

XARXES (GEINF) CURS 2016/17
Segon examen parcial teoria i problemes (20 de gener 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).

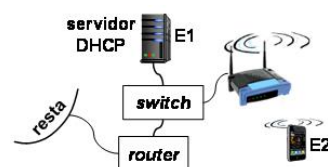
Respostes

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 un *switch* (commutador) *Ethernet*, quina és FALSA?
 - a. Reenvia un paquet via només una interfície, la que porta a l'estació destí, o bé via totes les interfícies excepte la interfície entrant, si el destí no és a la taula, és de multicast o *broadcast*.
 - b. Té una adreça MAC.
 - c. La seva taula no s'ha de configurar ja que l'aprèn ell mateix a partir dels paquets entrants.
 - d. Una xarxa *Ethernet* formada per un *switch*, amb només una estació a cada interfície, units en mode *full-duplex*, és una xarxa de commutació.
- 2) Quant a les tècniques d'accés múltiple, quina és FALSA?
 - a. Són estratègies per decidir com repartir entre les estacions la línia de transmissió única en una xarxa de difusió.
 - b. La detecció de col·lisions en una xarxa *Ethernet* (de difusió) es basa en "escoltar mentre es transmet".
 - c. La detecció de col·lisions en una xarxa Wi-Fi es basa en "esperar una confirmació".
 - d. No hi ha tècniques d'accés múltiple sense col·lisions.
- 3) Quant a les xarxes de commutació de paquets amb la tècnica de datagrama, quina és FALSA?
 - a. Per descobrir l'enllaç de sortida on reenviar, el node llegeix l'adreça de destí del paquet i consulta la taula d'encaminament.
 - b. La capa IP d'Internet i l'*Ethernet* commutada en són exemples.
 - c. Paquets consecutius d'un mateix flux poden seguir camins diferents si l'encaminament canvia.
 - d. Els nodes mantenen una taula de circuits o connexions establertes.
- 4) Quant a l'aplicació DNS, quina és FALSA?
 - a. Totes les adreces IP d'Internet tenen associat un nom DNS.
 - b. Quan un usuari vol veure la pàgina *web* <http://bcds.udg.edu/xc.html>, el navegador primer pregunta al servidor DNS local de l'organització l'adreça IP del nom DNS bcds.udg.edu.
 - c. Els noms DNS estan organitzats de manera jeràrquica (arbre) i la informació (nom DNS, adreça IP) es troba dividida en "branques" (de l'arbre), cadascuna mantinguda en un servidor DNS.
 - d. Una estació fa preguntes DNS al servidor DNS local de la seva organització (la seva adreça IP forma part de la configuració de l'estació, el protocol és UDP i el número de port és 53) i aquest ho pregunta als servidors DNS d'Internet.

- 5) Quant a les xarxes *Ethernet* i Wi-Fi, quina és FALSA?
- A les xarxes *Ethernet* actuals (amb *switchs* i *full-duplex*) no hi ha col·lisions mentre que a les xarxes Wi-Fi sí que n'hi ha.
 - Donada una targeta *Ethernet* i una altra Wi-Fi, les seves adreces tenen el mateix format (IEEE EUI-48), però tot i ser xarxes diferents, segur que aquestes dues adreces no són iguals.
 - Una xarxa *Ethernet* i una xarxa Wi-Fi només es poden unir a través d'un *router* IP.
 - Les interfícies *Ethernet* d'un *switch* no tenen adreça però la interfície Wi-Fi d'un *Access Point* sí.
- 6) Una xarxa de commutació de circuits amb TDM (*Time Division Multiplexing*) digital síncrona proporciona circuits de 3 Mbps. Quina és FALSA?
- A cada enllaç hi ha un senyal digital amb una velocitat de transmissió que té un valor múltiple de 3 Mbps.
 - 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 un determinat enllaç la trama TDM té una duració de 3 ms i està formada per 3 canals temporals de 3000 bits cadascun.
 - Un circuit és una "concatenació" de canals temporals, un a cada enllaç del camí escollit.
- 7) Quant als *routers* que fan NAT (*Network Address Translation*), quina és FALSA?
- Un *router* NAT té una interfície a la xarxa interna i una altra a Internet, però des del punt de vista d'Internet és vist com una estació, no com un *router*.
 - Un *router* NAT manté una taula que relaciona adreces de *sockets* seus (@IP externa d'Internet, TCP/UDP, número de port) amb adreces de *sockets* de les estacions internes.
 - La xarxa interna té un rang d'adreces privat (p.e., 192.168.0.0/16) i no forma part d'Internet.
 - No és possible fer que un servidor a una estació interna sigui accessible des d'Internet.
- 8) En una estació E un usuari executa la comanda "ping www.udg.edu". Quina és FALSA?
- L'usuari vol comprovar la connectivitat a nivell de xarxa entre l'estació E i l'estació de nom www.udg.edu, i la seva qualitat (temps i pèrdues d'anada i tornada).
 - A l'estació E l'aplicació ping primer "fa de client DNS" per resoldre el nom www.udg.edu, i després envia periòdicament un paquet a l'estació de nom www.udg.edu, i llavors espera rebre un paquet de resposta.
 - A l'estació de nom www.udg.edu, un altre usuari ha engegat un servidor de ping que espera rebre un paquet, i quan el rep d'E, li envia un paquet de resposta.
 - Els paquets que s'intercanvien E i l'estació de nom www.udg.edu són paquets ICMP (*Internet Control Message Protocol*) de tipus *echo request* i *echo reply*, dins paquets IP amb #protocol 1.
- 9) La longitud d'un prefix de xarxa IP de 23 bits s'escriu /23 o bé, en forma de màscara, així:
- 255.255.254.0
 - 255.255.255.128
 - 255.255.255.1
 - 255.255.255.0

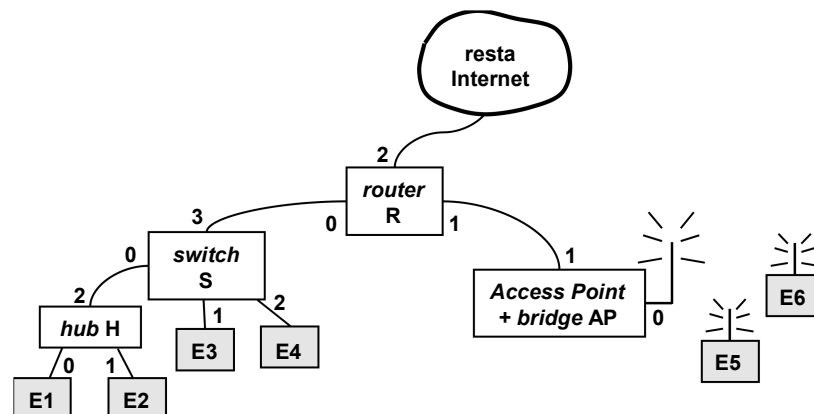
- 10) Després d'associar-se a la xarxa Wi-Fi de la figura, l'estació E2 engega un Client (C) DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) que parla amb el Servidor (S) DHCP d'E1. Quina és FALSA?



- Amb DHCP, la configuració de xarxa IP d'E2 no s'ha de fer manualment sinó que es fa automàticament: una adreça IP (@IP) lliure dins el rang de la xarxa, la longitud del prefix o màscara, l'@IP del *router* i l'@IP del servidor DNS local.
- A la figura, el S (o bé un DHCP *relay agent*) està a la mateixa xarxa IP on arriba E2, però si estigués en una altra (és a dir, més enllà del *router*), també funcionaria.
- Els paquets que s'envien el C i el S són paquets DHCP *Discover*, *Offer*, *Request*, *ACK*, etc., dins paquets UDP amb #port 67 i 68, dins paquets IP amb #protocol 17.
- Com que E2 encara no té @IP, i el C no sap l'@IP del S, C i S es comuniquen fent *broadcast* IP a la xarxa local (@IP destí 255.255.255.255), i per tant tothom rep els paquets DHCP.

Exercici (5 punts)

La xarxa d'una organització (veieu la figura) està formada per les estacions E1, E2, ...E6, el commutador *Ethernet* S, el repetidor *Ethernet* H, el Punt d'Accés (alhora pont *Ethernet*/Wi-Fi) AP, i el *router* R. Les adreces MAC de totes les interfícies es troben a la taula.



interfície	@MAC
E1	00-16-B6-F7-1D-51
E2	00-A3-61-5B-B5-04
E3	00-11-D8-62-E5-7E

interfície	@MAC
E4	00-16-6C-FA-F1-B9
R ₀	00-C3-2D-FF-56-16
R ₁	00-1D-60-EE-4F-5F

interfície	@MAC
AP ₀	00-0A-41-19-79-00
E5	00-22-15-FA-F1-B9
E6	00-23-F4-62-F8-AA

El *router* R uneix la xarxa de l'organització a la resta d'Internet. La seva interfície R₂ és ADSL, té l'adreça IP 84.1.5.3, la màscara 255.255.255.0 i un únic "següent" *router* d'adreça IP 84.1.5.1. L'organització disposa del prefix de xarxa IP 223.1.2.0/24, i fa *subnetting*, és a dir, divideix el seu rang d'adreces en diversos rangs més petits, els quals assigna a les xarxes internes. En aquest cas, la divisió es fa en rangs de 128 adreces.

Es demana el següent:

- Quantes xarxes IP hi ha a l'organització i qui en forma part? (anomeneu-les x1, x2, etc.).
- Escriviu el rang d'adreces IP de la xarxa de l'organització (anomeneu-la xorg).
- Feu el *subnetting* (de la manera descrita abans) i escriviu el prefix de xarxa IP de cadascuna de les xarxes i el rang d'adreces IP corresponent.
- Feu l'assignació de les adreces IP (feu servir la notació @IPE1, @IPR₀, etc.).
- Escriviu les taules d'encaminament IP de l'estació E1 i del *router* R, 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, R₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- Suposeu que la taula del commutador S i la del Punt d'Accés AP (alhora pont) estan totalment completes, i escriviu el seu contingut. Feu servir el format [destí, interfície], i indiqueu tant el nom (és a dir, E1, R₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- Suposeu que darrerament l'estació E1 només ha enviat paquets IP a E3, E4 i E5, i escriviu el contingut de la seva taula ARP. Feu servir el format [@IP, @MAC], i indiqueu tant el nom (és a dir, E1, R₀, etc.) com l'adreça corresponent.
- En el supòsit dels apartats anteriors, expliqueu com es transporta un paquet IP des de l'estació E1 fins a la E5, és a dir, expliqueu com actuen les estacions i dispositius de xarxa implicats (repetidors, commutadors, Punts d'Accés i *routers*; consulta en taules; a quines estacions arriba un paquet, etc.), i dibuixeu els paquets que es generen (amb adreces, etc.; feu servir la notació @IPE1, @IPR₀, @MACE1, @MACR₀, @MACAP₀ o BSSID, etc.).

NOTA:

- El commutador S i el Punt d'Accés AP 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, @IPR₀ per a l'@IP de la interfície 0 del *router* R, @MACE1 per a l'adreça MAC (@MAC) de l'estació E1, @MACR₀ per a l'@MAC de R₀, @MACAP₀ o BSSID (*Basic Service Set IDentification*) per a l'@MAC (de la interfície 0) del Punt d'Accés AP, 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” dels paquets Wi-Fi (IEEE 802.11 Wi-Fi + IEEE 802.2 LLC) és

delim. | altres | tipus | a/de l’AP | @1 | @2 | @3 | #seq. | @prot.sup | info. | CE

,

delim. | altres | tipus | @destí | CE

 en el cas dels ACKs,
on “tipus” indica el significat del missatge (informació, ACK, *beacon*, associació, autenticació, etc.),
“a/de l’AP” indica si l’envia una estació cap a l’AP (“a l’AP”) o al revés (“de l’AP”), @1 és l’adreça de qui rep (l’estació o l’AP), @2 és l’adreça de qui envia (l’estació o l’AP) i @3 és l’adreça del tercer implicat (una estació), “#seq.” és el número de seqüència del paquet, “@prot.sup” indica el protocol usuari i “info.” és el paquet del protocol usuari (IP, ARP, etc.).
- El format “resumit” d’un paquet IP (IPv4) és

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

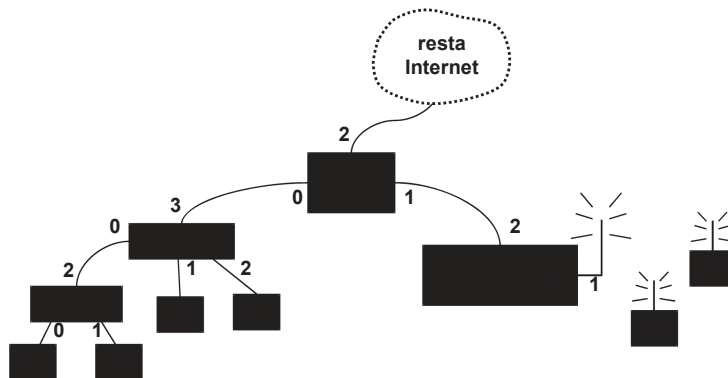
 (CE no inclou “info.”),
on “#protocol” indica el protocol usuari i “info.” és el paquet del protocol usuari (TCP, UDP, etc.).
- El format “resumit” dels paquets ARP és

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 el *router* R. A sota d'IP, tots tenen una capa de xarxa *Ethernet* o Wi-Fi o ADSL. Recordeu que cada capa de xarxa té les seves pròpies adreces de xarxa, p.e., a *Ethernet* i Wi-Fi, les adreces MAC (IEEE 802 EUI-48).

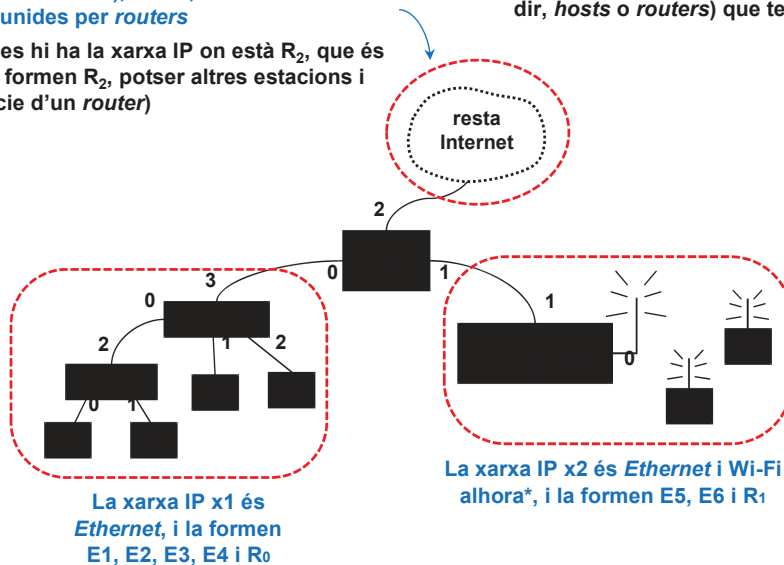
Quins "elements" no tenen capa IP? El *switch Ethernet* S, el *hub Ethernet* H i l'*Access Point* AP. A més un *switch* no té adreça MAC; en canvi un *Access Point* sí té adreça MAC (o BSSID). Dit això, si un *switch* o un *Access Point* fossin configurables remotament, llavors sí tindrien una @IP, capa 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 R_2 , que és ADSL, la formen R_2 , potser altres estacions i la interfície d'un *router*)

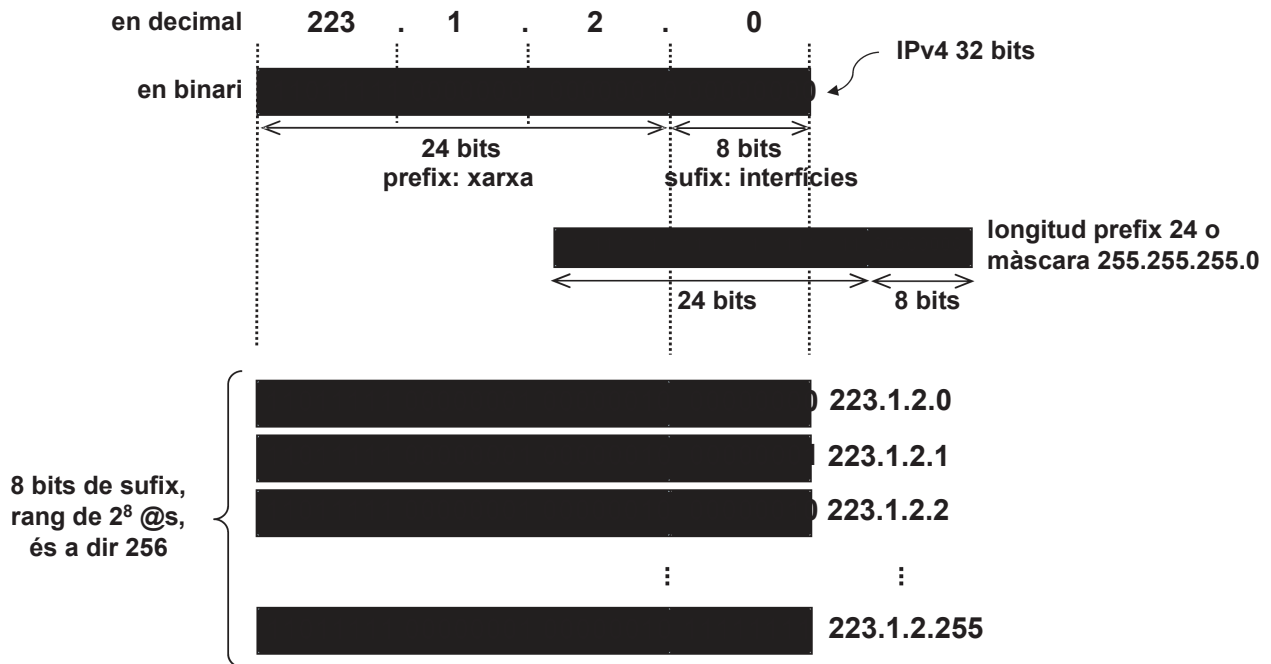
Una xarxa IP és un conjunt d'interfícies (de nodes, és a dir, *hosts* o *routers*) que tenen un mateix prefix d'@IP



* Recordeu que l'espai d'adreces *Ethernet*/Wi-Fi és un de sol (IEEE 802 EUI-48), i que es poden unir xarxes *Ethernet* amb xarxes Wi-Fi amb un pont (*bridge*)

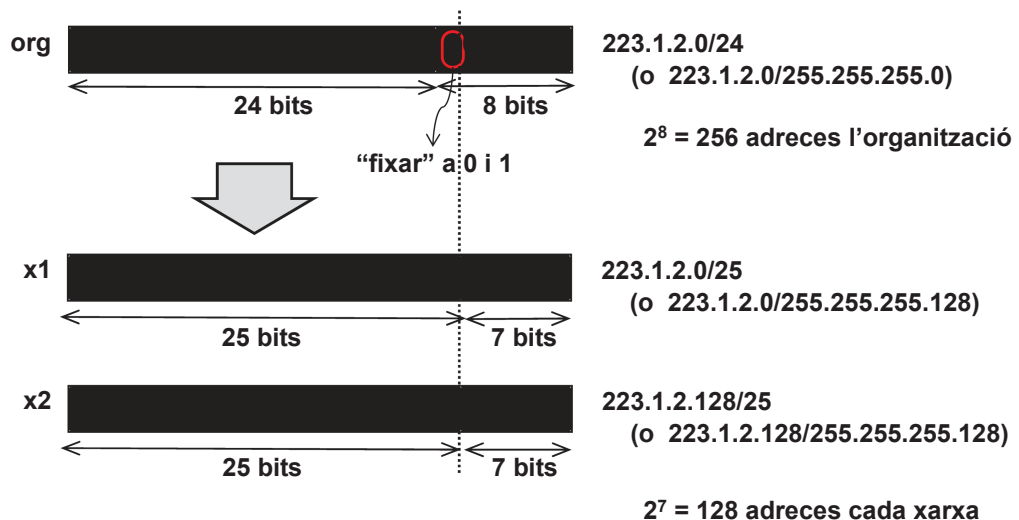
Rang d'adreces IP de l'organització

- La xarxa de l'organització té el rang d'adreces donat pel prefix 223.1.2.0/24:



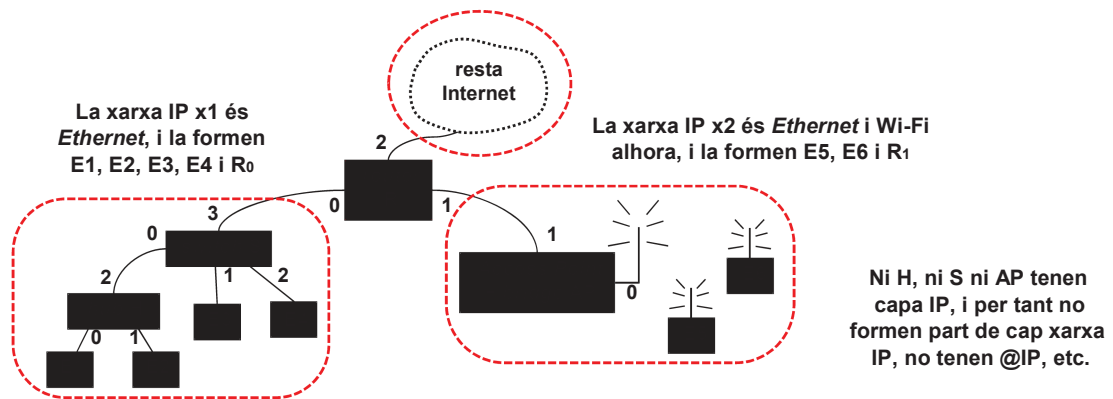
Subnetting i rangs d'adreces IP

- L'organització fa *subnetting* del prefix 223.1.2.0/24 en 2 rangs de 128 adreces
 - l'organització té 256 adreces, o sigui que els dos rangs cobriran totes les adreces
 - dels 8 bits del sufix, es dedicarà el bit de major pes a identificar les dues xarxes pròpies, i els altres 7 per a les estacions de cada xarxa, així:



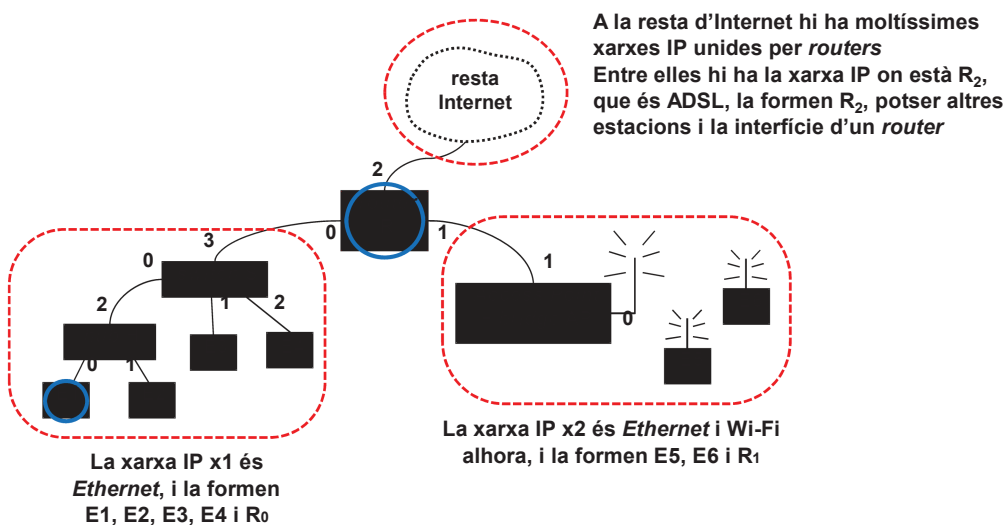
- rang d'adreces xarxa x1 223.1.2.0/25: 223.1.2.0 a 223.1.2.127, 128 adreces
- rang d'adreces xarxa x2 223.1.2.128/25: 223.1.2.128 a 223.1.2.255, 128 adreces

Assignació de les adreces IP

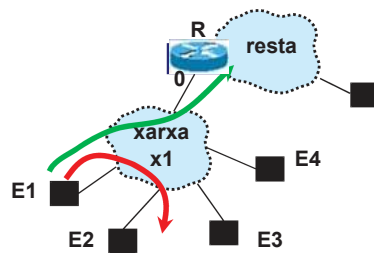


- Quant a l'assignació de les adreces a interfícies de *hosts* i *routers*, cal tenir en compte que a cada rang n'hi ha dues ja preassignades, la primera i l'última
 - la primera (prefix+0s) identifica la xarxa IP (p.e., 223.1.2.128 a la xarxa x2)
 - l'última (prefix+1s) indica *broadcast* a la xarxa IP (p.e., 223.1.2.255 és *broadcast* en x2)
 - la resta d'adreces es poden assignar a interfícies de *hosts* i *routers* com es vulgui
- P.e., una possible assignació
 - (x1): @IPE1 = 223.1.2.6, @IPE2 = 223.1.2.15, @IPE3 = 223.1.2.70, @IPE4 = 223.1.2.100, @IPR₀ = 223.1.2.1
 - (x2): @IPE5 = 223.1.2.156, @IPE6 = 223.1.2.200, @IPR₁ = 223.1.2.129
 (R₂ no forma part de cap d'aquestes xarxes; ens diuen que té @IPR₂ = 84.1.5.3)

Taules d'encaminament IP d'E1 i R



Taules d'encaminament IP: E1



Ei! El *hub Ethernet H* de la xarxa x1 no en sap d'IP (no té capa IP, ni @IP, etc.), sinó només reenvia senyals a nivell físic (el senyal que entra per una interfície és reenviat les altres)

Ei! El *switch Ethernet S* de la xarxa x1 no en sap d'IP (no té capa IP, ni @IP, etc.¹), sinó només sap *Ethernet*! Té una taula [destí, interfície] amb les 5 @MAC d'E1, E2, E3, E4 i R₀!

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

Són E1, E2, E3, E4 i R₀, i també la resta d'@IPs "lliures" del rang de 128 @s d'x1²

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

estació E1			
	destí	següent	interfície
128 destins	x1 (223.1.2.0/25)	directe	E1 (223.1.2.6)
2 ³² - 128	resta	R ₀ (223.1.2.1)	E1 (223.1.2.6)

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. "E7", unida al *switch*

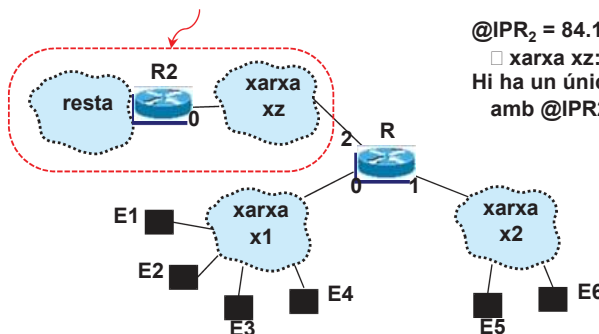
² Recordeu que les @IP "lliures", cap altra xarxa IP les pot fer servir

Taules d'encaminament IP: R

A la resta d'Internet hi ha moltíssimes xarxes IP unides per *routers*.

Entre elles hi ha la xarxa IP on està R₃: en diem la xarxa xz

La xarxa xz és ADSL, la formen R₂, potser altres estacions i la interfície d'un router que p.e., en diem R2₀



@IPR₂ = 84.1.5.3, mask 255.255.255.0

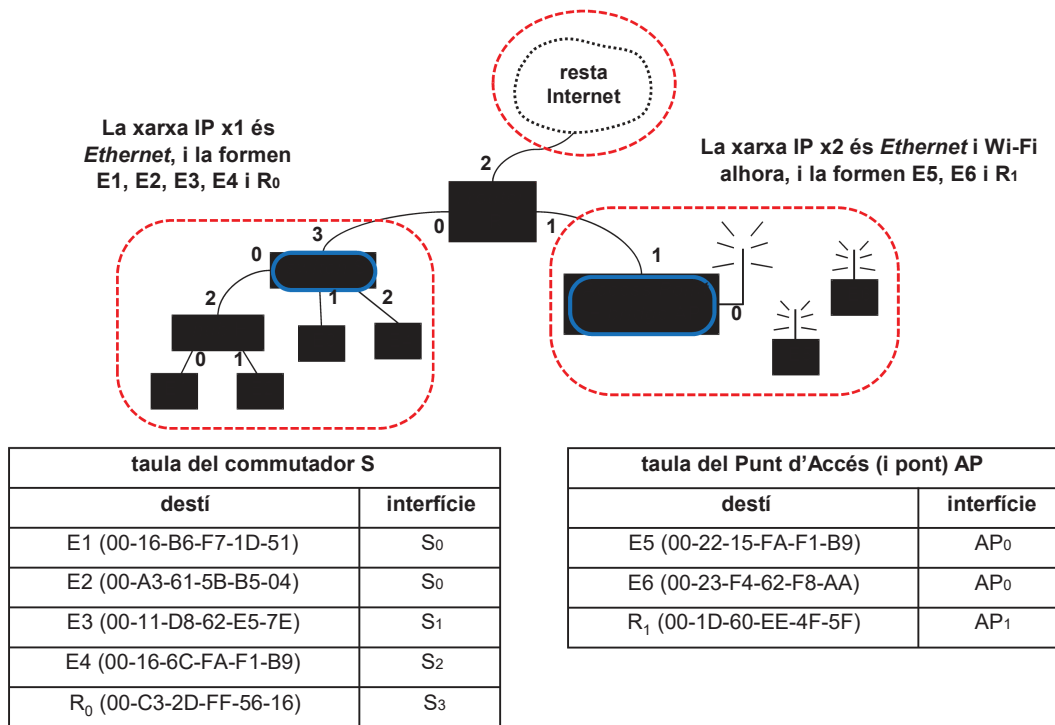
□ xarxa xz: 84.1.5.0/24

Hi ha un únic "següent" router R2 amb @IPR₂ = 84.1.5.1

router R		
destí	següent	interfície
x1 (223.1.2.0/25)	directe	R ₀ (223.1.2.1)
x2 (223.1.2.128/25)	directe	R ₁ (223.1.2.129)
xz (84.1.5.0/24)	directe	R ₂ (84.1.5.3)
resta	R2 ₀ (84.1.5.1)	R ₂ (84.1.5.3)

Taules del *switch* S i l'AP (i *bridge*) AP

... quan les taules de S i AP estan plenes



La taula local ARP d'E1...

... si darrerament* l'estació E1 només ha enviat paquets IP a E3, E4 i E5

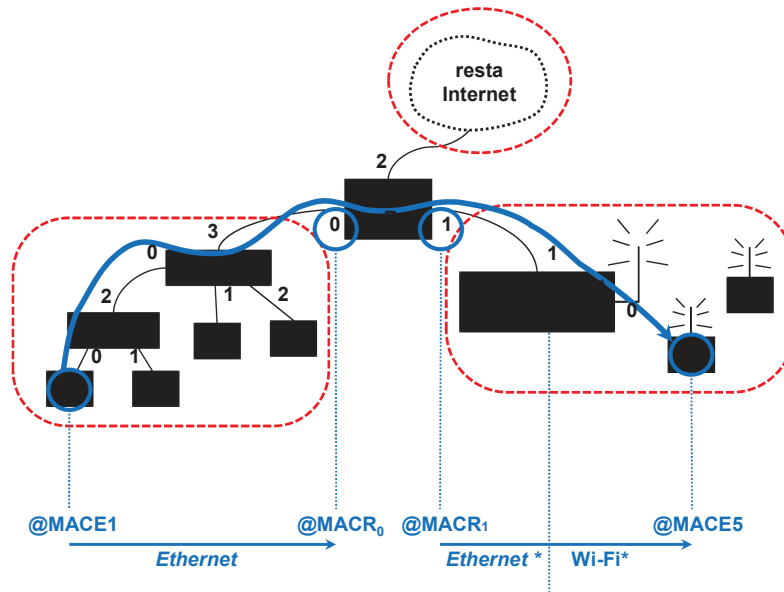
- Darrerament* E1 només ha enviat paquets IP a E3, E4 i E5
- El camí seguit per aquests paquets ve donat per les taules d'encaminament IP
 - E1 o E3: E1 – E3, on el “següent” és E3
 - E1 o E4: E1 – E4, on el “següent” és E4
 - E1 o E5: E1 – R – E5, on el “següent” és R₀
- E1, per enviar-ho al “següent”, haurà fet servir les @MAC d'E3, E4 i R₀, i per tant la seva taula ARP només conté aquestes entrades:

estació E1		
	@IP	@MAC
E3	E3 (223.1.2.70)	E3 (00-11-D8-62-E5-7E)
E4	E4 (223.1.2.100)	E4 (00-16-6C-FA-F1-B9)
R ₀	R ₀ (223.1.2.1)	R ₀ (00-C3-2D-FF-56-16)

- Fixeu-vos també que a la taula local ARP de R hi haurà l'entrada corresponent a E5

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

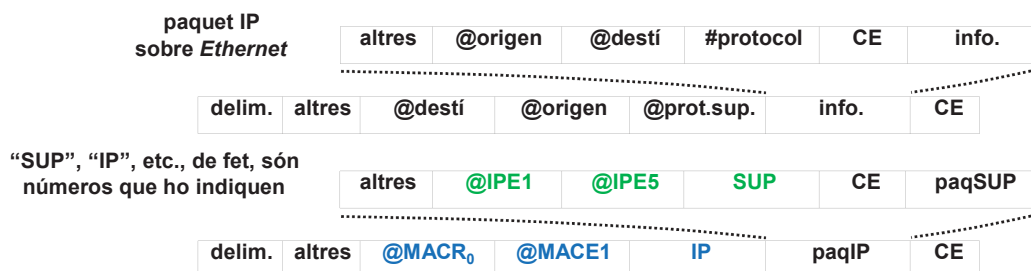
Transport d'un paquet IP d'E1 a E5 (i)



* Recordeu que l'espai d'adreces *Ethernet*/Wi-Fi és un de sol (IEEE 802 EUI-48), i que es poden unir xarxes *Ethernet* amb xarxes Wi-Fi amb un pont (*bridge*)

Transport paquet IP d'E1 a E5 (ii)

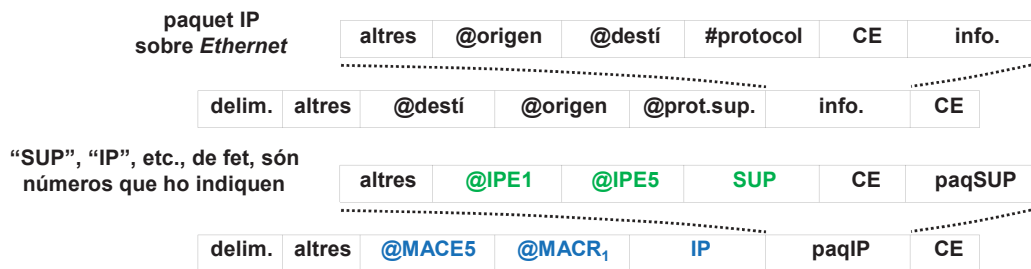
- La capa superior "SUP" (p.e., TCP, UDP, etc.) usuària de la capa IP d'E1 vol enviar un paquet "paqSUP" a l'"@IPdestí" = @IPE5
 - la **capa "SUP"** crida **IPenv(@IPE5, "paqSUP")**; la capa IP construeix un paquet IP amb @origen=@IPE1, @destí=@IPE5, #prot="SUP", info="paqSUP", etc., i consulta la taula d'encaminament IP per saber "següent": per @IPE5 = 223.1.2.156 la 2a línia aplica ("resta"), i llavors següent = R₀, amb @IPR₀ = 223.1.2.1; ara la capa IP cridaria ETHenv(@MACR₀, "paqIP") però no sap l'@MACR₀
 - per descobrir-ho la **capa IP** crida a **ARPresol(@MACR₀?, @IPR₀)**; 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: @IPR₀ (223.1.2.1) ---- @MACR₀ (00-C3-2D-FF-56-16)
 - la **capa IP** crida **ETHenv(@MACR₀, "paqIP")**; la capa *Ethernet* construeix un paquet amb @origen=@MACE1, @destí=@MACR₀, type="IP", info="paqIP", etc., i l'envia



- el paquet arriba al *hub* H (per la interfície 0) d'x1, i el reenvia a les interfícies 1 i 2, cap a E2 i el *switch* S; el *switch* S el rep (per la interfície 0), llegeix que l'@destí = @MACR₀, consulta la seva taula, i el reenvia només a la interfície 3, cap a R₀

Transport paquet IP d'E1 a E5 (iii)

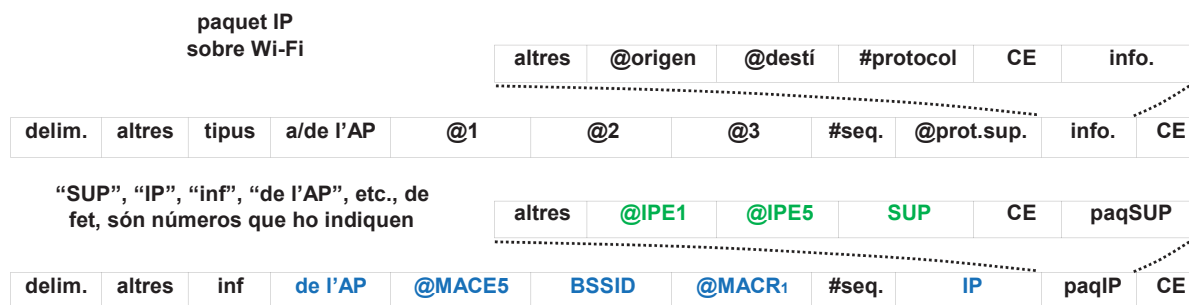
- El **router R** rep el paquet *Ethernet* (per la interfície 0), el desencapsula, i extrau el paquet IP. Ha de reenviar un paquet IP dirigit a l'“@IPdestí” = @IPE5
 - la capa IP consulta la taula d'encaminament IP per saber el “següent”: per @IPE5 = 223.1.2.156 la 2a línia aplica (“xarxa x2”), i llavors **següent = directe**, és a dir, següent = destí (@IPE5 = 223.1.2.156), al destí E8 directament, via la interfície R₁; ara la capa IP cridaria ETHenv(@MACE5, “paqIP”) via R₁, però no sap l'@MACE5
 - per descobrir-ho la **capa IP crida a ARP**sol(@MACE5?, @IPE5); 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: @IPE5 (223.1.2.156) --- @MACE5 (00-22-15-FA-F1-B9)
 - la **capa IP crida ETHenv**(@MACE5, “paqIP”) via R₁; la capa *Ethernet* construeix un paquet amb @origen=@MACR₁, @destí=@MACE5, type=“IP”, info=“paqIP”, etc., i l'envia via R₁



- el paquet arriba a l'*Access Point+bridge* AP d'x2; el pont d'AP llegeix que l'@MACdestí = @MACE5, consulta la seva taula, i el “reenvia” a la interfície Wi-Fi AP₀, cap a E5 i E6

Transport paquet IP d'E1 a E5 (iv)

- l'AP pròpiament dit (interfície AP₀), que coneix E5 i E6 (són estacions que s'hi han associat), **construeix un paquet Wi-Fi d'informació** amb @origen=@MACR₁, l'@ de l'AP₀ (@MACAP₀ o BSSID), @destí=@MACE5, type=“IP”, info=“paqIP”, etc., i l'envia



- el paquet arriba a totes les estacions Wi-Fi d'x2, és a dir, E5 i E6, de les quals, **només E5 el pren i E6 el descarta** (recordeu que ara E5 enviarà un paquet Wi-Fi de tipus “ACK” a l'AP per indicar-li que ha rebut bé el paquet; i que l'AP periòdicament envia paquets Wi-Fi de tipus “beacon”, etc.)