 5 \times 2 + 5$. Total: 90 ms.

Dibuixa el diagrama d'interaccions de xarxa (considerant DNS, TCP, HTTP) i després completa la taula amb els detalls.



1) la descàrrega de w.d1.eu/i.jpg: GET $10 \cdot 2 + 10 = 30$

El camí més llarg és $40 + 100 = 140$ ms