

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/1/2015	tardor 2014
Nom:	Cognoms:	Grup	DNI

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre el problemes en el mateix enunciat  
Test. (2,5 punts) Totes las preguntes són multi-resposta: Cada pregunta val la meitat si hi ha un error, 0 si més.

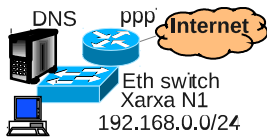


Figura 1

1. Digueu quines afirmacions són certes en la xarxa N1 de la Figura 1 si totes les taules ARP i caches DNS estan buides i s'executa la comanda ping `www.cisco.com` en el host (es rep resposta i no hi ha pèrdues).
- ☐ El host enviarà exactament 1 ARP-Request en N1.
  - ☒ El servidor de DNS enviarà exactament 1 ARP-Request en N1.
  - ☐ El router enviarà exactament 1 ARP-Request en N1.
  - ☒ Quan el host rep la resposta, en la taula ARP del host, router i servidor DNS hi haurà 2 entrades.

2. Digueu quines afirmacions són certes en la xarxa N1 de la Figura 1 si totes les taules ARP i caches DNS estan buides i s'executa la comanda ping `www.cisco.com` en el host (es rep resposta i no hi ha pèrdues).
- ☒ El servidor DNS enviarà exactament 1 missatge DNS a 1 root-server.
  - ☒ El host enviarà exactament 1 missatge DNS al servidor DNS.
  - ☒ El servidor DNS enviarà exactament 4 missatges DNS.
  - ☐ En N1 s'enviaran en total 10 missatges DNS.

3. Digueu quines afirmacions són certes respecte IP:
- ☒ Cada cop que un datagrama IP travessa un router es decrementa el camp TTL de la capçalera.
  - ☒ El camp de checksum es calcula només amb el contingut de la capçalera.
  - ☐ Sempre que es descarta un datagrama es genera un missatge ICMP d'error.
  - ☒ Si un datagrama IP no porta opcions, la mida de la capçalera és de 20 bytes.
  - ☐ Si el flag "more fragments" val zero vol dir que el datagrama no s'ha fragmentat.
  - ☐ 224.0.0.9 és una adreça IP de classe C.

4. Digueu quins dels següent protocols té una PDU amb un camp de port per identificar els processos que es comuniquen:
- ☐ ICMP
  - ☒ UDP.
  - ☐ ARP.
  - ☒ TCP.
  - ☐ DHCP

5. Digueu quins dels següent missatges s'envien amb adreçament broadcast:
- ☒ ARP request.
  - ☐ ARP reply
  - ☒ DHCP request.
  - ☒ RIP versió 1.
  - ☐ DNS request
  - ☐ ICMP host unreachable.

6. Digueu quines afirmacions són certes en un túnel IP:
- ☒ L'adreça font en la capçalera externa és una l'adreça IP del router d'entrada.
  - ☐ Si el túnel és a través d'Internet, les adreces en la capçalera interna no poden ser adreces IP privades.
  - ☒ Els missatges ICMP que es generen dintre del túnel els reb el router d'entrada.
  - ☒ Els missatges RIP es poden enviar dintre d'un túnel.

7. Digueu quines afirmacions de DNS són certes:
- ☐ Un resource record (RR) de tipus MX té l'adreça IP d'un servidor de correu.
  - ☐ Cada cop que un servidor de noms local inicia una resolució ha d'enviar un missatge DNS a un root-server.
  - ☒ Un servidor de noms pot retornar RR amb adreces IP diferents per a un mateix nom.
  - ☐ Els missatges DNS que s'envien als root-servers han de tenir el flag "recursion desired" activat.

8. Digueu quines afirmacions de TCP són certes
- ☐ TCP té un temporitzador que tanca la connexió després d'un temps d'inactivitat.
  - ☐ TCP genera acks automàticament després d'un temps d'inactivitat.
  - ☒ La finestra de congestió només es pot incrementar si es reben acks de noves dades.
  - ☒ Hi ha algunes opcions que només s'envien en el three way handshaking.
  - ☒ Hi ha un flag de RESET que permet descartar la connexió.

9. Digueu quines respostes són certes respecte Ethernet:
- ☐ Una trama Ethernet només pot encapsular datagrames IP.
  - ☐ Un switch Ethernet pot enviar una mateixa trama per VLANs diferents si l'adreça destinació Ethernet és broadcast.
  - ☐ En la taula MAC d'un switch hi pot haver la mateixa adreça Ethernet en ports diferents d'una mateixa VLAN.
  - ☐ La taula MAC d'un switch es construeix automàticament a partir de les adreces Ethernet destinació de les trames que arriben.

11:45:43.087696 IP hostA.28029 > hostB.19: . ack 61267 win 0

10. Suposa que el segment anterior s'ha capturat en hostB. Digueu quins dels següents segments es podria capturar a continuació:

- ☒ 11:45:43.297258 IP hostB.19 > hostA.28029: . 61267:61267(0) ack 1 win 1448
- ☐ 11:45:43.297258 IP hostB.19 > hostA.28029: . 59179:60627(1448) ack 1 win 1448
- ☐ 11:45:43.297258 IP hostB.19 > hostA.28029: . 61267:62715(1448) ack 1 win 1448
- ☐ 11:45:43.297258 IP hostB.19 > hostA.28029: . 60627:61267(1448) ack 1 win 1448

11. Quan s'envia un missatge de correu electrònic, el protocol SMTP regeix el diàleg entre:

- ☐ La bústia de correu de l'emissor i la bústia del servidor del receptor.
- ☐ El programa client de correu de l'emissor i el programa client de correu del receptor.
- ☐ El servidor de correu del receptor i la bústia del servidor del receptor.
- ☒ El servidor de correu de l'emissor i la bústia del servidor del receptor.

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/1/2015	Tardor 2014
NOM:	COGNOMS	DNI:	

Duració: 2h45m. El test es recollirà en 30 minuts. Respondre el problemes en el mateix enunciat.

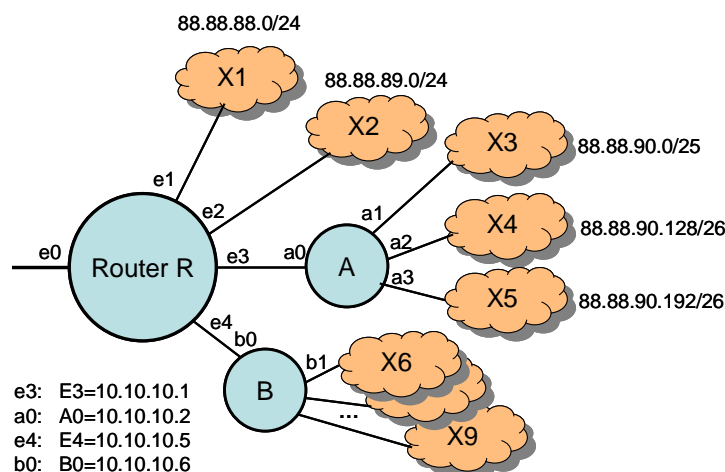
### Problema 1 (3 punts)

La xarxa departamental té assignat el rang d'adreces de la sub-xarxa 88.88.88.0/22.

Els requeriments del disseny expliciten que cal una xarxa estable de treball (X1) on s'ubicaran els servidors públics i les màquines del personal en plantilla, fins a unes 200 persones; una xarxa de treball pels col·laboradors (X2) capaç per a 200 treballadors; una xarxa per l'equip de desenvolupament (X3) amb un màxim de 100 programadors; i un conjunt de xarxes de projectes (X4, X5, etc.) amb unes 40 màquines cada una. La configuració de les sub-xarxes que s'ha fet es mostra a la figura següent.

Es disposa d'un router R amb 5 interfícies Ethernet, tal com mostra la figura. Com hem de posar més de 5 xarxes es decideix posar un router A per a les xarxes X3, X4 i X5 ja que estan ubicades en la mateixa planta de l'edifici, i un router B per a la resta de xarxes petites de projectes, ubicades totes en una altra planta.

Es decideix utilitzar adreçament privat amb màscares de 30 bits per connectar els router A i B al router principal R amb enllaços punt a punt, tal i com es mostra en la figura.



La notació pels apartats següents és: Majúscules per l'adreça IP i minúscules per l'adreça Ethernet (adreça MAC).

a) (0,25 punts) Assignar els rangs d'adreces a les xarxes X6, X7, X8 i X9.

**X6: 88.88.91.0/26    X7:88.88.91.64/26    X8: 88.88.91.128/26    X9: 88.88.91.192/26**

b) (0,25 punts) Quants equips de treball podem configurar com a màxim comptant totes les sub-xarxes?

**Per calcular els equips de treball que es poden configurar a cada sub-xarxa es té en compte que no es poden utilitzar l'adreça que s'assigna a la interfície del router, l'adreça de xarxa i la de broadcast.**

**$256-3 (X1) + 256-3 (X2) + 128-3 (X3) + 6*(64-3) (X4,X5,X6,X7,X8,X9) = 253 + 253 + 125 + 366 = 997$  equips de treball**

c) (0,5 punts) Completa les taules d'encaminament dels routers (encaminament estàtic via configuració manual). Es desitja posar el mínim nombre d'entrades en les taules d'encaminament.

#### Router R

Destinació	Màscara /bits	Router (IP gw)	interfície
10.10.10.0	/30		e3
<b>10.10.10.4</b>	<b>/30</b>		e4
88.88.88.0 (X1)	/24		e1
<b>88.88.89.0 (X2)</b>	<b>/24</b>		<b>e2</b>
<b>88.88.90.0 (X3+X4+X5)</b>	<b>/24</b>	10.10.10.2 (A0)	e3
<b>88.88.91.0 (X6+X7+X8+X9)</b>	<b>/24</b>	<b>10.10.10.6 (B0)</b>	<b>e4</b>
0.0.0.0	/0	Router ISP	e0

## Router A

Destinació	Màscara /bits	Router (IP gw)	interfície
10.10.10.0	/30		a0
88.88.90.0 (X3)	/25		a1
88.88.90.128 (X4)	/26		a2
88.88.90.192 (X5)	/26		a3
0.0.0.0	/0	10.10.10.1 (E3)	a0

A la xarxa X1 s'ubiquen els servidors del departament. Aquests han de ser accessibles des de l'exterior, mentre que **la resta d'equips de la xarxa X1 s'han de poder comunicar entre ells i ser accessibles des de la resta de xarxes del departament però no des de l'exterior.** Les màquines de la resta de xarxes (X2, X3, ... Xn) no disposen de cap protecció i tenen accés lliure des de l'exterior.

Els servidors són els següents:

S2: 88.88.88.2, servidor web, protocol http, (port 80) amb TCP

S3: 88.88.88.3, servidor web, protocol http, (port 80) amb TCP

S4: 88.88.88.4, servidor

S5: 88.88.88.5, servidor de noms, protocol dns, (port 53) amb TCP i UDP

S6: 88.88.88.6, servidor d'accés remot, protocol OpenVPN, (port 1194) amb TCP i UDP

La taula presenta la llista de regles del Tallafocs (Firewall) que s'ha de posar a la interfície e1 del router R. Els ports efimers s'indiquen amb ">1023".

#	IP org	IP dst	Protocol	Port org	Port dst	Acció
1	88.88.88.2 (S2)	ANY	TCP	80	>1023	ACCEPT
2	ANY	88.88.88.2 (S2)	TCP	>1023	80	ACCEPT
3	88.88.88.3 (S3)	ANY	TCP	80	>1023	ACCEPT
4	ANY	88.88.88.3 (S3)	TCP	>1023	80	ACCEPT
5	88.88.88.4 (S4)	ANY	TCP	80	>1023	ACCEPT
6	ANY	88.88.88.4 (S4)	TCP	>1023	80	ACCEPT
7	88.88.88.5 (S5)	ANY	TCP	53	>1023	ACCEPT
8	88.88.88.5 (S5)	ANY	UDP	53	>1023	ACCEPT
9	ANY	88.88.88.5 (S5)	TCP	>1023	53	ACCEPT
10	ANY	88.88.88.5 (S5)	UDP	>1023	53	ACCEPT
11	88.88.88.6 (S6)	ANY	TCP	1194	>1023	ACCEPT
12	88.88.88.6 (S6)	ANY	UDP	1194	>1023	ACCEPT
13	ANY	88.88.88.6 (S6)	TCP	>1023	1194	ACCEPT
14	ANY	88.88.88.6 (S6)	UDP	>1023	1194	ACCEPT
15	88.88.89.0/24	88.88.88.0/24 (X1)	TCP	ANY	ANY	ACCEPT
16	88.88.88.0/24 (X1)	88.88.89.0/24	TCP	ANY	ANY	ACCEPT
17	88.88.90.0/23	88.88.88.0/24 (X1)	TCP	ANY	ANY	ACCEPT
18	88.88.88.0/24 (X1)	88.88.90.0/23	TCP	ANY	ANY	ACCEPT
19	ANY	88.88.88.0/24 (X1)	ANY	ANY	ANY	DENY
20	88.88.88.0/24 (X1)	ANY	ANY	ANY	ANY	DENY

d) (0,5 punts) Sobre la llista de regles, contesta les preguntes següents.

Les regles 5 i 6 es refereixen al servidor S4. De quin tipus de servidor es tracta ? Per a què serveixen les regles?

**Servidor web (port 80)**

**Accepten qualsevol connexió TCP al port 80 i la seva resposta. Permet que qualsevol client accedeixi al servidor S4**

Quina és la funció de les regles 15 i 16 ?

**Permeten les connexions TCP en els dos sentits entre les sub-xarxes X1 i X2**

Quina és la funció de les regles 17 i 18 ?

**Permeten les connexions TCP en els dos sentits entre la sub-xarxa X1 i el bloc de sub-xarxes (X3, X4, X5, X6, X7, X8 i X9)**

Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/1/2015	Tardor 2014
NOMBRE:	APELLIDOS	DNI:	

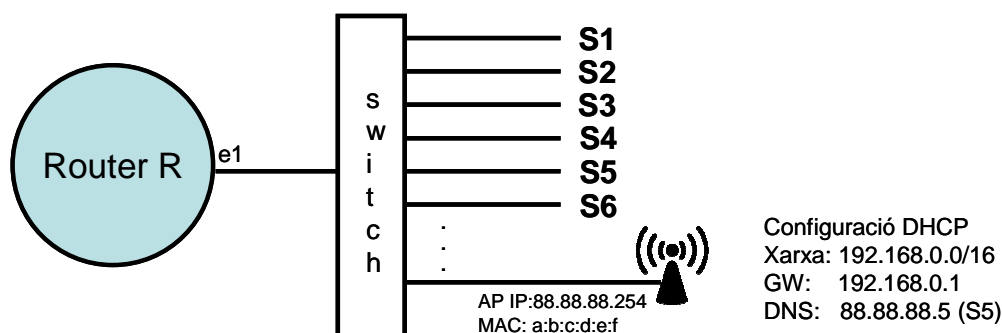
Duración: 2h45m. El test se recogerá en 30 minutos. Responder los problemas en el mismo enunciado.

- e) (0,75 punts) La màquina **M20** amb adreça IP 88.88.90.20 i adreça Ethernet **m20** fa PING al servidor **S2** (88.88.88.2) amb adreça Ethernet **s2**. Cal tenir en compte que M20 està en la sub-xarxa X3 (88.88.90.0/25) i que les taules ARP estan buides. Per aquest apartat considereu que no hi ha cap filtre activat que impedeixi aquesta comunicació.

Completa la taula següent amb la seqüència de trames i paquets que es transmetran.

Ordre	Capçalera Ethernet		Missatge ARP		Capçalera IP		ICMP
	MAC origen	MAC destinació	Tipus Req/Resp	IP dst sol·licitada	IP origen	IP destinació	Tipus REQ/RES
1	m20	ff:ff:ff:ff:ff:ff	Req	88.88.90.1 (A1)			
2	a1	m20	Resp				
3	m20	a1			M20	S2	REQ
	[ a0	ff:ff:ff:ff:ff:ff	Req	E3 ]			
	[ e3	a0	Resp	]			
4	a0	e3			M20	S2	REQ
5	e1	ff:ff:ff:ff:ff:ff	Req	S2			
6	s2	e1	Resp				
7	e1	s2			M20	S2	REQ
8	s2	e1			S2	M20	RES
9	e3	a0			S2	M20	RES
10	a1	m20			S2	M20	RES

Ara es tracta d'afegir una xarxa inalàmbrica (WiFi) per als convidats. Es decideix instal·lar-la a la sub-xarxa X1. Es posa un punt d'accés que és un router WiFi amb NAT i s'assigna adreçament privat a les màquines de la WLAN utilitzant la xarxa 192.168.0.0/16. La configuració es mostra a la figura següent.



Un dispositiu portàtil P connectat a la WLAN fa un accés a "www.upc.edu"

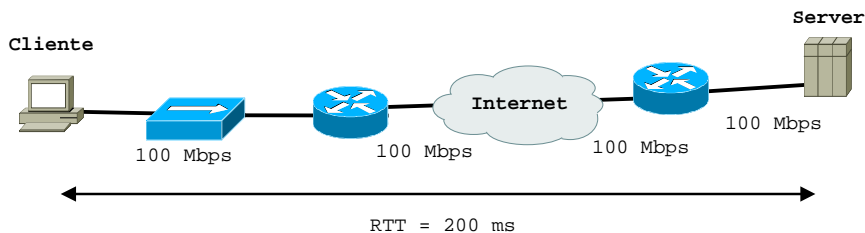
- f) (0,75 punts) Indica la seqüència de TOTS els datagrames IP dins la xarxa X1. Suposa que la xarxa porta temps funcionant i que tota la informació necessària sobre les adreces MAC (Ethernet) ja està disponible a les taules ARP corresponents.

Indica les suposicions que fas; per exemple, l'adreça IP corresponent a www.upc.edu és UPC, els ports del NAT són p1, p2, etc.

dispositiu	IP org	IP dst	Port org	Port dst	Missatge
P	192.168.3.3	88.88.88.5 (S5)	4444	53	DNS request
AP	88.88.88.254	88.88.88.5 (S5)	p1	53	DNS request
DNS (S5)	88.88.88.5 (S5)	88.88.88.254	53	p1	DNS reply
AP	88.88.88.5 (S5)	192.168.3.3	53	4444	DNS reply
P	192.168.3.3	UPC	5555 (>1023)	80	HTTP GET
AP	88.88.88.254	UPC	p2	80	HTTP GET
R	88.88.88.254	UPC	p2	80	HTTP GET
R	UPC	88.88.88.254	80	p2	HTTP page
AP	UPC	192.168.3.3	80	5555	HTTP page

## Pregunta 2. (2 puntos)

Un cliente está conectado a Internet a través de una red 100baseTX con eficiencia 100% y un router. Un Servidor está conectado a un router a 100 Mbps que da conexión a Internet. La conexión de ambos routers a Internet es de 100 Mbps de subida y bajada. El RTT es de 200 ms.



En dos momentos diferentes se han capturado las siguientes dos trazas.

```
10.2.2.1.1101 > 10.214.5.1.345: S 2132343:2132343(0) win 46653 <mss 1460,nop,nop,wscale 0>
10.214.5.1.345 > 10.2.2.1.1101: S 887821:887821(0) ack 2132344 win 12180 <mss 1460,nop,nop,wscale 0>
10.2.2.1.1101 > 10.214.5.1.345: . ack 1 win 46653
```

```
10.214.5.1.345 > 10.2.2.1.1101: . 38240:39700(1460) ack 222 win 12180
10.2.2.1.1101 > 10.214.5.1.345: . ack 39700 win 46653
10.214.5.1.345 > 10.2.2.1.1101: . 41160:42620(1460) ack 222 win 12180
10.2.2.1.1101 > 10.214.5.1.345: . ack 39700 win 46653
10.214.5.1.345 > 10.2.2.1.1101: . 45540:47000(1460) ack 222 win 12180
10.2.2.1.1101 > 10.214.5.1.345: . ack 39700 win 46653
10.214.5.1.345 > 10.2.2.1.1101: R 47000:47000(0) ack 222 win 12180
```

Se pide

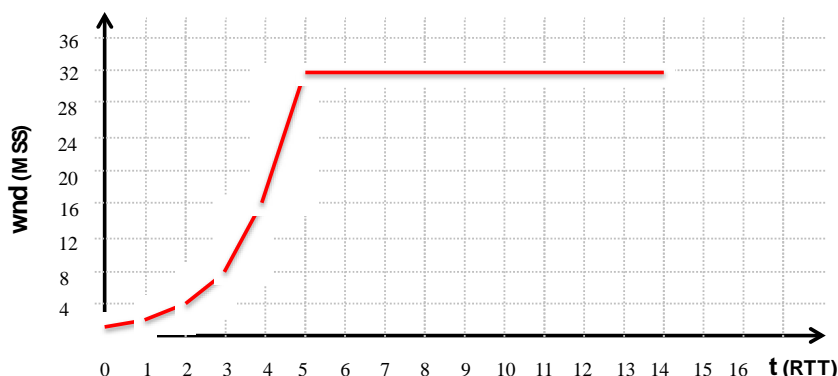
1) Identificar y justificar dónde se ha hecho la captura

Se ha capturado en el cliente porque no se ven todos los segmentos enviados por el servidor.

2) Razonar si han habido pérdidas y encontrar qué segmentos se han perdido

Se han perdido el 39700, 42620 y 44080

3) Suponiendo que no hay pérdidas, dibujar la evolución de la ventana de transmisión del Servidor en función del tiempo desde la transmisión del primer segmento y estimar la velocidad efectiva máxima en régimen estacionario



$$v_{ef} = \min(\text{enlace mas lento}, \text{awnd}/\text{RTT}) = \min(50 \text{ Mbps}, 46653 \cdot 8 / 0.2 = 1.87 \text{ Mbps}) = 1.87 \text{ Mbps}$$

4) Suponer que en esta transmisión siempre se pierde un segmento de cada 2 y que cuando se recibe un ack nuevo RTO se inicializa a RTT. Identificar

a) La ventana de transmisión máxima que se puede alcanzar

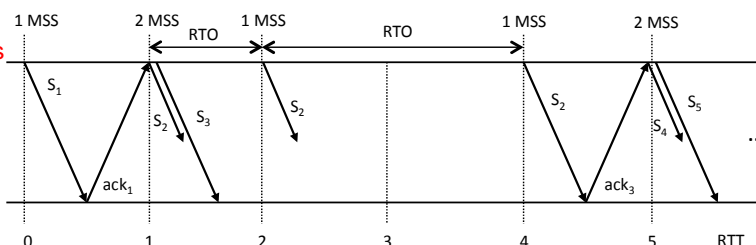
$$\text{wnd máxima} = 2 \text{ MSS} = 2920 \text{ bytes}$$

b) La velocidad media de transmisión

Se aceptan dos soluciones posibles según interpretación de "1 de cada 2".

1) Se envía un segmento con éxito, se pierde el segundo y el tercero llega bien. Salta el primer RTO (=RTT), se vuelve a enviar el segundo y se pierde (ya que el tercero había llegado bien). Salta el segundo RTO (=2RTT) y se vuelve a enviar el segundo que ahora llega bien y se repite el ciclo.

$$v_{med} = 2 \text{ MSS} / 4 \text{ RTT} = 2920 \cdot 8 / 0.8 = 29.2 \text{ kbps}$$



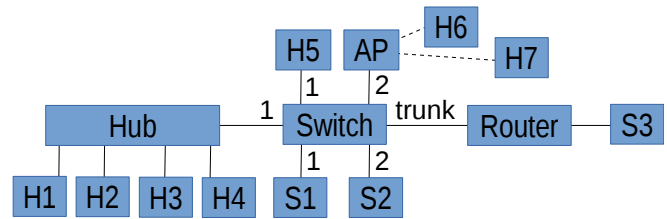
Examen final de Xarxes de Computadors (XC), Grau en Enginyeria Informàtica		9/1/2015	tardor 2014
Nombre:	Apellidos:	Grupo	DNI

Duración: 2h45m. El test se recogerá en 30 minutos. Responder los problemas en el mismo enunciado.

### Problema 3 (1,5 puntos)

Una organización dispone de la siguiente red local:

El switch utiliza las VLAN 1 y 2 configuradas según indican los números en cada puerto. Los PC están conectados por cable (H1-H5) y por WiFi (H6-H7) para comunicarse con los servidores: S1 en la VLAN1, S2 en la VLAN2, y tras un router S3 accesible para todos. Suponer que todas las conexiones tienen la misma velocidad (100 Mbps) y están configuradas de forma óptima.



1) Indica la lista de dispositivos de red que aparecerían en un broadcast (por ejemplo un ping) desde:

H1: **H1 H2 H3 H4 H5 S1 R**

H6: **H6 H7 S2 R**

S3: **R**

2) Indica la lista de dispositivos de red que atravesaría una trama Ethernet de:

H2 a S3: **H S R**

H5 a S2: **S R (cambio trama) S**

H7 a S1: **AP S R (cambio trama) S**

3) Si todos los PC (H\*) reciben tramas Ethernet (unicast) a la máxima velocidad y de forma sostenida del servidor en su VLAN respectiva (S1 para VLAN 1 y S2 para VLAN 2), calcula la velocidad de transferencia máxima (e indica brevemente el motivo) en:

S1 y S2 transmiten en VLANs distintas, por tanto la limitación está en 100 Mbps en cada VLAN y puerto.

H3: 100/4/2 Mbps (/4 debido al Hub, /2 debido al reparto entre dos puertos del Switch en VLAN 1)

H5: 100/2 Mbps (debido al reparto entre dos puertos del Switch en VLAN 1)

H6: 100/2 Mbps (debido al reparto por el AP, el switch no tiene efecto)

### Problema 4 (1 punto)

En el navegador de un PC se accede a la página <http://a.org/>

Supongamos que el PC tiene vacías las cachés de DNS y HTTP/1.1 y una conexión a Internet rápida. Los servidores DNS están conectados junto a los servidores web de cada dominio. Suponer un navegador sencillo y con "HTTP pipelining" activado por defecto.

Indica el número total de RTTs (los consecutivos) a esperar para presentar la página completa en cada caso si el contenido de la página es (nota: el tag <img> indica una imagen a incrustar, el resto de tags indican enlaces):

a) <html></html>

b) <html></html>

c) <html><a href="http://a.org/i.jpg">a</a> <a href="http://b.org/i.jpg">b</a></html>

d) <html> </html>

e) (sin pipelining) <html> </html>

f) <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><image><src>http://b.org/i.jpg</src></image>

Indica para cada caso el número de RTTs que corresponden a DNS (UDP), TCP, HTTP.

RTTs en:	DNS (UDP)	TCP	HTTP	Total
a	2	<=2	2	<=6
b	1	<=2	2	<=5
c	1	1	1	3
d	1	1	2	4
e	1	3	2	6
f	1	1	1	3