

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

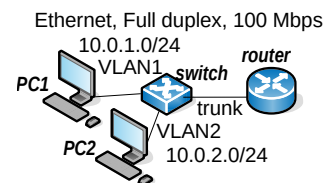
☐ 192.168.0.160/28 és una subxarxa de 192.168.0.192/26
- Indica quines de les següents afirmacions sobre RIP són certes:
 

☐ El temps de convergència depèn del nombre de xarxes

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

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

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

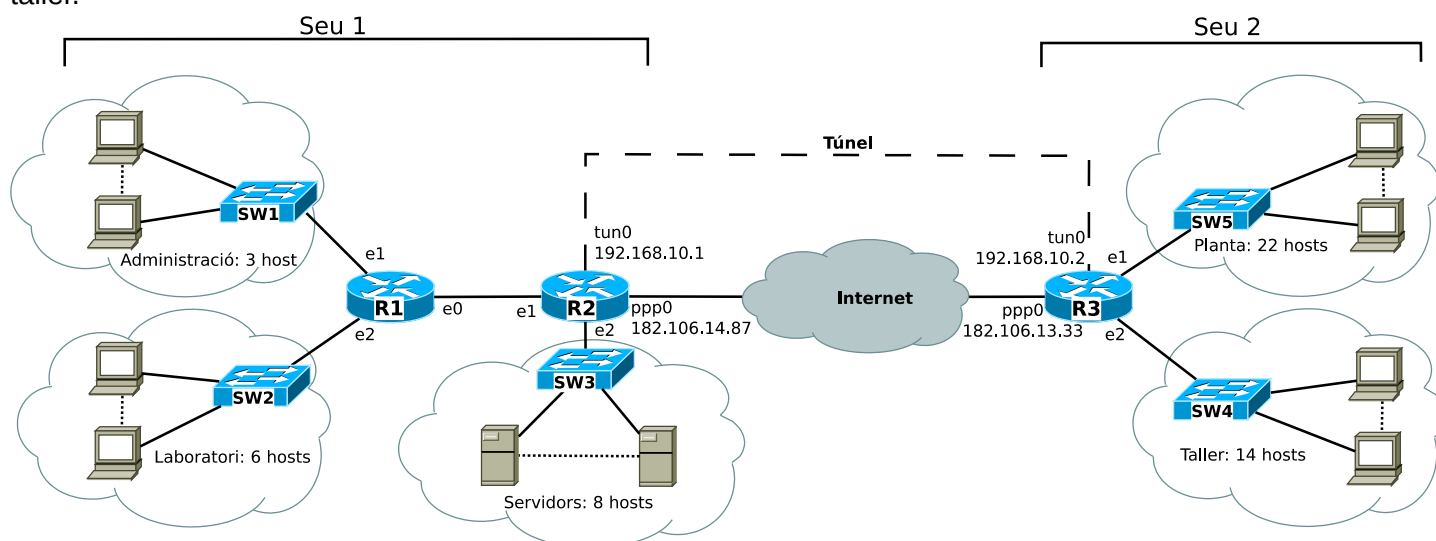


|  |                      |            |                |
|--|----------------------|------------|----------------|
| Examen Final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica |                      | 13/06/2022 | Primavera 2022 |
| NOM (MAJÚSCULES):  | COGNOM (MAJÚSCULES): | GRUP: 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

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

### Problema 1 (2.5 punts)

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

|                               |
|-------------------------------|
| <b>Subrangos no assignats</b> |
| 192.168.10.48/28              |
| 192.168.10.128/25             |
| -                             |

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

|                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Porta d'enllaç Seu 1</b> | <b>Porta d'enllaç Seu 2</b> |
| 182.106.14.65               | 182.106.13.1                |

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

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

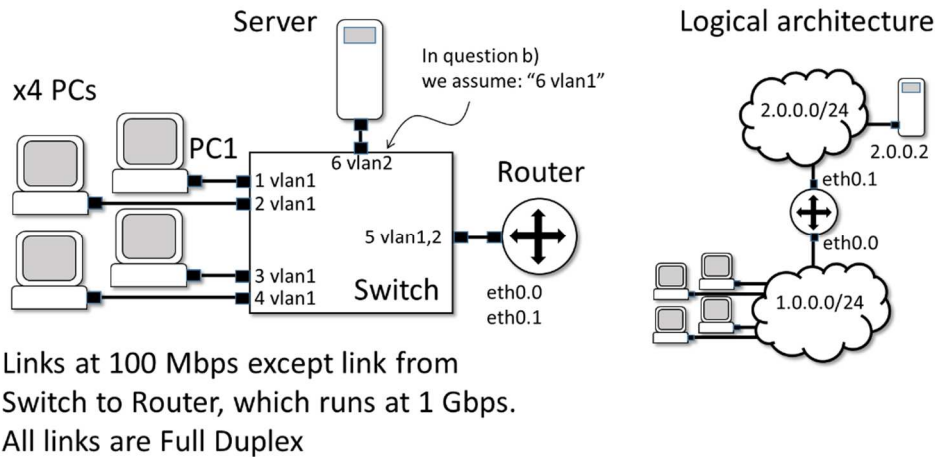
E) (0.5 punts) Per testejar la connectivitat es fa un *ping* entre R1 i R3.e1. Determina les adreces IP i el valor del camp de protocol de la capçalera externa dels paquets IP un cop aquests surten de cada una de les interfícies especificades a la taula.

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

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

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

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



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

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

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

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

El PC1 NO recibiría un ICMP ECHO REPLY.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

```

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

```

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

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

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

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

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

awnd client = 14600 bytes = 10 MSS

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

Més endavant, tenim aquest altre fragment de la captura.

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

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

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

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

e) Què s'observa a la línia 116?

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

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

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

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

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



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

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

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

Falta el segment 13161:14609.

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

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

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

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

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

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

El primer segment perdut es retransmet a la línia 44.

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

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

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

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

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

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

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

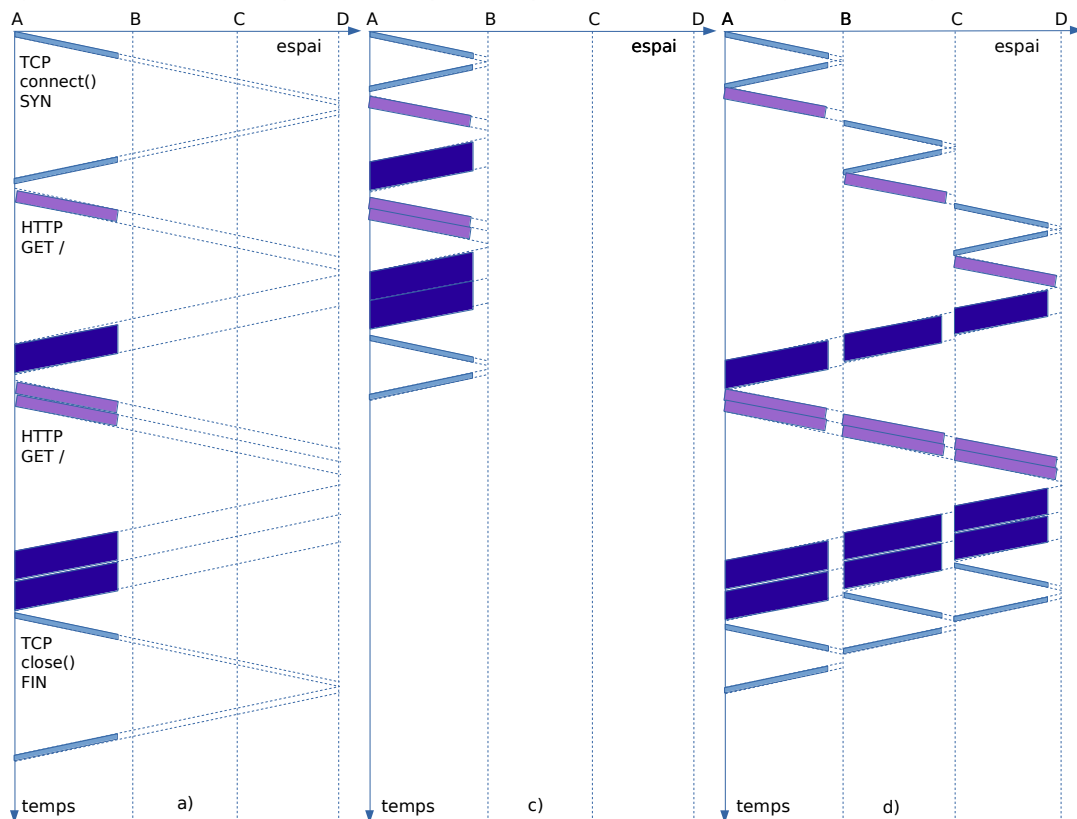
Duració: 2h45m total. El test es recollirà en 25 minuts. Respondre en el mateix enunciat.

#### Problema 4 (1,5 punts)

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

