

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

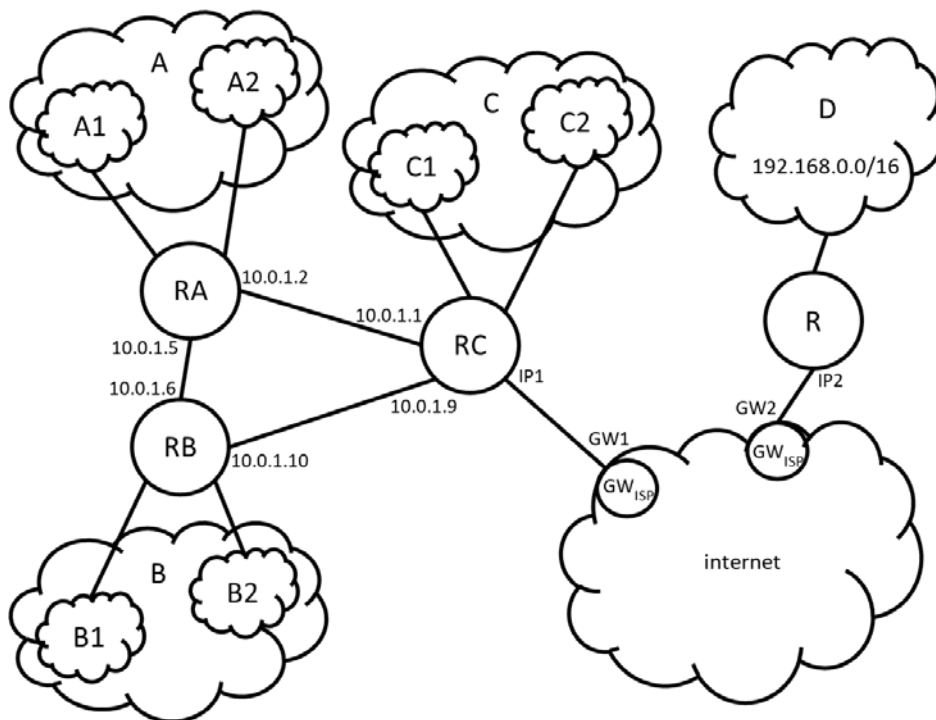
- ☒ Es poden enviar múltiples missatges de petició consecutivament sense haver d'esperar resposta.
- ☒ Les peticions POST poden enviar dades proporcionades per l'usuari.
- ☐ El contingut està delimitat per límits de text (boundary).
- ☒ El contingut està delimitat per la mida en bytes (Content-Length).

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.

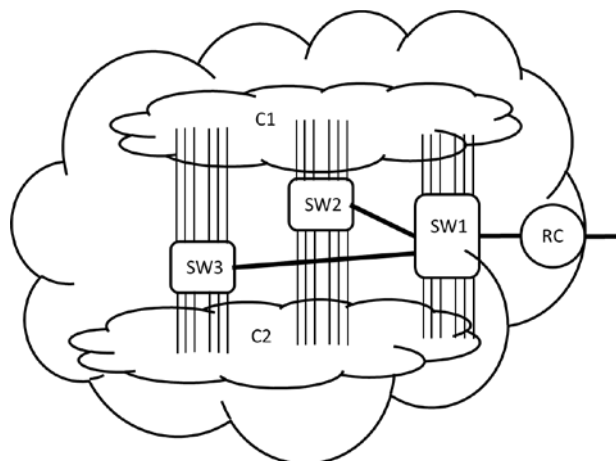
IN/OUT	SRC IP	SRC port	DST IP	DST port	PROTOCOL	ACTION
IN	ANY	>1024	C2	<1024	TCP/UDP	Accept
OUT	C2	<1024	ANY	>1024	TCP/UDP	Accept
OUT	DNS	>1024	ANY	53	TCP/UDP	Accept
IN	ANY	53	DNS	>1024	TCP/UDP	Accept
OUT	SMTP	>1024	ANY	25	TCP	Accept
IN	ANY	25	SMTP	>1024	TCP	Accept
IN	ANY		C2		ICMP	Accept
OUT	C2		ANY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

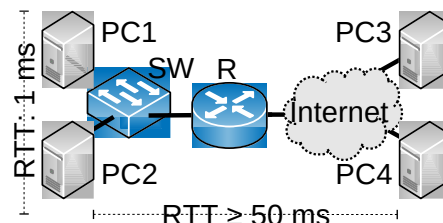
Latència mínima (RTT): PC1-2 o PC3-4 = 1ms, PC1/2-PC3/4 = 50ms.

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.