

Protocols d'Internet

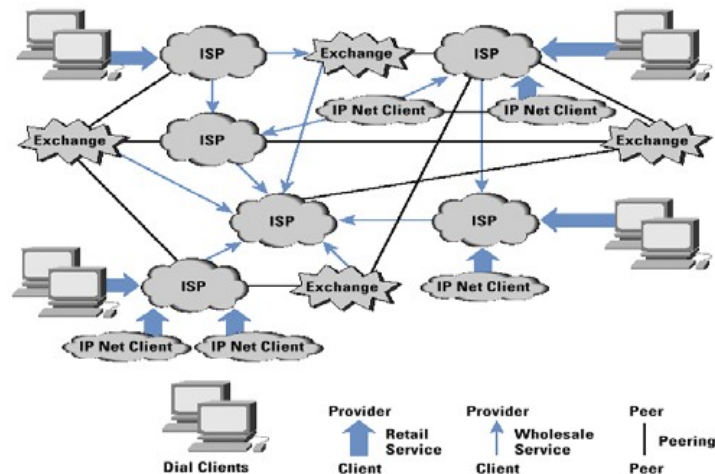
Preguntes Topic 1

Pregunta 1. Explica el rol y misión que tienen los RIR en la arquitectura de Internet. Indica cuantos y que RIR's operan. Explica el rol que tienen los LIR en la arquitectura de Internet. Indica que relación hay entre un AS (Autonomous System) y un RIR y entre un AS y un LIR.

Els Regional Internet Registries(RIR) són organitzacions independents que afavoreix la coordinació dels recursos d'Internet en una regió geogràfica i elaboraren estratègies coherents i promouren les millors pràctiques actuals d'Internet. Cada RIR administra les direccions IPv4 i IPv6 i el nombre de sistemes autònoms. No gestiona els noms dels dominis (això ho fa l'ICANN → Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). Hi ha cinc regions corresponents als RIR: ARIN, RIPE, AFRINIC, LACNIC i APNIC. Per sobre dels RIR hi ha IANA (Internet Assigned Numbers Authority), que està gestionada per ICANN, qui depèn del govern dels EUA [en procés de canvi].

Per sota, hi ha els LIR (Local Internet Registries), que són membres dels RIR, que coordinen l'assignació de IP a nivell estatal. Hi podria haver un ens intermig entre el RIR i els LIR, que seria el NIR (National Internet Registries). Tots els membres del RIR han de ser LIR. La majoria de LIR són ISP, empreses o institucions acadèmiques (és a dir, sistemes autònoms).

Pregunta 2. A partir de la figura siguiente, explica la arquitectura de Internet y los distintos elementos que participan en dicha arquitectura, así como, el modelo general de negocio de dicha arquitectura.



De la figura identifiquem els ISP o AS, els clients finals, els punts neutres i els tipus de relacions que s'estableixen entre ells.

Els Internet Service Providers (ISP) són Sistemes Autònoms (AS) que proveeixen serveis d'Internet cap a usuaris finals o a altres AS com xarxes corporatives. També poden tenir més clients, com altres ISP. En aquest sentit, un ISP estableix relacions de *peering* amb altres ISP en funció de criteris econòmics. Aquestes relacions s'implementen físicament en els punts neutres, que no és més que una associació de AS on les diferents entitats estableixen relacions de *peering*.

El tipus de servei que contracte un usuari final sol ser *retail*, és a dir, que no es pot revendre. En canvi quan el servei és entre un ISP i un altre ISP sol ser *wholesale*, per tant, que pot ser revenut. El que es veu a la figura com a IP Net Client són xarxes corporatives amb unes exigències de serveis més grans que els simples usuaris finals. Solen ser xarxes corporatives, com empreses o institucions acadèmiques.

Pregunta 3. Explica para que sirve una CDN (Content Distribution Network) y explica su funcionamiento.

Una CDN serveix per optimitzar el lliurament del contingut, posant-lo més a prop del consumidor. També

s'encarrega de gestionar i mantenir els elements que ofereix el contingut web . D'altra banda, una CDN també ofereix la possibilitat de personalitzar i adaptar els continguts i la inserció d'anuncis o la detecció de virus. Les seves tres funcions principals són redirecció de serveis, distribució de serveis i dur un control sobre l'ús dels serveis.

El seu funcionament es fa mitjançant mecanismes d'enrutament mecanismes per dirigir als usuaris allà on es pot servir millor a la seva sol·licitud. En aquest sentit, hi ha la sol·licitud d'enrutament DNS, és a dir, un servidor DNS especial és col·locat al mig del procés de resolució per retornar un A, CNAME o NS basat en les mètriques o polítiques definides per l'usuari. També trobem la sol·licitud d'enrutament de transport, que inspecciona la informació disponible en el primer paquet IP per prendre decisions d'enrutament. Finalment trobem la sol·licitud d'enrutament per aplicació, on es fa un examen més profund dels paquets del client que permet un estudi més exhaustiu de la sol·licitud.

Pregunta 4. Explica que es un punto neutro y quien lo compone. Explica que es la matriz de *peering* de un punto neutro. ¿Qué condiciones hay que cumplir para ser miembro de un punto neutro?

Un punt neutre és una estructura física a través de la qual els AS (generalment ISP i els CDN) intercanvien tràfic entre les seves respectives xarxes. Són punts que estalvien l'haver de fer connexions bilaterals amb una estructura física expressa entre dos AS. La matriu de peering defineix el tipus de relació que s'estableix entre els diferents AS que s'interconnecten en un punt neutre.

Completar: Condicions?

Pregunta 5. Define que es un SLA (Service Level Agreement). Indica aquellos parámetros que normalmente pueden formar parte de un SLA. ¿Qué ocurre si el ISP no cumple con alguno de los parámetros que aparecen en el SLA? ¿Y si es el usuario o red corporativa?

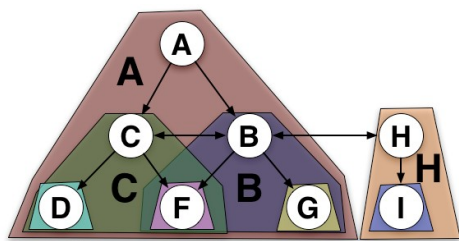
L'SLA és un acord entre ISP i consumidor on s'estableixen les condicions del servei i les penalitzacions si primer no respecta l'acord. Si l'ISP no compleix amb les condicions del servei haurà de retornar al client, generalment amb descomptes a la factura, una quantitat estipulada en funció del nivell de la falta.

Completar: QUÈ PASSA SI ÉS USUARI O XARXA CORP QUE NO RESPECTA ACORD?

Pregunta 6. Explica que representa el Cono de Clientes ("Customer Cone") respecto a las direcciones IPv4 y los AS y para que se utiliza. Ilústralo con un ejemplo. ¿Qué diferencia hay entre el cono de clientes de un AS y su grado en la representación mediante un grafo donde los vértices son los AS's y las aristas son las relaciones entre AS's?

El con de client d'un ISP és el conjunt de AS, prefixos o adreces IPv4 que estan relacionats a través d'una relació de client-proveïdor. S'utilitza per determinar la influència que té un ISP a Internet. Per exemple, si C és client de B i aquest alhora de A, diríem que el con de clients de A està format per B i C, però no en formarien part els clients d'altres ISP amb qui manté relacions de peering. La diferència amb el grau en una representació mitjançant un graf és que aquest només contempla el conjunt de relacions de peering amb altres ISP, tot i que aquesta no és una mesura del tot fiable a l'hora de determinar la influència dins Internet.

Pregunta 7. Define e indica que representa el cono de clientes ("Customer Cone") respecto a las direcciones IPv4 y los AS#. Dibuja una nueva figura respecto a la figura de abajo, con el nuevo cono de clientes si (i) A y B (A es proveedor de B) cambian su relación a "A y B tienen una relación de peer to peer", (ii) A y B (A es proveedor de B) cambian su relación a "B es proveedor de A". Indica cual es el "peering cone size ratio" para el AS B en el caso de la figura y en los casos (i) y (ii).



Customer Cones

Definició a la pregunta anterior.

Dibuixar

Pregunta 8. ¿Qué es un Sistema Autónomo (AS)? ¿Qué diferencia hay entre usar inter-domain e intra-domain routing en un AS? Explica los tipos de relaciones que tienen los AS's.

Un Sistema Autònom (AS) és un grup de xarxes IP a càrrec d'un o més operadors amb una única i ben definida política d'enrutament. Són definits per un número de 16 bits. Internament, un AS utilitza enrutament basat en la política intra-domain, mentre que l'enrutament entre diferents AS es fa amb inter-domain. Del primer en són exemples RIP o OSPF i ignoren tot l'enrutament fora de l'AS. Del segon n'és exemple BGP i assumeix que Internet està compost per diferents AS sense importar com estan conformats per dins.

Pel que fa a les relacions entre els diferents AS trobem les de peering de no tràfic. És a dir, dos AS comparteixen les seves rutes i quins clients pengen d'ells, però no comparteixen quines rutes tenen amb altres AS diferents. En canvi les relacions de peering de trànsit acorden compartir les seves rutes i qualsevol altre trànsit amb d'altres AS.

Pregunta 9. En una relació BGP, ¿Qué rutas anuncia un ISP cliente a su proveedor?, ¿Y el proveedor a su cliente? ¿Y de par a par de tránsito? ¿Y de par a par de no-transito?

Un ISP client al seu proveïdor anunciarà totes les seves rutes i les que pengen dels seus clients, però no les dels seus iguals o altres proveïdors. En canvi, el proveïdor al seu client li anunciarà tota la seva taula d'encaminament, excepte la dels clients d'altres clients.

De par a par de no trànsit li enunciarà totes les seves rutes i les rutes dels seus clients, però no la de clients amb qui mantingui una altra relació de par i els seus respectius clients. En canvi la de par a par de trànsit s'exporta la taula d'encaminament completa.

Pregunta 10. Explica las diferencias entre las direcciones PA (Provider Aggregatable) y PI (Provider Independent). ¿Qué ventaja desde el punto de vista de encaminamiento proporciona el uso de direcciones PA a los ISP's?. ¿Puede un RIR asignar redes IPv4 /22 del tipo PI?. Justifica tu respuesta.

Les PA són blocs d'adreces que poden ser subassignades a altres ISP o altres companyies i que a la vegada aquestes les poden assignar als seus clients. En canvi, les PI són blocs d'adreces que només poden ser assignats a usuaris finals.

Els avantatges de les direccions PA per als ISP és que tenen assignades aquestes IP i al mateix temps les poden cedir a terceres persones, usuàries finals. Com que aquestes IP no són portables, mentre estiguin cedides a l'ISP sabrà en tot moment de quin rang de IP's disposa.

Completar: ¿Puede un RIR asignar redes IPv4 /22 del tipo PI?. Justifica tu respuesta.

Pregunta 11. Explica como funciona el mecanismo de opciones de IPv6. Explica justificadamente si es mas eficiente usar IPv6 en un router que usar IPv4

En IPv6 la capçalera té una part fixa i una part variable. Aquesta part variable correspon a les opcions (o capçaleres d'extensió) i es poden anar afegint de forma paulatina. Aquestes extensions s'han de posar en ordre al datagrama (si s'utilitzen) de la següent manera: Opcions Hop-by-hop (conté dades que han de ser examinades per cada node de la ruta d'enviament), opcions de destinació (dades a examinar només pel node destí), enrutament (especifica la forma d'enrutar el datagrama), capçalera de fragmentació (conté paràmetres per a la fragmentació del datagrama), capçalera d'autenticació (conté informació per a l'autenticació dels paquets), encapsulat de seguretat de la càrrega útil (ESP, porta la informació xifrada per una comunicació segura), opcions de destinació, mobilitat (paràmetres usats amb MIPv6).

Pel que fa a si és millor usar IPv6 o 4, no hi ha diferències a nivell tècnic. En tot cas, la migració a v6 és un fet inevitable perquè les v4 ja s'han esgotat.

Pregunta 12. Explica como se puede crear una dirección IPv6 a partir de un prefijo de red. ¿Y si disponemos de una dirección IPv4?

Si ja tenim els 64 bits que formen el prefixe de la direcció ip, cal assignar els 64 bits de menor pes com a *interface id*. Aquests es componen a partir de la direcció MAC, que és de 48 bits. Per arribar als 64 es posa just enmig de la direcció ff:fe i s'inverteix el setè bit de més pes.

En canvi, a partir d'una direcció IPv4 el que es fa és posar els 80 bits de més pes a zero, els següents 16 bits a f i els últims 32 es componen de la mateixa direcció ipv4.

Pregunta 13. Explica la diferencia entre las direcciones IP global/site/local en IPv6. Explica la diferencia entre direccionamiento "Stateful" y "Stateless" en IPv6.

L'àmbit de les direccions global és tot Internet, mentre que les link-local no estan encaminades pels routers, ja que el seu àmbit és el propi enllaç. Entremig hi ha les site-local, que no són encaminades més enllà de la xarxa local.

En l'encaminament stateless un router indica el prefixe al host, al qual aquest li afegirà la seva pròpia interfície IP. En l'stateful l'assignació de les direccions es fa de forma dinàmica a través d'un servidor DHCPv6.

Pregunta 14. Explica cómo se organiza un prefijo IPv6 para que pueda ser utilizado por distintas organizaciones (e.g. Tier-1, Tier-2 y una red corporativa).

Els tres bits de més pes sempre seran 001. A continuació hi ha 13+8 bits corresponents al Top Level Aggregator (TLA) que és el proveïdor tipus Tier-1 (per exemple Sprint). A continuació hi ha 24 bits que corresponen al Next Level Aggregator (NLA) del proveïdor tipus Tier-2 (per exemple, en el cas de la UPC seria Rediris). Finalment hi ha 16 bits corresponents al SLA, és a dir, l'identificador de la xarxa (per exemple el DAC a la UPC).

Pregunta 15. Explica brevemente en qué consiste el "neighbor discovery" de IPv6 y explica dos mecanismos que hacen uso de dicho mecanismo.

El Neighbor Discovery és un protocol utilitzat en IPv6 que serveix, entre d'altres, per resolució d'adreces en nivell 2 (equivalent a ARP), descobrir el router al qual s'està connectat i servidors DNS, descobriment d'agents (utilitzat en MIPv6), autoconfiguració d'adreces de nodes, el descobriment d'altres nodes de l'enllaç, la detecció d'adreces duplicades, l'aprenentatge del prefix de xarxa, i el manteniment de la informació sobre la disponibilitat de camins cap als altres nodes veïns actius.

Per exemple, el citat Advertiment de Router (type 134), en el qual el router adverteix periòdicament la seva presència juntament amb altres enllaços i els paràmetres d'Internet. També ho pot fer després d'un Router Solicitation Message. Un segon mecanisme seria el Neighbor Solicitation (type 135), que són usats pels nodes per determinar l'adreça MAC d'un veï o per verificar que encara és accessible via la cache d'adreces Link Layer.

Pregunta 16. Explica la diferencia entre el mapeo de direcciones IP con MAC's en IPv4 e IPv6.

En IPv4 el mapeig de les direccions es fa via ARP. En aquest sentit, el host que vol descobrir una direcció MAC envia un missatge broadcast de nivell 2 que conté la direcció IP per la que es pregunta i s'espera que la màquina en qüestió respongui (ARP reply).

En canvi, en IPv6 utilitza el sistema de Neighbor Solicitation/Advertisement. Una de les diferències és que mentre que ARP és un protocol de nivell 2, aquest ho és de nivell 3. En aquest protocol, s'envien missatges ICMPv6. Aleshores, la IP destinatària del missatge ICMP que conté el Neighbor Solicitation és la multicast del node sol·licitat. Per formar-la, s'utilitza el prefix FF02::1:FF00::/104 seguit dels últims 24 bits de l'adreça IP que s'està buscant. Quan el router respongui a la petició ho farà ja a la direcció unicast de qui ho ha enviat, indicant en el contingut del missatge ICMP si és un router o no, si extracta d'una resposta.

A més, periòdicament s'envien Neighbor Solicitation per assegurar-se que la resta de hosts són accessibles.

Cal apuntar, però, que tot i que en IPv6 s'utilitza multicast, quan es fa la traducció a nivell 2 es converteix en un missatge broadcast.

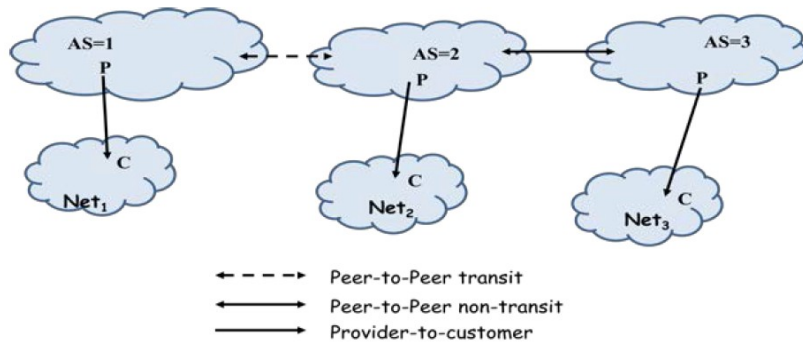
Pregunta 17. Un cliente quiere acceder a un servicio (e.g. una página Web estática) que reside en un servidor de una red corporativa en Internet. Indica brevemente y de forma justificada dos mecanismos/soluciones que puede utilizar el propietario de la página Web para mejorar el acceso a dicho servicio. Indica brevemente y de forma justificada una técnica que puede implementar un ISP para mejorar el servicio que puede dar a sus clientes cuando quieren acceder a dicho servicio.

Mecanismes del propietari de la pàgina web: Un primer mecanisme seria el dels mirrors. Els mirrors consisteixen en una sèrie de servidors distribuïts geogràficament que tenen el mateix contingut. D'aquesta manera el propietari de la pàgina web aconsegueix que el contingut sigui servit més ràpidament si s'accedeix a un servidor que geogràficament està més proper. L'elecció per part de l'usuari serà manual.

Una altra opció és la contractació d'una CDN. En la seva concepció, s'assembla a la idea dels mirrors, però és totalment automàtica. En aquest cas, un servidor de DNS, a través d'un software especial, decideix a quin servidor redirigir la petició en funció de la geolocalització origen.

Mecanismes per part de l'ISP: El que podria aplicar l'ISP seria el que es coneix com proxying caches. És a dir, el contingut queda en una cache i a través d'un hash es pot saber si la pàgina web s'ha actualitzat o no. En cas que no, l'ISP ja no ha de fer cap consulta i serveix el contingut directament (amb l'estalvi econòmic que això li pugui ocasionar també per no haver de passar per altres ISP).

Pregunta 18. Explica de forma justificada que redes recibe cada uno de los 3 sistemas autónomos de la figura. ¿Podría enviarse un paquete desde un host cliente de la red Net1 a un host servidor de la red Net3? ¿y desde un host cliente de la red Net3 a un host servidor de la red Net1?

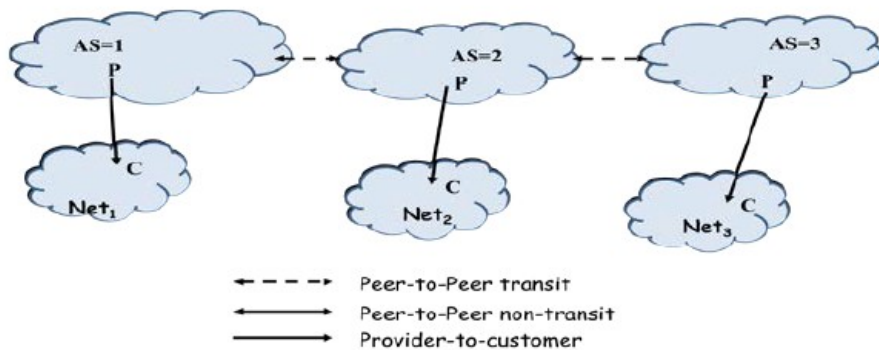


AS1 → Rebrà Net1, Net2 i Net3, perquè AS1 i AS2 tenen una relació de peer-to-peer de trànsit. Això significa que AS2 li informará dels seus clients però també de les connexions amb altres AS.

AS2 → Rebrà Net1, Net2 i Net3 perquè amb AS1 manté relació de peer-to-peer de trànsit i amb AS3 de no trànsit. Encara que AS3 tingués altres connexions, no les passaria a AS2.

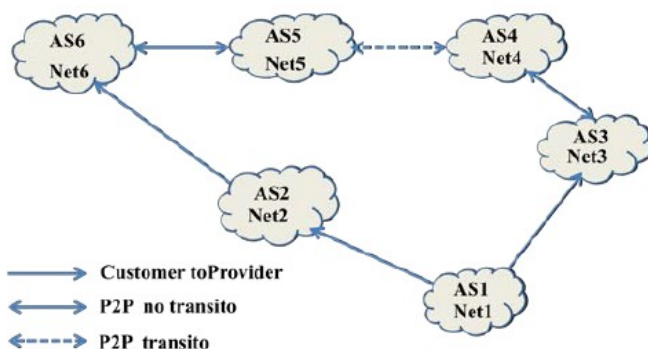
Net 3 → Només rebrà Net3 i Net2, ja que la relació que manté amb AS2 no li permet de saber quines rutes té amb altres AS.

Pregunta 19. Explica de forma justificada que redes recibe cada uno de los 3 sistemas autónomos de la figura.



Tots tres saben de Net1, Net2 i Net3.

Pregunta 20. Rellena las tablas de encaminamiento BGP de los Sistemas Autónomos AS4, AS5 y AS6 correspondiente a la siguiente figura, de acuerdo a las relaciones de peering que tienen.



Taula de AS4:

| Net | Path |
|------|--------------------------|
| Net1 | AS5-AS6-AS2-AS1, AS3-AS1 |
| Net2 | AS5-AS6-AS2 |
| Net3 | AS3 |
| Net4 | - |
| Net5 | AS5 |
| Net6 | AS5-AS6 |

Taula de AS5:

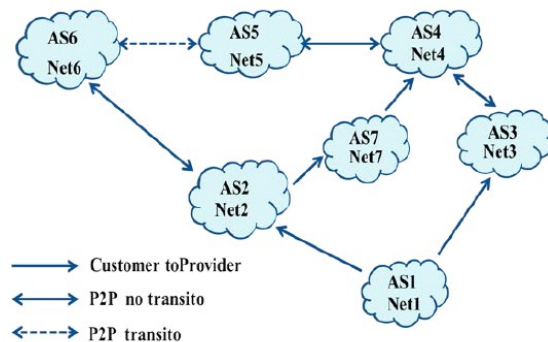
| Net | Path |
|------|-------------|
| Net1 | AS6-AS2-AS1 |
| Net2 | AS6-AS2 |
| Net3 | AS4-AS3 |
| Net4 | AS4 |
| Net5 | - |
| Net6 | AS6 |

Taula de AS6:

| Net | Path |
|------|-------------|
| Net1 | AS2-AS1 |
| Net2 | AS2 |
| Net3 | AS2-AS1-AS3 |
| Net4 | - |
| Net5 | AS5 |
| Net6 | - |

Pregunta 21. (i) En una relació BGP de peer-to-peer de no transito, ¿Qué rutas anuncia un ISP a su par?, ¿Y si la relación es de transito (sibling)?

(ii) Rellena las tablas de encaminamiento BGP de los Sistemas Autónomos AS4, AS5 y AS6 correspondiente a la siguiente figura, de acuerdo a las relaciones de peering que tienen. Cada tabla tiene que tener el formato.



En una relació de no trànsit, un par anuncia a l'altre totes les seves pròpies xarxes i les dels seus clients, però no altres *peers* ni proveïdors d'aquests. En canvi, en una relació de trànsit s'intercanvien tota la taula d'encaminament.

Taula de AS4:

| Net | Path |
|------|------|
| Net1 | |
| Net2 | |
| Net3 | |
| Net4 | |
| Net5 | |
| Net6 | |

Taula de AS5:

| Net | Path |
|------|------|
| Net1 | |
| Net2 | |
| Net3 | |
| Net4 | |
| Net5 | |
| Net6 | |

Taula de AS6:

| Net | Path |
|------|------|
| Net1 | |
| Net2 | |
| Net3 | |
| Net4 | |
| Net5 | |
| Net6 | |

Pregunta 22. Explica que rol tienen en Internet cada una de las siguientes organizaciones: UPC, CAIDA, RIPE, Euro-IX, IANA, Jazztel.

CAIDA és una organització que estudia les característiques d'Internet a nivell d'infraestructura, polítiques d'ús, el comportament i l'evolució.

IANA és una autoritat que assigna nombres als sistemes autònoms, IP, DNS root, etc.

Jazztel és un proveïdor d'Internet (ISP). Un ISP proveeix serveis a clients finals, xarxes corporatives i altres ISP. D'entre aquests serveis hi ha el mateix accés a Internet, però també d'altres com puguin ser centraletes

telefòniques, adreces de correu i mailing, etc.

RIPE és un Regional Internet Register i agrupa els sistemes autònoms i LIR d'Europa.

L'Euro-IX és una associació de punts d'intercanvi a nivell europeu, espais de peering, entre diferents ISP.

UPC, en el cas que ens ocupa, seria un sistema autònom.