

XARXES (GEINF) CURS 2016/17
Recuperació del segon examen parcial teoria i problemes (8 de febrer de 2017)

Nom: _____

DNI: _____

La duració de l'examen és de 2 hores.

No es poden utilitzar apunts.

Test (5 punts)

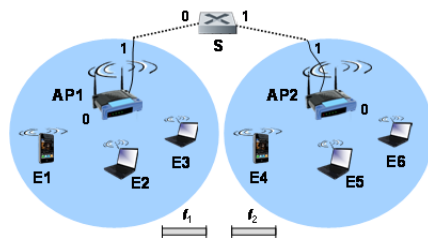
OPCIÓ A

Una resposta correcta suma 0.500 punts, una incorrecta resta 0.125 punts, i una no contestada suma zero. Fes servir la taula que tens a sota (les respostes que no estiguin a la taula no es comptaran).

Respostes

1)	a	b	c	d
2)	a	b	c	d
3)	a	b	c	d
4)	a	b	c	d
5)	a	b	c	d
6)	a	b	c	d
7)	a	b	c	d
8)	a	b	c	d
9)	a	b	c	d
10)	a	b	c	d

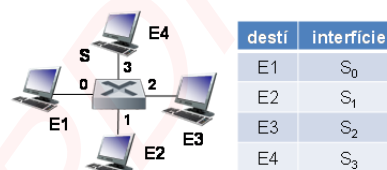
- 1) Quant a les xarxes de commutació de circuits (XCC) basades en la FDM (*Frequency Division Multiplexing*), la WDM (*Wavelength DM*) o la TDM (*Time DM*) digital síncrona, quina és CERTA?
- A través d'una XCC no es poden transportar fluxos de paquets.
 - En una XCC amb FDM o amb l'equivalent WDM, a cada enllaç hi viatja un senyal digital amb una seqüència de símbols digitals dividida en "trossos", i per transportar un flux se li assigna un d'aquests trossos a cada enllaç del camí.
 - En una XCC amb TDM digital síncrona, l'amplada de banda de cada enllaç està dividida en "trossos", i per transportar un flux se li assigna un d'aquests trossos a cada enllaç del camí.
 - Són exemples de XCC les "velles" xarxes de telefonia fixa (primer amb FDM i després amb TDM digital síncrona) i les "noves" xarxes òptiques (amb WDM).
- 2) La xarxa de la figura està formada per les estacions E1, E2... E6, el commutador *Ethernet* S i els Punts d'Accés Wi-Fi (ahora punts *Ethernet*/Wi-Fi) AP1 i AP2. Quina és CERTA?
- Quan la taula d'S està completa conté (amb el format [destí, interfície]): [@MAC AP1₀, S₀] i [@MAC AP2₀, S₁].
 - Quan la taula d'AP1 està completa conté (amb el format [destí, interfície]): [@MAC E1, E2 i E3, AP1₀] i [@MAC AP2₀, AP1₁].
 - Cada AP té una @MAC (o BSSID) diferent però es pot fer que tinguin el mateix identificador de xarxa Wi-Fi (o SSID).
 - Un paquet d'informació Wi-Fi enviat per E1 a E5 porta les adreces MAC d'E1, E5, AP1₀ i AP2₀.
- 3) En una xarxa de commutació de paquets amb circuit virtual (VC), quina és FALSA?
- Abans d'enviar-se paquets d'informació d'un determinat flux, cal que les taules de VCs dels commutadors del camí que es seguirà, tinguin una entrada corresponent a aquest flux.
 - Les taules d'encaminament es consulten durant la creació (l'establiment) d'un VC.
 - Per reenviar els paquets d'informació d'un flux, els commutadors no consulten les taules d'encaminament sinó les taules de VCs.
 - Si les taules d'encaminament canvien els paquets d'un VC aniran per un altre camí.



- 4) En una xarxa Wi-Fi amb una velocitat de transmissió de 54 Mbps, on $t_{AT} \equiv T_{ix}$ (t_{AT} és el temps d'anada i tornada entre estació i Punt d'Accés Wi-Fi, i T_{ix} és el temps de transmissió d'un paquet d'informació), quina és FALSA?
- Si només una estació transmetés, la velocitat efectiva o *throughput* que rebria seria 54 Mbps.
 - Si hi hagués tres estacions transmetent alhora, la velocitat efectiva o *throughput* que rebria cadascuna seria inferior a 18 Mbps, ja que possiblement hi haurien col·lisions, esperes, etc.
 - La velocitat efectiva o *throughput* és el valor mig de la velocitat dels paquets rebuts amb "èxit" durant un determinat període de temps.
 - Com que una xarxa Wi-Fi utilitza la tècnica CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*), es garanteix que la velocitat efectiva o *throughput* que aconsegueix una estació és sempre de 54 Mbps, independentment del trànsit.

- 5) La xarxa de la figura la formen les estacions E1, E2... E4 i el commutador Ethernet S (a la dreta, el contingut de la seva taula). Quina és FALSA?

- La taula d'S està completa.
- No hi haurà mai col·lisions.
- Cada estació té una taula amb l'adreça MAC de S.
- Si l'estació E1 no envia durant força temps, la seva entrada a la taula d'S s'esborrarà.



- 6) Suposem els següents missatges HTTP entre un client i un servidor web. Quina és FALSA?

Client a Servidor	Servidor a Client
GET /imatges/dibuix.jpg HTTP/1.1 Host: bcds.udg.edu User-Agent: Mozilla/5.0 ... Firefox/51.0 Accept: text/html, application/xhtml+xml... Accept-Language: ca,en-US;q=0.7,en;q=0.3 Connection: keep-alive ...	HTTP/1.1 404 Not Found Date: Mon, 06 Feb 2017 13:36:29 GMT Server: Apache/2.2.14 (Ubuntu) Content-Length: 244 Keep-Alive: timeout=15, max=100 Connection: Keep-Alive Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1 ...

- El client demana un objecte amb URL `http://bcds.udg.edu/imatges/dibuix.jpg`.
 - El client es troba a l'estació de nom DNS `bcds.udg.edu`.
 - El client i el servidor han establert una connexió TCP persistent, és a dir, que es manté oberta per si el client fa noves peticions, i que es tanca per *timeout* si no hi ha activitat.
 - El servidor respon al client que no té l'objecte demanat.
- 7) Una organització té assignat el prefix d'adreces IP amb adreça de xarxa 84.88.154.0 i *mask* (màscara) 255.255.254.0. Si es fa *subnetting*, aquesta xarxa es pot dividir en:
- Dues xarxes, prefixos 84.88.154.0/23 i 84.88.155.0/23.
 - Dues xarxes, prefixos 84.88.154.0 i *mask* 255.255.255.0 i 84.88.154.1 i *mask* 255.255.255.0.
 - Dues xarxes, prefixos 84.88.154.0/24 i 84.88.154.128/24.
 - Tres xarxes, prefixos 84.88.154.0/25, 84.88.154.128/25 i 83.88.155.0/24.
- 8) Quant al protocol ICMP (*Internet Control Message Protocol*), quina és CERTA?
- ICMP, un protocol que serveix per notificar errors en el lliurament de paquets IP i altres informacions relacionades, va dins paquets IP amb #protocol 6.
 - Quan un *router* rep un paquet IP, li reescriu el camp TTL restant-li u, i si surt 0, no el reenvia (el descarta); llavors el *router* envia a l'adreça destí un paquet ICMP indicant-ho.
 - Quan un *router* rep un paquet IP, li llegeix l'adreça destí i la busca a la taula d'encaminament per saber a on reenviar-lo; si no la troba, envia a l'adreça origen un paquet ICMP indicant-ho.
 - Quan una estació rep un paquet TCP o UDP amb un #port destí que no està associat a cap *socket*, no envia a l'adreça origen un paquet ICMP per indicar-ho sinó un paquet TCP o UDP.

9) Quina és FALSA?

- No hi ha cap estació a Internet amb una adreça IP dins el rang corresponent a 192.168.0.0/16.
- Si una estació que pertany a una xarxa IP que té el prefix 130.206.124.128/26 envia un paquet IP a 130.206.124.191, el paquet arriba a totes les estacions i *routers* de la xarxa, i si l'envia a 255.255.255.255 també.
- Quan a un *socket* (TCP o UDP) se li assigna l'adreça IP 0.0.0.0, se li estan assignant alhora totes les adreces IP de l'estació, i per tant podrà rebre paquets dirigits a qualsevol d'elles.
- Si una estació envia un paquet IP a 127.0.0.1, el paquet s'envia via la interfície de *loopback* cap a la xarxa, i llavors els dispositius de xarxa el retornen a l'estació via aquesta mateixa interfície.

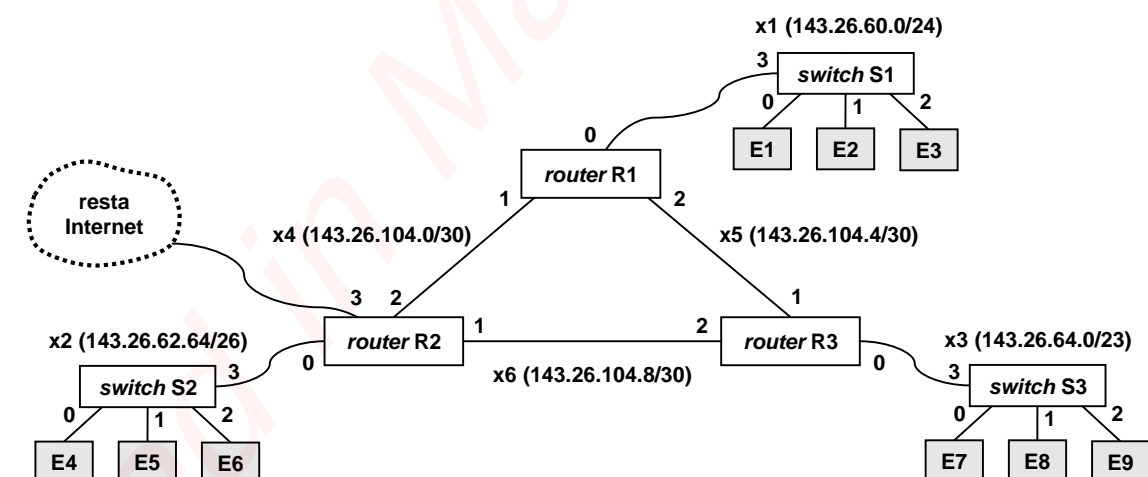
10) Un *router* R té dues interfícies de xarxa i la següent taula d'encaminament IP. Quina és CERTA?

destí	següent	interfície
100.100.100.0/24	directe	R ₀ (100.100.100.1)
100.100.101.0/24	directe	R ₁ (100.100.101.1)
resta	100.100.101.2	R ₁ (100.100.101.1)

- Un paquet amb adreça origen 100.100.101.25 i adreça destí 100.100.100.30 serà reenviat pel *router* a través de la interfície R_1 cap a 100.100.100.30.
- Un paquet amb adreça origen 100.100.100.7 i adreça destí 100.100.101.15 serà reenviat pel *router* a través de la interfície R_0 cap a 100.100.101.15.
- Un paquet amb adreça origen 100.100.100.3 i adreça destí 200.200.200.7 serà reenviat pel *router* a través de la interfície R_1 cap a 100.100.101.2.
- Un paquet amb adreça origen 84.35.10.49 i adreça destí 100.100.100.7 serà reenviat pel *router* a través de la interfície R_1 cap a 100.100.101.2.

Exercici (5 punts)

La xarxa d'una organització (veieu la figura) està formada per les estacions E1, E2, ...E9, els commutadors *Ethernet* S1, S2 i S3, i els *routers* R1, R2 i R3, units entre si per línies sèrie (amb el protocol *Point-to-Point Protocol* o PPP). Les adreces MAC de totes les interfícies es troben a les taules de sota.



interficie	@MAC
E1	00-13-D4-55-DF-E4
E2	00-13-A9-3E-78-D1
E3	00-AA-C3-78-4E-02
R1 ₀	00-11-D8-62-E5-7E

interficie	@MAC
E4	00-F4-E5-B1-23-B5
E5	00-1B-2A-0E-F3-00
E6	00-34-D6-11-AB-6D
R2 ₀	00-1D-60-EE-4F-5F

interfície	@MAC
E7	00-16-B6-F7-A1-E5
E8	00-16-B6-83-E4-51
E9	00-AD-33-19-7B-03
R3 ₀	00-23-F4-62-F8-AA

El *router* R2 uneix la xarxa de l'organització a la resta d'Internet. La seva interfície R2₃ és ADSL, té l'adreça IP 31.42.53.133, la màscara 255.255.255.128 i un únic "següent" *router* d'adreça IP 31.42.53.189. Els prefixos de cada xarxa IP de l'organització es troben a la figura.

Es demana el següent:

- a) Quantes xarxes IP hi ha a l'organització i qui en forma part (és a dir, els que tenen adreça IP)?
- b) Escriuiu el rang d'adreces IP de cada xarxa IP.
- c) Feu l'assignació de les adreces IP (feu servir la notació @IPE1, @IPR1₀, etc.).
- d) Escriuiu les taules d'encaminament IP de l'estació E4 i dels *routers* R2 i R3, segons el criteri del camí més curt mesurat en nombre de salts. Feu servir el format [destí, següent, interfície], i indiqueu tant el nom (és a dir, x1, E1, R1₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- e) Supposeu que les taules dels commutadors S1, S2 i S3 estan totalment completes, i escriuiu el contingut de la taula de S1. Feu servir el format [destí, interfície], i indiqueu tant el nom (és a dir, E1, R1₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- f) Supposeu que darrerament l'estació E4 només ha enviat paquets IP a E6, E1 i E8, i escriuiu el contingut de la seva taula ARP. Feu servir el format [@IP, @MAC], i indiqueu tant el nom (és a dir, E1, R1₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- g) En el supòsit dels apartats anteriors, expliqueu com es transporta un paquet IP des de l'estació E4 fins a l'E8, és a dir, expliqueu com actuen les estacions i dispositius de xarxa implicats (commutadors i *routers*; consulta en taules; a quines estacions arriba un paquet, etc.), i dibuixeu els paquets IP i ARP que es generen (amb adreces, etc.; feu servir la notació @IPE1, @IPR1₀, @MACE1, @MACR1₀, etc.).

NOTA:

- Els commutadors S1, S2 i S3 no són dispositius de xarxa gestionables remotament.
- Feu servir la següent notació: @IPx1 per al prefix de la xarxa IP x1, @IPE1 per a l'adreça IP (@IP) de l'estació E1, @IPR1₀ per a l'@IP de la interfície 0 del *router* R1, @MACE1 per a l'adreça MAC (@MAC) de l'estació E1, @MACR1₀ per a l'@MAC de R1₀, etc.
- El format "resumit" d'un paquet *Ethernet* (*Ethernet* II o IEEE 802.3 *Ethernet* + IEEE 802.2 LLC) és

delim.	altres	@destí	@origen	@prot.sup	info.	CE
--------	--------	--------	---------	-----------	-------	----

on "@prot.sup." indica el protocol usuari i "info." és el paquet del protocol usuari (IP, ARP, etc.).
- El format "resumit" d'un paquet PPP és

delim.	altres	protocol	info.	CE
--------	--------	----------	-------	----

on "protocol" indica el protocol usuari i "info." és el paquet del protocol usuari (IP, LCP, etc.).
- El format "resumit" d'un paquet IP (IPv4) és

altres	@origen	@destí	#protocol	CE	info.
--------	---------	--------	-----------	----	-------

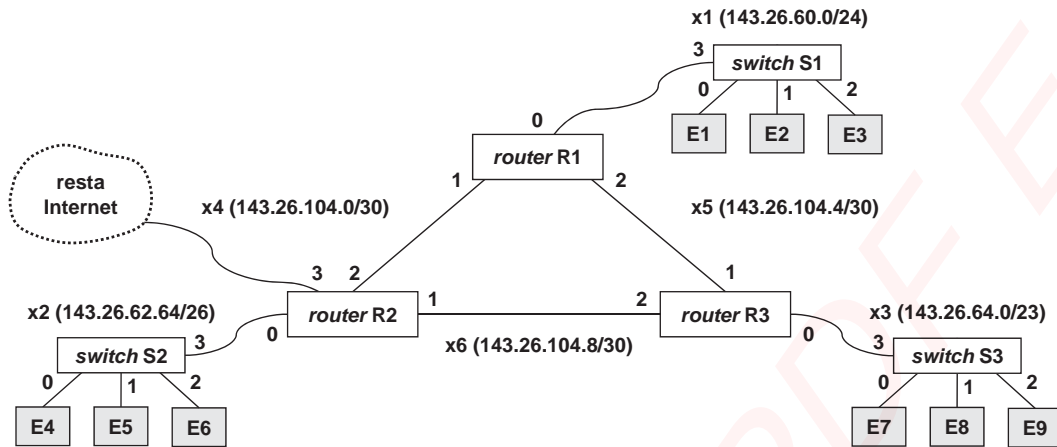
 (CE no inclou "info."),
on "#protocol" indica el protocol usuari i "info." és el paquet del protocol usuari (TCP, UDP, etc.).
- El format "resumit" dels paquets ARP és

altres	tipus	@MACorigen	@IPorigen	@MACdestí	@IPdestí
--------	-------	------------	-----------	-----------	----------

on "tipus" indica el seu significat (petició o resposta).

Quines xarxes IP hi ha? (i)

Una xarxa IP és un conjunt d'interfícies (de nodes, és a dir, *hosts* o *routers*) que tenen un mateix prefix d'@IP



Quins "elements" tenen capa IP? Estacions i *routers*, és a dir, les estacions Ex i els *router* Rx. A sota d'IP, tots tenen una capa de xarxa *Ethernet* o PPP o ADSL. Recordeu que cada capa de xarxa té les seves pròpies adreces de xarxa, p.e., a *Ethernet*, les adreces MAC (IEEE 802 EUI-48).

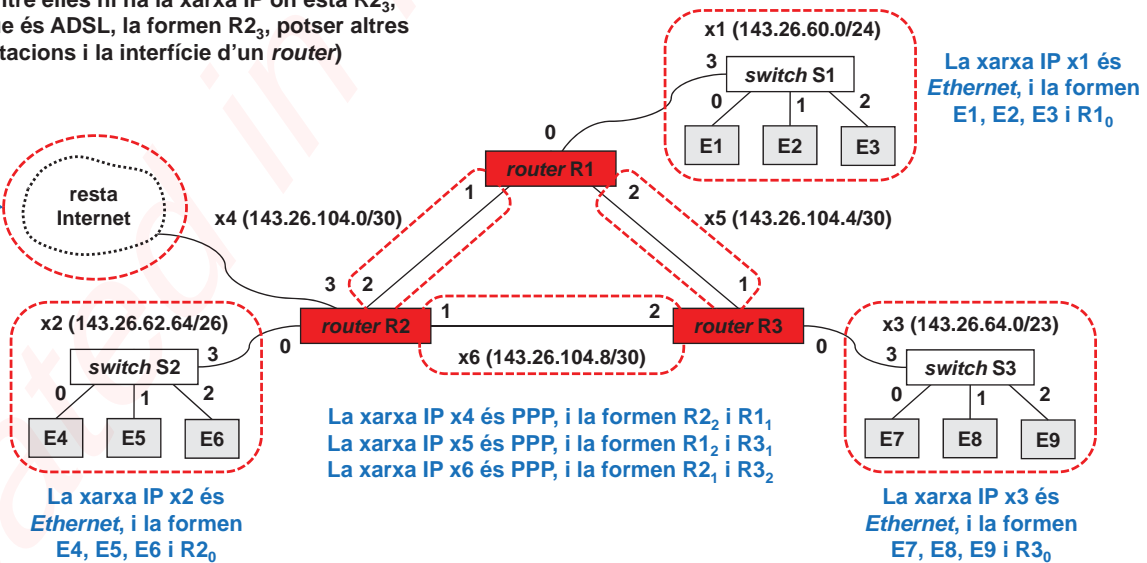
Quins "elements" no tenen capa IP? Els *switchs Ethernet* Sx. A més un *switch* no té adreça MAC. Dit això, si un *switch* fos configurable remotament, llavors sí tindria una @IP, capa IP, etc., i una @MAC.

Quines xarxes IP hi ha? (ii)

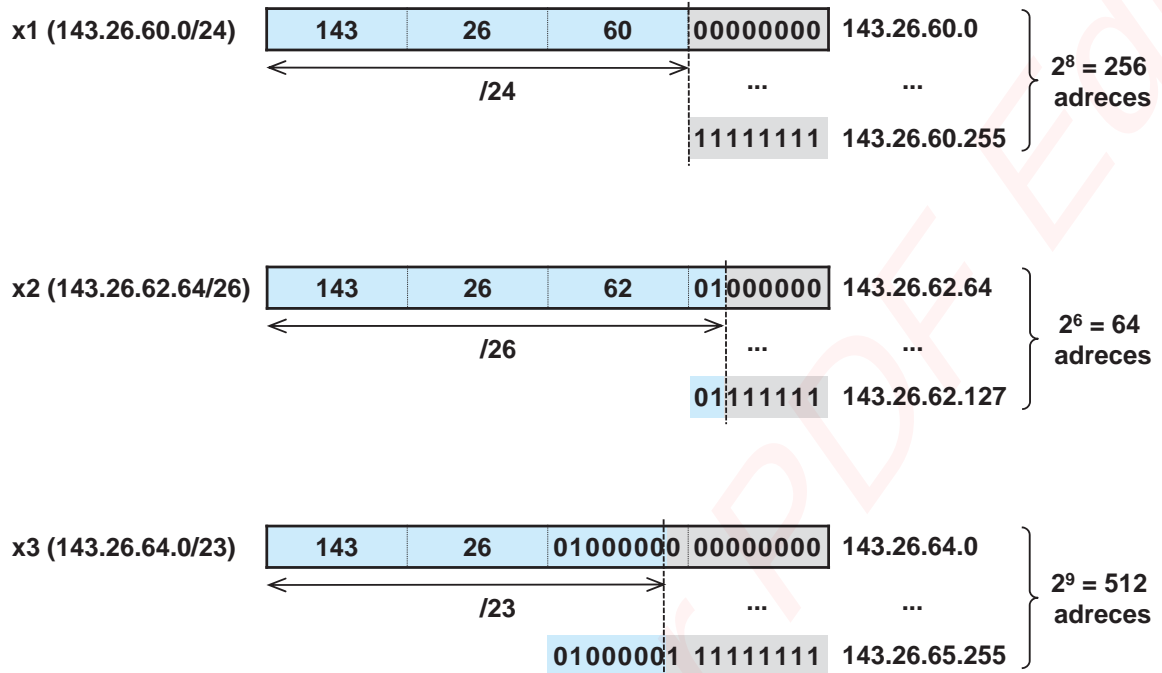
Això (resta d'Internet), de fet, són moltíssimes xarxes IP unides per *routers*

(entre elles hi ha la xarxa IP on està R₂, que és ADSL, potser altres estacions i la interfície d'un *router*)

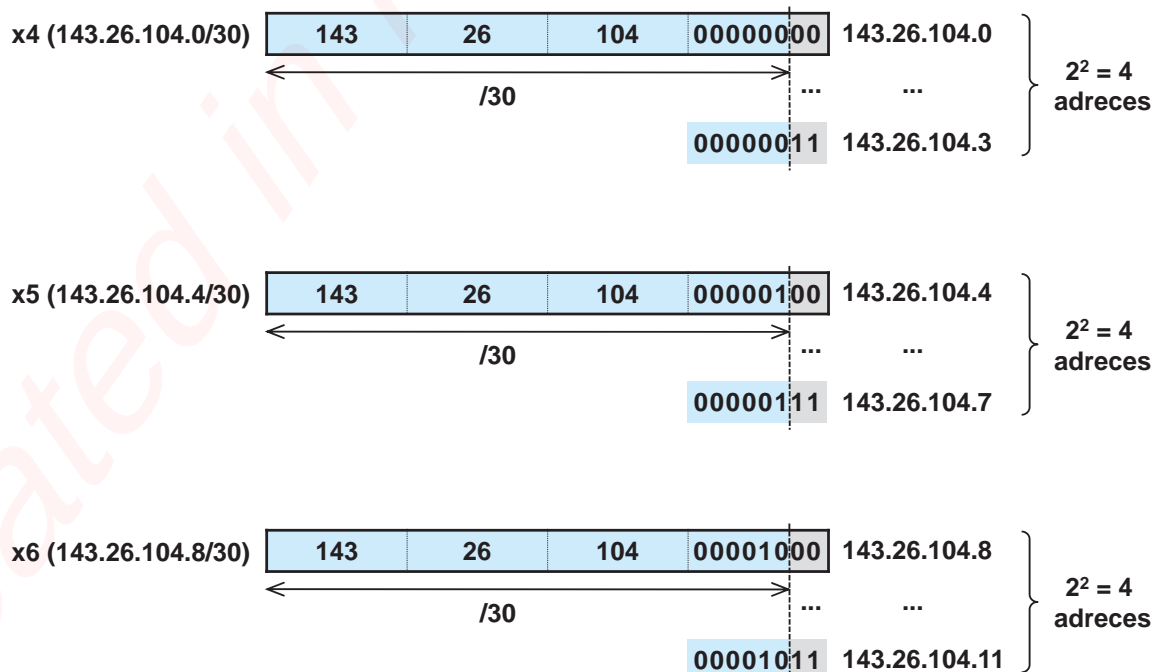
Una xarxa IP és un conjunt d'interfícies (de nodes, és a dir, *hosts* o *routers*) que tenen un mateix prefix d'@IP



Rang d'adreces IP de cada xarxa IP (i)

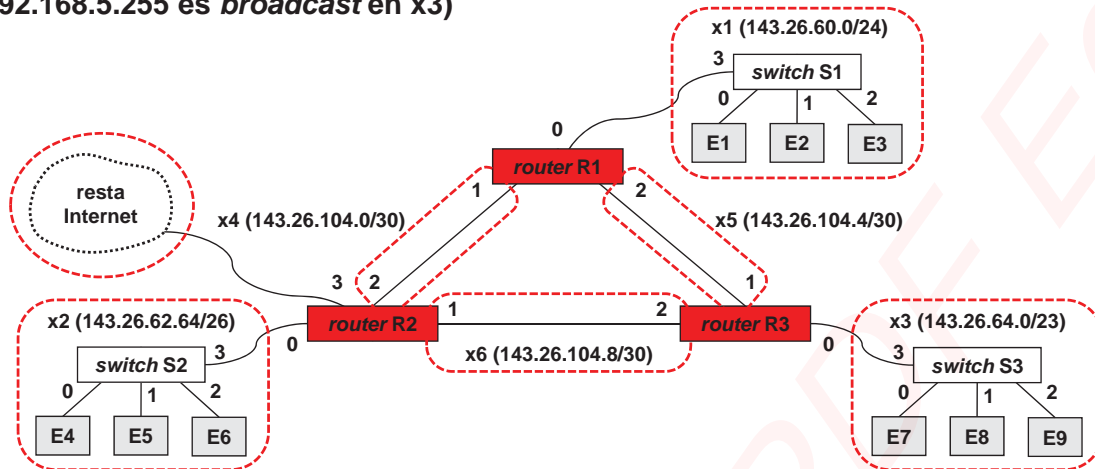


Rang d'adreces IP de cada xarxa IP (ii)



Assignació d'adreces IP

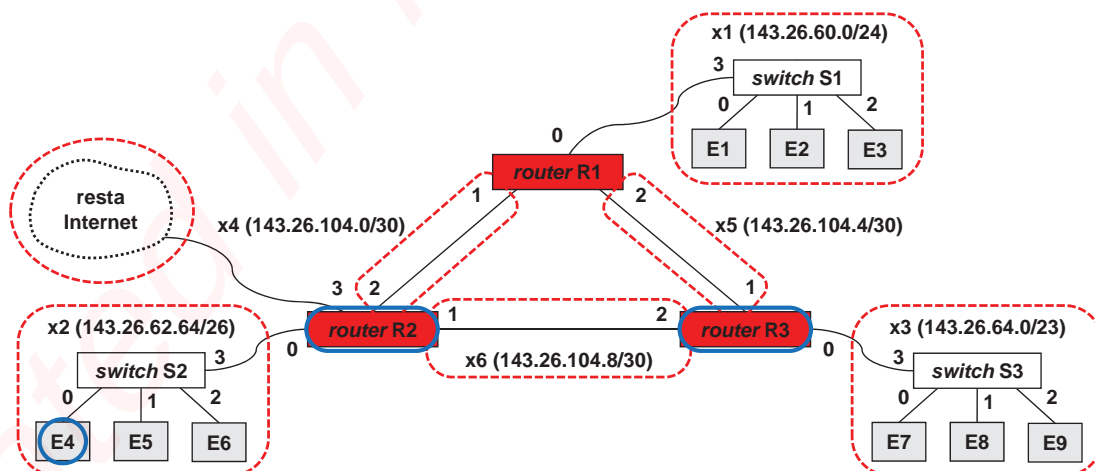
- Les adreces d'un rang es poden assignar a interfícies de *hosts* i *routers* de cada xarxa IP com es vulgui, excepte 2: la primera (prefix+0s) indica la xarxa IP (p.e., 192.168.4.0 a la xarxa x3) i l'última (prefix+1s) indica *broadcast* a la xarxa IP (p.e., 192.168.5.255 és *broadcast* en x3)



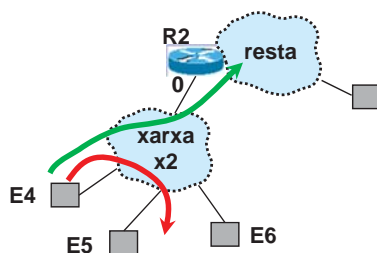
- P.e., una possible assignació seria:

- (x1): @IPR₁₀ = 143.26.60.1 @IPE₁ = 143.26.60.2, @IPE₂ = 143.26.60.3, @IPE₃ = 143.26.60.4
 - (x2): @IPR₂₀ = 143.26.62.65 @IPE₄ = 143.26.62.66, @IPE₅ = 143.26.62.67, @IPE₆ = 143.26.62.68
 - (x3): @IPR₃₀ = 143.26.64.1 @IPE₇ = 143.26.64.2, @IPE₈ = 143.26.64.3, @IPE₉ = 143.26.64.4
 - (x4): @IPR₁₁ = 143.26.104.1, @IPR₂₂ = 143.26.104.2
 - (x5): @IPR₁₂ = 143.26.104.5, @IPR₃₁ = 143.26.104.6
 - (x6): @IPR₂₁ = 143.26.104.9, @IPR₃₂ = 143.26.104.10
- (R₃ no forma part d'aquestes xarxes; ens diuen que té @IP 31.42.53.133)

Taules d'encaminament IP: E4, R2 i R3



Taules d'encaminament IP: E4



Ei! El *switch Ethernet S2* de la xarxa x2 no en sap d'IP (no té capa IP ¹), sinó només sap *Ethernet*! Té una taula [destí, interfície] amb les 4 @MAC de R2₀, E4, E5 i E6!

si el destí és algú de la meua xarxa, el lliurament és directe:
següent = destí ("directe")

Són R2₀, E4, E5 i E6, i també la resta d'@IPs
"lliures" del rang de 64 @IP d'x2 ²

si el destí és algú altre, el lliurament és indirecte via *router*:
següent = *router*_i (la interfície del *router* a la meua xarxa)

estació E4			
	destí	següent	interfície
64 destins 2 ³² - 64	x1 (143.26.62.64/26)	directe	E4 (143.26.62.66)
	resta	R2 ₀ (143.26.62.65)	E4 (143.26.62.66)

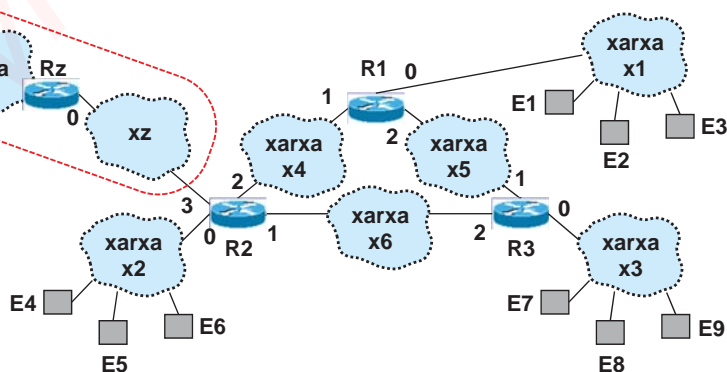
¹ De fet, si fos un *switch* configurable remotament, llavors sí tindria una @IP, capa IP, etc., i també una @MAC. Es modelaria com una "nova" estació, p.e. "E10", connectada al *switch*

² Recordeu que les @IP "lliures" cap altra xarxa IP les pot fer servir

Taules d'encaminament IP: R2

A la resta d'Internet hi ha moltíssimes xarxes IP unides per *routers*. Entre elles la xarxa IP on està R2₃: en diem la xarxa xz, és ADSL, la formen R2₃, potser altres estacions i la interfície d'un *router* que p.e., en diem R2₁

@IPR2₃ = 31.42.53.133, mask
255.255.255.128
⇒ xarxa xz: 31.42.53.128/25
Hi ha un únic "següent" *router* R2₁
amb @IPR2₀ = 31.42.53.189



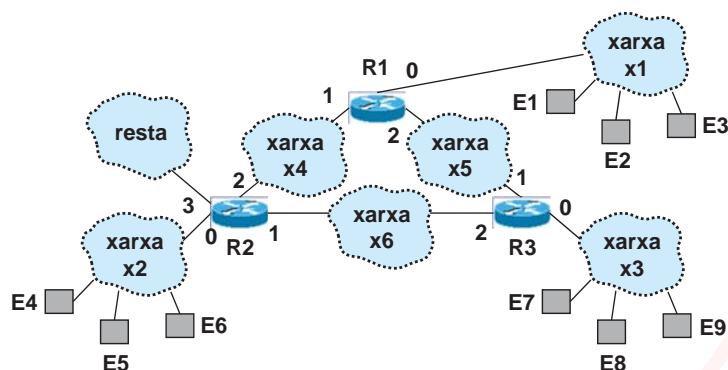
router R2		
destí	següent	interfície
x2 (143.26.62.64/26)	directe	R2 ₀ (143.26.62.65)
x4 (143.26.104.0/30)	directe	R2 ₂ (143.26.104.2)
x6 (143.26.104.8/30)	directe	R2 ₁ (143.26.104.9)
x1 (143.26.60.0/24)	R1 ₁ (143.26.104.2)	R2 ₂ (143.26.104.2)
x3 (143.26.64.0/23)	R3 ₂ (143.26.104.6)	R2 ₁ (143.26.104.9)
x5 (143.26.104.4/30)	R1 ₁ (143.26.104.2)	R2 ₂ (143.26.104.2)
xz (31.42.53.128/25)	directe	R2 ₃ (31.42.53.133)
resta	R2 ₀ (31.42.53.189)	R2 ₃ (31.42.53.133)

Per R3 és més llarg

Per R1 és més llarg

O bé per R3

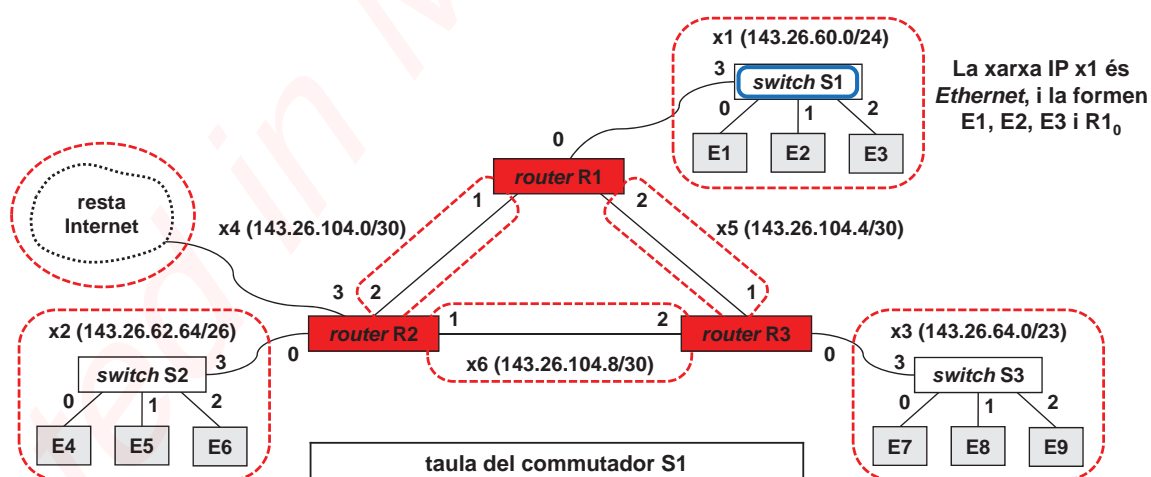
Taules d'encaminament IP: R3



router R3		
destí	següent	interfície
x3 (143.26.64.0/23)	directe	R3 ₀ (143.26.64.1)
x5 (143.26.104.4/30)	directe	R3 ₁ (143.26.104.6)
x6 (143.26.104.8/30)	directe	R3 ₂ (143.26.104.10)
x1 (143.26.60.0/24)	R1 ₂ (143.26.104.5)	R3 ₁ (143.26.104.6)
x2 (143.26.62.64/26)	R2 ₁ (143.26.104.9)	R3 ₂ (143.26.104.10)
x4 (143.26.104.0/30)	R1 ₂ (143.26.104.5)	R3 ₁ (143.26.104.6)
resta	R2 ₁ (143.26.104.9)	R3 ₂ (143.26.104.10)

Taula del switch S1

... quan la taula de S1 està completa



taula del commutador S1	
destí	interfície
E1 (00-13-D4-55-DF-E4)	S1 ₀
E2 (00-13-A9-3E-78-D1)	S1 ₁
E3 (00-AA-C3-78-4E-02)	S1 ₂
R1 ₀ (00-11-D8-62-E5-7E)	S1 ₃

Les taules indiquen la "interfície" (port) on es troba una estació "destí", és a dir, la "interfície" a la qual cal reenviar un paquet dirigit a "destí"

La taula local ARP d'E4...

... si darrerament* l'estació E4 només ha enviat paquets IP a E6, E1 i E8

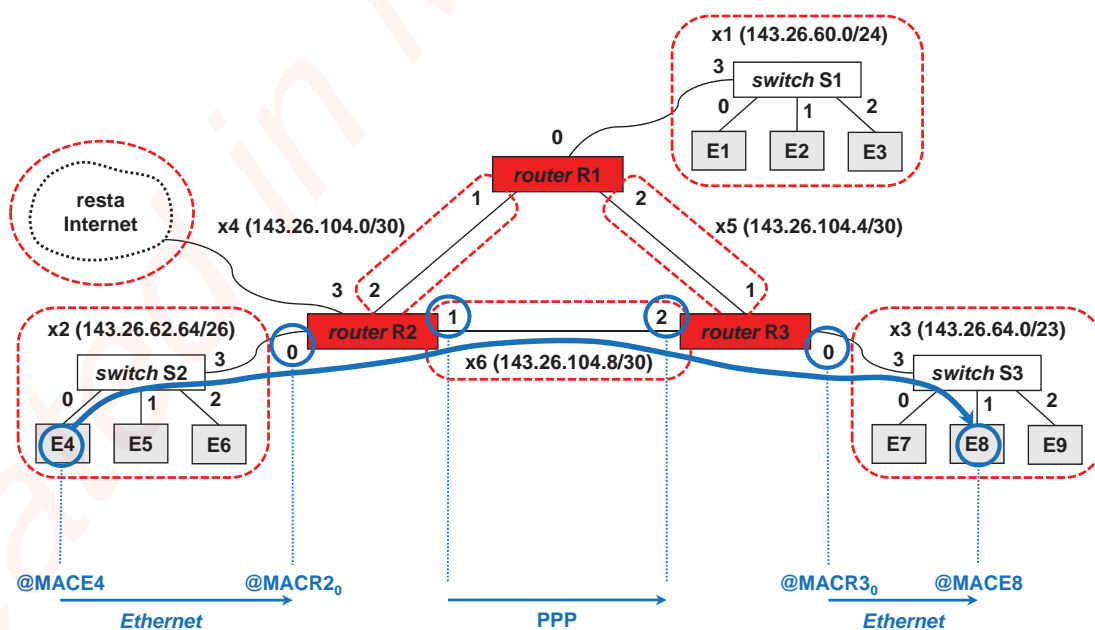
- Darrerament* E4 només ha enviat paquets IP a E6, E1 i E8
- El camí seguit per aquests paquets ve donat per les taules d'encaminament IP
 - E4 → E6: E4 – E6, on el “següent” = “directe”, és a dir E6
 - E4 → E1: E4 – R2 – R1 – E1, on el “següent” = R2₀
 - E4 → E8: E4 – R2 – R3 – E8, on el “següent” = R2₀
- E4, per enviar-ho al “següent”, haurà fet servir les @MAC d'E6 i R2₀, i per tant la seva taula ARP només conté aquestes entrades:

estació E4		
	@IP	@MAC
E6	E6 (143.26.62.68)	E6 (00-34-D6-11-AB-6D)
R2 ₀	R2 ₀ (143.26.62.65)	R2 ₀ (00-1D-60-EE-4F-5F)

- **Fixeu-vos també que a la taula local ARP de R1 hi haurà l'entrada corresponent a E1, i que a la taula local ARP de R3 hi haurà l'entrada corresponent a E8**

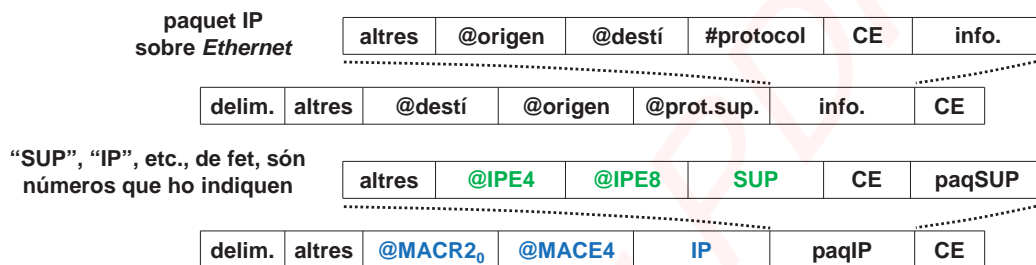
* Recordeu que les entrades de la taula tenen un temps de vida, passat el qual s'esborren

Transport d'un paquet IP d'E4 a E8 (i)



Transport d'un paquet IP d'E4 a E8 (ii)

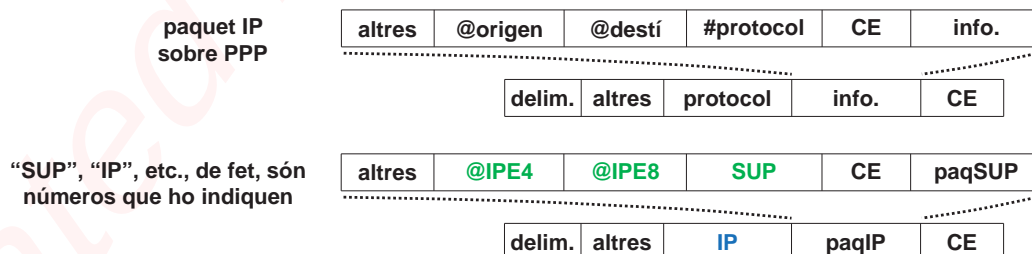
- La capa superior "SUP" (p.e., TCP, UDP, etc.) usuària de la capa IP d'E4 vol enviar un paquet "paqSUP" a l'"@IPdestí" = @IPE8
 - la **capa "SUP"** crida **IPEnv(@IPE6, "paqSUP")**; la capa IP construeix un paquet amb @origen=@IPE4, @destí=@IPE8, #prot="SUP", info="paqSUP", etc., i consulta la taula d'encaminament IP per saber "següent": per @IPE8 = 143.26.64.3 la 2a línia aplica ("resta"), i llavors següent = R2₀, amb @IPR2₀=143.26.62.65; ara la capa IP cridaria **ETHenv(@MACR2₀, "paqIP")** però no sap l'@MACR2₀
 - per descobrir-ho la **capa IP crida a ARPresa(@MACR2₀?, @IPR2₀)**; la capa ARP ho busca primer a la seva taula local ARP, i si no hi fos es faria servir ARP... En aquest cas **SÍ** hi és: @IPR2₀ (143.26.62.65) ---- @MACR2₀ (00-1D-60-EE-4F-5F)
 - la **capa IP crida ETHenv(@MACR2₀, "paqIP")**; la capa **Ethernet** construeix un paquet amb @origen=@MACE4, @destí=@MACR2₀, type="IP", info="paqIP", etc., i l'envia



- el paquet **Ethernet** arriba al **switch S2** (per la interfície 0), que llegeix que l'@destí = @MACR2₀, consulta la seva taula, i el reenvia només a la interfície 3, cap a R2₀

Transport d'un paquet IP d'E4 a E8 (iii)

- El **router R2** (via R2₀) rep el paquet **Ethernet**, el desencapsula, i extrau el paquet IP. Ha de reenviar un paquet IP dirigit a l'"@IPdestí" = @IPE8
 - la capa IP consulta la taula d'encaminament IP per saber el "següent": per @IPE8 = 143.26.64.3 la 5a línia aplica ("xarxa x6"), i llavors **següent = R3₂**, amb @IPR3₂ = 143.26.104.10; ara la capa IP haurà de cridar **PPPEnv("paqIP")**
 - la **capa IP crida a PPPEnv("paqIP")** per enviar via R2₁ (cap a R3₂); la capa PPP construeix un paquet amb protocol="IP", info="paqIP", etc., i l'envia via R2₁



- el paquet PPP arriba al **router R3** (a la interfície R3₂)

Transport d'un paquet IP d'E4 a E8 (iv)

- El **router R3** (via R3₂) rep el paquet PPP, el desencapsula, i extrau el paquet IP. Ha de reenviar un paquet IP dirigit a l'“@IPdestí” = @IPE8
 - la capa IP consulta la taula d'encaminament IP per saber el “següent”: per @IPE8 = 143.26.64.3 la 1a línia aplica (“xarxa x3”), i llavors **següent = directe**, és a dir, següent = E8 (amb @IPE8 = 143.26.64.3), al destí E8 directament, via la interfície R3₀; ara la capa IP haurà de cridar ETHenv(@MACE8, “paqIP”) via R3₀ però no sap l'@MACE8
 - per descobrir-ho la **capa IP crida a ARP**resol(@MACE8?, @IPE8); la capa ARP ho busca primer a la seva taula local ARP, i si no hi fos es faria servir ARP. En aquest cas SÍ hi és: @IPE8 (143.26.64.3) ---- @MACE8 (00-16-B6-83-E4-51)
 - la **capa IP crida ETHenv(@MACE8, “paqIP”)** via R3₀; la capa *Ethernet* construeix un paquet amb @origen=@MACR3₀, @destí=@MACE8, type=“IP”, info=“paqIP”, etc., i l'envia via R3₀

paquet IP
sobre *Ethernet*

altres	@origen	@destí	#protocol	CE	info.
--------	---------	--------	-----------	----	-------

delim.	altres	@destí	@origen	@prot.sup.	info.	CE
--------	--------	--------	---------	------------	-------	----

“SUP”, “IP”, etc., de fet, són
números que ho indiquen

altres	@IPE4	@IPE8	SUP	CE	paqSUP
--------	-------	-------	-----	----	--------

delim.	altres	@MACE8	@MACR3 ₀	IP	paqIP	CE
--------	--------	--------	---------------------	----	-------	----

- el paquet *Ethernet* arriba al *switch* S3 (per la interfície 3), que llegeix que l'@destí = @MACE8, consulta la seva taula, i el reenvia només a la interfície 1, cap a E8