

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2013	Primavera 2013
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Cada part puntua sobre 10. El test i les parts que no es presenten es recolliran en 45 minuts. Duració: 2h45min. Justifiqueu les respostes.

TEST: Totes les preguntes d'una mateixa part tenen el mateix pes i són multiresposta: si hi ha 1 error valen la meitat, 0 si n'hi ha més.

☐ Primera part (4 punts). Marcar si es presenta aquesta part.

147.83.30.71.53 > 147.83.34.125.35584: 57849 q: A? www.exo.cat. 2/3/1 www.exo.cat. CNAME exo.cat., exo.cat. A 109.69.8.123 ns: exo.cat. NS ns1.exo.cat., exo.cat. NS ns2.exo.cat., exo.cat. NS ns3.exo.cat. ar: ns1.exo.cat. A 109.69.8.124 (129)

<p>1. A la vista del bolcat anterior capturat amb tcpdump, dedueix quines de les següents afirmacions són certes:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> L'adreça IP del nom www.exo.cat és 109.69.8.123.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> El missatge DNS query que ha originat la resposta sol·licitava un resource record de tipus address del nom www.exo.cat.</p> <p><input type="checkbox"/> 147.83.30.71 és l'adreça d'una autoritat del domini exo.cat.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> En el missatge hi ha 3 resource records del tipus NS que són autoritats del domini exo.cat.</p>	<p>2. Digueu quines de les següents afirmacions són certes:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MIME es pot fer servir en SMTP i HTTP.</p> <p><input type="checkbox"/> Per enviar un missatge de correu electrònic, ja sigui SMTP o HTTP, el cos del missatge ha d'acabar amb una línia que només tingui un punt.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SMTP i HTTP tenen ports well known diferents</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> En les respostes que envia el servidor tan d'SMTP com HTTP hi ha un codi d'estat de 3 dígits.</p>
<p>3. Digueu quines respostes són certes respecte IP.</p> <p><input type="checkbox"/> La capçalera d'un datagrama IPv4 té una mida variable entre 20 i 80 bytes.</p> <p><input type="checkbox"/> És un protocol orientat a la connexió.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La ruta per defecte és 0.0.0.0/0 (adreça 0, màscara 0 bits).</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> El número que hi ha en el camp protocol de la capçalera IP és diferent quan encapsula PDUs del tipus ICMP, UDP o TCP.</p>	<p>4. Digueu quins dels següents protocols són orientats a la connexió::</p> <p><input type="checkbox"/> IP</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> TCP</p> <p><input type="checkbox"/> UDP</p> <p><input type="checkbox"/> DNS</p> <p><input type="checkbox"/> ARP</p>
<p>5. Suposa una xarxa amb 5 PCs i un router. Totes les caches ARP estan buides. Des d'un PC de la xarxa (PC1) es fa un ping a l'adreça broadcast i rep resposta de tots els altres dispositius. Digueu quines afirmacions són certes:</p> <p><input type="checkbox"/> En la taula ARP del router hi haurà 2 entrades.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> En la taula ARP de PC1 hi haurà 5 entrades.</p> <p><input type="checkbox"/> PC1 haurà enviat 5 missatges ARP request.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> PC1 haurà enviat 5 missatges ARP reply.</p>	<p>6. Digueu quines afirmacions són certes:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Una xarxa amb màscara /27 es pot dividir en 1 subxarxa de hostid=4bits, 1 subxarxa de hostid=3 bits i 2 subxarxes de hostid=2 bits.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> L'adreça broadcast de la xarxa 192.168.0.0/28 és 192.168.0.15.</p> <p><input type="checkbox"/> Una xarxa /27 es pot dividir en dues subxarxes amb capacitat per a connectar-hi 15 i 5 hosts respectivament, a més d'un router en cadascuna.</p> <p><input type="checkbox"/> Per a configurar un enllaç PPP podem fer servir una xarxa amb màscara /30 i adreces 192.168.0.35 i 192.168.0.36.</p>

☐ Segona part(4 punts). Marcar si es presenta aquesta part.

<p>7. Digueu quines respostes són certes respecte TCP</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si un host rep un segment amb el flag de S=1 i número de seqüència=1, enviarà ack=2.</p> <p><input type="checkbox"/> Quan es tanca la connexió, tant el client com el servidor passen per l'estat de CLOSE_WAIT.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> L'opció MSS només s'envia durant el three way handshaking.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La finestra de congestió només es pot incrementar quan es rep un ack que confirma noves dades.</p>	<p>8. El protocol UDP...</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Serveix per a transmissions unicast.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Serveix per a transmissions broadcast.</p> <p><input type="checkbox"/> Només es poden transmetre dades quan el socket del client i del servidor estan en estat ESTABLISHED.</p> <p><input type="checkbox"/> Fa servir l'algorisme MTU path discovery per evitar la fragmentació.</p>
<p>9. Suposant cwnd=400 bytes, MSS=100 bytes i ssthresh=500 bytes, digueu quines de les següents seqüències serien possibles per a la finestra de congestió (cwnd) si arriben 4 acks. Notació: ack_i vol dir que confirma noves dades, dup_i vol dir ack duplicat.</p> <p><input type="checkbox"/> $ack_1, ack_2, ack_3, ack_4$: 500, 600, 700, 800</p> <p><input type="checkbox"/> $ack_1, dup_2, dup_3, ack_4$: 425, 425, 425, 448</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> $ack_1, ack_2, dup_3, dup_4$: 500, 520, 520, 520</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> $ack_1, ack_2, dup_3, dup_4$: 500, 520, 520, 100</p>	<p>10. Suposa que en una transmissió un client es descarrega un fitxer molt gran i el coll d'ampolla és el disc del client. Digueu quines afirmacions són certes:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La finestra anunciada per el client (awnd) pot arribar a ser 0.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> El buffer de recepció del socket del client estarà aproximadament ple.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> El buffer de transmissió del socket del servidor estarà aproximadament ple.</p> <p><input type="checkbox"/> Hi haurà pèrdues de segments.</p>

Tercera part(3 punts).

<p>11. En quins casos és possible un enllaç full duplex?</p> <p><input type="checkbox"/> Entre un PC i un hub Ethernet.</p> <p><input type="checkbox"/> Entre dos hubs Ethernet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Entre dos switches Ethernet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Entre un router i un switch Ethernet.</p>	<p>12. Quines afirmacions són certes respecte un switch Ethernet?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si rep una trama broadcast fa un flooding només en els ports que pertanyen a la mateixa VLAN (és a dir, ho envia per tots els ports de la mateixa VLAN, excepte pel que s'ha rebut).</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Si l'adreça destinació no està en la taula MAC, es fa un flooding només en els ports que pertanyen a la mateixa VLAN.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Les entrades de la taula MAC s'afegeixen automàticament fent servir la informació que hi ha en l'adreça origen de les trames que arriben al switch.</p> <p><input type="checkbox"/> En la taula MAC hi ha adreces MAC i adreces IP.</p>
---	---

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2013	Primavera 2013
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Cada part puntua sobre 10. El test i les parts que no es presenten es recolliran en 45 minuts. Duració: 2h45min. Justifiqueu les respostes.

Pregunta 1. Primera part (2 punts).

Accedirem amb un navegador a un servidor que allotja una pàgina web “index.html” d’1 kB que conté 2 imatges JPEG incrustades. El servidor accepta només HTTP 1.0 (connexió no persistent).

- a) Amb quina instrucció HTTP accedirem al document principal?

GET /index.html HTTP/1.0\r\n\r\n

- b) I a les 2 imatges?

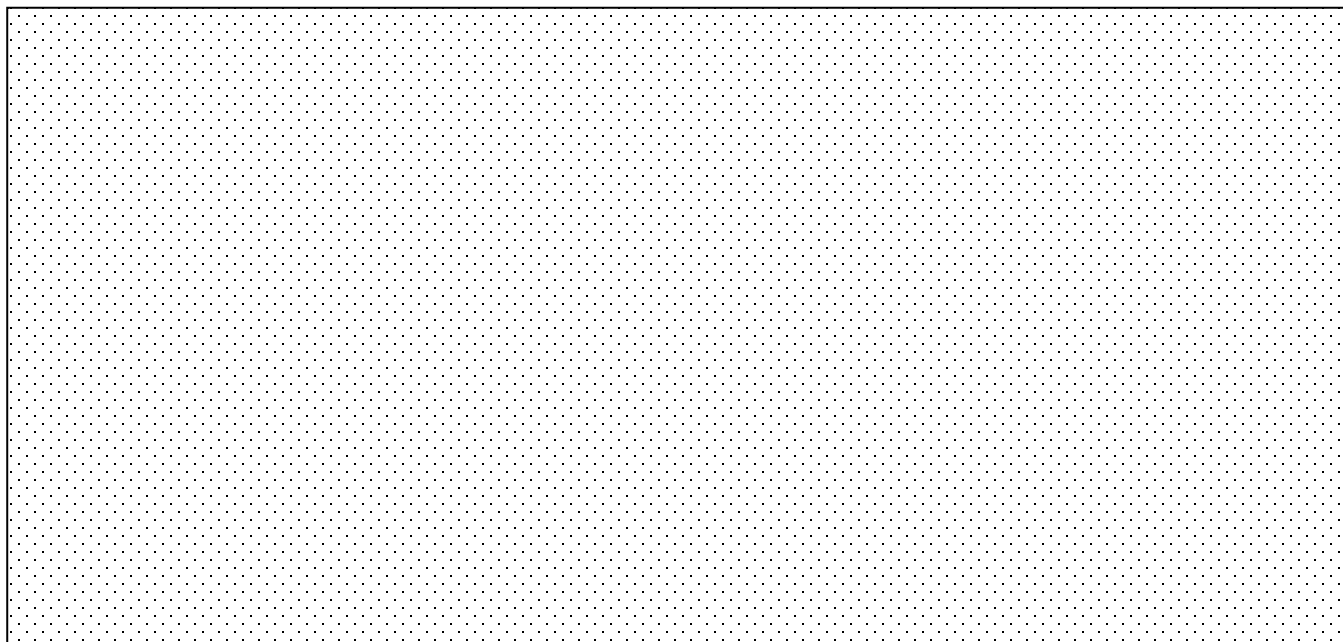
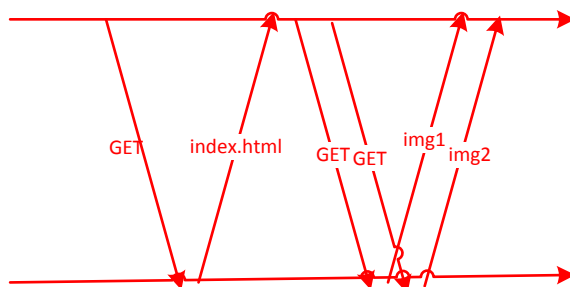
GET /fitxer_imatge1.jpg HTTP/1.0\r\n\r\n

GET /fitxer_imatge2.jpg HTTP/1.0\r\n\r\n

respectivament

- c) Dibuixa el diagrama de temps de la descàrrega completa de la pàgina i les imatges a nivell 7 (només). Indica el tipus de missatge (petició o resposta).

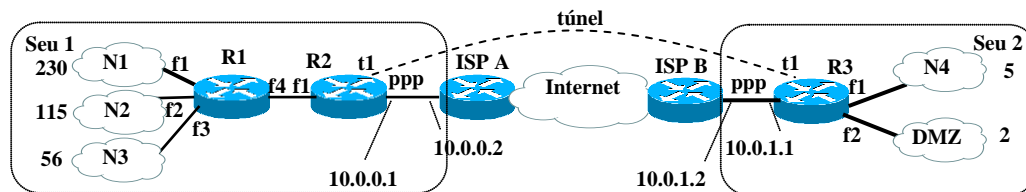
Quan hem descarregat la pàgina, trobem que hi ha imatges incrustades. I les baixem, habitualment en paral·lel per tal d’agilitzar la visualització.



Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2013	Primavera 2013
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Cada part puntua sobre 10. El test i les parts que no es presenten es recolliran en 45 minuts. Duració: 2h45min. Justifiqueu les respostes.

Pregunta 2. Primera part (4 punts).



La figura correspon a l'estructura de la xarxa d'una empresa que consta de dues seus en dues localitzacions diferents. Estan unides entre elles a través d'una VPN. Cadascuna de les seus té diverses subxarxes (N1-N5) per als seus departaments, i cadascuna d'elles requereix tenir un cert nombre mínim d'estacions connectades. En la figura es mostren el nombre d'estacions (PCs) que s'associaran a cada subxarxa. Per connectar les dues seus es fa servir un túnel. La sortida a Internet des de cada seu es fa a través del router del seu ISP corresponent.

ES DEMANA:

- Decidim usar el rang d'adreces 172.16.0.0/23 per a assignar adreces a les subxarxes. Indiqueu per a cadascuna de les subxarxes la seva adreça de xarxa i màscara, el broadcast local, i la capacitat màxima **usable per assignar a equips**. Es demana que a cadascuna de les xarxes se li assigni un **rang tan ajustat com sigui possible** (el mínim nombre d'adreces assignable i que satisfaci el criteri de nombre d'estacions indicat a la figura) i que s'assignin les adreces de les **subxarxes en ordre (N1 primer, N4 última)**. Es demana també que indiqueu quina serà la xarxa més gran que es podria crear després de la vostra assignació (per a un hipotètic nou departament). Per al túnel usarem la xarxa 192.168.1.0/24, i el rang públic dedicat a la DMZ on residiran els servidors és el 212.10.20.8/29.

Xarxa	Adreça / Màscara	Broadcast de la subxarxa	Capacitat subxarxa (# màquines màxim)
N1	172.16.0.0/24	172.16.0.255	254
N2	172.16.1.0/25	172.16.1.127	126
N3	172.16.1.128/26	172.16.1.191	62
N4	172.16.1.192/29	172.16.1.199	6
Xarxa més gran que es podria crear en l'espai no assignat	172.16.1.224/27	172.16.1.255	30
DMZ	212.10.20.8/29	212.10.20.15	6
Túnel	192.168.1.0/24	192.168.1.255	254

- Descriviu el contingut que haurà de tenir la taula de routing de R1 i de R3 per tal de permetre la connectivitat entre els equips de totes les subxarxes. Podeu deixar indicades les adreces de xarxa i màscares dels 4 departaments (N1, ... , N4) únicament. Es valorarà que es minimitzi el nombre d'entrades a cada taula de routing. Recordeu que l'ordre de les entrades és important. Cal que indiqueu també l'adreça IP assignada a cada extrem del túnel. Les comunicacions amb els ISPs es realitzaran mitjançant dos enllaços punt a punt amb les xarxes /30 que es mostren a la figura.

	Adreça de xarxa / Màscara	Porta d'enllaç	Interfície
R1	N3	-	f3
	N2	-	f2
	N1	-	f1
	0.0.0.0/0.0.0.0	IP R2.f1	f4

	Adreça de xarxa / Màscara	Porta d'enllaç	Interfície
R3	10.0.1.0/30	-	ppp
	212.10.20.8/29	-	f2
	N4	-	f1
	192.168.1.0/24	-	t1
	N3	192.168.0.1	t1
	N2	192.168.0.1	t1
	N1	192.168.0.1	t1
	0.0.0.0/0.0.0.0	10.0.1.2	ppp

Adreça t1 R2	Adreça t1 R3
192.168.0.1	192.168.0.2

- 3) Volem construir un ACL per a R3. Les restriccions són les següents:
- El servidor Web que es troba en la DMZ pot rebre connexions iniciades per tothom (màquines de l'empresa i Internet), però només el servei HTTP
 - El servidor Web no pot establir noves connexions ni amb les màquines de l'empresa ni amb d'altres d'Internet (per seguretat en cas que fos atacat)
 - La resta de màquines de l'empresa (172.16.0.0/23) no poden rebre connexions noves des d'Internet, però sí les iniciades des de dins de la xarxa de l'empresa (172.16.0.0/23)
 - La resta de màquines de l'empresa (172.16.0.0/23) poden accedir a Internet
 - Només ens fixarem en el tràfic TCP.

Es demana completar la següent taula, tenint en compte que les entrades es troben agrupades per interfície, havent-hi un grup per a cadascuna de les interfícies: f1, f2, ppp i t1. L'adreça IP del servidor web la podeu abreviar com "WEB".

Interfície	Sentit (in/out)	IP origen	IP destí	Port TCP orig.	Port TCP destí	Estat TCP (Established/Any)	Acció
f1	out	172.16.0.0/23	Any	Any	Any	Any	Acceptar
	in	Any	Any	Any	Any	Any	Acceptar
	Rebutjar la resta						
f2	out	Any	WEB	Any	80	Any	Acceptar
	in	WEB	Any	80	Any	Established	Acceptar
	Rebutjar la resta						
ppp	in	Any	WEB	Any	80	Any	Acceptar
	in	Any	172.16.0.0/23	Any	Any	Established	Acceptar
	out	Any o 172.16.0.0/23	Any	Any	Any	Any	Acceptar
t1	out	172.16.0.0/23	172.16.0.0/23	Any	Any	Any	Acceptar
	in	172.16.0.0/23	Any	Any	Any	Any	Acceptar
	Rebutjar la resta						

Noteu que la regla per defecte per qualsevol de les interfícies és "rebutjar" tant per in i per out.

Recordatori: Estat *established* equival a tot el tràfic que no inicia connexió TCP (flag SYN=0). Estat *Any* representa tota tipus de tràfic (tant flag de SYN=0 com flag SYN=1).

- 4) Un PC de N3 (PC1) genera un datagrama IP de 1480 bytes de payload destinat a un servidor d'Internet, que s'haurà de fragmentar en passar per l'enllaç R1-R2 donat que la MTU de N3 és 1500 bytes, i la de R1-R2 és 390 bytes. Aquest datagrama tenia originalment un ID "0x027" i el flag DF=0. Ompliu la següent taula indicant els camps que corresponen a cada fragment que circuli per l'enllaç R1-R2 segons les dades de la figura. Podeu assumir capçaleres IP estàndard (sense opcions).

Camp "ID"	Flag MF	Offset	Mida total del fragment	Longitud del Payload
0x0027	1	0 (0)	388	368
0x0027	1	46 (368)	388	368
0x0027	1	92 (736)	388	368
0x0027	1	138 (1104)	388	368
0x0027	0	184 (1472)	28	8
Justificació mida total fragment 1, i longitud del payload: El camp offset només pot ser múltiple de 8, i per tant estem obligats a transportar payloads tan grans com sigui possible per la MTU, però que sigui múltiple de 8, per tal que el següent fragment pugui expressar correctament el seu offset. El major múltiple de 8 que sigui menor o igual a 370 (390bytes de MTU – 20 bytes capçalera IP) és 368. 368 + 20 bytes de capçalera IP = 388 bytes.				

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2013	Primavera 2013
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Cada part puntua sobre 10. El test i les parts que no es presenten es recolliran en 45 minuts. Duració: 2h45min. Justifiqueu les respostes.

Pregunta 3. Segona part (6 punts).

Tenemos un PC conectado a un Router en una red Ethernet a 10 Mbps. El Router da salida a Internet. PC se comunica con un servidor S, en una red lejana, del que se descarga un fichero de 1GByte. El ping entre PC y S da un tiempo de ida y vuelta de 100 ms. Para simplificar los cálculos, asumir que MSS=1000 bytes. Nota: G y M son potencias de 10, no de 2.

CONTESTAR RAZONADA Y BREVEMENTE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

- a) ¿Cuál es la velocidad máxima a la que se puede hacer la transferencia?

La velocidad nos viene limitada por Ethernet: 10 Mbps.

- b) ¿Cuánto debería valer la ventana anunciada (awnd) de los segmentos de ACK que PC envía a S para que se consiga esa velocidad máxima?

$v = \text{awnd} / \text{RTT}$; $\text{awnd} = v * \text{RTT} = 10.000.000 * 0,1 = 1.000.000 \text{ bits} = 125.000 \text{ Bytes}$.

- c) ¿Cuál ha de ser el valor del campo awnd de los segmentos de ACK que PC envíe a S?

No puede ser 125.000, pues el máximo sin WS es 65.536. Si ponemos WS=2 ($n=1$), $\text{awnd} = 62.500$.

- d) Si en vez de 100MB se envía 1MB, ¿cuál es la velocidad media de la transferencia?

La awnd es 125.000 Bytes = 125 MSS. Hemos de transferir 1000 MSS.

La secuencia de envíos en cada RTT es (en MSSs): 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 125 (alcanzamos la awnd después de 7 RTTs habiendo enviado 127 MSSs) y se continúa con 125 hasta completar los 1000 MSS. Nos quedan $(1.000 - 127) / 125 \text{ RTTs} = 7$.

Por tanto, necesitamos $7 + 7 = 14 \text{ RTTs}$ para enviar el 1MB. La velocidad media habrá sido $v = (1.000.000 * 8) / (14 * 0,1) = 5.714.286 \text{ bps}$.

- e) Rellenar un posible volcado de segmentos capturado en el servidor desde que envía el cuarto segmento de datos por primera vez (suponiendo que éste se pierde) hasta que se recibe el ACK de los primeros 9.000 octetos. Suponer que en ambos lados ISN=1. Indicar cualquier otra suposición que se haga. Añadir el tamaño de la ventana de congestión de S en cada instante, tal como indica la cabecera de la tabla propuesta.

Origen (PC/S)	Flags activos	Núm. secuencia	Tamaño datos	Número ack	awnd	VENTANA CONGESTIÓN
---------------	---------------	----------------	--------------	------------	------	--------------------

Origen (PC/S)	Flags activos	Núm. secuencia	Tamaño datos	Número ack	awnd	VENTANA CONGESTION	
S	ACK	3001	1000	1	?	4	SE PIERDE!
S	ACK	4001	1000	1	?	4	
S	ACK	5001	1000	1	?	4	
S	ACK	6001	1000	1	?	4	
[PC	ACK	0	0	3001	125000	(4)	Opcional]
S	ACK	3001	1000	1	?	1	Retransmisión
PC	ACK	0	0	7001	125000		
S	ACK	7001	1000	1	?	2	
S	ACK	8001	1000	1	?	2	
PC	ACK	0	0	9001	125000	(4)	

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		18/6/2013	Primavera 2013
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Cada part puntua sobre 10. El test i les parts que no es presenten es recolliran en 45 minuts. Duració: 2h45min. Justifiqueu les respostes.

Pregunta 4. Tercera part (7 punts).

Tenim un hub Ethernet 100BaseT que connecta 10 terminals a un servidor. Respon a les següents preguntes de forma raonada. Tots els hubs i commutadors són de 24 ports. Els terminals i servidors suporten FDX. Suposa eficiència 100%.

- a) Suposa que tenim una aplicació a cada terminal que es descarrega un fitxer gran. Suposant que no hi ha altra limitació que la xarxa, digues a quina velocitat descarregarà el fitxer cada terminal.

El factor limitant és el domini de col·lisió definit pel Hub: 100 Mbps.

Lavors, $v_t = 100 \text{ Mbps} / 10 = 10 \text{ Mbps}$

- b) Si la meitat dels terminals (5) es descarreguen un fitxer gran i l'altra meitat el carreguen (els altres 5), com variaran els resultats de l'apartat anterior?

El factor limitant segueix sent el domini de col·lisió definit pel Hub: 100 Mbps.

$v_t = 100 \text{ Mbps} / 10 = 10 \text{ Mbps}$

- c) Si canviem el hub per un commutador 100BaseT-FDX variarà el resultat en el cas de l'apartat a)?

El factor limitant és el domini de col·lisió definit pel port del commutador al servidor. Com que tota la transmissió és en un sol sentit, el domini dona 100 Mbps:

Lavors, $v_t = 100 \text{ Mbps} / 10 = 10 \text{ Mbps}$

- d) I en el cas de l'apartat b)?

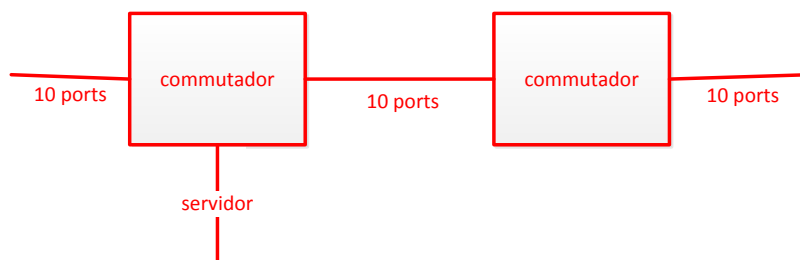
El factor limitant és el domini de col·lisió definit pel port del commutador al servidor, però ara s'aprofita el fet de que el commutador i servidor estaran connectats en FDX:

Lavors, $v_t = 100 \text{ Mbps} / 5 = 20 \text{ Mbps}$

- e) Ara afegim un altre commutador 100BaseT-FDX, també amb 10 terminals. Com hauríem de connectar el nou commutador al primer per a que els nous terminals tinguin un accés al servidor equivalent als del primer commutador? (suposa que tots 20 terminals només llegeixen). Indica quina configuració s'haurà d'aplicar als commutadors.

Si els commutadors estan propers i són apilables (*stackable*), el millor serà apilar-los; o millor encara connectar-los tots a un dels dos commutadors ja que tenim ports suficients (10+10+1).

Si no és possible apilar-los (i.e. estan allunyats) haurem de connectar-los entre si, vigilant no crear un coll d'ampolla excessiu: posant connexions en paral·lel (*bonding*). Per no tenir cap coll d'ampolla hauríem de donar una capacitat equivalent a la de servei: 10 ports.



- f) Em comentat al principi que utilitzis $E=100\%$. Però exactament, quina és l'eficiència màxima de transmissió d'Ethernet 100BaseT? Indica els valors rellevants.

L'eficiència màxima l'obtenim quan (1) no hi ha col·lisions ni (2) errors i (3) carreguem les trames al màxim.

En aquest cas, els factors limitants són (1) l'eficiència de la trama, (2) la del MAC, que en Ethernet ve donada per l'IPG que cal utilitzar per a separar les trames i (3) l'MTU:

$$\begin{aligned}L_{\text{total}} &= 8 \text{ B} + 6 \text{ B} + 6 \text{ B} + 2 \text{ B} + \text{MTU} + 4 \text{ B} \\&= 1526 \text{ B}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= E_t \cdot E_{\text{IPG}} \\&= \text{MTU} / L_{\text{total}} \cdot L_{\text{total}} / (L_{\text{total}} + \text{IPG}) \\&= \text{MTU} / (L_{\text{total}} + \text{IPG}) \\&= 1500 \text{ B} / (1526 \text{ B} + 12 \text{ B}) \\&= 1500 \text{ B} / 1538 \text{ B} \\&= 97,5\%\end{aligned}$$

