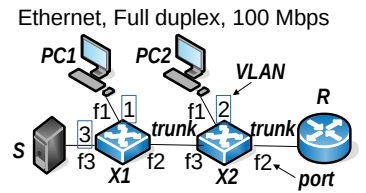


Examen final de Xarxes de Computadors (XC)		Grau en Ingeniería Informàtica		19/06/2024	Primavera 2024
Nom	Cognoms	Grup		DNI	

Duració: 3h. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre els problemes en el mateix enunciat.

Test (2punts) 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.

- En la xarxa de la figura, estima quin és el valor de la finestra òptima mesurada en segments per a una connexió TCP entre PC2 i S. Suposa que els acks tenen mida igual a 0 i que el retard de propagació en els enllaços és igual a 0. Notar que el temps de transmissió no és zero.
☐ 5 ☐ Depèn de la mida del buffer de R ☐ 10 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 6 ☐ 3 ☐ 12
- En la xarxa de la figura i les suposicions anteriors, estima quina serà la velocitat eficaç en Mbps d'una connexió que fa servir una finestra igual a 1 segment (és a dir, stop-and-wait) entre PC2 i S.
☐ 20 ☐ 10 ☐ 33,33 ☐ 100 ☐ 16,66 ☐ 50 ☐ 8,33
- En la xarxa de la figura PC1 i PC2 envien dades a la màxima velocitat que permet la xarxa amb TCP cap a S. Digues en quins ports és probable que els commutadors enviïn trames de pausa. Notació: commutador, port.
☐ X1, f1 ☐ X2, f1 ☐ X1, f3 ☐ X1, f2 ☐ X2, f2 ☐ X2, f3
- En la xarxa de la figura totes les taules ARP estan buides. PC1 fa ping a l'adreça IP de S. Digues si les següents adreces IPs estaran en les taules ARP quan PC1 rep resposta. Només hi ha el tràfic generat pel ping. Notació: dispositiu, IP_{dispositiu}; on IP_{dispositiu} és l'adreça IP d'alguna interfície del dispositiu.
☐ PC2, IP_R ☐ S, IP_R ☐ PC2, IP_S ☐ PC1, IP_S ☐ S, IP_{PC1} ☐ PC1, IP_R ☐ R, IP_S ☐ R, IP_{PC1}
- En la xarxa de la figura totes les taules MAC (taula de forwarding del commutador) i ARP estan buides. PC1 fa ping a l'adreça IP de S. Digues si les següents adreces MAC estaran en les taules MAC quan PC1 rep resposta. Només hi ha el tràfic generat pel ping. Notació: commutador, VLAN, port, adreça MAC-dispositiu (M_{dispositiu}).
☐ X2, 3, f2, M_S ☐ X2, 2, f1, M_{PC2} ☐ X1, 3, f2, M_R ☐ X2, 3, f2, M_R ☐ X2, 1, f3, M_{PC1} ☐ X1, 2, f2, M_R ☐ X1, 1, f2, M_R
- En la xarxa de la figura, digues quantes IP s'hauran d'assignar com a mínim a interfícies dels dispositius perquè hi hagi connectivitat entre PC1, PC2 i S:
☐ 3 ☐ 4 ☐ 6 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 5
- Digues quines característiques són certes en una LAN:
 - ☐ En un AP Wifi hi pot haver PCs connectats en mode Half Duplex i Full Duplex
 - ☐ Les trames Ethernet porten dues adreces
 - ☐ Una de les adreces que hi ha en les trames Wifi és el BSSID
 - ☐ En un commutador hi pot haver PCs connectats en mode Half Duplex i Full Duplex
 - ☐ Les trames Wifi porten tres o més adreces
- Digues si en les capçaleres dels següents protocols hi ha els camps que s'indiquen:
 - ☐ IP, flag de don't fragment
 - ☐ TCP, flag de PUSH
 - ☐ IP, camp de protocol
 - ☐ UDP, flag de PUSH
 - ☐ UDP, camp TTL
- Digues quins dispositius fan servir els protocols indicats:
 - ☐ Routers, Spanning Tree Protocol (STP)
 - ☐ Routers, Internet Control Message Protocol (ICMP)
 - ☐ Commutadors, Spanning Tree Protocol (STP)
 - ☐ AP WiFi, Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
 - ☐ Hubs, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)
 - ☐ Commutadors, Internet Control Message Protocol (ICMP)
- Digues quines afirmacions són certes de TCP/UDP:
 - ☐ Els dos protocols tenen un camp de checksum per detectar si hi ha errors
 - ☐ En els dos protocols s'envien ACKs per confirmar la recepció correcta d'informació
 - ☐ El camp "advertised window" de la capçalera de TCP varia en funció de la congestió de la xarxa
 - ☐ En la capçalera dels dos protocols s'envien sempre els ports que identifiquen el socket del client i del servidor
- Digues quines de les següents afirmacions de l'aplicació de email són certes:
 - ☐ Per enviar el missatge al servidor de correu un client pot fer servir HTTP o SMTP
 - ☐ El client de correu ha de demanar un resource record de tipus MX al servidor de noms abans d'enviar el missatge
 - ☐ Per poder enviar missatges amb contingut binari cal fer servir MIME
 - ☐ Per llegir el correu el client es pot descarregar els missatges del servidor amb el protocol SMTP
- Digues quines afirmacions són certes per HTTP:
 - ☐ En la primera línia del missatge de Response hi ha un codi que indica si hi ha error
 - ☐ Les dades que envia el servidor han d'estar codificades en ASCII
 - ☐ Un del camps de la capçalera del missatge de Query y Response pot ser Content-Type
 - ☐ En la primera línia del missatge de Query hi ha el mètode (GET, POST...)
 - ☐ Un del camps de la capçalera del missatge de Response pot ser Reset per avortar la connexió

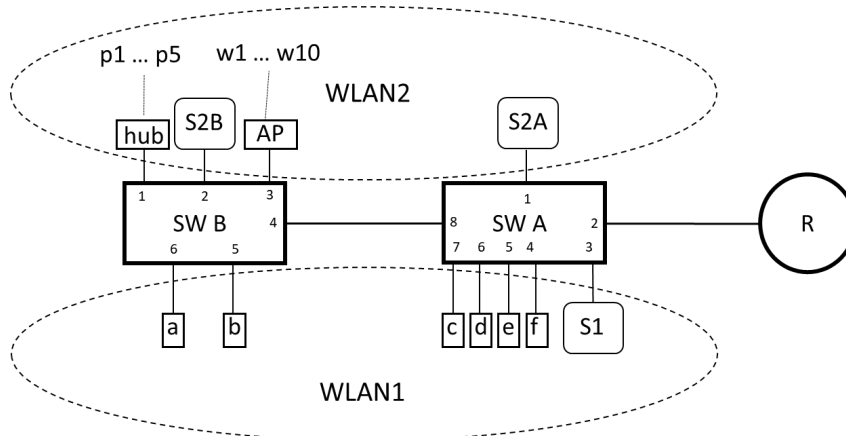


Examen final. Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		19/06/2024	Primavera 2024
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Contestar en el mateix full.

Problema 1 (1,75 punts)

La figura mostra una xarxa amb dues VLAN i dos commutadors Ethernet (SWA i SWB). La VLAN1 té els dispositius a, b, c, d, e, f i el servidor S1. La VLAN 2 té els servidors S2A i S2B, un "hub" amb 5 dispositius (pi) i un punt d'accés WiFi a 120Mbps amb 10 dispositius (wi). El "hub" i el punt d'accés WiFi tenen una eficiència del 80%. Els commutadors tenen activat el control del flux i tots els enllaços són Fast Ethernet (100Mbps). Totes les connexions entre client i servidor són TCP amb tràfic sostingut a la màxima velocitat possible.



Per a cada una de les situacions següents identificar quins ports dels commutadors són coll d'ampolla i activen el control de flux (notació: SWx-port) i la velocitat efectiva que poden assolir els dispositius.

a) (0,25) Tots els dispositius de la VLAN1 envien informació a S1. No hi ha cap més comunicació activa.

Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva en Mbps de a: b: c: d: e: f:

b) (0,25) S1 envia informació als dispositius de VLAN1. No hi ha cap més comunicació activa.

Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva en Mbps de a: b: c: d: e: f:

c) (0,35) Tots els dispositius de la VLAN1 envien informació a S1 i a la vegada S1 envia informació als dispositius de VLAN1. No hi ha cap més comunicació activa.

Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva de transmissió de a: b: c: d: e: f:

Velocitat efectiva de recepció de a: b: c: d: e: f:

d) (0,25) S1 envia informació als dispositius de VLAN2. No hi ha cap més comunicació activa.

Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva en Mbps de p: w: S2A: S2B:

e) (0,25) Tots els dispositius de la VLAN2 envien informació a S1. No hi ha cap més comunicació activa.

Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva en Mbps de p: w: S2A: S2B:

f) (0,40) Tots els dispositius de la VLAN2 envien informació a S1 i S1 envia informació als dispositius de VLAN2 a la vegada. No hi ha cap més comunicació activa.

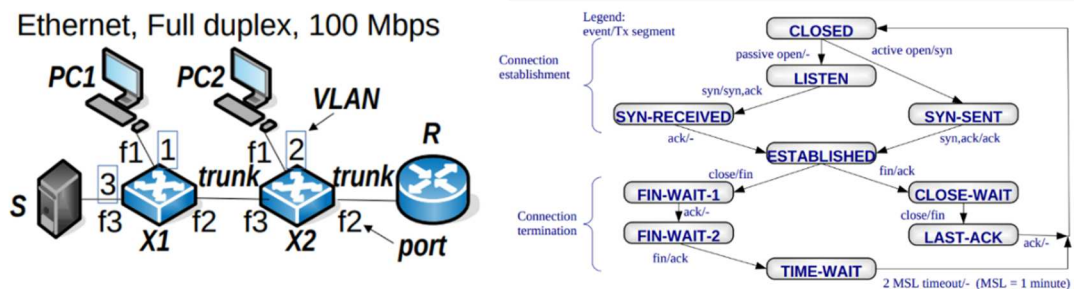
Port/ports on hi ha coll d'ampolla:

Velocitat efectiva de transmissió de p: w: S2A: S2B:

Velocitat efectiva de recepció de p: w: S2A: S2B:

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), GEI		19/06/2024	Primavera 2024
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES)	GRUP:	DNI

Prob. 2 (2pt) En la xarxa de la figura (és la mateixa que la xarxa del test) tenim dos commutadors (X1 i X2), dos PCs en diferents VLANs (PC1 en VLAN1 i PC2 en VLAN2), un servidor (S) en VLAN 3 i un encaminador (R) amb tres interfícies virtuals (un per VLAN) connectats a un enllaç Ethernet en mode trunk. PC1 i PC2 establiran dues connexions TCP amb S amb una durada molt gran (primer es connectarà PC1 i després PC2) i poden generar dades a una velocitat molt elevada. Cadascun de les interfícies virtuals de l'encaminador R disposa d'un buffer de 100 kB..



En $t=0$, PC1 estableix una connexió TCP amb S (PC2 està inactiu). En la taula es mostra la seqüència de paquets monitorada en PC1. El temps es mesura en mil·lisegons des de $t=0$:

t (mseg)	IP orig	IP dst	Port orig	Port dst	Flags	awnd
0	PC1	S	2000	80	SYN	100 kB
0.064	S	PC1	80	2000	SYN+ACK	16 kB
0.065	PC1	S	2000	80	ACK	100 kB

- a) Quin seria el RTT (temps d'anada i tornada) mínim que podríem tenir en aquesta xarxa per als paquets del 3WHS si els retards de propagació són menyspreables i no tenim en compte les capçaleres Ethernet? Quina és l'ocupació del buffer de la interfície de R en VLAN3 en $t=0$? (suposa en aquest moment en la xarxa podria haver-hi trànsit d'altres connexions).

RTT mínim:

Motivació:

Ocupació del buffer:

Motivació:

- b) Emplena la següent taula amb els estats de la connexió TCP en PC1 i de S per als instants de temps indicats. En l'última fila de la taula se suposa que el tercer paquet del 3WHS ja ha estat processat pel seu destinatari.

t (mseg)	Estat de connexió TCP a PC1	Estat de connexió TCP a S
0.010		
0.050		
0.110		

- c) Una vegada establerta la connexió, assumint ara que no hi ha més connexions en la xarxa, PC1 comença una transferència de dades contínua a S. Els paquets mesuren 1500 B. Quin creus que serà a la màxima velocitat de transferència que podrà aconseguir? Qui limita

aquesta velocitat, el control de flux/congestió de TCP o la capacitat dels enllaços de la xarxa?
Quina serà l'ocupació mitjana del buffer de la interfície de R en VLAN3?

Màxima velocitat de transferència:

Motivació:

Qui limita la màxima velocitat de transferència:

Ocupació del buffer:

Motivació:

Una vegada que la connexió PC1-S ha aconseguit la seva màxima velocitat, PC2 estableix una connexió TCP amb S, amb mateixos valors de *awnd* i grandària de paquets. Una vegada establerta la connexió, PC2 comença una transferència de dades contínua a S.

- d) Quin creus que serà la màxima velocitat de transferència entre PC2 i S? Qui limita aquesta velocitat, TCP o la capacitat dels enllaços de la xarxa? Quin serà l'efecte que té aquesta nova connexió en la velocitat de transferència entre PC1-S?

Màxima velocitat de transferència:

Motivació:

Qui limita la màxima velocitat de transferència:

Efecte en transferència PC1-S:

Useu TCP Tahoe, és a dir, la versió de TCP explicada en classe, amb Slow-Start (SS) i Congestion Avoidance (CA). Suposem les condicions de l'apartat c).

- e) Si no hi ha hagut pèrdues fins al moment, en quin estat es trobarà el mecanisme de control de congestió de PC1? quant valdrà la variable *ssthresh*?

Estat:

***ssthresh*:**

Ara en la connexió entre PC1 i S es perd un paquet (per exemple, per error en transmissió).

- f) Quin mecanisme usa TCP per a detectar la pèrdua? Quin valor tindran la finestra de congestió i *ssthresh* just després de detectar la pèrdua? Si després no hi ha més pèrdues, Quant ha de valer la finestra de congestió per a passar de SS a CA?

Detecció de pèrdua:

Finestra de congestió i *ssthresh*:

Finestra de congestió per a passar de SS a CA:

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		19/6/2024	Primavera 2024
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOMS (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI/NIE:

Duració: 3h total. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 3 (1,75 punts)

Suposem un nou correu web UPC a l'URL: <http://c.upc.edu/i.html> i un navegador amb HTTP1.1 (inclou pipelining). El teu portàtil es connecta a Internet a casa. El teu router fa NAT i reenvia peticions DNS al teu proveïdor d'internet. RTT cap a aquest servidor DNS és 1 ms, cap a qualsevol servidor DNS o HTTP extern és 5 ms. Cada element de contingut (HTML, imatge) és 50 KB, MSS 1 KB, transferència dades 1 MSS ~0 ms, awnd: 200 KB.

El teu portàtil i router a casa s'encenen (memòria cau/caché buida), i s'obre el navegador amb aquest URL, que per tant primer de tot demana resoldre el nom DNS a aquest URL.

- Quin pot ser el mínim temps per rebre la resposta d'una resolució DNS? Indica quins servidors participen.
- Quin pot ser el màxim temps per rebre la resposta d'una resolució? Indica servidors i registres DNS (RR) involucrats.

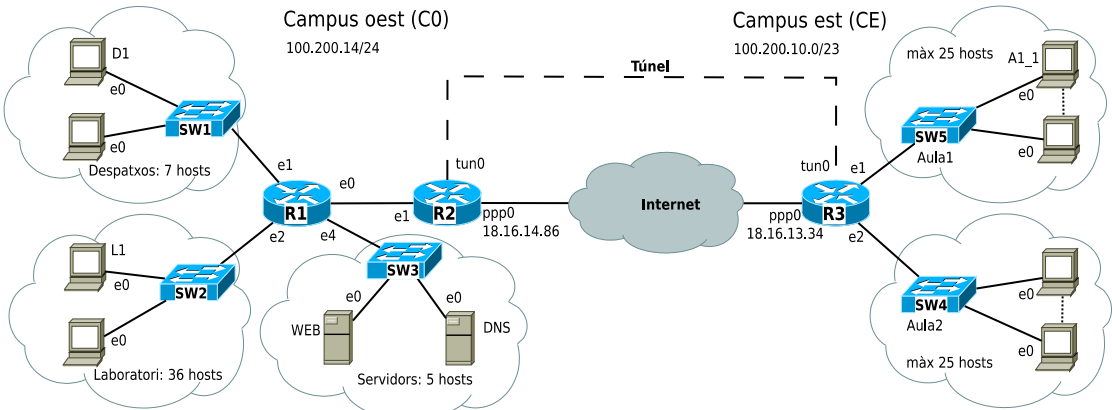
Per una segona consulta immediata del mateix nom DNS a la pàgina web visitada: (p. ex. a un URL d'una imatge)

- Quan trigaria la resolució i perquè, suposant que el TTL de «c» fos suficientment llarg?
 - Quina influència tindria el TTL de les dades DNS (RR), per exemple si TTL fos 0 o 100?
- Quan trigaria en carregar-se la primera vegada la pàgina a <http://c.upc.edu/i.html> (amb DNS, TCP slow start, HTTP):
- Si la pàgina no inclou cap imatge:
 - Si la pàgina inclou 3 imatges al mateix servidor: <http://c.upc.edu/i1.png>...[i3.png](http://c.upc.edu/i3.png) i sense límit de connexions:
 - Si la pàgina inclou 3 imatges al mateix servidor i el navegador només obre una connexió per servidor:
 - Si les 3 imatges es troben a <http://img.upc.edu/> i navegador pot obrir connexions il·limitades:

Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		19/06/2024	Primavera 2024
NOM (MAJÚSCULES):	COGNOM (MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

Duració: 3 hores. El test es recollirà en 25 minuts. Responen els problemes en el mateix enunciat.

Problema 4 (2.5 punts)
Un departament d'una universitat té els recursos repartits entre dos campus, l'est (CE) i l'oest (CO). La figura adjunta en mostra la infraestructura de xarxa. Al CE hi ha les aules. Al CO hi ha els despatxos, el laboratori i els servidors.



Hi ha una subxarxa per cada *switch*, cinc en total: Aula1, Aula2, Despatxos, Laboratori i Servidors. La figura especifica el nombre de *hosts* de cadascuna (per exemple, la de Servidors en té 5). Cada *host* està connectat a un *switch*. Cada *host* de CE té assignat una IP del rang 100.200.10.0/23 i cadascun dels de CO del rang 100.200.14.0/24. Totes les connexions són Ethernet tret que no s'especifiqui el contrari. Tots els recursos utilitzen el servidor DNS del departament per a la resolució de noms.

Ambdues seus estan interconnectades a través d'internet mitjançant un túnel IP. El proveïdor de servei d'accés a Internet (ISP) de la universitat ha assignat els següents paràmetres de xarxa a cadascun dels campus:

- CO IP pública: 18.16.14.86, porta d'enllaç: 18.16.14.1
- CE IP pública: 18.16.13.34, porta d'enllaç: 18.16.13.1

Les lletres majúscules dels recursos indiquen les IPs de les targetes de xarxa; les minúscules les MACs. Per exemple, R1.e2 és la IP de la interfície e2 d'R1, mentre que r1.e2 n'és la MAC. Utilitza aquesta notació si no s'explicita el criteri.

Contesta les preguntes següents emprant les cel·les lliures de les taules. Cal que les respostes de cada pregunta siguin coherents amb les respostes donades les preguntes anteriors (adreces i rangs de IPs, etc.).

a) (0.25 punts) Assigna IPs numèriques i màscares en notació de barra (per exemple /24) a R2.tun0 i a R3.tun0 minimitzant la quantitat d'adreces no assignades dins del rang i minimitzant l'ús d'IPs públiques.

IP R2.tun0	Màscara	IP R3.tun0	Màscara

b) (0.25 punts) Completa la configuració del túnel a R3 per tal que el CE accedeixi al CO a través del túnel:

```
R3# ip tunnel add [ ] mode gre remote [ ] local [ ] ttl 255
R3# ifconfig [ ] netmask [ ]
R3# route add [ ] netmask [ ] gw [ ]
```

c) (0.25 punts) Completa la taula de rutes d'R3 per fer que tots els *hosts* de CE surtin a internet a través de R2.

Nom de la destinació	Prefix numèric	Màscara	Porta d'enllaç	Interfície
ISP-R3				

d) (0.25 punts) Quantes aules hi pot haver a CE sabent que en cada una hi pot haver fins 25 *hosts*?

Nombre màxim d'aules	
----------------------	--

e) (0.25 punts) Assigna un subrang d'IPs a cada subxarxa de CO 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 i la màscara de subxarxa en notació de barra.

Nom de la subxarxa	Nombre d'IPs assignades	Prefix numèric	Màscara

f) (0.25 punts) Digues si cal fer NAT en algun element de la xarxa per tal que tots els *hosts* d'ambdós campus siguin accessibles entre ells i que tots puguin sortir a internet. Si és el cas, indica en quins.

Sí / No	Quins?	Per què?
---------	--------	----------

g) (0.25 punts) Immediatament després d'haver estat reiniciat, el *host* amb IP *A1_1* de l'Aula1 fa *ping* a *exmple.com*, per tant, fora de la universitat. Completa la seqüència de datagrames IP que passen per R2 sabent que és aquest *router* el que anuncia el rang de CE a internet.

IP origen	IP destí	Protocol	Continguts
A1_1			

h) (0.25 punts) A1 1 fa un *traceroute* al servidor WEB. Indica els dispositius i adreces IP que sortiran a la llista.

i) (0.25 punts) Immediatament després, el *host* amb IP *D1* dels despatxos és reinicialitzat i fa *ping* al servidor DNS. Completa la seqüència de datagrames IP que passen per R1.

[illegible]

j) (0.25 punts) Indica les regles de filtratge de sortida (OUT) que cal aplicar a R2.e1 per tal que des d'Internet es pugui accedir exclusivament als serveis WEB (port HTTP 80 i HTTPS 443) i DNS (port 53). Aquestes regles no han d'afectar als hosts de CE.

[illegible]