

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

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 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.

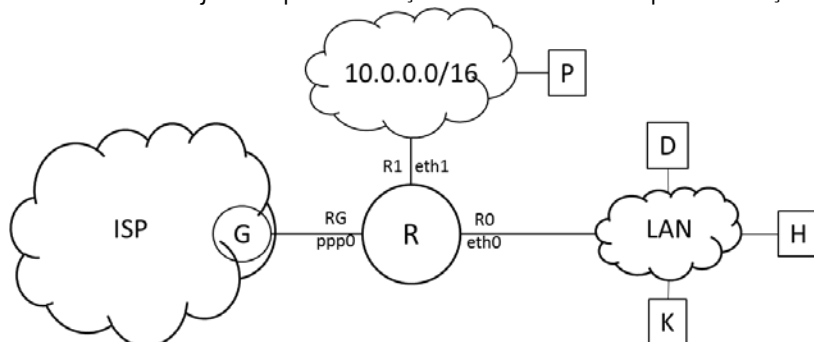
Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		10/01/2020	Tardor 2019
NOM (en MAJÚSCULES):	COGNOMS (en MAJÚSCULES):	GRUP:	DNI:

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'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*.

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.

# RULE	IN/OUT	SRC IP	SRC port	DST IP	DST port	ACTION
1	IN	ANY	< 1024			
1	OUT	192.168.168.0/24				

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

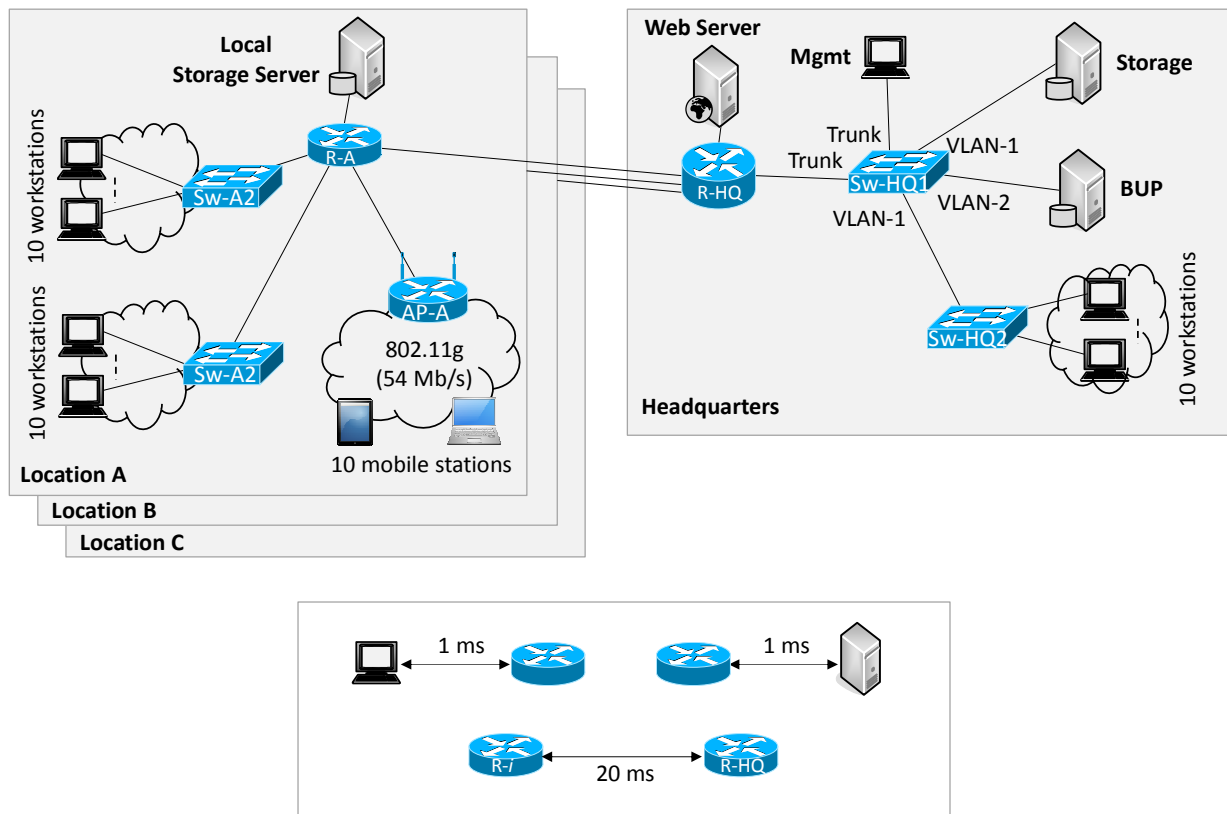
Duración: 2h45m.

## 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 back-up (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.**

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

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  $MSS = 1 \text{ kB}$  ( $1 \cdot 10^3$  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  $RTO = 4 \cdot RTT$ . ¿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 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				

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?