

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2015	Primavera 2015
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Responen en el mateix enunciat. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Test. (2,5 punts) Totes les preguntes són multiresposta: Valen la meitat si hi ha un error, 0 si més.

1. En una conexió HTTP 1.1 es possible:

- ☐ Pedir múltiples objetos HTTP en una sola petición
- ☒ Enviar varias peticiones HTTP consecutivas
- ☐ Recibir varios objetos HTTP en paralelo
- ☒ Recibir varios objetos HTTP consecutivos

2. Los MX records en DNS se utilizan para indicar:

- ☐ El nombre del servidor de SMTP de un cliente
- ☐ El nombre del servidor de SMTP de un host DNS
- ☒ El nombre del servidor de SMTP de un dominio DNS
- ☐ El nombre del servidor de SMTP de una dirección de correo RFC822

3. Pueden haber puertos en modo full duplex y half duplex en segmentos de red conectados a un:

- ☒ Router
- ☒ Bridge
- ☒ Switch
- ☐ Hub

4. En el siguiente algoritmo el tamaño de la ventana de congestión TCP puede aumentar exponencialmente hasta que se alcanza un umbral:

- ☐ "congestion avoidance"
- ☐ detección de congestion
- ☒ "slow start"
- ☐ Ninguna de las anteriores

5. Suponiendo capacidad de red compartida, ¿qué sentencias son incorrectas?

- ☒ El tráfico de UDP no afecta el rendimiento del tráfico TCP
- ☐ Se puede conseguir una mayor proporción del ancho de banda con varias conexiones TCP en paralelo
- ☐ Entre sesiones TCP que comparten un enlace el ancho de banda la tasa de transferencia converge aproximadamente a porciones iguales si todas las sesiones experimentan el mismo RTT
- ☐ UDP se utiliza a menudo para aplicaciones multimedia ya que la tasa de transferencia no se frena por el control de congestión

6. Un datagrama se fragmenta en tres datagramas más pequeños. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- ☐ El bit "no fragmentar" está puesto a 1 para los tres datagramas
- ☐ El bit "más fragmentos" está puesto a 0 para los tres datagramas
- ☒ El campo de identificación es el mismo para los tres datagramas
- ☐ Ninguna de las anteriores

7. Un servicio de entrega «best-effort» como en IP incluye:

- ☐ Comprobación de errores en los datos
- ☐ Corrección de errores en los datos
- ☐ Confirmación de datagramas
- ☒ Ninguna de las anteriores

8. ¿Cuál de las siguientes funciones realiza UDP?

- ☒ Comunicación entre procesos
- ☐ Comunicación entre hosts
- ☐ Entrega de mensajes fiable extremo a extremo
- ☐ Ninguna de las anteriores

9. Cuando el campo IP de número de saltos (TTL) llega a cero y no se ha llegado al destino, se envía el mensaje de error:

- ☐ destination-unreachable
- ☒ time-exceeded
- ☐ parameter-problem
- ☐ Ninguna de las anteriores

10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el direccionamiento IP es correcta?

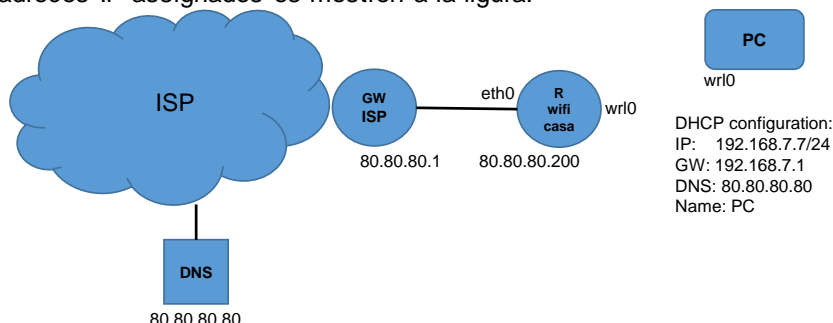
- ☒ La subred 200.23.16.0/22 tiene como máximo 1024 direcciones
- ☐ La dirección 200.23.192.16 es parte de la subred 200.23.16.0/22
- ☒ La dirección 200.23.16.22 es parte de la subred 200.23.16.0/22
- ☐ Ninguna de las anteriores

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica			18/6/2015	Primavera 2015
NAME:	SURNAME	GROUP	DNI	

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Responen en el mateix enunciat. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Problema 1 (2'5 punts)

La figura mostra una xarxa domèstica amb un router ADSL/cable (**Router wifi casa**). La xarxa domèstica és WLAN amb adreçament privat. El PC és un dispositiu inalàmbic, la seva interfície és **wrl0** i la seva configuració es fa via DHCP. La configuració es mostra a la figura. El **router wifi casa** té dues interfícies: la interna wifi (**wrl0**) i l'externa amb l'ISP (**eth0**). Les adreces IP assignades es mostren a la figura.



a) (0'25 punts) Completa la taula d'encaminament del *router wifi casa*.

Destination network	Mask	Gateway	Interface
192.168.7.0	/24		wrl0
80.80.80.0	/24 (/x on 8 <= x <= 24)		eth0
0.0.0.0	/0	80.80.80.1	eth0

b) (0'25 punts) El PC s'autoconfigura utilitzant DHCP. Indica una possible seqüència de **paquets** intercanviats entre el PC i el servidor DHCP ubicat al propi *router wifi casa*.

Source	Destination	Protocol	Transport protocol	DHCP Message
0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	UDP	Discover
192.168.7.1	255.255.255.255	DHCP	UDP	Offer
0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	UDP	Request
192.168.7.1	192.168.7.7	DHCP	UDP	Ack

c) (0'25 punts) Completa la taula d'encaminament del PC un cop ja està configurat.

Destination network	Mask	Gateway	Interface
192.168.7.0	/24		wrl0
0.0.0.0	/0	192.168.7.1	wrl0

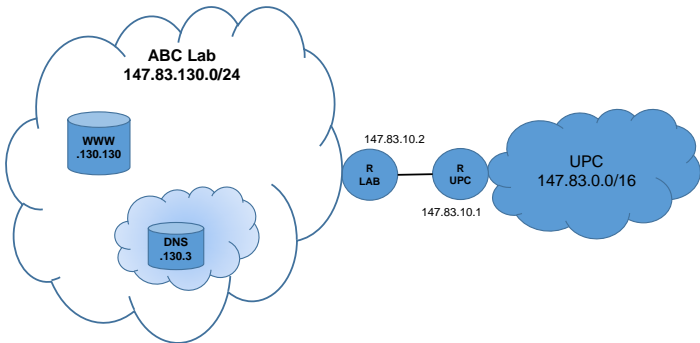
d) (0'75 punts) Un cop acabat de configurar el PC les taules ARP i DNS del PC estan buides. Des del PC s'accedeix al servidor "www.abclab.upc.edu". Completa la **seqüència de trames** que es poden veure a les interfícies del router **wrl0** i **eth0** fins que **retorna el primer segment TCP del servidor UPC**.

Suposa que el router fa temps que està funcionant. Cal tenir en compte que el router fa PNAT.

Per simplificar, utilitza la notació següent: PC (192.168.7.7), wpc (adreça MAC PC), RI (192.168.7.1), wri (adreça MAC interfície interna), R (80.80.80.200), r (adreça MAC interfície externa), GW (80.80.80.1), gw (adreça MAC del router de l'ISP), UPC (adreça IP de servidor web), DNS (80.80.80.80), 53 pel port del servidor DNS, 80 pel port HTTP, i P1, P2, P3, P4 pels ports dinàmics del NAT.

Router Interface	Ethernet			IP					Message Information
	Source	Destination	ARP Message	Source	Port	Destination	Port	Protocol	
wrl0	wpc	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP REQ RI						
wrl0	wri	wpc	ARP RES wri						
wrl0	wpc	wri		PC	P1	DNS	53	UDP	DNS REQ
eth0	r	gw		R	P2	DNS	53	UDP	DNS REQ
eth0	gw	r		DNS	53	R	P2	UDP	DNS RESP
wrl0	wri	wpc		DNS	53	PC	P1	UDP	DNS RESP
wrl0	wpc	wri		PC	P3	UPC	80	TCP	SYN
eth0	r	gw		R	P4	UPC	80	TCP	SYN
eth0	gw	r		UPC	80	R	P4	TCP	ACK/SYN
wrl0	wri	wpc		UPC	80	PC	P3	TCP	ACK/SYN

La figura següent mostra la xarxa del laboratori ABC de la UPC (147.83.130.0/24) que es connecta amb la xarxa de la UPC a través del router RLAB. La interfície externa de RLAB té l'adreça 147.83.10.2.



e) (0'25 punts) L'adreça IP configurada al servidor web del laboratori és 147.83.130.130/27. A quina subxarxa pertany (adreça de la subxarxa, adreça de la interfície del router RLAB, adreça de broadcast de la subxarxa)? Quantes subxarxes /27 es poden configurar dins la subxarxa del laboratori?

147.83.130.130/27 pertany a la subxarxa: 147.83.130.128/27; gw: 147.83.130.129; bcast: 147.83.130.159
 Es poden configurar 8 subxarxes. (27-24=3; 2³=8)
 147.83.130.0/27; 130.32/27; 130.64/27; 130.96/27; 130.128/27; 130.160/27; 130.192/27; 130.224/27

Es desitja “traslladar” a casa la subxarxa del laboratori 147.83.130.192/26. Per fer-ho es configura un túnel entre els routers RLAB i WifiCasa. El túnel utilitza les adreces de la subxarxa 10.0.0.0/30.

f) (0'25 punts) Modifica i completa la taula d'encaminament de RLAB.

Destination network	Mask	Gateway	Interface
147.83.10.0	/23		eth0
147.83.130.0	/25		eth1
147.83.130.128	/26		eth2
147.83.130.192	/26		eth3
0.0.0.0	/0	147.83.10.1	eth0
10.0.0.0	/30		tun0
147.83.130.192	/26	10.0.0.2	tun0

g) (0'25 punts) Suposa que les taules ARP i les del servei DNS ja tenen la informació necessària. Des del PC s'accedeix al servidor “www.abclab.upc.edu”. Completa la **seqüència de trames** que es poden veure a les interfícies del router **wrl0** i **eth0** fins que **retorna el primer segment TCP del servidor UPC**. Utilitza la mateixa notació que a l'apartat d) i RLAB (147.83.10.2).

Router Interface	Ethernet header		IP External header		IP header					Message payload
	Source	Destination	Source	Destination	Source	Port	Destination	Port	Protocol	
wrl0	wpc	wri			PC	P1	UPC	80	TCP	SYN
eth0	r	gw	R	RLAB	R	P2	UPC	80	TCP	SYN
eth0	gw	r	RLAB	R	UPC	80	R	P2	TCP	ACK/SYN
wrl0	wri	wpc			UPC	80	PC	P1	TCP	ACK/SYN

h) (0'25 punts) Per motius de seguretat es configura que la xarxa de casa només tingui accés a Internet passant per la UPC (ABC LAB) via el túnel. Suposa que la taula d'encaminament està configurada correctament. Proposa les regles posaries al tallafocs (“Firewall”) de la interfície eth0 del *router wifi casa*.

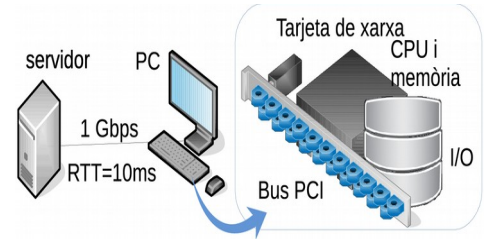
Source IP	Source port	Destination IP	Destination port	Protocol	Action
RLAB		147.83.130.192/26		ANY	ACCEPT
147.83.130.192/26		RLAB		ANY	ACCEPT
ANY	ANY	ANY	ANY	ANY	DENY

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2015	Primavera 2015
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

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

Problema 2 (2,5 punts)

El PC de la figura es descarrega un fitxer molt gran del servidor a través d'una línia d'1 Gbps. El PC té una CPU molt ràpida i la tarjeta de xarxa està connectada a un bus PCI d'1 Gbps. El bus, però, també té connectats altres dispositius d'I/O, de manera que la tarjeta pot accedir només a un 10% de la capacitat del bus. Suposa que el RTT és de 10 ms, l'RTO de 20 ms i que el MSS és de 1460 B. Suposa que TCP només fa servir slow start i congestion avoidance, i sempre envia un ack quan arriba un segment. L'ack pot confirmar noves dades o ser un ack duplicat.



2.1 (0,25 punts) Tenint en compte la restricció del bus PCI, estima quina seria la velocitat eficaç màxima i la finestra òptima (en bytes) per assolir-la.

$$V_{ef} = 10 \% \text{ de } 1 \text{ Gbps} = 100 \text{ Mbps}$$

$$W_{opt} = v_{ef} * RTT = 100 \text{ Mbps} * 10 \text{ ms} / 8 = 125 \text{ kB}$$

2.2 (0,25 punts) Suposa ara que els sockets TCP del client i servidor tenen buffers de 65 kB (kilo bytes). Quina serà la finestra anunciada (advertized window)?, es podrà assolir la velocitat efectiva anterior? Quina velocitat efectiva es podrà aconseguir?

No es podrà aconseguir 100 Mbps, doncs la finestra anunciada màxima serà de 65 kB.

$$V_{ef} = 65 \text{ kB} * 8 / 10 \text{ ms} = 52 \text{ Mbps}$$

Suposa per els següents apartats que la tarjeta PCI té un buffer que permet emmagatzemar només 5 segments TCP. Suposa també que la connexió està en règim permanent, és a dir, ha passat molt temps des de l'inici de la connexió.

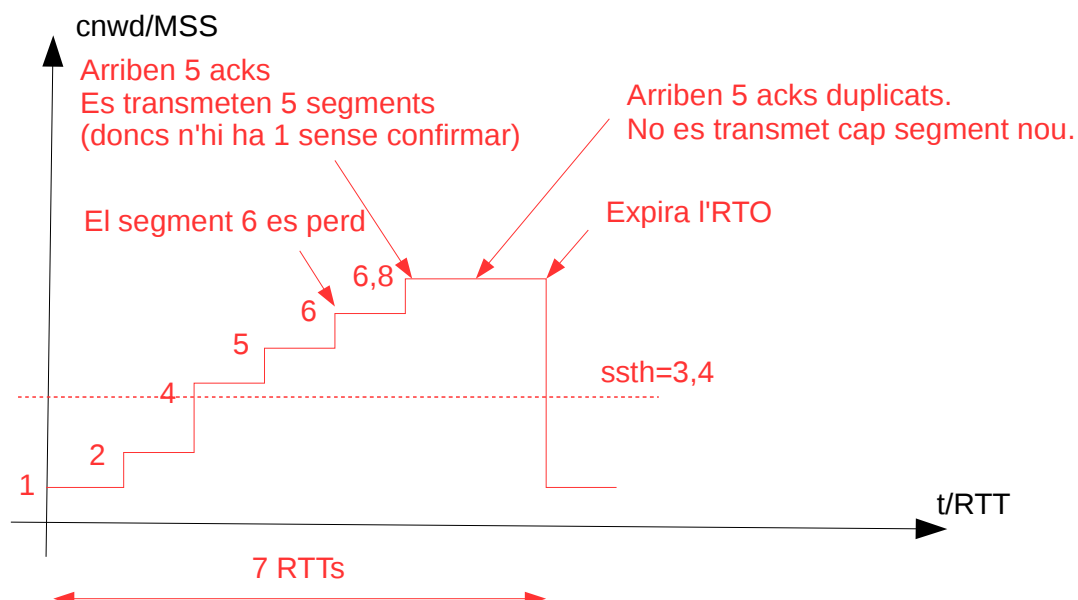
2.3 (0,5 punts) Estima que valdrà l'slow start threshold (sssth) del servidor en segments. Justifica la resposta.

Quan la finestra arribi a 6 segments es perdà el darrer segment transmès en la tarjeta. Per tant, retornaran 5 acks de noves dades i cwnd augmentarà aproximadament (en segments) fins

$$cwnd \approx 6 + 5/6 = 6,8 \text{ segments}$$

$$\text{Després saltarà l'RTO i ssth} = 6,8/2 = 3,4 \text{ segments}$$

2.4 (1 punt) Fes un esbos de l'evolució de la finestra de congestió (cwnd) en el servidor. En el diagrama has de representar un període: des de que es retransmet un segment perdut, fins que es torna a retransmetre un altre segment perdut en les mateixes condicions. Indica clarament on es perden segments i quina serà la duració del període en RTTs.



2.5 (0,25 punts). Quants acks duplicats es transmeten en cada període?

5

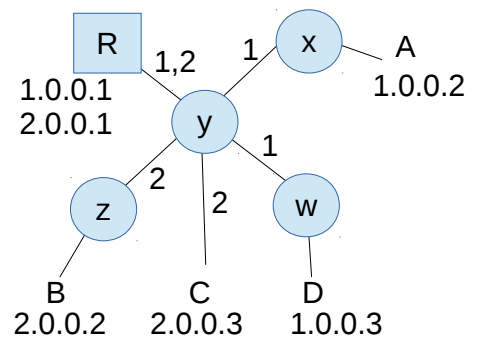
2.6 (0,25 punts). Calula la vef que s'assolirà en bps.

$$v_{ef} = (1+2+4+5+5+5) * 1460 * 8 / (7 * 10 \text{ ms}) = 3,67 \text{ Mbps}$$

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2015	Primavera 2015
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Responen en el mateix enunciat. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

El diagrama de la dreta mostra una LAN Ethernet con un router (R), cuatro conmutadores (switch) (w-z) y cuatro hosts (A-D). Los conmutadores están configurados en dos VLAN y las etiquetas junto a cada enlace muestran la VLAN activa en el enlace (algún enlace está activo en varias VLAN).



Cada VLAN se asigna a una subred IP.

En concreto, a la VLAN 1 se le asigna la subred 1.0.0.0/8, a la VLAN 2 la subred 2.0.0.0/8. El router pertenece a dos subredes y puede enviar y recibir paquetes utilizando ambos identificadores de VLAN. Los hosts se configuran con la VLAN correspondiente a su subred IP.

a) Si el host B envía un paquete al host C ¿Por qué switches y routers pasa el paquete?

Explicar el motivo y listarlos por orden de paso.

B y C están en la misma subred, de modo que se comunican directamente y los paquetes simplemente pasan a través de los conmutadores z,y.

b) Si el host A envía un paquete al host C ¿Por qué switches y routers pasa el paquete?

Explicar el motivo y listarlos por orden de paso.

A y C están en diferentes subredes. Por tanto, su trayectoria incluye un router.

Una está en la subred 1.0.0.0/8 y, por tanto, reenvía sus paquetes al router R al que está conectado a la subred 2.0.0.0/8 a la que pertenece C. Por lo tanto la ruta es x, y, R, y, C.

c) Si A transfiere un archivo grande a B, mientras C transfiere otro archivo grande a D, ¿cuál sería la velocidad máxima de transferencia que podría obtener cada uno aproximadamente, suponiendo que los enlaces son todos enlaces duplex de 1 Gb/s? Especificar cual es el enlace que limita (cuello de botella) y cualquier decisión de control de flujo.

Los dos caminos son x, y, R, Z así como y, R, y, w. Tienen y-R en común, por lo que cada uno obtiene como máximo aproximadamente la mitad de la capacidad de los enlaces en cada sentido, que es 500 Mbps. El reparto de capacidad se hace en función del volumen de tráfico, no del número de puertos conectados.

El control de flujo se hace con tramas de pausa que y envía a los puertos que vienen tanto de A (via x) como de C.

d) ¿Qué tasa de transferencia podría alcanzarse si en cambio C estuviera en la subred 1.0.0.0/8?

En ese caso, podrían obtener cada uno hasta 1 Gbps ya que los caminos son ahora disjuntos y los conmutadores no tienen ninguna limitación interna conocida al tráfico que circule.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica				18/6/2015	Primavera 2015
NOMBRE:	APELLIDOS	GRUPO	DNI		

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30m. Responen en el mateix enunciat. La data de revisió s'anunciarà en el racó.

Problema 4 (1 punt)

Queremos descargar, usando HTTP, un documento HTML que contiene los siguientes componentes:

- La estructura de la página (documento HTML) (servidor.xc.com)
- 2 imágenes alojadas en el mismo servidor donde está ubicado el documento HTML
- 3 banners publicitarios externos ubicadas cada uno en el servidor de la empresa patrocinadora.

Teniendo en cuenta que el cliente utiliza HTTP / 1.1 (persistente) sin pipelining, indica cuántos RTT harán falta para descargar el documento y sus recursos incrustados, en dos casos diferentes:

- El cliente se conecta directamente a Internet. Suponer que el documento servido por servidor.xc.com especifica las URL desde las que se tienen que descargar el resto de contenidos, y que el archivo hosts local no tiene almacenadas las direcciones IP de los dominios a los que pertenecen, pero que sí están almacenadas en su DNS primario. Indica también el número y con quién tendrá establecidas conexiones el ordenador desde el que se ejecuta el navegador Web.
- El cliente se conecta a Internet a través de un PROXY server, y es este PROXY quien pide todos los contenidos de la página a las URL indicadas, para servirlos al cliente. Suponer que el PROXY sí hace pipelining, para minimizar los tiempos de descargas, y que tiene un archivo de hosts en el que ya están cacheadas las direcciones IP de todos los dominios referenciados en los componentes descargados. Indica también el número y con quién tendrá establecidas conexiones el PROXY en la intermediación entre el cliente e Internet.

A modo indicativo y para simplificar los cálculos, puedes asumir que: 1) el RTT es el mismo para las conexiones del cliente y del PROXY con cualquiera de los servidores, 2) las peticiones de página o imágenes se pueden enviar conjuntamente con el ACK de la conexión del cliente, es decir un tiempo de establecimiento de conexión de 1RTT, 3) un tiempo de cierre de conexión de 2RTT, aunque el tiempo de descarga finaliza cuando se ha visualizado la página entera, aunque quede alguna conexión abierta en el servidor, 4) que cada componente de la página descargado cabe en un solo MSS, y la velocidad de transferencia permite que pueda haber tantas conexiones simultáneas con varios servidores como sean necesarias, pero con una ventana de transmisión de 1 MSS con cada servidor, 5) suponemos un navegador simple, que sólo abre conexiones TCP bajo pedido, 6) el PROXY sólo admite una conexión simultánea con el cliente.

a)

Pel càlcul dels RTT necessaris sense PROXY hem de tenir en compte les següents fases:

- Obrir connexió amb servidor.xc.com i descarregar la pàgina (document http)
- Descarregar les 2 imatges de servidor.xc.com i resoldre 1 (o 3) url dels banners.
- Connexió al servidor del 1er banner (o els 3) i Resoldre la 2ª url dels banners
- Descarregar 1er banner (o els 3), connectar al 2n serv. i resoldre 3ª url dels banners
- Connexió i Descarregar 3er banner. Tancar connexions quan es pugui
- Tancar connexions encara obertes. No comptabilitza al temps de descàrrega

Sense PROXY		RTT										
connexió	Acció	1	2	3	4	5	6			TOTAL		
DNS	Resol @IP xc	1									Opcional	
servidor.xc.com	Connex	1								4 o 5	Descàrrega pàg +2img	
servidor.xc.com	Pàgina		1								servidor.xc.com	
servidor.xc.com	Imatge			1							En Paral·lel amb Banner	
servidor.xc.com	Imatge			1								
servidor.xc.com	Desconnexió				2							
DNS	resol @IP1			1							Les 3 url es poden	
DNS	resol @IP2			1							Resoldre en paral·lel	
DNS	resol @IP3				1							
Banner1	Connex			1						5 o 6	Descàrrega banner 3	
Banner1	Imatge				1						(més 1 RTT del DNS)	
Banner1	Desconnexió					2					els 3 en paral·lel	
Banner2	Connex				1						si DNS pot resoldre	
Banner2	Imatge					1					els 3 en 1 RTT	
Banner2	Desconnexió						2					
Banner3	Connex					1				7 u 8	Descàrrega banner 3	
Banner3	Imatge						1				(més 3 RTT del DNS)	
Banner3	Desconnexió							2				

Les connexions necessàries sense PROXY són:

1 pel HTML i les 2 imatges del mateix servidor i

3 més amb cada servidor dels 3 banners.

0 amb el servidor DNS per demanar les @IP, doncs s'utilitza UDP

Total 4 connexions

b)

Pel càlcul dels RTT necessaris sense PROXY hem de tenir en compte les següents fases:

1. Connexió del client amb el PROXY i demanar pàgina html (consumeix sols 0,5RTT), doncs la pàgina es servirà quan l'hagi descarregat el PROXY
2. Connexió i Descarrega de la pàgina html del servidor.xc.com al PROXY
3. Entrega de la pàgina html del PROXY al client (consumeix sols 0,5RTT), descàrrega de la 1ª imatge al PROXY (no estarà disponible fins al cap de 1RTT), connexió als 3 servidors dels banners.
4. Petició del client i Entrega de la 1ª imatge del PROXY al client, descàrrega de la 2ª imatge des de xc.com al PROXY, descàrrega de imatges dels 3 servidors dels banners al PROXY.
5. Petició del client i Entrega de la 2ª imatge de xc.com i de les dels 3 banners del PROXY al client, desconexions del PROXY.
6. Tancar LA connexió del client al PROXY. No comptabilitza al temps de descàrrega

Amb PROXY		RTT amb finestra fixa W=1												
Connexió	Acció	1	2	3	4	5	6	TOTAL						
														No cal DNS PROXY
client-PROXY	Connex	1						9,5						Descàrrega del PROXY
	Petició de pàg.		0,5											
client-PROXY	Pàgina				0,5									
	Imatges					1	1							
	Banners						3							
client-PROXY	Desconnexió							2						
PROXY														
servidor.xc.com	Connex		1					5,5						Final Descàrrega servidor.xc.com
servidor.xc.com	Pàgina			1										
servidor.xc.com	Imatge1				1									
servidor.xc.com	Imatge2					1								
servidor.xc.com	Desconnexió						2							
Banner1, 2 i 3	Connex				1			5,5						Descàrrega 3 banners en paral·lel
Banner1, 2 i 3	Imatge					1								
Banner1, 2 i 3	Desconnexió						2							

Les connexions necessàries sense PROXY són:

1 pel HTML i les imatges i banners del client al PROXY

4 més del PROXY amb el servidor.xc.com i cada servidor dels 3 banners.

Total 5 connexions