

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'interval 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 switchs Ethernet poden realitzar control de flux.
- ☐ Els hubs Ethernet poden realitzar control de flux.
- ☒ Els switchs 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 un objecte binari delimitat per un 'content-length'.
- ☒ Una connexió HTTP es pot utilitzar per enviar diversos missatges en totes dues direccions.

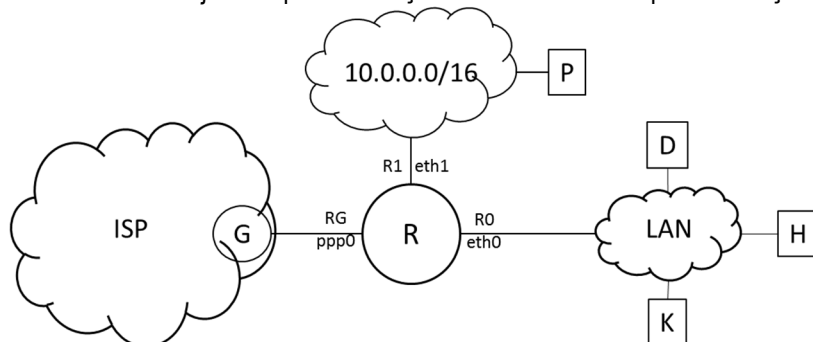
Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		10/01/2020	Tardor 2019
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

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	FF:FF:FF:FF:FF:FF	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP Discover
r	FF:FF:FF:FF:FF:FF	R	255.255.255.255	DHCP Offer
k	FF:FF:FF:FF:FF:FF	K	R	DHCP Request
r	FF:FF:FF:FF:FF:FF	R	K	DHCP ACK

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	bcast	Q	ARP D?			
d	k	R	ARP D = d			
k	d			K	D	DNS Q www.domini
d	k			D	K	DNS R www.domini = H
k	bcast	Q	ARP H?			
h	k	R	ARP H = h			
k	h			K	H	ICMP echo request
h	k			H	K	ICMP echo response

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

www.domini.org RG (ja que tenen adreces privades i passen pel NAT)
mailserver.domingi.org RG (ja que tenen adreces privades i passen pel NAT)

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	1
10.0.0.0/16	----	eth1	1
11.11.0.0/17	10.0.0.11	eth1	2
11.11.128.0/17	10.0.0.11	eth1	2
G/32 (ISP)	----	ppp0	1
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'adreces. (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*.

R0(192.168.168.1) – 10.0.0.11 – 11.11.201.201

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*. 11.11.128.1 – R1(10.0.0.1) - K

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).

Servidors: 192.168.168.0/29

Altres: 192.168.168.8/29, 192.168.168.16/28, 192.168.168.32/27, 192.168.168.64/26, 192.168.168.128/25

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	K	U	ICMP echo request
ppp0	out	RG	U	ICMP echo request
ppp0	in	U	RG	ICMP echo reply
eth0	out	U	K	ICMP echo reply

Quina interfície del router R fa PAT ? RG

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		tun0	1
192.168.200.0/24	192.168.0.2	tun0	2

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.

# RULE	IN/OUT	SRC IP	SRC port	DST IP	DST port	ACTION
1	IN	ANY	< 1024	192.168.168.0/24	> 1024	ACCEPT
1	OUT	192.168.168.0/24	> 1024	ANY	< 1024	ACCEPT
2	IN	ANY	> 1024	H/32*	80	ACCEPT
2	OUT	H/32	80	ANY	> 1024	ACCEPT

* NAT s'aplica abans del FW a l'entrada i després del FW a la sortida.

Final exam of Computer Networks (XC), Degree in Informatics Engineering		10/01/2020	Fall 2019
NAME:	SURNAME:	GRUP	ID

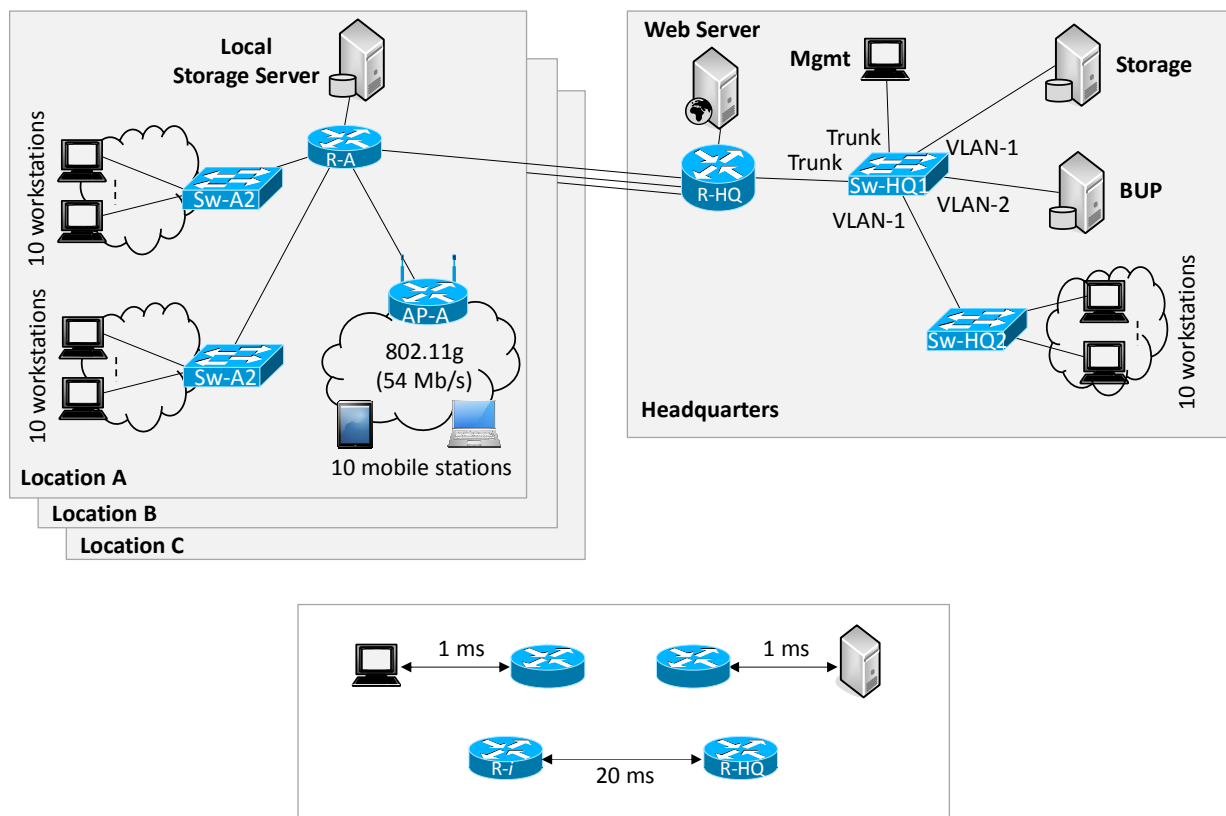
Duration: 2h45m.

Problem 2 (3 points)

The figure represents the network topology of a company that consists of the headquarters (HQ) and 3 remote locations (A, B, and C) interconnected through lease lines. The network of each location includes 20 stations in two wired LANs, 10 mobile stations covered by one WiFi AP collocated with a router, and one local server. The network of the HQ consists of one storage and one back-up (BUP) server, and 10 workstations. Additionally, one station is reserved for managing the network in the HQ.

Different VLANs are configured in the HQs that are identified by the IDs in the interfaces of the Ethernet switches when applicable.

All the interfaces are 100baseTx (full duplex) except the WiFi that it is based on IEEE 802.11g. The efficiency of the switches is 100% and that of the access-point is 66.7% (two thirds). TCP is used to upload/download files.



The propagation delay between any host and its local router in a wired segment is 0.5 ms and 10 ms between any location and the HQs. Then, for instance, the minimum RTT (no time in the routers' queues) between a workstation and the local storage server in a remote location is approximately 2 ms and the minimum RTT between a local server in a remote location i and the storage server in the HQs is approximately 22 ms.

LAN (1 point)

- a) (0.75 points) Assume that large files are uploaded/downloaded in the next scenarios. Answer the following questions in the next table for the scenarios that are given: (1) the bottlenecks that would be created, (2) which would be the mechanism(s) that would regulate the throughput of the stations, (3) the throughput that active stations would achieve.

(Scenario A) All the workstations in each remote location i upload a file to the local storage server.

(Scenario B) Local storage servers in the remote locations upload a file to the storage server in the HQ.

(Scenario C) All the mobile stations in each remote location i upload a file to the local server.

(Scenario D) The workstations in the HQ download a file from the company's web server in the HQ at the same time that the storage server uploads a file to the BUP server.

Scenario	Bottleneck	Flow Control Mechanism(s)	Throughput per host (Mb/s)
(A)	R- i (->Server i)	TCP (20 connections)	5
(B)	R-HQ (->Sw-HQ1)	TCP (3 connections)	33.3
(C)	AP- i	CSMA-CA	3.6
(D)	R-HQ (->Sw-HQ1)	TCP (11 connections)	9.09

- b) (0.25 points) Which are the contents of the MAC table in Sw-HQ1 after the previous activity? Answer in the following table for the devices in the HQ, where:

- the Y/N field specifies whether at least one host in the entry would be in the MAC table,
- the $port$ field specifies the name of the connected network device, e.g., Sw-HQ2 specifies the interface that connects Sw-HQ1 to switch Sw-HQ2.

MAC addresses learned in Sw-HQ1	Y/N	Port
Web server	N	-
Management station	N	-
Storage server	Y	Storage
BUP server	Y	BUP
Workstations	Y	Sw-HQ2

TCP (2 points)

All the routers are configured with 1 MB ($1 \cdot 10^6$ bytes) queues. Hosts allocate 20 kB ($20 \cdot 10^3$ bytes) for reception buffer in TCP connections and do not use the window scale option. Assume MSS = 1 kB ($1 \cdot 10^3$ bytes)

Answer the following questions and explain your answers with an equation when possible or a short text.

c) (1 point):

What would be the time in the queues and the total estimated RTT?

Scenario	Time in queues (ms)	Estimated RTT (ms)
(A)	$20 \cdot 20\text{kB} \cdot 8 / 100\text{Mb/s} = 32$	$2 + 32 = 34$
(B)	$3 \cdot 20\text{kB} \cdot 8 / 100\text{Mb/s} = 4.8$	$22 + 4.8 = 26.8$

What would be the maximum throughput when TCP connections reach the steady state? What would be the optimal reception window in MSSs? (assume the RTT values estimated in the table above).

Scenario	Max. throughput per station (Mb/s)	Optimal Reception Window (MSS)
(A)	$\min(5, \text{awnd} \cdot 8 / \text{RTT}) = 4.71$	$\text{floor}(5\text{Mb/s} \cdot \text{RTT} / 8 \cdot 1\text{kB}) = 21$
(B)	$\min(33.3, \text{awnd} \cdot 8 / \text{RTT}) = 5.97$	$\text{floor}(33.3\text{Mb/s} \cdot \text{RTT} / 8 \cdot 1\text{kB}) = 111 \Rightarrow 65$ (no wnd scaling)

A different small file has now been loaded and took exactly 20 RTTs, measured from the time that each TCP connection was established.

d) (0.25 points): What was the size of the file? What was the last sequence number acknowledged by the server when the connections were closed? (assume that the first sequence number after each TCP connection was established was 1).

Size of the file (kB)	<p>Green Line: #MSS/RTT actually sent Yellow Line: advertised window</p> <p>SS (1-20) = 331 MSS \Rightarrow 331 kB</p> <p>Note that the graphical representation is not a required answer.</p>
Last Ack'ed sequence number	$\# \text{bytes} + 2 \text{ for TCP TWH (given) and FIN} = \mathbf{331,002}$

- e) (0.75 points): Let us now assume that a six-RTT outage interrupted the upload of the small file defined in the previous question after 6 RTTs (measured from the time that the TCP connections were established). Assume $RTO = 4 \cdot RTT$.

What would be the time to upload in RTTs?

Time to upload (#RTT)	Explanation
38 RTT	<p>Green Line: #MSS/RTT actually sent Yellow Line: awnd Red Line: ssthresh Red period: outage</p> <p>SS (1-6) => 51 MSS 2 RTO => 4 + 8 = 12 RTT (7-18) SS (19-23) => 25 MSS CA (24-38) => 255 MSS</p> <p>Note that the graphical representation is not a required answer.</p>

Let us assume that there is some background traffic and so, datagrams spend some time in each of the queues. Let us approximate total RTT values to those given in the table (time in each queue is 20 ms) for scenarios (A) and (B). What would be the time to upload in seconds and the average throughput achieved during the upload?

Scenario	Estimated RTT (ms)	Time to upload (s)	Average throughput per station (Mb/s)
(A)	$2 + 20 = 22$	$38 \cdot RTT = 0.84$	$331kB \cdot 8 / 38 \cdot RTT = 3.17$
(B)	$22 + 40 = 62$	$38 \cdot RTT = 2.36$	$331kB \cdot 8 / 38 \cdot RTT = 1.12$

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 gtld-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	a.root-server.net	.org.	NS	a.gtld-servers.net i A
Servidor local	a.gtld-servers.net	x.org.	NS	ns1.x.org i A
Servidor local	ns1.x.org	w.x.org.	A	Adreça IP
Servidor local	Client	w.x.org.	A	Adreces IP de w.x.org.

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	65	65	DNS	A w.x.org?	local DNS	5 (local) + 20 (root) + 20 (gtld) + 20 (x.org)
2	30	95	TCP	Obrir conn	w.x.org	SYN/ACK
3	30	125	HTTP	GET	/x.html	30
4	45	125	DNS	A i.y.com	local DNS	5 + (20) + 20 + 20
5	45	170	DNS	A i.z.net	local DNS	5 + (20) + 20 + 20 (concurrent amb l'anterior)
6	30	200	TCP	Open conn	i.y.com	SYN/ACK
7	30	200	TCP	Open conn	i.z.net	SYN/ACK (concurrent amb l'anterior)
8	30	200	TCP	Open conn	i.z.net	SYN/ACK (concurrent amb l'anterior)
9	30	230	HTTP	GET	/i1.png	30
10	30	230	HTTP	GET	/i2.png	30 (concurrent amb l'anterior)
11	30	230	HTTP	GET	/i3.png	30 (concurrent amb l'anterior)
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?	NO, no ha caducat cap registre DNS	0
TCP	S'obren de nou les connexions TCP/HTTP?	NO, no s'ha tancat cap connexió	0
HTTP	S'han fet peticions GET condicionals?	Si, però tenen la mateixa latència	Mateix 30 cadascun

Quin serà el temps total per carregar la pàgina? 30 (i.html) + 30 (*.png) = 60 ms