

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

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

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

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

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

Duration: 2h45m.

Problem 1 (2.5 points)

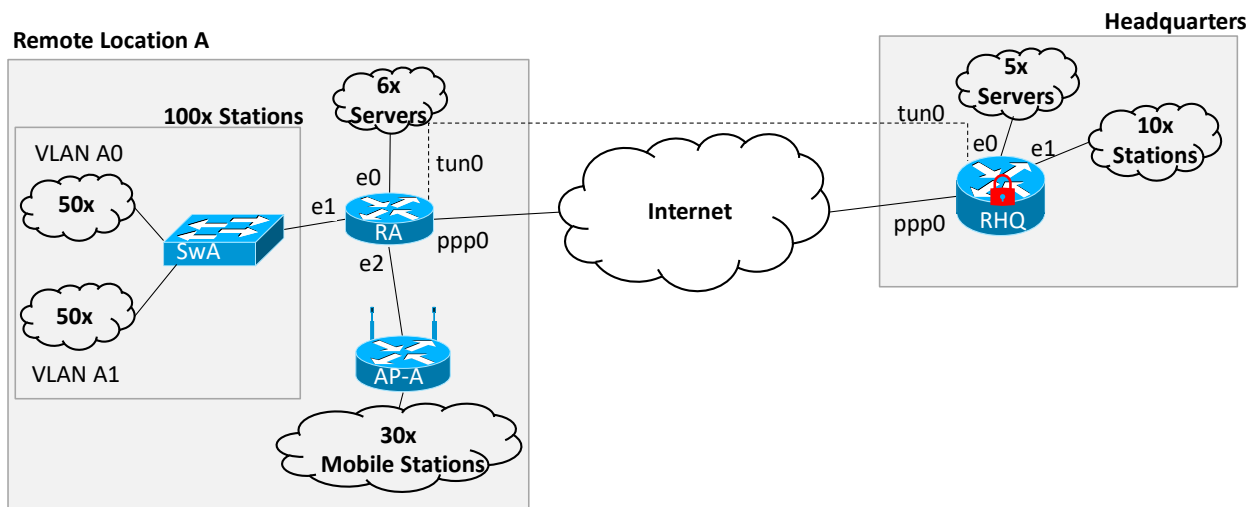
The figure below represents the network topology of a company with facilities in two different locations (the headquarters -HQ- and the remote location A) interconnected through a tunnel over the Internet.

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

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

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

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



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

Duration: 2h45m.

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

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

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

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

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

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

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

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

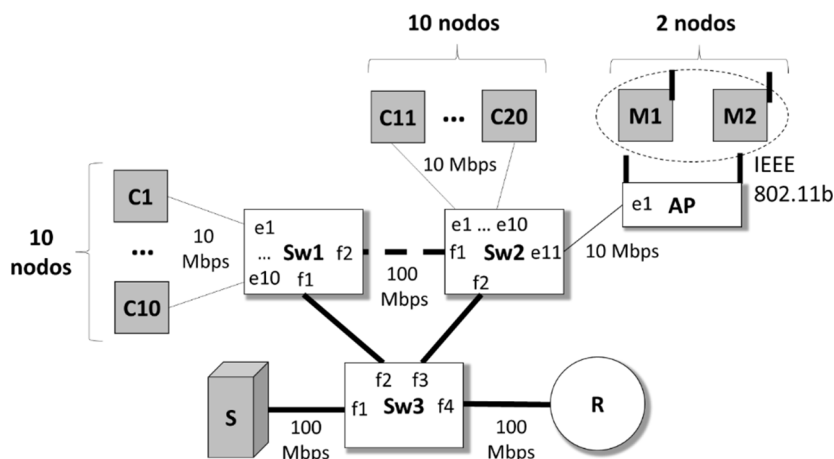
- e) (0.5 points) Configure the firewall in router RHQ. In particular: 1) any Internet client should be able to access the servers in the HQ but not the private network; 2) any station in the private network can access the public servers and the Internet. Specify the interface where you apply the ACL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

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

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

Problema 2 (1.5 puntos)

Tenemos la red mostrada en la figura:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Problema 3 (1 punt)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Problema 4 (1 punt)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Problema 5 (1,5 punts)

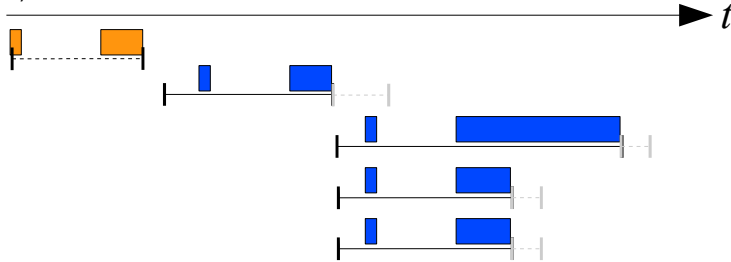
Un usuari fa servir un navegador web per descarregar l'URL <http://w1.org/> d'un servidor HTTP 1.1. W1.org té un servidor web i DNS. El contingut de la pàgina inclou tres imatges incrustades i és el següent:

```
<html>



</html>
```

a) Cas 1:



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

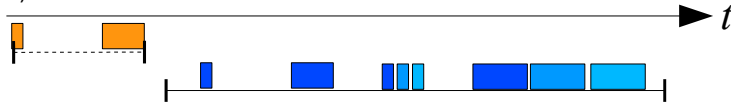
DNS: resolució recursiva de registre A per w1.org.

TCP: múltiples (4) connexions.

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

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

b) Cas 2:



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

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

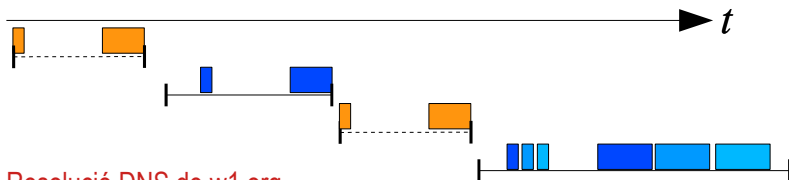
TCP: 1 connexió.

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

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

c) Cas 3:

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



Resolució DNS de w1.org.

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

Resolució DNS de w2.org.

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