

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|--------------------|
| 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. Responer 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 perdren 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.

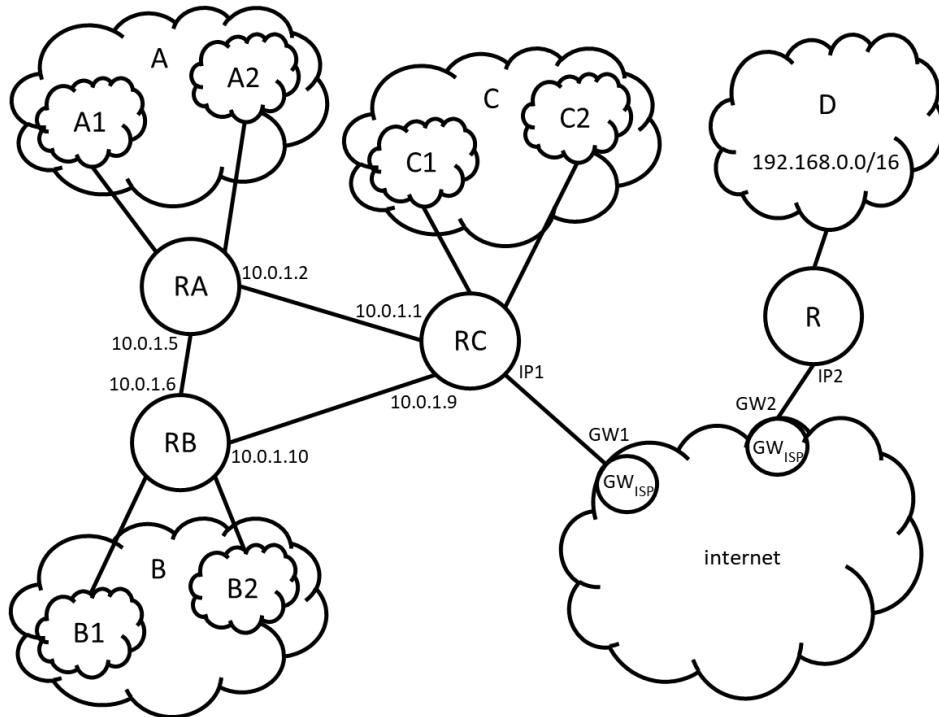
10. Diges quines de les afirmacions següents són certes respecte a HTTP 1.1

- Es poden enviar multiples 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).

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.



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

b) Els routers RA, RB i RC utilitzen RIPv2 amb “split horizon” com a algorisme d'encaminament.

c) 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.

d) 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.

e) f) Després executa la comanda “*ping IP2 -n 1*”. IP2 és l'adreça pública del router R.

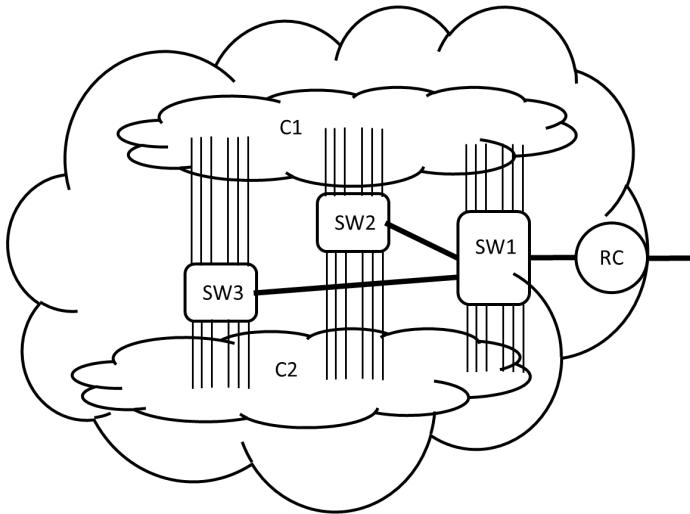
g) Els servidors de l'entitat estan ubicats en la subxarxa C2. El tallafocs (Access Control List) es configura a la intereficie IP1 de RC.

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 (DNS root, DNS TLDs, SMTP de destinació dels missatges).

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

h) i) 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 i la VLAN2 pera C2. Els ports entre commutadors i el del SW1 a RC són d'1Gbps. La resta són ports Fast Ethernet (100Mbps).



j) 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.

| | | | |
|--|--------------------------|------------|-------------|
| 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 (respostes)

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

| Subxarxa | Adreça de xarxa / màscara | Adreça router | Adreça broadcast |
|----------|---------------------------|---------------|------------------|
| A1 | | | |
| A2 | | | |
| B1 | | | |
| B2 | | | |
| C1 | | | |
| C2 | | | |
| Iliure | | | |

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

| Destinació | Mètrica |
|-------------------|----------------|
| A1 | |
| A2 | |
| | |
| | |

| Destinació | Mètrica |
|------------|---------|
| | |
| | |
| | |
| | |

- 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.

| Taula d'ençamament de l'IC. | | |
|-----------------------------|-----------|------------|
| R | | |
| xarxa | gw | interfície |
| 192.168.0.0/16 | | eth1 |
| 10.0.1.12/30 | | tun0 |
| GW2/32 | | ppp |
| 147.83.100.0/22 | 10.0.1.13 | tun0 |
| 0.0.0.0/0 | GW2 | ppp |

| RC | | |
|-------|----|------------|
| xarxa | gw | interfície |
| C1 | | e0 |
| C2 | | e1 |
| | | e2 |
| | | e3 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

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

| la interficie A/A tiene que devolver la respuesta al message del ping. | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|---------|-----------|-------------|----------|---------|
| Ethernet Header | | ARP message | | IP Header | | | data |
| Source | Destination | Type | Message | Source | Destination | Protocol | Message |
| 1 | h | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 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 intereficie GW1.

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 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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 | | | C2 | | TCP/UDP | Accept |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

h) (0'25 punts)

Quins enllaços s'han de configurar en “*mode trunk*”?

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

- Client al SW2 envia a servidor al SW3:
- Client a SW3 fa un *ping de broadcast*:
- Un client de la xarxa A envia a un servidor al 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?

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?

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?

| | | | |
|--|-----------------------|-----------|-------------|
| 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. Responer 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.

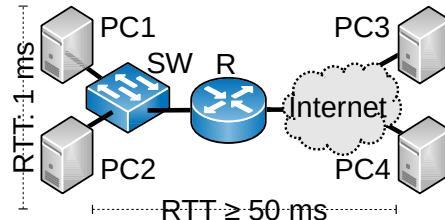
Latència mínima (RTT): PC1-2 o PC3-4 = 1ms, PC1/2-PC3/4 = 50ms.

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 permet la xarxa.



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

PC1-2: Wopt =

PC1-3: Wopt =

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

PC1-2: Vefmax =

PC1-3: Vefmax =

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) En quin estat estan (SS, CA) les connexions TCP cap al final de la transferència?

Quin retard en mitja afegeix la cua?

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

PC1-PC3: Vef (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?

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

Quina Vef es podria assolir en el cas anterior per a cada transferència:

f) Podem millorar alguna cosa en els PC per que la velocitat efectiva de TCP millori? (justifica)

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|--------------------|
| 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. Responer 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 descàrrega de respistes 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? |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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:

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

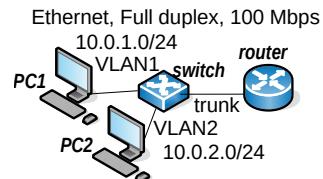
d) Suposant que el navegador obre 4 connexions al principi i a la vegada amb el servidor (i demana l'HTML per una):

| | | | |
|--|--------------------------------|------------|----------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC) | Grau en Ingeniería 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'adreses 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
- Diques 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 establert 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 summaritzar les xarxes 192.168.1.0/24 i 192.168.2.0/24 amb la xarxa 192.168.0.0/16

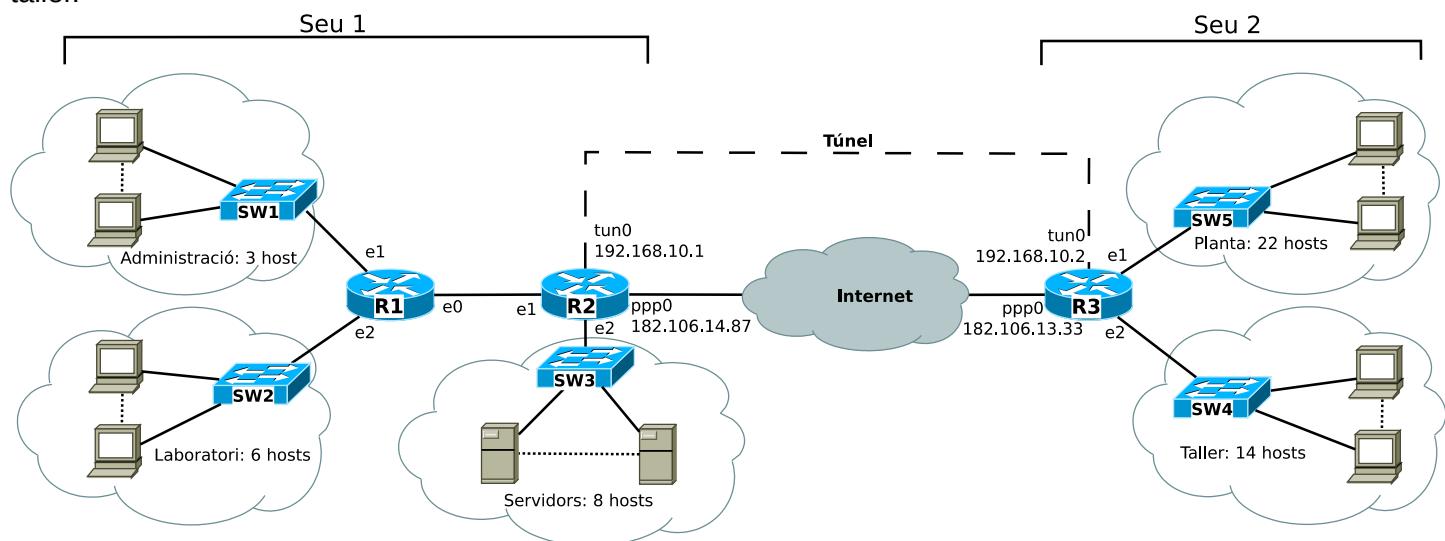


| | | |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | 13/06/2022 | Primavera 2022 |
| NOM (MAJÚSCULES): | COGNOM (MAJÚSCULES): | GRUP: |

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

Problema 1 (2.5 punts)

Una empresa té dues 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 seqüents 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'adreses 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).

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| 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. Responeu els problemes en el mateix enunciat.

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

| |
|------------------------------|
| Subrangs no assignats |
| |
| |
| |
| |

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 |
| | |

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 resultant 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 | | - | ppp0 |
| Túnel | 192.168.10.0/30 | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

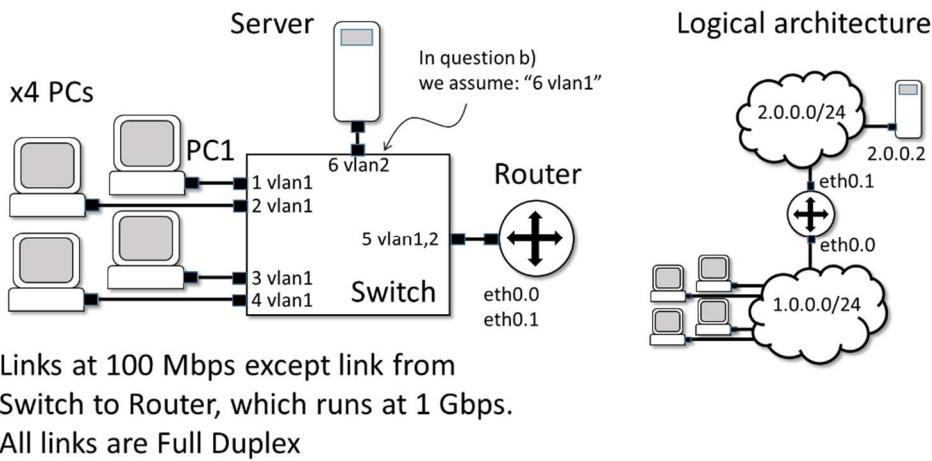
E) (0.5 punts) Per testejar la connectivitat es fa un *ping* entre R1 i R3.e1. Determina les adreces IP i el valor del camp de protocol de la capçalera externa dels paquets IP un cop aquests surten de cada una de les interfícies especificades a la taula.

| Interfície de sortida | Capçalera IP | | |
|------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| | Adreça origen | Adreça destí | Protocol |
| R1.e0 | | | |
| R2.tun0 | | | |
| R2.ppp0 | | | |

| | | |
|--|--------------------------|----------------|
| 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 puntos) 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.

- 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.

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

| | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 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?

b) Quin és aproximadament el RTT durant la connexió TCP?

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*?

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?

e) Què s'observa a la línia 116?

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

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.

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

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

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

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

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

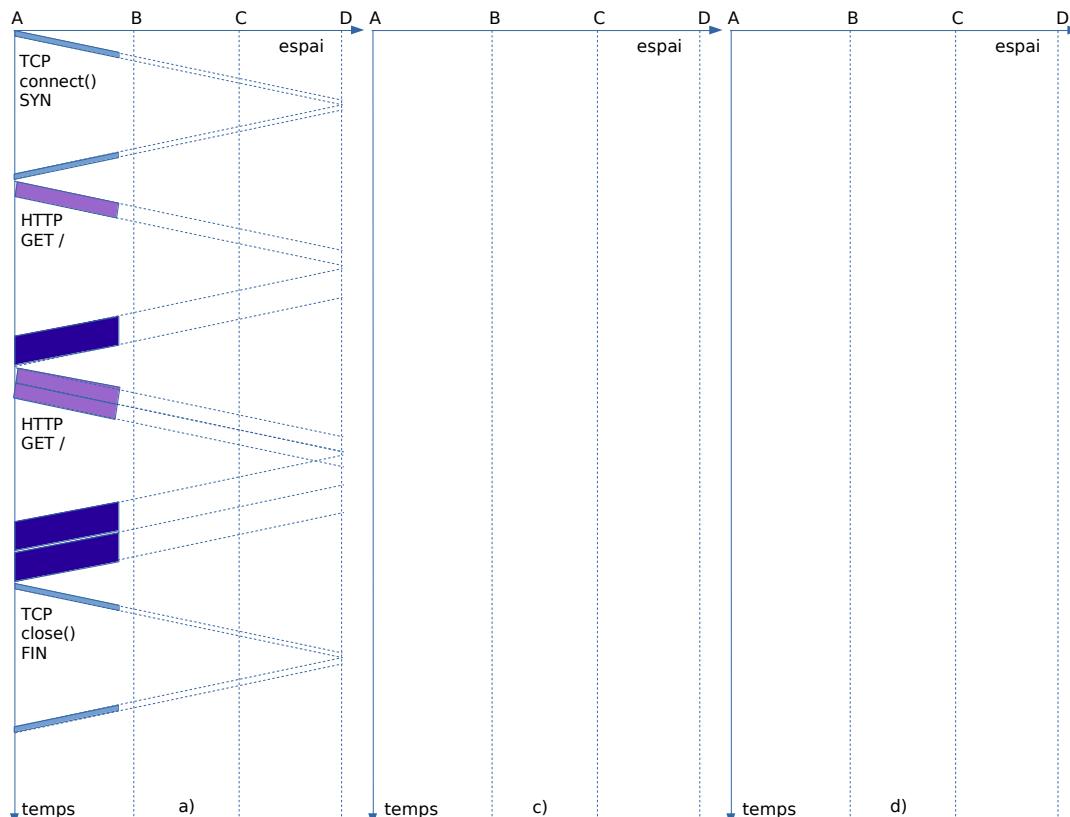
Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

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>

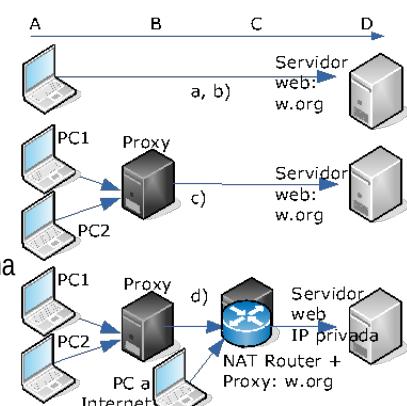
El diagrama a sota mostra el procés de descàrrega de la pàgina al navegador fent servir TCP i HTTP. Assumptions:

- 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 responses 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?

b) Si el navegador no fes servir aquesta característica, explicar com canviaria el diagrama (no el dibuixeu).



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?

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 dreita) 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?

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

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Responer 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'adreses 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'adreses).
- 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 utilitzza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir la IP per assignar a un host client.
- ARP utilitzza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir la IP corresponent a un host.
- DHCP utilitzza la capacitat d'enviar a tota una Ethernet per descobrir l'adreça MAC corresponent a un host client.
- ARP utilitzza 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 paua eviten pèrdues a la xarxa.
- Quan els clients envien a la màxima velocitat cap al servidor, les trames de paua causen pèrdues a la xarxa.
- Quan el servidor envia trànsit la màxima velocitat cap als clients, les trames de paua causen pèrdues a la xarxa.
- Quan el servidor envia trànsit a la màxima velocitat cap als clients, les trames de paua 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:

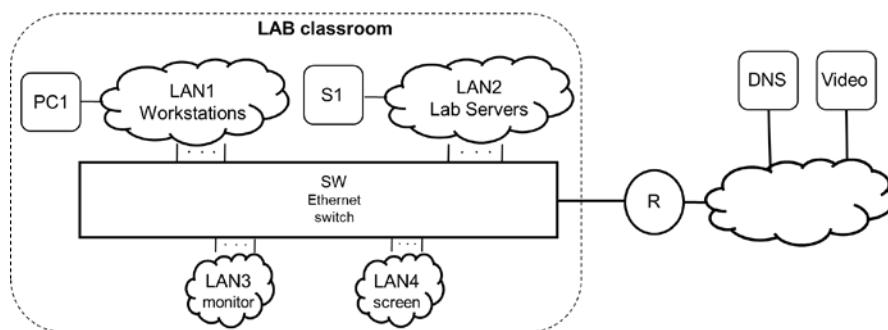
- Amb UTF-8 un caràcter poden ocupar de 1 a 4 octets.
- El caràcter "A" es codifica igual a ASCII que a UTF-8.
- El caràcter "Ä" es codifica igual a ASCII que a UTF-8.
- Unicode pot representar més de 100.000 caràcters.

| | | | |
|--|--------------------------|------------|-------------|
| 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) (0,5 punts) 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 | | | 192.168.aula.0/ |
| VLAN2 | 5 | | |
| VLAN3 | 1 | | |
| VLAN4 | 1 | | |

- b)(0,25 punts) 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 |
|-----------|---------------|------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- c)(0,5 punts) 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 serveis.

Notació: majúscules per les adreces IP i minúscules per les adreces Ethernet (MAC). Exemple: PC1, pc1, informació a la taula ANEXA tots els serveis.

d) (0,25 punts) 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 |
|---------|-------------|----------|-------------|-----------------|----------|
| | | | | | |

e)(0,5 punts) Completar les regles de filtratge de la llista de control d'accés (ACL) de la interfície internal 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 | | | LAN2 | 22 | TCP | ACCEPT |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |

f) (0,25 punts) 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 |
|---------|-------------|----------|---------|-------------|----------|
| | | | | | |

g) (0,25 punts) 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?

h)(0,25 punts) 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?

i)(0,25 punts) Mentre els 50 PCs estan enviant i rebent dades (segons els dos apartats anteriors) el servidor de vídeo (situat fora de l'aula) comença a transmetre un vídeo (TCP) de 4Mbps cap a la pantalla de l'aula. Actuarà el control de flux del commutador? Hi haurà pèrdues? On? Quina serà la velocitat efectiva mitjana que rebran els PC? Quina velocitat efectiva tindrà la pantalla de l'aula?

j)(0,5 punts) En aquestes condicions, el flux de vídeo té excessives pèrdues i no serveix. Per tal de solucionar-ho es canvia l'enllaç entre el commutador i el router a 1Gbps. Repetir l'apartat anterior.

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|--------------------|
| 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. Responde en el mateix enunciat.

Problema 2 (2,5 punts)

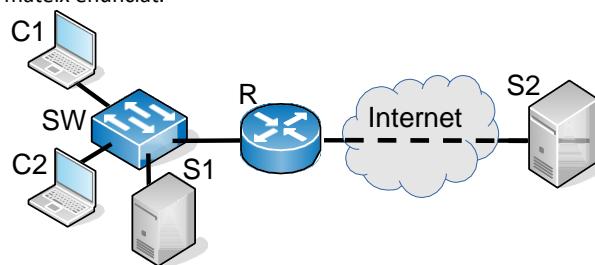
Suposem una Internet no congestionada. Totes les connexions són de 1 Gb/s full-duplex. El switch fa control de flux.

Latència mínima (RTT): 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) =

C-S2: Wopt (Bytes) =

b) Determinar la velocitat màxima i mínima 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) =

Vmin (Mb/s) =

C-S2: Vmax (Mb/s) =

Vmin (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?

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

C2-S1:

C1-S1: Vef (Mb/s) =

C2-S1: Vef (Mb/s) =

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?

En quin estat estan (SS, CA) les connexions TCP al final de la transferència? C1-S2:

C2-S2:

Quin retard introduceix la cua del router?

C1-S2: Vef (Mb/s) =

C2-S2: Vef (Mb/s) =

e) Indicar quin seria el valor ideal de la cua del router per maximitzar les velocitats anteriors.

Cua (KB) =

Quin efecte tindria?

Quina Vef es podria assolir en el cas anterior per a cada transferència:

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|--------------------|
| 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. Responer 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 intermit 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 clients 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 responses (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 condicional→w (10) + Resposta HTTP "304 Not modified" w → (10+0) proxy → PC (1+3) |
| TOTAL | | | | |

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) |
|--------|-------|----------------|----------|---|
| | | | | |
| TOTAL | | | | |

| | | | | |
|--|---------|--------------------------------|-----------|----------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC) | | Grau en Ingeniería 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.

1. Respecte split-horizon 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

2. 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 introduceix 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

3. Diques quins dels següents protocols tenen assignat un well-known port:

- ICMP
- ARP
- MIME
- DNS
- DHCP

4. 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

5. 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. Digues 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

6. 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

7. Suposa cwnd=350 bytes, MSS=100 bytes i ssthresh=400 bytes. Digues quines de les següents seqüències serien possibles per a 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

8. 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`. Digues 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

9. 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

10. 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 (different 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

| | | | |
|--|------------|-------------------|-----------------------|
| Examen final de Redes de Computadores (XC), Grado en Ingeniería | | 21/06/2021 | Primavera 2021 |
| NOMBRE: | APELLIDOS: | GRUPO | ID |

Duración: 2h45m.

Problema 1 (2.5 puntos)

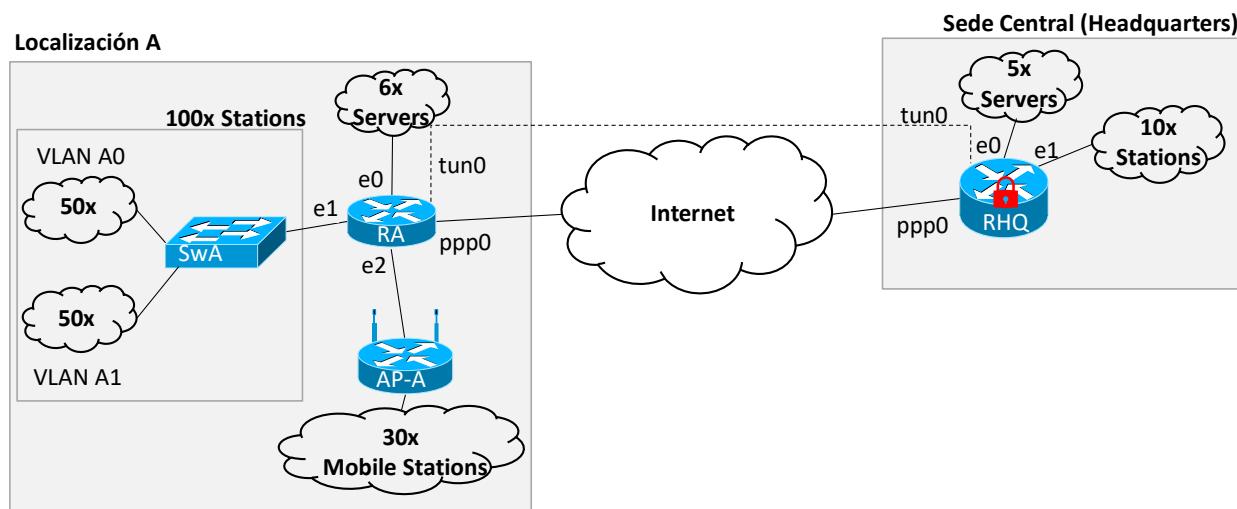
La siguiente figura representa la topología de red de una empresa con dos ubicaciones diferentes (la sede -HQ- y la ubicación remota A) interconectadas mediante un túnel a través de Internet.

La red de la ubicación A incluye estaciones en dos LANs cableadas, estaciones móviles conectadas por un AP WiFi configurado como puente (bridge) y servidores locales. La red de la sede se compone de estaciones de trabajo y servidores públicos. El número de hosts se define en la figura.

La empresa quiere configurar una combinación de direcciones IP públicas y privadas.

- Se utilizan direcciones privadas para todas las estaciones de la empresa, así como para los servidores en la ubicación A. El rango base para el bloque de direcciones privadas es 10.10.0.0/8.
- Se utilizan direcciones públicas para los servidores de la sede. El rango base para el bloque público comienza en 200.200.0.128.
- A las interfaces ppp0 de cada router se les asignan direcciones en 200.200.0.194/30 (RHQ) y 200.200.1.194/30 (RA). A la interfaz relacionada del router ISP se le ha asignado la dirección 1 en la subred.
- La conexión entre la ubicación A y la sede se realiza mediante un túnel a través de Internet configurado utilizando direcciones del rango 192.168.0.0/24.

Finalmente, se configuran VLAN en las ubicaciones y se asocian a interfaces virtuales (subinterfaces) en el router local llamadas <interface>.0 e <interface>.1. Además, todos los routers implementan un firewall y RHQ implementa además PNAT (RA no implementa PNAT).



| | | | |
|--|------------|-------------------|-----------------------|
| Examen final de Redes de Computadores (XC), Grado en Ingeniería | | 21/06/2021 | Primavera 2021 |
| NOMBRE: | APELLIDOS: | GRUPO | ID |

Duración: 2h45m.

- a) (0.5 puntos) Asigna un bloque a cada subred haciendo que los rangos de las redes sean lo más ajustados posible al tamaño real de las subredes, pero de manera que se puedan agregar para minimizar el número de rutas en las tablas de enrutamiento. Asigna direcciones comenzando por las subredes en HQ, luego la ubicación A, etc.

| Ubicación / subred | IP/prefijo |
|--------------------|------------------|
| HQ/Estaciones | 10.10.0.0/28 |
| | |
| RHQ-ISP | 200.200.0.195/30 |
| RA-ISP | 200.200.1.195/30 |

- b) (0.5 puntos) Completa la tabla de enrutamiento del router RA. Todas las estaciones deberían poder acceder a Internet a través del firewall en RHQ. Utiliza agregación y rutas predeterminadas cuando sea posible. Las rutas se evaluarán de la máscara más larga a la más corta.

| Subred | IP/prefijo | GW | Interfaz |
|--------|------------|----|----------|
| | | | |

- c) **(0.5 puntos)** Un cliente en el puerto 9000 en la estación 10.10.0.7 inicia una conexión TCP con el servidor web remoto 96.100.244.240:80 en Internet. Completa los valores de los campos en las cabeceras IP y TCP para los datagramas generados por el cliente cuando entra o sale de la interfaz especificada en RHQ.

| Interfaz | IP fuente | #puerto fuente | IP destino | #puerto destino | Proto |
|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------|
| e1 | | | | | |
| ppp0 | | | | | |

- d) (0.5 puntos) Otro cliente en el puerto 10000 en la estación 10.10.0.7 inicia una nueva conexión TCP con el servidor web 10.10.1.3:80 en la ubicación remota. Completa los valores de los campos en las cabeceras IP y TCP para los datagramas generados por el cliente cuando entra o sale de la interfaz especificada en RHQ.

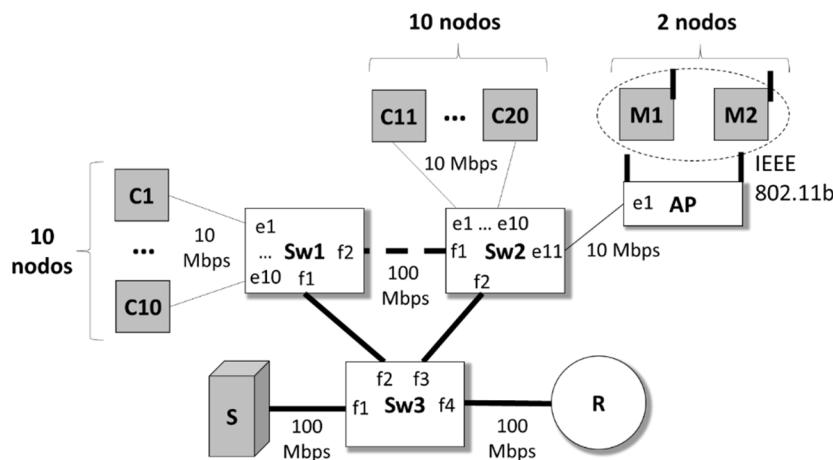
| Interfaz | IP fuente | #puerto fuente | IP destino | #puerto destino | Proto |
|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------|
| e1 | | | | | |
| ppp0 | | | | | |

- e) **(0.5 puntos)** Configura el firewall en el enrutador RHQ. En particular: 1) cualquier cliente de Internet debería poder acceder a los servidores de la sede central pero no a la red privada; 2) cualquier estación de la red privada puede acceder a los servidores públicos y a Internet. Especifica la interfaz donde aplicar las reglas ACL; Las reglas se aplicarán a la entrada de dicha interfaz.

| | | | |
|--|-----------|-----------|----------------|
| 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?

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?.

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 | |
| Sw2 | |
| Sw3 | |
| Dominio de Broadcast de VLAN2 | Puertos en dominio de broadcast |
| Sw1 | |
| Sw2 | |
| Sw3 | |

- 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 | |
| Sw2 | |
| Sw3 | |

| |
|---|
| Justificación de porqué se deben configurar los puertos anteriores en modo trunk |
| |

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

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 desconexió? Posar el resultat en funció de V_1 i RTT_1 .

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

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 ($V_{1nou} < V_1$).
c) Aproximadament, quina serà la velocitat efectiva de C1(V_{1nou})?

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

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

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.

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

- a) Interfície on s'ha fet la captura (client o servidor); explicar com es pot saber
- b) Valor aproximat del RTT
- c) Valor de la finestra anunciada pel client a l'inici de la connexió en octets (bytes) i en MSS
- d) Temps total de la descàrrega completa de la pàgina
- e) Estimació de la velocitat de descàrrega de la pàgina
- f) A l'instant 16, el valor mínim de la finestra de transmissió del servidor

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|-----------------------|
| 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. Responde en el mateix enunciat.

Problema 5 (1,5 punts)

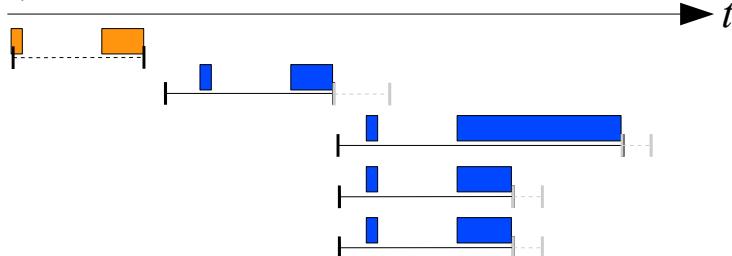
Un usuari fa servir un navegador web per descarregar l'URL <http://w1.org/> d'un servidor HTTP 1.1. W1.org té un servidor web i DNS. El contingut de la pàgina inclou tres imatges incrustades i és el següent:

```
<html>



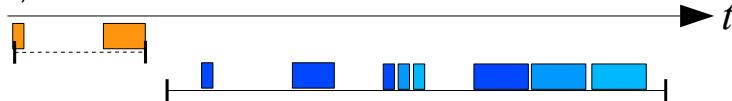
</html>
```

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:

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:

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



| | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| 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.

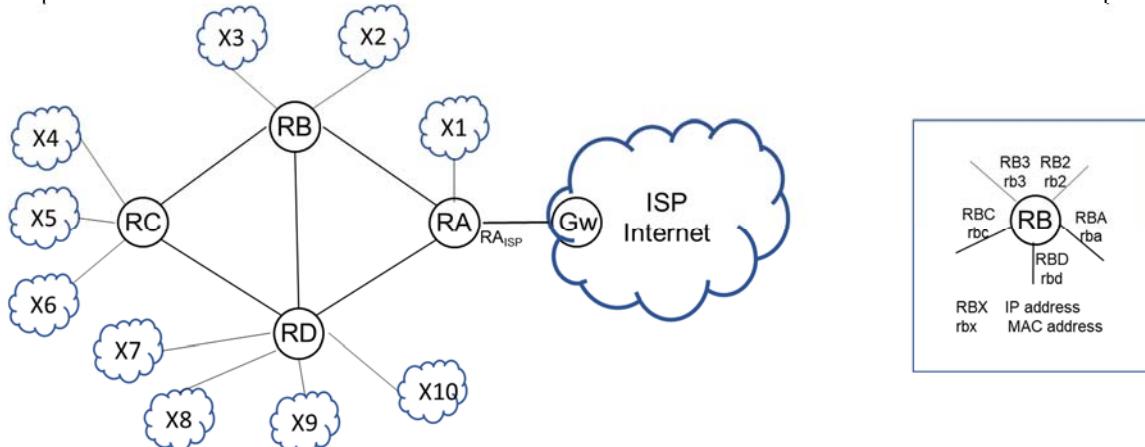
1. Digues quines de les següents afirmacions són certes respecte HTTP
 - En una connexió HTTP no persistent cada missatge HTTP request s'envia en una connexió TCP diferent
 - Un client pot enviar un fitxer al servidor amb un GET amb MIME
 - Un client pot enviar les dades d'un formulari HTML en el query-string d'un GET
 - En una connexió HTTP 1.1 es possible demanar múltiples objectes en un sol GET
2. 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 processi l'ack.
 - 10.000
 - 3.000
 - 15.150
 - 15.000
 - 16.500
3. 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
4. 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 IPIP, el camp de protocol de la capçalera IP externa serà diferent del camp de protocol de la capçalera IP interna
5. Digues quins dels següents protocols són orientats a la connexió
 - TCP
 - UDP
 - Ethernet
 - DHCP
 - IP
6. 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
7. 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
8. 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
9. 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
10. Indica quines de les següents afirmacions sobre charsets són certes
 - Un caràcter que es codifica amb UTF-8 amb un sòl 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

| | | | |
|--|--------------------------|------------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 14/01/2021 | Tardor 2020 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

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

Problema 1 (3 punts)

La figura mostra la configuració de les subxarxes d'una entitat i la seva connexió a Internet a través de l'ISP. La part de la dreta mostra la notació de les adreces IP i MAC de les interfícies del router B com a exemple.



- a) (0'5 punts) Es disposa del rang d'adreses IP 200.200.192.0/20. Assigna un rang d'adreses /24 a cada una de les subxarxes de forma que es pugui agregar subxarxes i minimitzar el nombre de rutes a les taules.

| | |
|----|------------------|
| X1 | 200.200.192.0/24 |
| X2 | |
| X3 | |
| X4 | |
| X5 | |

| | |
|-----|--|
| X6 | |
| X7 | |
| X8 | |
| X9 | |
| X10 | |

Quin rang queda disponible?

- b) (0'5 punts) Completa les taules d'encaminament dels routers, indicant les adreces agregades (*Destination*), la interfície (adreça MAC) i la mètrica de RIP. (RB/RD indica que les dues rutes són possibles).

| (Destination)) la interface (dans ce MFG) la methode de RPF (RBD/RD indique que les deux routes sont possibles). | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|----|-----|--|
| Destination | RA | | | RB | | | RC | | | RD | | | |
| | GW | if | met | GW | if | met | GW | if | met | GW | if | met | |
| (X1) 200.200.192.0/24 | --- | ra1 | 1 | RA | rba | | RB/RD | rcb/d | | RA | | | |
| (X2+X3) | RB | rab | | --- | * | | | | | | | | |
| (X4+X5+X6) | RB/RD | rab/d | | RC | rbc | | --- | * | 1 | | | | |
| (X7+...+X10) | RD | rad | | RD | rbd | | | | | --- | * | 1 | |
| 0.0.0.0/0 | GW | eth0 | 1 | RA | rba | | RB/RD | rcb/d | | RA | | | |

* indica que hi ha una ruta per a cada subxarxa amb la seva interfície corresponent.

- c) (0'25 punts) Utilitza el rang d'adreces privades 10.0.0.0 per assignar adreces als enllaços punt a punt entre els routers utilitzant el mínim nombre d'adreces.

| | |
|-------|--|
| RA-RB | |
| RB-RC | |
| RB-RD | |

| | |
|-------|--|
| RC-RD | |
| RD-RA | |
| | |

- d) (0'25 punts) Si falla l'enllaç RD-RA indicar NOMÉS les rutes modificades.

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 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

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 |
| | | | | | | |

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 és així, en quina interfície?

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 | | | | Interfície externa de RA | | | |
|--------------------------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|
| src IP | src # | dst IP | dst # | src IP | src # | dst IP | dst # |
| 10.2.11.21 | 17000 | | | | | | |

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 | | | | Interfície externa de RA | | | |
|--------------------------|-------|--------|-------|--------------------------|-------|--------|-------|
| src IP | src # | dst IP | dst # | src IP | src # | dst IP | dst # |
| 10.2.11.21 | 17000 | | | | | | |
| | | | | | | | |

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 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| | ANY | ANY | ANY | ANY | ANY | ANY | DENY |

Què fa la regla 1?

Què fa la regla 2?

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

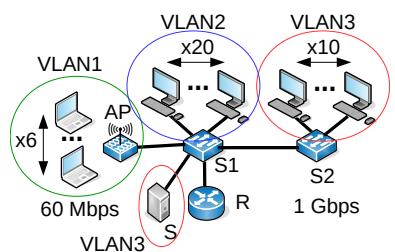
| | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC) | Grau en Ingeniería Informàtica | 14/1/2021 | Tardor 2020 |
| Nom | Cognoms | Grup | DNI |

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

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.



2.2 Digues quina serà, aproximadament, la velocitat efectiva (throughput), v_1 , v_2 , v_3 , que aconseguirà un PC de cadascuna de les VLAN1, VLAN2 i VLAN3, respectivament. Justifica la resposta, indicant on hi haurà el colls d'ampolla (CA). Dóna el resultats en Mbps.

2.3 Justifica perquè hi haurà pèrdues en el router.

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).

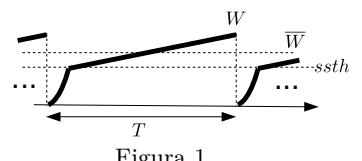


Figura 1

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.

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

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.

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.

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 resultats en kbytes.

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 resultats en kbytes.

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.

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.

| | | | |
|--|-----------------------|-----------|-------------|
| 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.

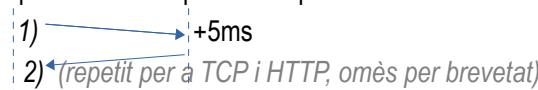
Cada petició o resposta DNS, sol·licitud HTTP i resposta HTML cap en un sol segment TCP i no triga més temps per sobre de l'RTT. Cada fitxer .JPG triga 10 ms a descarregar-se (del primer a l'últim byte de la resposta).

El tràfic de xarxa, càrrega del servidor o pèrdues de paquets tenen un impacte insignificant en el retard sobre de RTT. Cada factor hi contribueix 10 ms a desviar l'RTT (del primer a l'últim byte de la resposta).

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

Els valors d'adreces hi es poden expressar com a @nom, per exemple @w.upc representa l'adreça de l'host w.upc.edu. Notació per a diagrames: (a partir d'un exemple per descarregar des de client w.upc.edu la pàgina d'inici a w.upc.edu)

client upc.edu ns upc.edu/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.

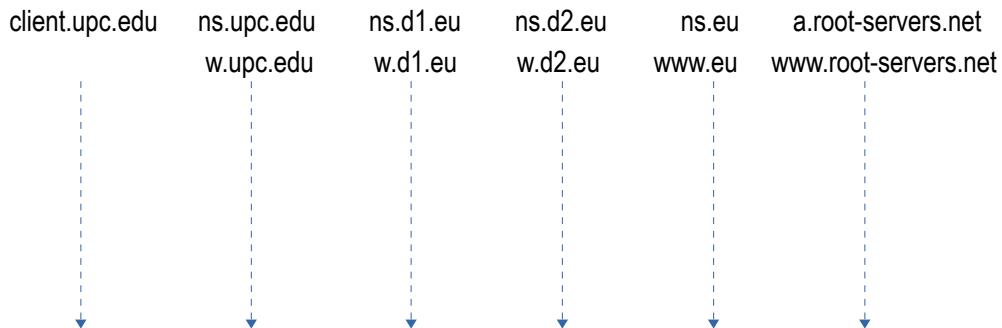
client upc.edu ns upc.edu ns d1.eu ns d2.eu ns.eu a.root-servers.net

shortest.saa relative.saa normalized relative area

B) (0,25 punts) Quin seria el temps de resposta total observat per client.upc.edu per a la resolució anterior? Mostra la contribució a la latència per a cada pas i el valor total.

C) (0,75 punts) Just després, el navegador web visita la pàgina <http://w.d1.eu>. La pàgina conté dues imatges incrustades així: "<html> </html>"

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



D) (0,25 punts) Quin seria el temps total de descàrrega de l'últim byte de la pàgina observat per client.upc.edu? Mostra la contribució de latència de cada element i el total. Recorda que algunes interaccions poden ser concurrents, i que la descàrrega de JPG pren 10 ms extra.

| | | | |
|---|------------------------------|------------------|--------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 10/1/2020 | Tardor 2019 |
| NOM (MAJÚSCULES): | COGNOMS (MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 20 minuts.

Test (2,5 punts)

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

1. Pel que fa al rang d'adreçament IP 10.0.0.0/8:

- Es tracta d'un rang privat de classe A.
- 10.0.0.1/32 és una adreça IP vàlida d'aquest rang.
- 10.0.255.1/32 és una adreça IP vàlida d'aquest rang.
- L'última adreça IP unicast de l'intervall és 10.255.255.254.

2. Sobre IP: Fragmentació de paquets IP

- Només es fragmenten en l'emissor.
- Es fragmenten al llarg del seu camí quan la mida supera la MTU del salt següent.
- Es reensamblen al receptor.
- Es reensamblen al llarg del seu camí quan el tamany combinat s'ajusta a la MTU del següent salt.

3. Sobre UDP:

- UDP pot enviar un ACK per confirmar la recepció.
- La capçalera dels datagrames UDP té un checksum que protegeix les dades útils de errors.
- La capçalera del datagrama UDP indica el port d'origen i destí.
- La capçalera del datagrama UDP té un camp de números de seqüència.

4. Sobre TCP:

- Una connexió té un número de seqüència inicial en comú definit pel client.
- Una connexió té dos números de seqüència inicials, un definit pel client i un altre pel servidor.
- FIN i el seu ACK tanquen una connexió en els dos sentits de la comunicació.
- FIN i el seu ACK tanquen una connexió en una direcció.

5. Sobre LANs:

- Els switchos Ethernet poden realitzar control de flux.
- Els hubs Ethernet poden realitzar control de flux.
- Els switchos Ethernet no tenen col·lisions entre ports.
- Els hubs Ethernet no tenen col·lisions entre ports.

6. Sobre Wi-Fi:

- Fa servir RTS/CTS per gestionar el problema del node ocult.
- Fa servir CSMA/CD (detecció de col·lisions) per evitar col·lisions.
- Fa servir CSMA/CA (evasió de col·lisions) per evitar col·lisions.
- El Service Set identifier (SSID) és un string de text.

7. En una resolució de DNS:

- Un CNAME pot retornar un altre registre CNAME.
- Un registre MX conté l'adreça IP d'un servidor de correu.
- El servidor DNS per defecte d'una xarxa proporciona respostes amb autoritat per a la seva xarxa.
- El servidor DNS d'un domini proporciona respostes amb autoritat per al seu domini.

8. Sobre HTTP:

- La capçalera d'una resposta GET es codifica com a text (7 bits).
- El cos d'una resposta GET es codifica com a objectes de text (7 bits) delimitats per 'boundary'.
- El cos d'una resposta GET es codifica com a un objecte binari delimitat per un 'content-length'.
- Una connexió HTTP es pot utilitzar per enviar diversos missatges en totes dues direccions.

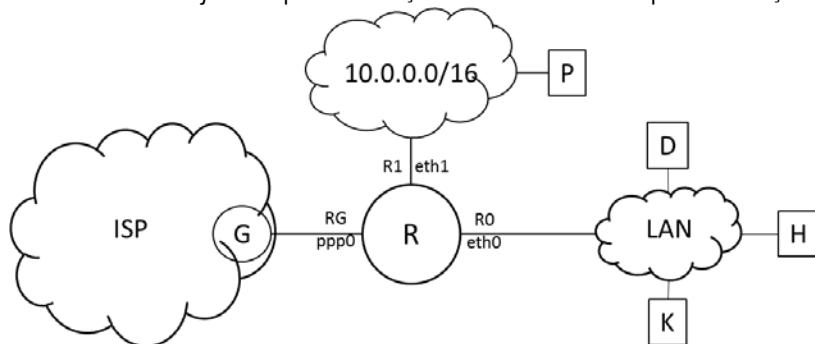
| | | | |
|--|--------------------------|------------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 10/01/2020 | Tardor 2019 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 20 minuts.

Problema 1 (3 punts).

La xarxa local (LAN) de la figura té adreçament privat. D és el servidor local de DNS, el router R fa de servidor de DHCP, H és el servidor web (HTTP) i K és el servidor de correu. P és una estació de treball i G és el router de l'ISP.

Tots els dispositius estan correctament configurats i en marxa, a excepció de K que està apagat inicialment. La notació utilitzada és: lletra majúscula per a l'adreça IP i lletra minúscula per a l'adreça MAC (Ethernet).



a) (0'25 punts) Completar la seqüència de trames Ethernet i paquets IP que es transmetran per la xarxa local al posar en marxa K per obtenir la seva configuració.

| Ethernet | | IP | | |
|----------|-----|-----|-----|---------|
| src | dst | src | dst | message |
| k | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Un cop completada la configuració, el dispositiu K coneix la seva adreça IP (K), la del servidor de DNS (D), la del router per defecte (R) i el seu nom "mailserver.domini.org".

b) (0'5 punts) Completar la seqüència de trames i paquets quan des de K s'executa la comanda "ping www.domini.org", on www és el servidor HTTP del propi domini, és a dir, H, fins es rep la primera resposta.

| Ethernet | | ARP | | IP | | |
|----------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|
| src | dst | Q/R | message | src | dst | Payload |
| k | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

c) (0,25 punts) Determinar quina adreça IP veurà un client extern al resoldre els noms següents:

www.domini.org

mailserver.domingi.org

d) (0,25 punts) S'utilitza RIPv2. Completar la taula d'encaminament del router R amb la mètrica:

| Destination | Gateway | interface | metric |
|------------------------|-----------|-----------|--------|
| 192.168.168.0/24 (LAN) | ---- | eth0 | |
| 10.0.0.0/16 | ---- | eth1 | |
| 11.11.0.0/17 | 10.0.0.11 | eth1 | |
| 11.11.128.0/17 | 10.0.0.11 | eth1 | |
| G/32 (ISP) | ---- | ppp0 | |
| 0.0.0.0/0 | G | ppp0 | |

e) (0'5 punts) Suposem que l'adreça IP de les interfícies dels routers és la primera del rang d'adreses. (R0 té l'adreça 192.168.168.1). La comanda *traceroute* permet descobrir la seqüència de routers entre l'origen i la destinació. Des del dispositiu K (xarxa privada) s'executa la comanda "*traceroute 11.11.201.201*". Determinar la seqüència de dispositius i interfícies que identificarà el *traceroute*.

De del dispositiu amb adreça 11.11.201.201 s'executa la comanda "traceroute K". Determinar la seqüència de dispositius i interfícies que identificarà el traceroute.

f) (0,25 punts) Assignar la subxarxa més petita pels servidors de la LAN (D, K, H) i el nombre més petit de subxarxes de la LAN (192.168.168.0/24).

g) (0'5 punts) Des del dispositiu K s'executa la comanda "ping U". Suposem que U es l'adreça d'un servidor extern. Completar la seqüència de datagrames que passen per R indicant les interfícies d'entrada i sortida corresponents. Cal tenir en compte que el router fa PAT (*PNAT port and address translation*).

| Interface | In/Out | Src IP address | Dst IP address | payload |
|-----------|--------|----------------|----------------|---------|
| eth0 | in | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Quina interfície del router R fa PAT ?

h) (0'25 punts) Per tal de poder connectar una xarxa LAN remota (192.168.200.0/24) es configura un túnel des del router remot (RR) fins al router R (interfície RG). Completar les entrades que s'afegeixen a la taula d'encaminament del router R:

| Destination | Gateway | interface | metric |
|------------------|---------|-----------|--------|
| 192.168.0.0/30 | | | |
| 192.168.200.0/24 | | | |

i) (0'25 punts) Completar les regles del tallafocs ("Firewall") de la interfície RG per tal que s'apliquin les condicions següents: 1) Els clients de LAN poden accedir a servidors externs; 2) el servidor web (H) ha de ser accessible des d'Internet. La primera columna indica quina o quines condicions de les anteriors realitza.

| | | | |
|---|------------|------------|------------|
| Examen final de Redes de Computadores (XC), Grado en Ingeniería | | 10/01/2020 | Otoño 2019 |
| NOMBRE: | APELLIDOS: | GRUPO | ID |

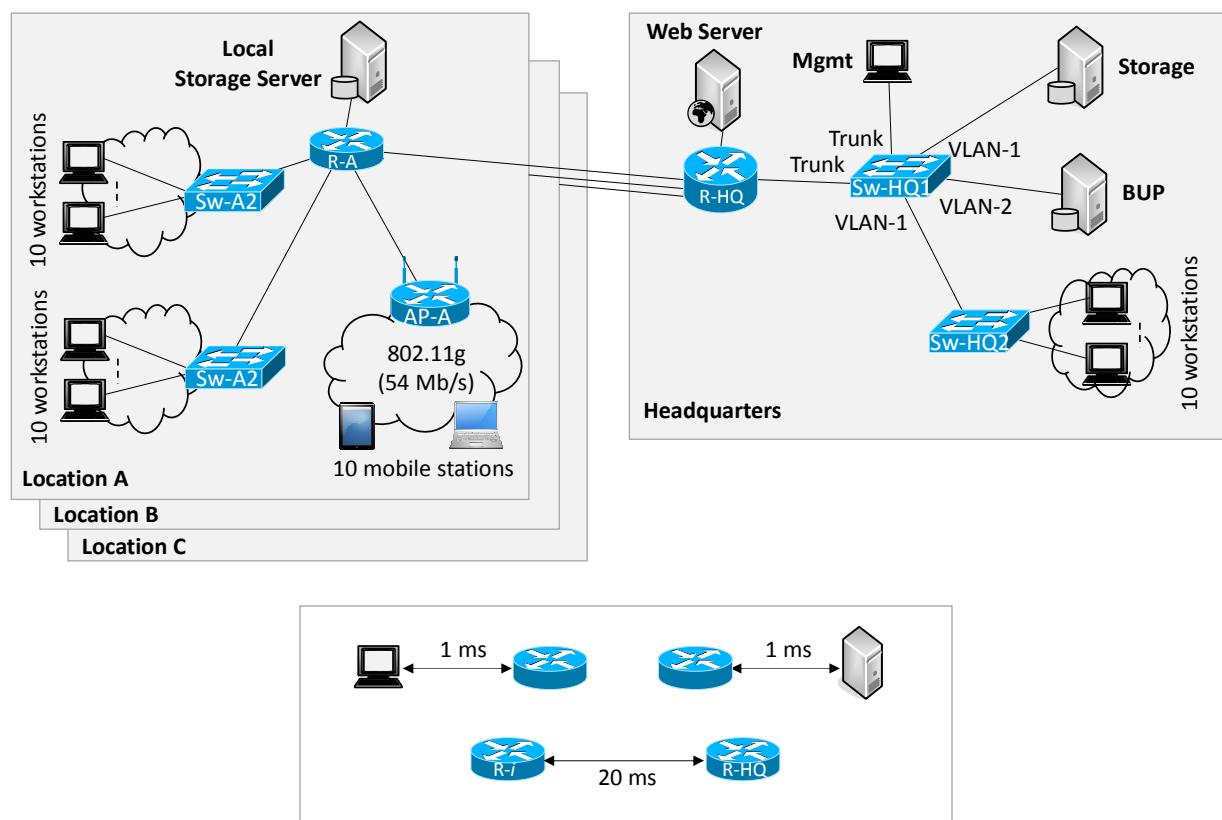
Duración: 2h45m.

Problema 2 (3 puntos)

La figura representa la topología de la red de una compañía que consta de unas oficinas centrales (*headquarters* -HQ) y tres localizaciones remotas (A, B, and C) interconectadas mediante líneas alquiladas. La red de cada localización incluye 20 estaciones de trabajo en dos LANs cableadas, 10 dispositivos móviles cubiertos mediante un AP WiFi con funciones de router y un servidor local. La red de las oficinas centrales consiste en un servidor de almacenamiento y otro de backup (BUP) y de 10 estaciones de trabajo. Adicionalmente, una estación de trabajo está dedicada a la gestión de la red de las oficinas centrales.

Se han configurado varias VLANs en la red de las oficinas centrales que están identificadas por un Id en las interfaces de los switches Ethernet, cuando sea aplicable.

Todas las interfaces son 100baseTx (full dúplex) excepto la WiFi que está basada en IEEE 802.11g. La eficiencia de los switches es 100% y la del AP es 66.7% (dos tercios). Se usa TCP para subir y descargar ficheros.



El retardo de propagación entre cualquier host y su router local en un segmento cableado es 0.5 ms y 10ms entre cualquier localización remota y las oficinas centrales. Entonces, por ejemplo, el RTT mínimo (sin tiempo de espera en las colas) entre una estación de trabajo y el servidor local en una localización remota es aproximadamente 2 ms y el RTT mínimo entre el servidor local en una localización remota i y el servidor de almacenamiento en las oficinas centrales es aproximadamente 22 ms.

Responde las preguntas en la página siguiente.

Hay dos partes para LAN y TCP, respectivamente.

| | | | |
|--|------------|-------------------|-------------------|
| Examen final de Redes de Computadores (XC), Grado en Ingeniería | | 10/01/2020 | Otoño 2019 |
| NOMBRE: | APELLIDOS: | GRUPO | ID |

Duración: 2h45m. Responde a las preguntas en las tablas.

Problema 2 (3 puntos)

LAN (1 punto)

- a) **(0.75 puntos)** En los siguientes escenarios asume que se suben o descargan ficheros de gran tamaño. Responde en la tabla para los escenarios que se detallan a continuación: (1) los cuellos de botella que se crearían, (2) cuales serían los mecanismos que regularían la velocidad efectiva de las estaciones, dispositivos móviles y servidores, (3) la velocidad efectiva que alcanzarían las estaciones de trabajo y servidores activos.

(Escenario A) Todas las estaciones de trabajo en cada localización remota i suben un fichero al servidor de almacenamiento local.

(Escenario B) Los servidores de almacenamiento locales en las localizaciones remotas suben un fichero al servidor de almacenamiento en las oficinas centrales.

(Escenario C) Todos los dispositivos móviles en cada localización remota i suben un fichero al servidor de almacenamiento local

(Escenario D) Las estaciones de trabajo en las oficinas centrales descargan un fichero del servidor web de la compañía en las oficinas centrales al mismo tiempo que el servidor de almacenamiento sube un fichero al servidor de BUP.

| Escenario | Cuello de botella | Mecanismo(s) de control de flujo | Velocidad efectiva por host (Mb/s) |
|-----------|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| (A) | | | |
| (B) | | | |
| (C) | | | |
| (D) | | | |

- b) **(0.25 puntos)** ¿Cuáles serán los contenidos de la tabla MAC de $Sw-HQ1$ después de la actividad previa? Responde en la siguiente tabla para los dispositivos en las oficinas centrales, donde

- el campo *S/N* especifica si las direcciones MAC de al menos un host de esa entrada estarían en la tabla MAC.
- el campo *Puerto* especifica el nombre del dispositivo conectado, por ejemplo, $Sw-HQ2$ especifica la interfaz que conecta $Sw-HQ1$ con $Sw-HQ2$.

| Direcciones MAC aprendidas en $Sw-HQ1$ | S/N | Puerto |
|--|-----|--------|
| Servidor Web | | |
| Estación de Management | | |
| Servidor de almacenamiento | | |
| Servidor BUP | | |
| Estaciones de trabajo | | |

TCP (2 puntos)

Todos los routers se han configurado con colas de 1 MB ($1 \cdot 10^6$ bytes). En las conexiones TCP, los hosts reservan 20 kB ($20 \cdot 10^3$ bytes) para los buffers de recepción y no usan la opción *window scale*. Asume MSS = 1 kB ($1 \cdot 10^3$ bytes)

Responde las siguientes preguntas y explica tus respuestas con una ecuación cuando sea posible o una pequeña explicación textual.

- c) (1 punto):

Cuanto tiempo de retardo introducen las colas y cuál será el RTT total estimado.

| Escenario | Tiempo en las colas (ms) | RTT Estimado (ms) |
|-----------|--------------------------|-------------------|
| (A) | | |
| (B) | | |

¿Cuál sería la velocidad efectiva máxima una vez que las conexiones TCP alcanzan el régimen permanente? ¿Cuál sería la Ventana de recepción óptima en MSSs? (asume los valores de RTT estimados en la tabla anterior).

| Escenario | Velocidad efectiva máxima por estación (Mb/s) | Ventana de recepción óptima (MSS) |
|-----------|---|-----------------------------------|
| (A) | | |
| (B) | | |

Ahora se ha subido un fichero pequeño que ha tardado exactamente 20 RTTs, medidos a partir de que se ha establecido cada conexión TCP.

- d) (0.25 puntos): ¿Cuál era el tamaño del fichero? ¿Cuál fue el último número de secuencia reconocido por el servidor cuando se cerraron las conexiones? (asume que el primer número de secuencia una vez establecida cada conexión fue el 1).

| | |
|---------------------------------------|--|
| Tamaño del fichero (kB) | |
| Último número de secuencia reconocido | |

- e) (0.75 puntos): Vamos a imaginar que debido a un corte durante 6 RTTs, la subida del fichero definido en la pregunta anterior se ha interrumpido después de 6 RTTs (medidos desde el tiempo en que se establecieron las conexiones TCP). Asume RTO = 4*RTT. ¿Cuál sería el tiempo de subida en RTTs?

| Tiempo de subida (#RTT) | Explicación |
|-------------------------|-------------|
| | |

Ahora vamos a suponer que hay más tráfico en la red y que los datagramas pasan un tiempo en cada una de las colas. Vamos a aproximar los valores totales de RTT a los que se dan en la siguiente tabla (tiempo en cada cola 20 ms) para los escenarios (A) y (B). ¿Cuál sería el tiempo de subida del fichero en segundos y la velocidad efectiva media que se alcanzaría?

| Escenario | RTT Estimado (ms) | Tiempo de subida (s) | Velocidad efectiva media por estación (Mb/s) |
|-----------|-------------------|----------------------|--|
| (A) | $2 + 20 = 22$ | | |
| (B) | $22 + 40 = 62$ | | |

| | | | |
|---|-----------------------|------------------|--------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 10/1/2020 | Tardor 2019 |
| NOM (MAJÚSCULES): | COGNOMS (MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 20 minuts.

Problema 3 (1,5 punts)

Un usuari descarrega una pàgina web de servidors HTTP 1.1 del seu dispositiu client amb un navegador web. La pàgina conté els següents elements: <http://w.x.org/x.html>, <http://i.y.com/i1.png>, <http://i.z.net/i2.png>, <http://i.z.net/i3.png>.

Suposar que:

RTT del client: 5ms al servidor DNS local i 30ms als servidors HTTP per a x.org, y.com i z.net.

RTT entre servidor DNS local i qualsevol altre servidor DNS: 20ms.

TTL de registres DNS: 10000 per a servidors root-servers.net, 1000 per a gtlb-servers.net, 10 per a servidors HTTP i DNS de x.org, y.com i z.net.

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

Cada element HTTP només ocupa un segment TCP.

El tràfic de xarxa, càrrega dels servidor o pèrdues de paquets tenen un impacte insignificant als retards.

El navegador client utilitzarà la millor estratègia per minimitzar el temps de resposta i fer connexions simultànies.

Inicialment, totes les memòries cau del DNS i del DNS són buides.

El navegador web del client manté obertes les connexions HTTP inactives durant almenys 10 segons.

A) (0,5 punts) Quins seran els passos i els registres de recursos (A, NS) necessaris per resoldre w.x.org?

| Origen | Destí | Pregunta | Tipus | Resposta (mínim resource record útil) |
|----------------|----------------|----------|-------|---------------------------------------|
| Client | Servidor local | w.x.org | A | -- |
| Servidor local | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

B) (0,5 punts) Calcula el temps total (ms) per descarregar la pàgina i cada pas part de la càrrega de la pàgina:

| # | Retard | Total sum | Prot Aplic | Operació | Destí | Detalls sobre contribucions al retard |
|----|--------|-----------|------------|------------|-----------|---------------------------------------|
| 1 | | | DNS | A w.x.org? | local DNS | |
| 2 | 30 | | TCP | Obrir conn | w.x.org | SYN/ACK |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |

C) (0,5 punts) 5 segons després de la descàrrega de la pàgina anterior, el client prem el botó de «recarregar». Si considereu que el navegador web del client té una memòria cau, però la memòria cau no té clara la caducitat del contingut. Quina de les línies de la taula anterior desapareixeria, canviaria i com (retard, motiu)?

| Protocol | Efecte | Sí/No i motiu | Contribució al retard |
|----------|--|---------------|-----------------------|
| DNS | S'han sol·licitat de nou els registres NS? | | |
| TCP | S'obren de nou les connexions TCP/HTTP? | | |
| HTTP | S'han fet peticions GET condicionals? | | |

Quin serà el temps total per carregar la pàgina?

| | | | |
|---|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 20/6/2018 | Primavera 2019 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30 minuts.

Test (2'5 punts)

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

1. Respecte al rang d'adreces 147.83.0.0/18:

- L'adreça de broadcast és 147.83.255.255.
- L'adreça de broadcast és 147.83.63.255.
- La netmask és 255.255.192.0.
- La darrera adreça IP unicast del rang és 147.83.63.254.

2. Sobre IP: El tamany màxim d'un paquet IP està sempre limitat per la

- MTU.
- MSS.
- El tamany d'una trama Ethernet.
- 65535 bytes.

3. Sobre UDP:

- La capçalera dels datagrames porten un checksum per detectar corrupció.
- La capçalera dels datagrames porten indicació del port origen i destí.
- Els ACK de UDP permeten fer control de flux.
- No es fa servir el "three-way handshake".

4. Sobre TCP:

- Proporciona entrega en ordre i fiable.
- Els segments es poden enviar fora d'ordre.
- La finestra optima determina la finestra de recepció.
- Per tancar la connexió es pot enviar un RST o FIN.

5. Sobre LANs:

- Els commutadors fan servir el protocol RIP per evitar bucles.
- Els commutadors fan servir el protocol spanning tree per evitar bucles.
- El protocol ARP fa servir broadcast Ethernet.
- El protocol ICMP fa servir broadcast Ethernet.

6. Sobre Wi-Fi:

- Fa servir RTS/CTS per tractar el problema del node oclut.
- Fa servir CSMA/CD per tractar el problema del node oclut.
- El BSS Identifier (BSSID) és un numero de 48 bits.
- Una trama WiFi pot ser servir fins a 5 adreces.

7. En la resolució de noms DNS:

- Un servidor pot preguntar a un altre per sincronitzar-se.
- Una consulta per un registre MX pot retornar més d'una resposta.
- El TTL indica la data de modificació d'un registre.
- Els registres dels servidors arrel tenen un TTL baix per fer balanceig de càrrega.

8. Sobre Unicode:

- Permet representar més de 100.000 caràcters.
- Fan falta sempre 4 bytes per a representar qualsevol caràcter.
- Hi ha representacions (transformacions UTF) de longitud fixa.
- Hi ha representacions (transformacions UTF) de longitud variable.

NOMBRE:

APELLIDOS:

GRUPO

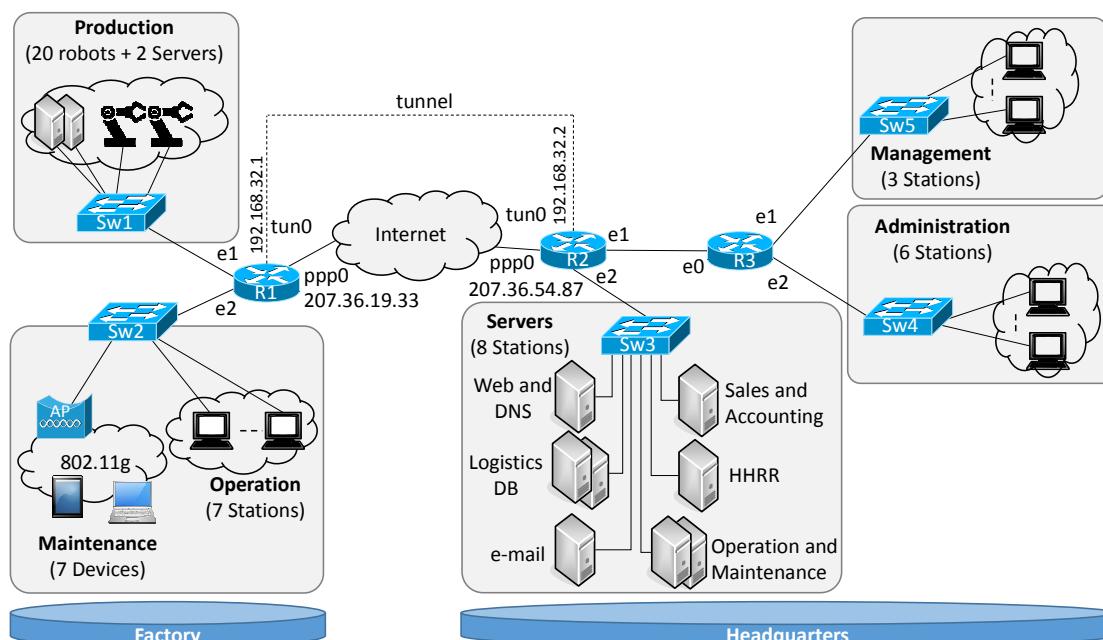
ID

Duración: 2h 45m. El test se recogerá en 30m. Responder en las tablas de respuesta del enunciado.

Problema 1 (2.5 puntos)

La figura representa la topología de red de una empresa, la cual conecta dos localizaciones geográficamente separadas, la Factoría y las oficinas centrales. La red utiliza tres routers (R1..R3) y cinco switches (Sw1..5) y está internamente configurada como 5 subredes (*Production* y *Operation and Maintenance* en la Factoría y *Management*, *Administration* y *Servers* en las oficinas centrales) para facilitar su gestión. Para conectar las localizaciones entre ellas se utilizan los routers R1 y R2 mediante un túnel IP establecido a través de Internet.

La figura especifica el número de estaciones en cada subred y el nombre de las interfaces de los routers. Las estaciones tienen una única interfaz llamada “e0”.



El acceso a Internet lo proporciona un único proveedor (ISP); routers R1 y R2 están conectados a R1_ISP y R2_ISP, respectivamente a través de la interfaz ppp0. La compañía ha recibido dos direcciones IP públicas: 207.36.19.33 para R1 y 207.36.54.87 para R2, siendo las direcciones IP de la interfaz de R1_ISP 207.36.19.1 y de R2_ISP 207.36.54.1. El direccionamiento IP interno ha sido diseñado en base al bloque de direcciones IP privadas 192.168.32.0/25.

Responde a las siguientes preguntas.

- A) (0.75 puntos) completa la siguiente tabla con el plan de direccionamiento IP interno, asignando subredes ordenadas por el número de IPs que deben ser configuradas. Nótese que la máscara debe configurarse lo más ajustada posible para permitir direccionar el número de dispositivos especificados en la figura.

| Subred | Número de IPs a configurar | Prefijo | máscara |
|--------|----------------------------|--------------|---------|
| Tunnel | 2 | 192.168.32.0 | /30 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- B) (0.75 puntos) completa la tabla de enrutamiento del router R2. Cuando sea posible, agrega rutas a la máscara más pequeña, para reducir la tabla de enrutamiento, pero siempre manteniendo que se pueda llegar a todas las subredes. Nombra la subred resultante concatenando el nombre de las redes agregadas. Añade las rutas en orden desde las más restrictivas en adelante y utiliza rutas por defecto cuando sea posible.

| Subred | Prefijo/máscara | Gateway | Interfaz |
|--------|-----------------|---------|----------|
| ISP-R2 | 207.36.54.1/32 | - | ppp0 |
| Tunnel | 192.168.32.0/30 | - | tun0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- C) (0.5 puntos) Imagina que se arranca una de las estaciones de la red *Management* (la denominaremos “Station”). Asume que todas las tablas de ARP están vacías y que la estación envía una petición al DNS. Especifica en la siguiente tabla todos los dispositivos que verán si tabla ARP modificada y los valores que tendrán una vez que la estación recibe el mensaje respuesta. Utiliza la notación <nombre de dispositivo>.<nombre de interfaz>, con <nombre de interfaz> en mayúsculas para direcciones IP (por ejemplo, “R1.E1”) y en minúsculas para direcciones MAC (por ejemplo, “R1.e1”).

| Nombre de dispositivo | Dirección IP | Dirección MAC |
|-----------------------|--------------|---------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- D) (0.5 puntos) Para probar la conectividad entre las dos localizaciones, un operador en la consola del router R3 ejecuta un comando ping a la interfaz R1.e1. Escribe las direcciones IP y el valor del campo protocolo en la cabecera externa de los datagramas IP vistos una vez que salen de las siguientes interfaces:

| Interfaz de salida | Cabecera IP | | |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------|
| | Dirección fuente | Dirección destino | Protocolo |
| R3.e0 | | | |
| R2.tun0 | | | |
| R2.ppp0 | | | |

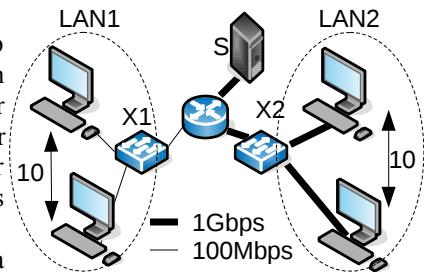
| | | |
|---|------------------|-----------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | 20/6/2019 | Primavera 2019 |
| Nom: | Cognoms: | Grup |

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Responeu en el mateix enunciat.

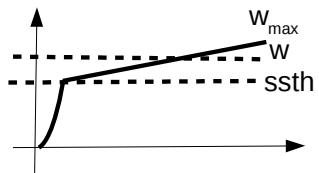
Problema 2. (2.5 punts)

En la xarxa de la figura hi ha 20 PCs que envien dades a la màxima velocitat eficaç cap al servidor S fent servir TCP. Tots els enllaços són full duplex. Els del switch X1 són fastethernet (100 Mbps) i els del switch X2 i el servidor són GigabitEthernet. El router té una cua que pot emmagatzemar fins 2MB (2×10^6 bytes). Suposa que es fa servir window scale, de forma que s'omple la cua del router i es produeixen pèrdues. Per respondre les preguntes suposa que la mitjana del RTT és el mateix per a totes les connexions (notar que això és una aproximació).

2.1 (0,25 punts) Calcula que val aproximadament la velocitat eficaç d'un PC de la LAN1 i de la LAN2



2.2 (0,25 punts) Suposa que la finestra de totes les connexions segueix una forma periòdica com mostra la figura. La figura indica la finestra màxima W_{max} , la finestra mitjana W i el slow start threshold $ssth$. Digues quina relació hi ha entre W_{max} i $ssth$.



2.3 (0,25 punts) Amb l'ajuda de l'esbós anterior, calcula la relació que hi ha entre la finestra màxima (W_{max}) i la finestra mitjana (W) d'una connexió. Per simplificar, no tinguis en compte el temps en SS per fer el càlcul.

2.4 (0,25 punts) Raona perquè la finestra mitjana de les connexions dels PCs de la LAN1 (W_1) no pot ser igual a la dels PCs de la LAN2 (W_2). Digués també perquè les finestres màximes (W_{max1} i W_{max2}) tampoc poden tenir el mateix valor per a les connexions dels PCs de la LAN1 i LAN2.

2.5 (0,25 punts) Calcula la relació que hi ha entre la finestra màxima d'una connexió de la LAN1 i d'una connexió de la LAN2 (W_{max2}/W_{max1}).

2.6 (0,25 punts) Per a tenir una estimació senzilla de la mida de les finestres farem l'aproximació (poc precisa) de que cada vegada que s'omple la cua del router totes les connexions assoleixen la seva finestra màxima. Calcula la finestra màxima d'una connexió de la LAN1 i d'una connexió de la LAN2.

2.7 (0,25 punts) Amb l'aproximació anterior estima la mitjana del RTT d'una connexió.

2.8 (0,25 punts) Estima el RTT màxim d'una connexió.

2.9 (0.25 punts) Justifica perquè l'aproximació en 2.6 és poc precisa.

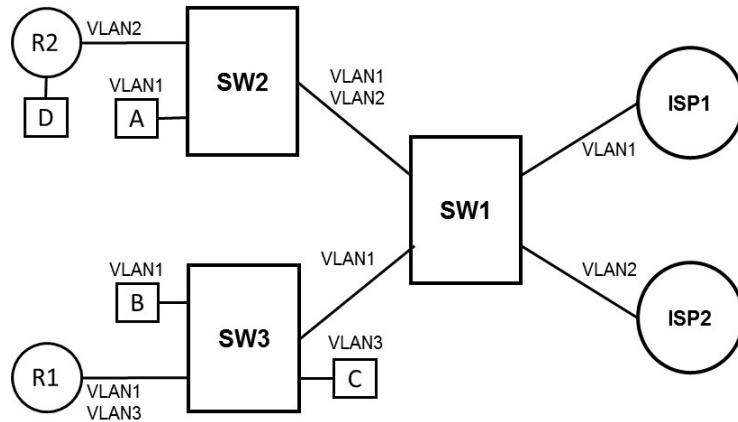
2.10 (0.25 punts) Digués si les finestres màximes seran en realitat majors o menors que les estimades en l'apartat 2.6. Justifica la resposta.

| | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 20/06/2019 | Primavera 2019 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 3 (1 punt).

La figura mostra una configuració de xarxa amb les VLAN que estan definides. La VLAN1 permet connectar-se a Internet a través de l'ISP1 i la VLAN2 a través de l'ISP2. Segons aquesta configuració, D accedeix a Internet a través de R2 i va sempre a través de l'ISP2. Els altres equips (A, B i C) utilitzen l'ISP1. Els enllaços entre els commutadors estan configurats amb la VLAN que mostra la figura. Tots els enllaços són a 1 Gbps.



Per a cada un dels escenaris següents, indica la seqüència d'equips per on passa cada flux, on es produeix el coll d'ampolla, com actua el control del flux i quina és la velocitat que poden assolir els equips.

- a) Els equips A, B i D envien tràfic cap a Internet. C no genera tràfic. Quina velocitat poden assolir A, B i D?

- b) Els equips A, B i D envien tràfic cap a Internet. C no genera tràfic. Si A genera 250Mbps, quina velocitat màxima poden assolir B i D?

- c) Igual que el cas anterior però ara C genera tot el tràfic que pot cap a ISP1.

Suposa que C ha de transmetre un flux sostingut de 300Mbps cap a D.

d) Per on passarà el flux? Cal fer algun canvi a la configuració?

- e) Seguint amb el cas anterior, quina és la màxima velocitat de transmissió que pot assolir A transmetent cap a B?

| | | | |
|---|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 20/6/2018 | Primavera 2019 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 4 (1'5 punts) En relació al missatge següent:

```

Return-Path: <fr@a.org>
Received: from mx1.upc.es (localhost [127.0.0.1])
    by mbox-1.upc.es with SMTP;
    Mon, 17 Jun 2019 10:10:12 +0200
Received: from mail.a.org
    by mx1.upc.es with SMTP id x5JHI04
    for <xc@upc.edu>; Mon, 17 Jun 2019 10:10:11 +0200
Received: from fr.local
    (Authenticated sender: fr)
    by mail.a.org with SMTP id 095D9B
    for <xc@upc.edu>; Mon, 17 Jun 2019 10:10:10 +0200 (CEST)
To: xc@upc.edu
From: fr sender <fr@a.org>
Subject: Logo
Message-ID: <c315223f-7565@a.org>
Date: Mon, 17 Jun 2019 10:10:10 +0200
MIME-Version: 1.0
Content-Type: multipart/alternative; boundary="C5C74"

This is a multi-part message in MIME format.
--C5C74
Content-Type: text/plain; charset=utf-8
Content-Transfer-Encoding: 7bit

El logo *UPC*

--C5C74
Content-Type: multipart/related; boundary="98BA2"

--98BA2
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Content-Transfer-Encoding: 7bit

<html>
<head>
    <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8">
</head>
<body>
    <p>El logo <b>UPC</b></p>
    <p></p>
</body>
</html>

--98BA2
Content-Type: image/png; name="logo_upc.png"
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-ID: <p1.4F61@a.org>
Content-Disposition: inline; filename="logo_upc.png"

iVBORw0KGgoAAAANSUhEUgAAAJEAAACKCAYAACqyah7AAAAAXNSR0IArs4c6QAAgtpVFh0
NzbjRolAREi5In+uYRZcJDLPEhzv/4+E/wKicXTRs39VDQAAABJRU5ErkJggg==

--98BA2--
--C5C74--

```

a) (0'25 punts) Quins registres (resource records) DNS ha necessitat el servidor de correu originador (a.org) per enviar-lo (cap a upc.edu)? Indicar perquè.

b) (0'25 punts) Quines son les parts i tipus de contingut de cada part?

c) (0'25 punts) El text «This is a multi-part message in MIME format.» el veurà o no l'usuari i perquè?

d) (0'25 punts) En referència al fitxer adjunt, què vol dir “Content-Transfer-Encoding: base64” i què fa la codificació base64?

e) (0'25 punts) Com es pot detectar que el missatge ha acabat?

f) (0'25 punts) Com es diu la màquina de fa de bustia del receptor i quines línies ho indiquen.

| | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|--------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 15/01/2019 | Tardor 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Test. 3 puntos.

Las preguntas pueden ser Respuesta Única (RU) o Multirespuesta (MR).

- Una respuesta RU correcta cuenta 0.3 puntos, 0 si hay un error.
- Una respuesta MR correcta cuenta 0.4 puntos, una parcialmente correcta (es decir un solo error) 0.2 puntos, 0 si hay 2 o más errores. En una pregunta MR siempre hay por lo menos una respuesta cierta.

1. **RU.** Identifica el orden correcto de capas del modelo ISO/OSI a partir de la capa más baja

- Interfaz de red, Red, Transporte, Aplicación de red
- Físico, Enlace, Transporte, Red, Presentación, Sesión, Aplicación
- Físico, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación, Aplicación
- Físico, Interfaz, Red, Transporte, Presentación, Aplicación
- Interfaz de red, Red, Sesión, Transporte, Aplicación de red

3. **MR.** Marca la o las afirmaciones correctas

- 101.11.10.255/23 es una dirección de broadcast
- 172.15.0.1/24 es una dirección IP privada
- 200.10.10.131/27 y 200.10.10.161/27 pertenecen a la misma red
- Con mascara 255.255.255.192, hay 6 bits para el hostID

5. **MR.** El host de la figura hace un ping a www.aw.com. Las caches DNS están vacías y todos los equipos están bien configurados. Identificar la o las afirmaciones correctas

- El servidor DNS resolverá el nombre contactando las autoridades Root-Server, .com y aw.com en este orden
- Por la red N1 pasará 2 mensajes DNS
- El host hará una petición recursiva
- Por Internet pasará 6 mensajes DNS

6. **MR.** Un cliente y un servidor tienen una conexión TCP abierta. Se sabe que el MSS es de 600 bytes, el RTT es de 10 ms, el RTO de 20 ms y awnd = 15000 bytes. En la figura se cuentan los ciclos RTT a partir de un momento cualquiera indicado como 0. Marca la o las afirmaciones correctas

- El valor de cwnd en el tiempo 11 será de 4800 bytes
- El valor de ssthresh del tiempo 0 al tiempo 7 es de aprox. 16 MSS
- Entre el tiempo 2 y 6 se ha usado Slow Start
- El valor de ssthresh en el tiempo 9 será de 6000 bytes

7. **MR.** Un switch de 4 puertos conecta 4 hubs que a su vez conectan 3 estaciones cada uno (por un total de 12 estaciones). No se usa VLAN

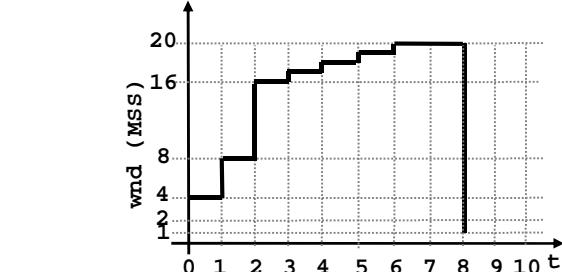
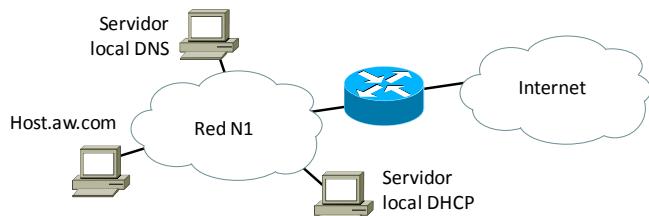
- Solo puede transmitir una trama simultáneamente sin colisionar una estación a la vez
- Hay 12 dominios de colisión
- Los 12 hosts pertenecen a la misma red
- Una trama en broadcast es recibida exclusivamente por las estaciones conectadas al mismo hub del origen
- Pueden transmitir una trama simultáneamente sin colisionar hasta 4 estaciones a la vez

2. **MR.** Marca la o las afirmaciones correctas.

- MTU path discovery es un mecanismo que permite descubrir la ruta entre un origen y un destino
- Un ARP gratuito permite descubrir direcciones IP duplicadas
- Los ICMP echo request y echo reply se usan para verificar la conectividad entre un origen y un destino
- DHCP puede asignar una ruta por defecto a un host

4. **MR.** Marca la o las afirmaciones correctas acerca de WLAN 802.11

- En la cabecera de la trama MAC solo hay 2 direcciones, MAC origen y MAC destino
- El protocolo MAC se llama CSMA/CA
- Usa un protocolo MAC aleatorio
- Un host escucha el medio cuando transmite una trama para asegurarse que no haya colisiones



8. **RU.** MIME es

- Un protocolo para descargar correos en los hosts
- Un método usado por SMTP para enviar correos en copia oculta
- Un estándar que permite enviar correos usando codificaciones de texto diferentes de ASCII y adjuntar ficheros en cualquier formato
- Un mecanismo que permite mantener los correos en un servidor y acceder a ellos desde cualquier dispositivo

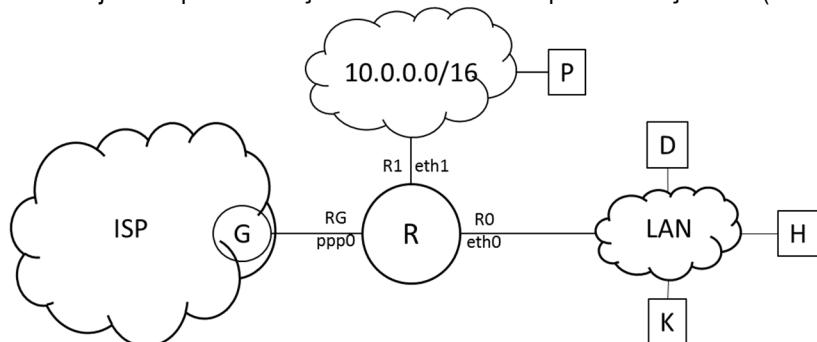
| | | | |
|--|--------------------------|------------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 15/01/2019 | Tardor 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 1 (2'5 punts).

La xarxa local (LAN) de la figura té adreçament privat. D és el servidor local de DNS, el router R fa de servidor de DHCP, H és el servidor web (HTTP) i K és un dispositiu de la xarxa. Tots els dispositius estan correctament configurats i en marxa, a excepció de K que està apagat inicialment.

La notació és: lletra majúscula per a l'adreça IP i lletra minúscula per a l'adreça MAC (Ethernet).



- a) (0'25 punts) Completar la seqüència de trames Ethernet i paquets IP que es transmetran per la xarxa local al posar en marxa K per obtenir la seva configuració.

| Ethernet | | IP | | |
|----------|-----|-----|-----|---------|
| src | dst | src | dst | payload |
| k | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Una cop completada la configuració, el dispositiu K coneix la seva adreça IP (K), la del servidor de DNS (D) i la del router per defecte (R).

- b) (0'5 punts) Completar la seqüència de trames i paquets quan des de K s'executa la comanda “ping www.domini”, on www és el servidor HTTP del propi domini, és a dir, H, fins es rep la primera resposta.

La taula d'encaminament del router R és la següent:

| Destination | Gateway | interface |
|------------------------|----------------|------------------|
| 192.168.168.0/24 (LAN) | ---- | eth0 |
| 10.0.0.0/16 | ---- | eth1 |
| 11.11.0.0/16 | 10.0.0.11 | eth1 |
| G/32 (ISP) | ---- | ppp0 |
| 0.0.0.0/0 | G | ppp0 |

c) (0'5 punts) Suposem que l'adreça IP de les interfícies dels routers és la primera del rang d'adreses. És a dir, la intereficie R0 té l'adreça 192.168.168.1. La comanda *traceroute* permet descobrir la seqüència de routers entre l'origen i la destinació.

Des del dispositiu K (xarxa privada) s'executa la comanda “traceroute 11.11.11.11”. Determinar la seqüència de dispositius i interfícies que identificarà el traceroute.

De del dispositiu amb adreça 11.11.11.11 s'executa la comanda “traceroute K”.

Determinar la seqüència de dispositius i interfície que identificarà el *traceroute*.

d) (0'5 punts) Des del dispositiu K s'executa la comanda “*ping U*”. Suposem que *U* es l'adreça d'un servidor extern. Completar la seqüència de datagrames que passen per *R* indicant les interfícies d'entrada i sortida corresponents. Cal tenir en compte que el router fa NAT.

| Interface | In/Out | Src IP address | Dst IP address | payload |
|-----------|--------|----------------|----------------|---------|
| eth0 | in | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Quina interfície del router R fa NAT ?

e) (0'25 punts) Per tal de poder connectar una xarxa LAN remota (192.168.200.0/24) es configura un túnel des del router remot (RR) fins al router R (interfície RG). Completar les entrades que s'afegeixen a la taula d'ençaminament del router R:

| Destination | Gateway | interface |
|------------------|---------|-----------|
| 192.168.0.0/30 | | |
| 192.168.200.0/24 | | |

f) (0'5 punts) Completar les regles del tallafocs ("Firewall") de la interfície RG per tal que s'apliquin les condicions següents: 1) Els clients de LAN poden accedir a servidors externs; 2) el servidor web (H) ha de ser accessible des d'Internet; 3) el servidor de DNS (D) ha de poder resoldre noms de qualsevol domini d'Internet; 4) els dispositius de la xarxa 11.11.0.0/16 només poden ser clients web (*http*); 5) els dispositius de la xarxa 10.0.0.0/16 poden accedir a qualsevol servidor d'Internet.

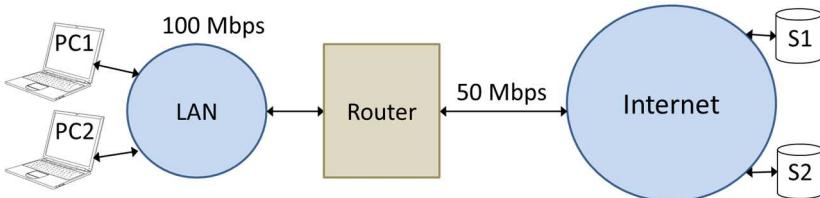
La primer columna indica quina o quines condicions de les anteriors realitza.

| | | | |
|--|--------------------------|----------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 15/01/19 | Tardor 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 2 (2 puntos)

Tenemos dos ordenadores (PC1 y PC2) conectados a una LAN, cuya velocidad de transmisión es de 100 Mbps. La LAN está conectada a un Router que dispone de 50 Mbps para acceder a Internet.



PC1 y PC2 establecen 2 conexiones TCP con los servidores S1 y S2, respectivamente, para bajar ficheros muy grandes a la máxima velocidad posible desde ellos. El MSS acordado es de 1448 bytes. La dirección IP de S2 es 200.1.10.5, y la de PC2 es 147.83.39.20.

- a) (0,2 puntos) Con los datos de que se dispone, ¿a qué velocidad podrían llegar a transmitir ambos servidores?
- b) (0,3 puntos) Para la transmisión de S1 a PC1, supongamos que no ha habido pérdidas y que ya se ha transmitido la mitad del fichero. Si el RTT medido es de 100 ms, ¿cuánto debería valer la ventana anunciada awnd enviada por PC1 para que TCP no permita una velocidad superior a 2 Mbps? Hacer que la ventana sea múltiplo de MSS y potencia de 2.

Supongamos que en un momento del envío de datos de S2 a PC2 se realiza la siguiente captura (las columnas representan: 1) Núm. línea del intercambio; 2) Tiempo; 3) Dirección IP y port que envía; 4) Dirección IP y port que recibe; 5) Flags, 6) (si hay datos) Número de secuencia : Número de secuencia del siguiente (Tamaño de datos), o (si no hay datos) Número de ack.

| 1) | 2) | 3) | 4) | 5) | 6) |
|----|----------|-------------------|----------------------|----|--------------------|
| 1 | 2.100850 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 11025:12473(1448) |
| 2 | 2.201934 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 11025 |
| 3 | 2.202032 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 12473:13921(1448) |
| 4 | 2.202074 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 13921:15369(1448) |
| 5 | 2.303513 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 11025 |
| 6 | 2.692975 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 11025: 12473(1448) |
| 7 | 2.794419 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 13921 |
| 8 | 2.794503 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 13921:15369(1448) |
| 9 | 2.795749 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | P | 15369:16145(776) |
| 10 | 2.896720 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 13921 |
| 11 | 3.252974 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 13921:15369(1448) |
| 12 | 3.354419 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 16145 |
| 13 | 3.354519 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 16145:17593(1448) |
| 14 | 3.354561 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | 17593:19041(1448) |
| 15 | 3.454561 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 17593 |
| 16 | 3.454835 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | FP | 19041:20241(1200) |
| 17 | 4.044446 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | . | ack 19041 |
| 18 | 4.044555 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | FP | 19041:20241(1200) |
| 19 | 4.145837 | 147.83.39.20.2043 | > 200.1.10.5.3287: | F | 1:1(0) ack 20242 |
| 20 | 4.145940 | 200.1.10.5.3287 | > 147.83.39.20.2043: | . | ack 2 |

- c) (0,3 puntos) ¿Cuánto vale aproximadamente el RTT y el RTO?
- d) (0,3 puntos) Si no tuviéramos la columna de Tiempo, ¿podemos saber en qué máquina se hace la captura?
- e) (0,3 puntos) ¿Cuál ha sido la velocidad efectiva de la transmisión?

Supongamos que antes de la secuencia capturada no ha habido pérdidas y que la ventana anunciada *awnd* para la descarga es de 4 MSS. Suponer también que primero se ha enviado un segmento de un tamaño menor a un MSS, y que el resto de segmentos enviado después son de un MSS. **Para responder las siguientes preguntas puede ser útil dibujar la evolución de las ventanas.**

- f) (0,3 puntos) Ignorando el segmento inicial más pequeño, ¿cuánto vale la ventana real al comienzo de la captura? ¿Cuánto se ha tardado en llegar a ella?
- g) (0,3 puntos) ¿Cuánto vale el umbral (*sshthres*) en el intercambio 6?

| | | | |
|--|--------------------------|----------|-------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 15/01/19 | Tardor 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

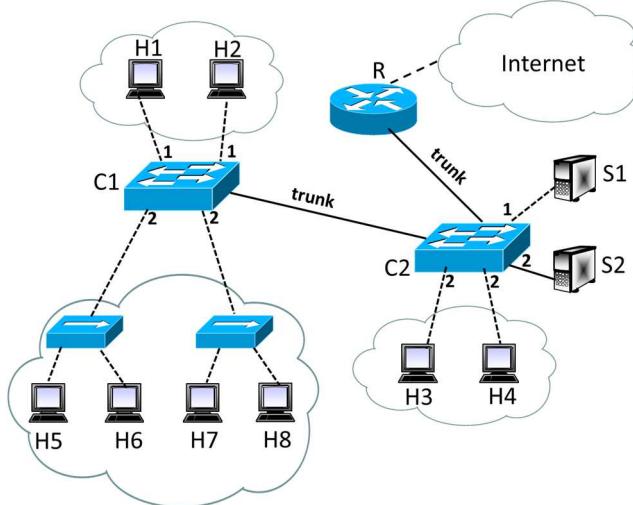
Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 3 (1 punto)

Tenemos la configuración de la figura con 2 VLANs, donde un único Router da acceso a Internet a 20 Mbps.

VLAN1 tiene dos máquinas (H1 y H2) conectadas al switch C1 y un servidor S1 conectado al switch C2. La VLAN2 tiene las máquinas H3 y H4 conectadas a C2, las máquinas H5 y H6 conectadas a un hub y H7 y H8 conectadas a otro hub. Ambos hubs están conectados a C1. VLAN2 tiene un servidor S2 en C2.

Todos los ports son de 100 Mbps excepto los dos trunks (C1-C2 y C2-R) y el port de S2, que son de 1 Gbps. Consideramos que los hubs tienen una eficiencia del 80%, y los comutadores del 100%.



- a) (0,1 puntos) Si H5 envía un mensaje a S1, ¿qué máquinas y dispositivos atravesará?
- b) (0,2 puntos) Si H5 envía datos a su máxima capacidad a S1 (y todas las demás máquinas están paradas), ¿a qué velocidad podrá recibirlos S1?
- c) (0,2 puntos) Si S2 quiere enviar datos a su máxima capacidad a la vez a H3, H7 y H8 (estando el resto de máquinas paradas), ¿a qué velocidad podrán recibirlas cada una?
- d) (0,1 puntos) En el caso del apartado "c", ¿a qué porcentaje de su capacidad trabajará S2?
- e) (0,2 puntos) En el caso del apartado "c", ¿dónde habrá control de flujo y cómo se hará?
- f) (0,2 puntos) Si H5, H6, H7 y H8 quieren enviar datos a su máxima capacidad a una máquina en Internet (más allá del Router), ¿a qué velocidad podrán transmitir?

| | | |
|---|---------------------------------|--------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | 15/01/2019 | Tardor 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 4 (1.5 puntos).

El cliente host.upc.edu quiere conectarse a la web www.xc.com usando HTTP1.1 persistente. Todas las caches DNS están inicialmente vacías. La pagina web contiene un documento HTML y 6 objetos:

- 1 imagen almacenada en el mismo servidor web,
- 3 imágenes almacenadas en servidor imatges.xc.com que se descargan con la web,
- 2 videos almacenados en el servidor image.akamai.com que se descargan con la web.

Sabiendo que:

- RTT = 100 ms, entre el cliente y los servidores www.xc.com y imatges.xc.com
- RTT = 30 ms, entre el cliente y el servidor image.akamai.com
- RTT = 10 ms, entre el cliente y su servidor DNS local
- RTT = 50 ms, entre el servidor DNS local y cualquier otro servidor DNS
- 1 RTT para establecer una conexión TCP
- 2 RTT para cerrar una conexión TCP
- 1 RTT para descargar el HTML
- 10 RTT para descargar cada imagen
- 30 RTT para descargar cada video

a) (0,5) Determinar el número de conexiones TCP necesarias para descargarse enteramente la pagina web en el cliente

b) (1) El tiempo que necesita el cliente en total para descargarse la página web. Asumir que: i) no se usa pipelining, ii) no es posible tener más de una conexión TCP con el mismo servidor, iii) pero en cambio si es posible hacer operaciones distintas en paralelo con diferentes maquinas

| | | |
|---|---------------------------------|-----------------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | 27/06/2018 | Primavera 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Test (3 punts).

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

1. Tenemos el rango de direcciones 100.0.0.0/28. Queremos direccionar en dicho rango 1 subred de 5 hosts y 2 subredes de 1 host.

- Si fuesen 3 subredes de 1 host en vez de 2 subredes, no tendríamos suficientes direcciones.
- 100.0.0.0/29 podría ser la subred de 5 hosts.
- 100.0.0.10 puede ser un host en una de las dos subredes de 1 host.
- 100.0.0.15 puede ser la dirección de broadcast de una de las dos subredes de 1 host.

2. Sobre los protocolos de soporte a IP:

- Los mensajes ARP son enviados para obtener una dirección IP a partir de una dirección física.
- Cada vez que un Router recibe un datagrama, genera un mensaje ICMP informativo, si no ha habido error.
- Uno de los usos del NAT es para ahorrar direcciones públicas.
- Los mensajes DHCP viajan directamente sobre IP.

3. Otras cuestiones relacionadas con IP:

- Si añadimos un túnel de salida por un Router debemos añadir al menos una entrada a la tabla de enrutamiento.
- Al usar Split Horizon en RIP, disminuye la cantidad de información que se envía, aunque éste no es el objetivo principal.
- Uno de los objetivos de los algoritmos de comunicación entre Routers es confirmar el destino de los datagramas.
- El campo Protocol de la cabecera IP es opcional.

4. Sobre el protocolo TCP:

- El valor del campo "advertised window" de la cabecera va variando en función de la congestión de la red.
- El algoritmo SS/CA solo se aplica cuando hay pérdidas.
- El algoritmo Slow Start sigue el protocolo Stop&Wait, pues siempre espera a tener el ACK antes de enviar el siguiente segmento de datos.
- Además de las direcciones (ports), la cabecera UDP solo tiene los campos Longitud y Checksum.

5. Sobre las LANs:

- La cabecera de una trama Ethernet se transmite antes que la cabecera del nivel LLC, cuando existe.
- En el protocolo CSMA/CD se incluye un campo IPG que sirve para indicar "silencio" cuando se acaba de enviar una trama y antes de transmitir la siguiente.
- El SNAP solo se utiliza cuando hay LLC.
- En WLANs, al igual que en CSMA/CD, no hay ACKs.

6. Tenemos un commutador con un port a 1 Gbps conectado a un servidor, y otro port a 100 Mbps conectado a un Hub. El Hub tiene conectados dos PCs y suponemos una eficiencia del 80%.

- Si los PCs transmiten a su máxima velocidad hacia el servidor, por el port de 1 Gbps solo saldrán 100 Mbps.
- Si el servidor transmite a su máxima velocidad, cada PC recibirá en media a 80 Mbps.
- Si además de los 2 PCs enviando a máxima velocidad tenemos un tercer port a 1 Gbps con otro PC, éste PC estará limitado a enviar a 920 Mbps.
- En las condiciones del punto anterior, si no queremos que el commutador pierda tramas, tendrá que implementar el mecanismo de control
- de flujo de tramas de pausa.

7. Sobre protocolos del nivel de aplicación:

- El protocolo SMTP permite a un usuario enviar y leer mensajes.
- Empleando MIME conseguimos que el protocolo SMTP pueda enviar como ASCII contenidos que originalmente se codifican en binario.
- El valor del elemento Boundary lo calcula el software que crea el mensaje.
- En HTTP hay una opción de la cabecera que permite al cliente indicar si mantener la conexión TCP abierta o no una vez se ha completado un intercambio (HTTP Request y Response).

8. Sobre caracteres:

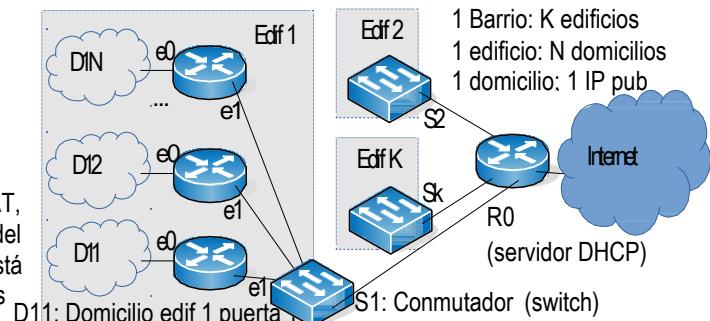
- Con UTF-8 los caracteres pueden ocupar de 1 a 4 octetos.
- Un mismo carácter ocupa el mismo número de octetos independientemente de qué UTF (8, 16, 32, ...) utilice.
- El carácter "A" se codifica igual en ASCII que en UTF-8, mientras que no ocurre lo mismo con "á".
- ISO/IEC 8859 es un estándar con varias partes, cada una de las cuales define conjuntos de caracteres correspondientes a distintos idiomas, que ocupan un octeto cada carácter.

| | | |
|--|--------------------------|----------------|
| Examen final de Xarxes/ de Computadors/ (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | 27/06/2018 | Primavera 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: |

Duració: 2h 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

Problema 1 (3 puntos).

El barrio de una ciudad dispone de una red de acceso a Internet según la figura. Cada edificio tiene una red Ethernet con varias subredes, una por cada domicilio (Dij: Domicilio edificio i puerta j), conectada al conmutador (switch) del edificio. El router de cada domicilio actúa como el típico router doméstico de un ISP: hace NAT, protege la red doméstica, y obtiene una única dirección IP pública del servidor DHCP de la red de acceso (R0). Cada edificio del barrio está conectado por fibra con el router R0 con salida a Internet. Todas las



conexiones son de 1Gbps. Utilizamos el rango 192.168.0.0/16 para direccionamiento interno en cada domicilio (interfaz e0) y las direcciones de Internet en el rango 147.2.0.0/16 que tenemos para direcciones IP públicas. Suponemos un valor por defecto máximo de N=60 domicilios por edificio. Responder a las siguientes preguntas justificando las respuestas.

a) (0.5 puntos) ¿Cuántas IP públicas podría ocupar cada edificio (N=60) y cuántos edificios (K) se podrían conectar en el barrio?

b) (0.5 puntos) Al alcanzar el número máximo de conexiones en el barrio, con todas las direcciones IP públicas asignadas, ¿qué solución se podría aplicar a nivel IP para seguir creciendo y qué ventajas e inconvenientes tendría?

c) (0.5 puntos) A medida que se reciben solicitudes de domicilios de conexión a la red (localizados en cualquier edificio del barrio) se han de ir asignando direcciones IP a cada uno. ¿Qué efecto tendría asignar direcciones IP consecutivas a los domicilios de un mismo edificio? Propón el rango de direccionamiento IP para el edificio 1 empezando por 147.2.0.0/16.

d) (0.5 puntos) ¿Qué tráfico de IP broadcast circulará por la red entre R0 y los routers domésticos, y cómo limitarlo?

e) (0.5 puntos) Cuando el tráfico web en el barrio aumenta hasta saturar la conexión de salida a Internet se añade un proxy web conectado a R0 que hace de caché. ¿Qué cambios serán necesarios en las aplicaciones de los usuarios domésticos o en la red IP (routers) para utilizarlo y qué efecto tendrá en su tráfico IP?

f) (0.5 puntos) Completa la tabla de routing de un PC (interfaces I0, e0) conectado a la red D11:

| Red de destino | Interfaz | Gateway | Métrica | Descripción |
|----------------|----------|---------|---------|-------------|
| 127.0.0.0/8 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

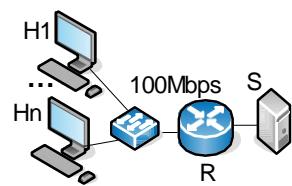
| | | | |
|--|----------|-----------|----------------|
| Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 27/6/2018 | Primavera 2018 |
| Nom: | Cognoms: | Grup | DNI |

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Repondre en el mateix enunciat.

Problema 2 (2 punts)

En la xarxa de la figura tots els enllaços són full dúplex de 100 Mbps. Els PCs H₁, ... H_n (n en total) envien dades amb una connexió TCP cadascun al servidor S a la màxima velocitat que els hi deixa la xarxa. Suposa que tots els sockets TCP fan servir un buffer de recepció de 128 kB (1kB = 10³ bytes). Suposa per simplicitat que els retards en els enllaços és 0; els acks de TCP no es perdren mai i arriben immediatament a la destinació. Suposa que en tots els PCs es mesura una velocitat eficaç (throughput) de 5 Mbps aproximadament, i un RTT en mitjana de 40 ms. Per a respondre les següents preguntes suposa connexions en règim permanent (fa temps que s'han iniciat). Suposa segments de 1500 bytes.

2.1 (0,25 punts) Calcula quantes estacions (n) estan enviant dades.

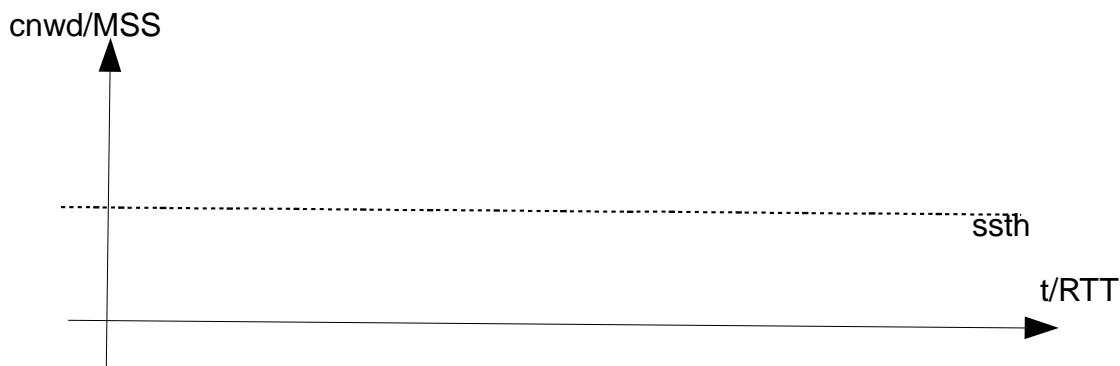


2.2 (0,25 punts) Calcula aproximadament la finestra mitjana (W) en bytes i en segments que fan servir les connexions.

2.3 (0,25 punts) Comenta a la vista dels resultats anterior si les connexions TCP tindran pèrdues.

Suposa que hi ha pèrdues i que la finestra de congestió cwnd de totes les connexions segueix una evolució periòdica en dent de serra. Suposa, per simplicitat, que l'RTT és constant.

2.4 (0,25 punts) Fes un esbós de l'evolució d'un període de la cwnd que sigui consistent amb els valors calculats anteriorment. Indica en la figura els intervals on TCP estarà en slow start (SS) i congestion avoidance (CA).



2.5 (0.25 punts) Ajudant-te amb la figura, calcula aproximadament el valor del slow start threshold (sssth) i mida màxima de la finestra en segments. Per simplicitat, no tinguis en compte la fase d'SS.

2.6 (0.25 punts) Calcula aproximadament la duració dels intervals SS i CA anteriors en RTTs.

2.7 (0.25 punts) Calcula aproximadament quants segments s'envien en cada període

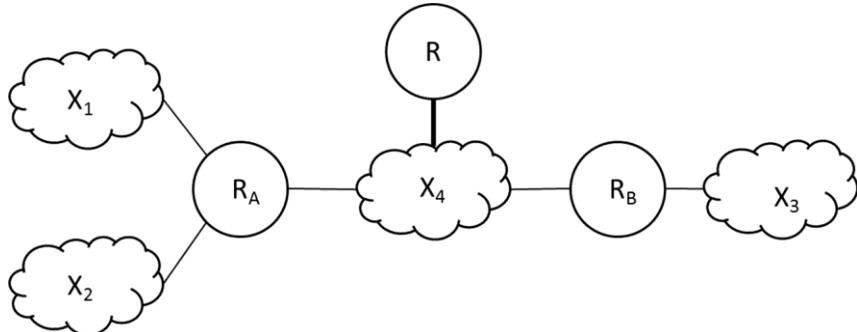
2.8 (0.25 punts) Calcula aproximadament la velocitat eficaç a partir dels segments que s'envien i la duració d'un període. Has obtingut 5 Mbps? Si no és així, quin és el motiu?

| | | | |
|--|--------------------------|------------|----------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 27/06/2018 | Primavera 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2 hores i 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts.

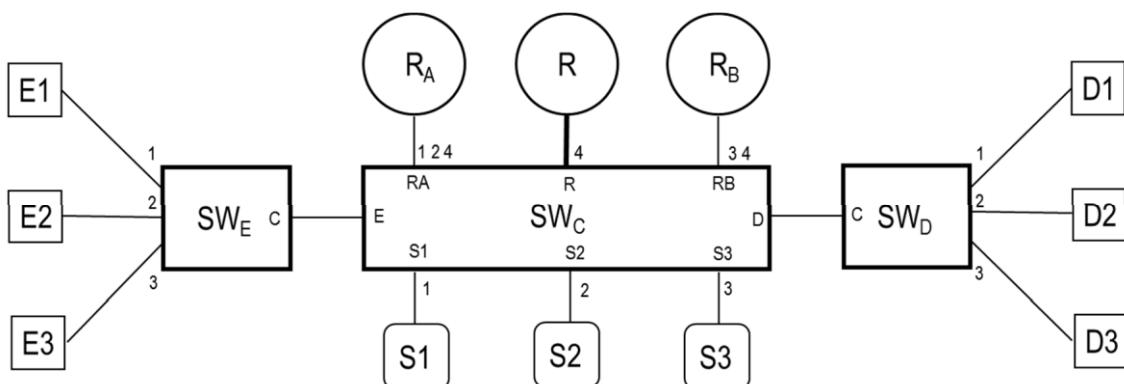
Problema 3 (2'5 punts)

La figura mostra la configuració de la xarxa a nivell de subxarxes IP on els routers RA i RB estan configurats per proporcionar connectivitat entre totes les subxarxes. La sortida a Internet és a través del router R.



La figura següent mostra el detall de la xarxa amb els corresponents commutadors Ethernet. Tots els enllaços són Fast Ethernet (100Mbps) excepte l'enllaç SWC-R que és a 1Gbps. S'han definit 4 VLAN i la VLAN associada a cada port es mostra amb el número corresponent. Els noms dels ports de cada commutador s'indiquen amb l'etiqueta corresponent.

Per exemple: el port RA del commutador SWC té configurades les VLAN 1, 2 i 4 (mode "trunk"). Els dispositius E1 i D1 pertanyen a la xarxa X1 i a la VLAN 1. Igual amb X2 i X3.



a) (0'25 punts) Quina VLAN s'ha de configurar a l'enllaç SWC-SWE ?

b)(0'25 punts) Quina VLAN s'ha de configurar a l'enllaç SWC-SWD ?

Els commutadors apliquen control de flux quan és necessari. A les preguntes següents, indicar el port on s'aplica control de flux SW-NOM i els ports afectats SW-NOM; posar "CAP" si no s'aplica control de flux.

c) (0'5 punts) Només els dispositius de la X1 (E1 i D1) transmeten dades cap al seu servidor S1.

| | | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| Ports on s'aplica control de flux: | | | |
| Ports afectats: | | | |

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius: E1 i D1 a 50 Mbps.

d) (0'5 punts) Tots els dispositius transmeten cap al seu servidor (Ex Dx cap a Sx) a la vegada.

| | | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| Ports on s'aplica control de flux: | | | |
| Ports afectats: | | | |

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius:.

Ocupació de l'enllaç de cada servidor:

e) (0'5 punts) Tots els dispositius **descarreguen** dades del seu servidor (Sx cap a Ex i Dx) a la vegada.

| | | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| Ports on s'aplica control de flux: | | | |
| Ports afectats: | | | |

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius:

Ocupació de l'enllaç de cada servidor:

f)(0'5 punts) Els dispositius E1 i D1 transmeten a la màxima velocitat possible **cap als tres** servidors S1, S2 i S3.
Indica la seqüència de dispositius per on passa cada una del fluxos:

| | | | |
|---------|---------|--|--|
| E1 a S1 | SWE SWC | | |
| D1 a S1 | | | |
| E1 a S2 | | | |
| D1 a S2 | | | |
| E1 a S3 | | | |
| D1 a S3 | | | |

| | | | |
|------------------------------------|--|--|--|
| Ports on s'aplica control de flux: | | | |
| Ports afectats: | | | |

Velocitat màxima que poden assolir cada un dels dispositius:

Ocupació de l'enllaç de cada servidor:

| | | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica | | 27/06/2018 | Primavera 2018 |
| NOM (en MAJÚSCULES): | COGNOMS (en MAJÚSCULES): | GRUP: | DNI: |

Duració: 2 hores i 45 minuts. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

Problema 4 (1 punt)

Tenemos las siguientes máquinas (entre paréntesis la letra o letras que usaremos para referirnos a ellas):

PC cliente.upc.edu (CU), Servidor HTTP hserver.destino.com (HD), Servidor DNS dns.upc.edu (DU), Servidor DNS dns.destino.com (DD), Servidor SMTP smtp.upc.edu (SU), Servidor SMTP smtp.destino.com (SD).

a) (0,5 pt) Suponiendo que todas las caches DNS tienen información de todos los servidores de nombre necesarios, **enumerar** la secuencia de peticiones y respuestas DNS y SMTP enviadas y recibidas por cualquier máquina mencionada anteriormente desde que PC quiere enviar un mensaje de correo electrónico a la dirección miamigo@destino.com hasta que llega el correo a su servidor. En la columna “Tipo” contestar “Recursiva” o “Iterativa” en caso de DNS, o “SMTP” en caso de SMTP.

| Origen | Destino | Tipo | Descripción petición | Descripción respuesta |
|--------|---------|-----------|----------------------|-----------------------|
| CU | DU | Recursiva | Registro A de SU | Dirección IP de SU |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

b) (0,2 pt) Siguiendo con la misma configuración, CU solicita una página web a HD. **Completar** la tabla siguiente con la línea de comando (*request line*) del HTTP Request y los valores de los campos de la cabecera que se piden. Poner “N/A” si el campo no es aplicable. Suponer que la URL es sólo el nombre de la máquina. En la línea 4, dar el valor para provocar el cierre de la conexión TCP.

| Núm. Línea | Campo | Valor |
|------------|---------------|-------|
| Comando | | |
| 1 | Host: | |
| 2 | Accept: | |
| 3 | Content-Type: | |
| 4 | Connection: | |

c) (0,3 pt) Como respuesta al HTTP Request anterior, recibimos:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 27 Jun 2018 10:59:00 GMT
Last-Modified: Tue, 24 Feb 2018 08:32:26 GMT
Content-Type: text/html
-- cuerpo del mensaje --
```

Contestar a las siguientes preguntas:

| | |
|--|--|
| ¿Qué hay dentro del cuerpo del mensaje? | |
| ¿Para qué nos podría servir el campo Last-Modified? | |
| ¿Cómo podemos restringir que los caracteres de la página HTML se codifiquen en UTF-8? | |
| Suponiendo que restringimos a codificación UTF-8 y la página sólo tuviese texto en inglés, ¿cuántos octetos necesitaríamos para codificar cada carácter? | |
| Si incluimos caracteres de algún alfabeto japonés, ¿debemos cambiar a UTF-16 o UTF-32? ¿Qué pasaría si no lo hicieramos? | |