

IPv6

SARRERA

- IPv4 (1970) → Helbide falta → 1990 arazoa konpontzen hasi.
- Helburuak:
 - Milaka milioi ostalari helbideratzeko
 - Bideratze taulak murriztu.
 - Protokoloak sinplifikatu → Paketeak azkarrago prozesatu.
 - Segurtasuna (autentifikazioa eta fidagarritasuna).
 - Arreta handiagoa zerbitzu motari.
 - Ostalari mugikorrak helbidea aldatu gabe.
 - IPv4 protokoloa eta elkarrekin bizitzeko ahalmen berria.
- SIPP (Simple Internet Protocol Plus) → Interneteko protokolo sinplea hobetua → IPv6

ONURAK

- IPv4 → 32 biteko luzera 128 biteko luzera izatera pasa.
- NAT (Network Address Translation) gehiagorik ez.
- IP konfigurazio automatikoa.
- Multicast trafikoaren bideraketa hobetu.
- Goiburu sinpleagoa.
- Paketeen bideratze prozesua hobetu.
- Zerbitzuaren kalitatea hobetu (QoS).
- Segurtasuna → Autentifikazioa eta enkriptatzea.
- Luzapen kopuru handiagoa eta aukera malguagoak.
- Administrazio sinplifikatua (ez da DHCP behar).

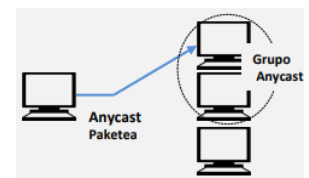
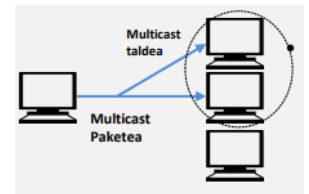
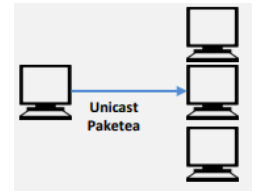
HELBIDEAK

- IPv4 → 32 bit luzera
 - 11001000.01011000.00111101.01100100 → 200.88.61.100
- IPv6 → 128 bit luzera → Notazio zientifikoan $3 * 4 * 10^{38}$
 - Luzeegia → Hamaseitarrean.
 - Idazkera ofiziala → 16 biteko 8 talde ":" bereizita:
 - 805B:2D9D:DC28:0000:0000:FC57:D4C8:1FFF
 - Sinplifikatzeko 0-ak elkartu:
 - 805B:2D9D:DC28:0000:0000:FC57:D4C8:1FFF
 - Zero ondokoak ezabatu → 805B:2D9D:DC28:0:0:FC57:D4C8:1FFF
 - ":" balioa zero duen 16 biteko talde 1+ daude → 805B:2D9D:DC28::FC57:D4C8:1FFF
 - Puntu bikoitzeko talde 1+ ezin da egon, ezin dugulako jakin zenbat zero zeuden hasieran → 2001::25DE::CADE X
- IPv6 → Loopback helbidea (127.0.0.1 antzekoa)

- IPv4 eta IPv6 ingurune mistoetan → x:x:x:x:x:d.d.d.d
 - X → Sei eremu esanguratsueneko balio hamaseitarrak (16 bit-ekoak)
 - D → Beste lau eremuko balio hamartarrak (8 bit-ekoak)
 - 805B:2D9D:DC28::FC57:212.200.31.255
- IPv4 bertsiotik IPv6 bertsiora → 0:0:0:0:0:212.200.31.255 → ::212.200.31.255
- Broadcast helbiderik X.

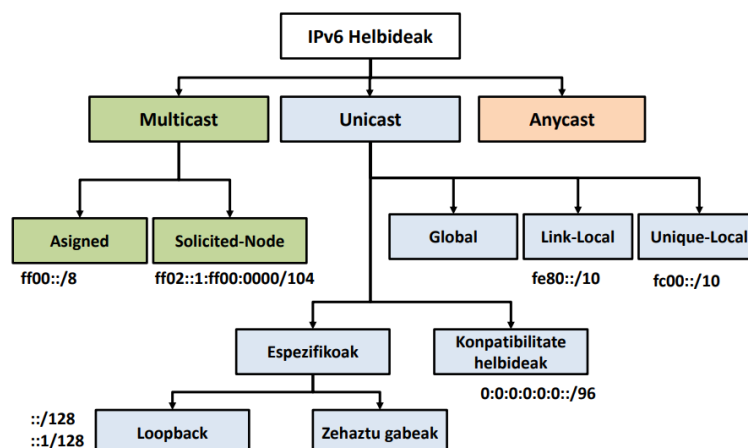
MOTAK

- UNICAST:
 - Ohikoenak eta erabilienak.
 - Interfaze/nodo bati esleitu → Bi nodoen arteko komunikazio zuzena.
- MULTIDIFUSIO:
 - Interfaze/nodo ugari identifikatu → Aldi berean hauekin komunikatu.
 - Bat-askoren teknika.
 - Paketeak ordenagailu anitzak onartu.
 - Broadcast trafikoa ezarri.
- ANYCAST:
 - Helbide batek interfaze anitz identifikatu.
 - Paketeak ordenagailu bakarrak onartu.
 - Interfaze "hurbilenera" bidali ("router" metrikoak).
 - Routerretan soilik erabili.



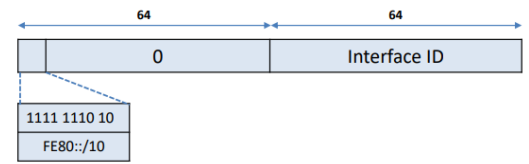
ESPARRUA (SCOPE)

- Baliotasun eremua zehaztu:
 - Lotura lokala (link-local) → Sareko interfazera konektatutako loturan (LAN)
 - Leku lokala (site-local) → Router batekin elkarren artean konektatutako sare 1+ dauden lekutan (unibertsitateko campusa)
 - Globala: Internet osoan balio du.
- Multicast esparrua 4 biteko eremua:
 - link-local (2)
 - site-local (5)
 - organization-local (8): Erakunde bateko guneak (aurrizki bera)
 - global (E)
- Helbideak beraien esparruan soilik bakarrak direla ziurtatu.
- Esparru bateko jatorria eta helmuga duten datagramak → Beste esparru batera X.



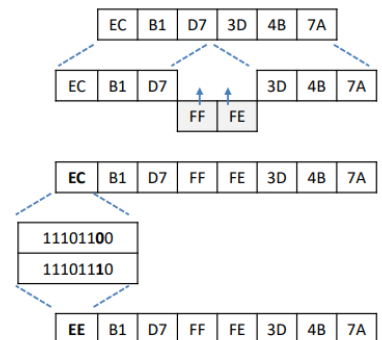
UNICAST-LINK LOKALA

- IPv4 helbide pribatuak bezala.
- Interfaze ID → Interfaze MAC-etik eratorria (abiaraztean automatikoki esleitu).
- Segmentu lokaletik kanpo bideratu X → Nodoei IP automatikoa eman.
- Link-local helbidea FE80::/10 aurrizkia (falta direnak 0) → NetID.
- Nodo helbidea azken 64 bitak → MAC erabiliz ezarri (EUI-64 formatua).



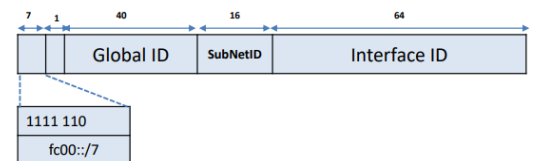
EUI-64

- EC:B1:D7:3D:4B:7A → FE80:: EEB1:D7FF:FE3D:4B7F
- Urratsak:
 1. MAC helbidea: EC:B1:D7:3D:4B:7F
 2. FF:FE erdian sartu: EC:B1:D7:FF:FE:3D:4B:7F
 3. Notazioa IPv6-ra: ECB1:D7FF:FE3D:4B7F
 4. Lehenengo zortzikotea bitarrera: EC -- 11101100
 5. Seigarren bita inbertitu (0-tik kontatzen): 11101100 --> 11101110
 6. Hamasaitarrera eraldatu: 11101110 --> EE
 7. Zortzikotea kalkulatuarekin ordezkatu: EEB1:D7FF:FE3D:4B7F
 8. Gehitu link-local aurrizkia: FE80:: EEB1:D7FF:FE3D:4B7F



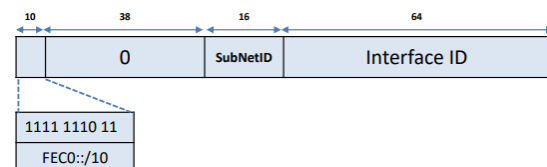
UNICAST UNIQUE LOCAL

- Unique Local Helbideak:
 - Intranet hierarkikoetan → Unicast pribatuak.
 - Kanpora bideratzen X.
 - Azpi-helbideek Local-Site zaharrak ordezkatu (fc00::/7) - RFC 3879
- FORMATUA:
 - fc00 :: / 7 Formatu aurrizkia.
 - Aurrizkia lokalean (1) edo globalean (0) kudeatzen adierazi L bit-a.
 - Gunearen identifikatzailea (Global ID - 40 bit).
 - Ausaz hautatu behar da talkak → Talkak X.
 - Ostalariaren ID (64 bit).



UNICAST SITE LOCAL

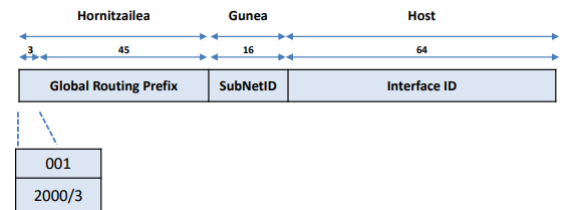
- Helbide pribatuen baliokideak.
- Segmentu lokaletik kanpo bideratu daitezke → Paketeak sarearen segmentu desberdinetatik bidali (Internet X).
- Lehenengo 10 bitak 1111111011 → Aurrizkiak FEC0 :: /10
- Hurrengo 54 bitak = 38 + 16 sare ID.
- Azken 64 bitak interfazearen ID → Link Local helbideen moduan konfiguratu.



UNICAST GLOBAL

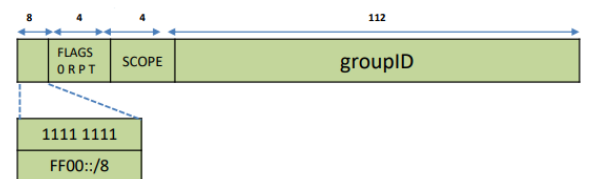
- Helbide publikoen baliokidea → Internet bidez bideratu.
- Global Routing Prefix (48 bit) → Paketeak Internetetik gun e zehatz batera bideratu
- Une honetan 2000 :: /3 aurrizkiak erabili zeregin hauetarako.
 - Lehen hiru bitak 001 → 2⁴⁵ erakunde (ISP) desberdin.

- 2000 (0010) – Global Unicast baliozko helbidea.
 - 3000 (0011) – Global Unicast baliozko helbidea.
 - 4000 (0100) – Global Unicast baliozko helbidea (hasierako 3 bit estruktura galdu).
- 2000 eta 3000 aurrizkiak.
- Etorkizunean, aurrizki hau alda daiteke IANAREN (Internet Assigned Numbers Authority) araudia dela eta.
 - IPv6 Global Unicast helbideak mundu osoan esleitu eta kudeatu.
- 128 bitetatik lehenengo 64:
 - Lehen 48 bit → Erakundeei esleitutako sarea i.
 - Bideratze Globalaren Aurrizkia.
 - Hurrengo 16 bit → Azpisarearen ID (SubnetID - 16bits).
 - 65536 azpisare erakundeko.
- Gainerako 64 bit → Sareko ostalari ID (HostID).
- Azpisare bakoitzean $2^{64} = 18446744073709551616$ host.
- Adibidea: 2001:0db8:3c4d:0015:0000:1a2f:1a2b
 - Lehenengo 48 bitak → Global Routing Prefix = 2001:0db8:3c4d
 - Hurrengo 16 bitak → SubNetID: 0015
 - Azkenengo 64 bitak → InterfaceID: 0000:1a2f:1a2b



MULTICAST

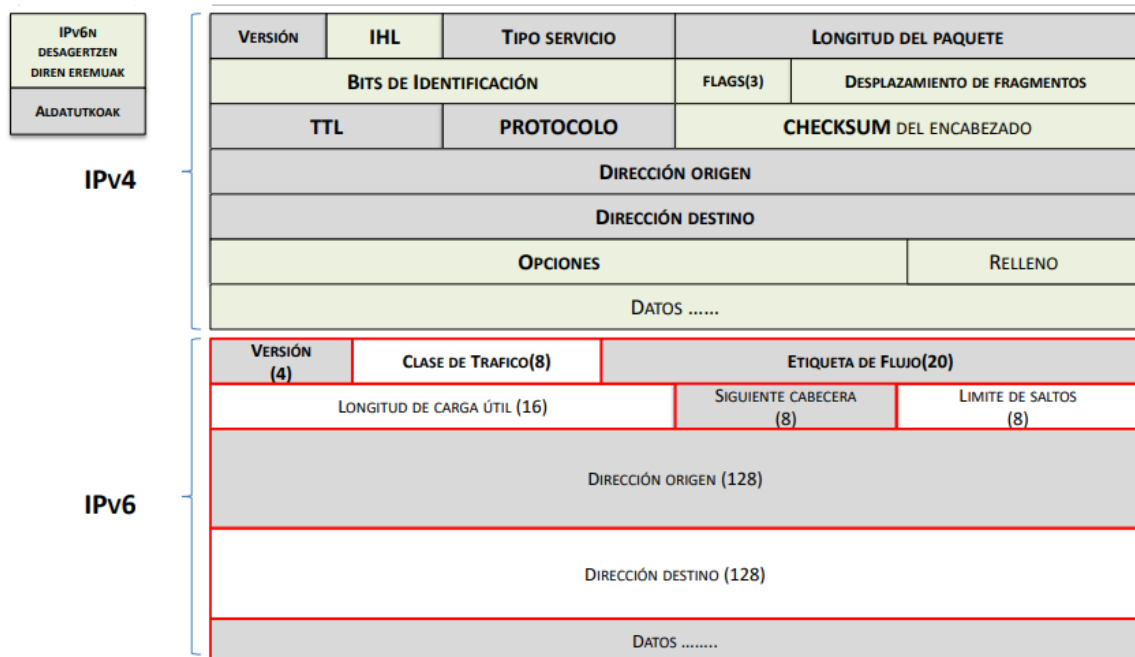
- 8 biteko lehen taldea → Aurrizkia ff00 :: /8
- 4 bit hauek flag gisa erabili:
 - Lehen bitak (O) zero → Etorkizunean erabiltzeko gordeta.
 - Bigarrena (R) → Igorpen anitzeko helbidea (Rendezvous Point) biltzen duen ala ez.
 - Hirugarrena (P) → Multidifusio helbide honek aurrizkiari buruzko informazioa biltzen duen ala ez (RFC 3306).
 - Azkena → Helbideak IANAK behin betiko esleitu (bit= 0) edo aldi baterako multicast helbidea (bit=1).
- Scope (esparrua) eremua igorpen anitzeko helbide baten eremua mugatzeko.
 - Esleitutako balioaren arabera:
 - 1 = nodo local
 - 2 = link local
 - 5 = site local
 - 14 = global (Internet)
 - ...
- GroupID → Multicast paketeen xede taldea mugatu.
 - 1 = all nodes (Scope = 1 || 2).
 - 2 balioarekin tokiko loturaren nodo guztiei mezu bat bidaltzeko aukera.
 - 2 = all routers (Scope = 1 || 2 || 5).



ANYCAST

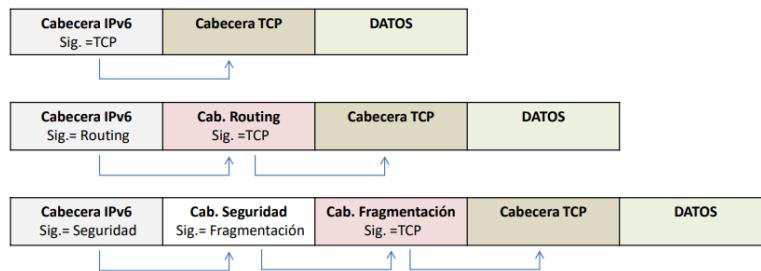
- Ez dira unicast helbideen desberdinak.
- Ezinezkoa da sintaxiaren arabera bereiztea → Esleitutako interfazeak soilik dakite.
- Helbide zehatza: Loopback → ::1/128

GOIBURUAK



- **Trafiko klasea (1 byte):** Denbora errealeko entrega-eskakizun desberdinak dituzten paketeen arteko aldea (zerbitzu eremu motaren antzekoa).
- **Fluxuaren etiketa (20 bit):** Tratamendu bera behar duten paketeak identifikatu.
 - Ostalariak pakete sekuentziak aukera multzo batekin etiketatu.
 - Bideratzaileek fluxuen jarraipena → Fluxu bereko paketeak modu eraginkorragoan prozesatu.
 - Ez dute pakete bakoitzaren goiburua berriro prozesatzen.
- **Karga luzera (Payload Length – 2 byte):** Luzera finkoko goiburuak → Datuen tamaina du.
 - (65.536 bytes = 216)
- **Hurrengo goiburua (next header- 1byte):** Goiburua sinplifikatu "hurrengo goiburua" dagoelako.
 - Aukerei dagokie.
 - Azkena bada → Protokoloa (6: TCP, 17: UDP, 58: ICMP ...).
 - Goiburu mota zenbakiak protokolo mota zenbakietatik eratorriak → Gatazka X.
 - Ondorengo goiburuak kargaren zati gisa → Karga erabileraren luzeraren kalkuluan sartu.
- **Salto muga (Hop limit – 1 byte):** Baimendutako saltu kopurua (TTLren baliokidea).
 - Birbidaltze nodo bakoitzak kopurua batean gutxitu.
 - Ora ailegatu → Paketea jaitsi eta ICMPv6 "Saltoko muga gaindituta" mezua igorleari.
- **Jatorri eta helmuga helbidea:** 16 byte.
 - Lau zifra hamaseitarreko 8 talde.
 - 8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

- Aukerak hurrengo goiburuen arabera landu.
- Hauek oinarrizko goiburuaren (IPv6) eta garraio geruzaren goiburuaren artean.
- Kantitate edo tamaina finko X.



IPv4 EREMUAK DESAGERTU

- IHL
 - Luzera finkodun goiburua
- Eremuak eta fragmentazioa
 - Zatikatzea paketearen iturburuko nodoan bakarrik.
 - Paketea handiegia → Igorleak errore bat bidali ICMP mezu batekin eta iturburuak konexioko pakete guztien tamaina jaitsiko du.
 - MTU 576 byte-tik IPv4-n 1284 byte-ra aldatzen da IPv6-n → Zailtzen da zatikatzea behar izatea.
 - Paketeak zatikatuak bidaltzea askoz errazagoa.
- Egiaztatze batura (checksum)
 - Garraioa eta lotura geruzetan dago.
- Aukerak
 - Horregatik daude luzapena edo ondorengo goiburuak.
 - Agertzen badira, izenburu finkoaren atzetik eta ordenan daude.

IPv4 ETA IPv6 BIZIKIDETZA

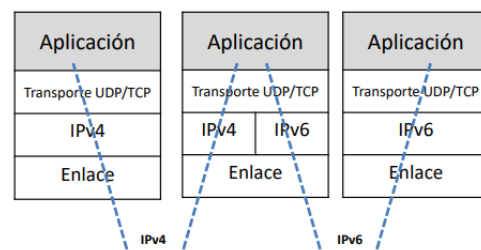
- Sareek elkarrekin bizi behar:
 - Konektatu enpresaren IPv6 guneak IPv4 soilik onartzen duen sare baten bidez.
 - Konektatu IPv4 guneak kanpoko IPv6 gune edo zerbitzariekin.
 - Konektatu IPv4 ordenagailuak kanpoko IPv6 baliabideekin.

IPv4 ETA IPv6 KONPATIBILITATE

- Sareen eta erabiltzaileen ekipamenduen elkarbizitza eta migrazio progresiborako mekanismo sorta.
- Trantsizio mekanismoak hiru multzotan:
 - Pila bikoitza.
 - Tunneling teknikak.
 - Itzulpena (helbidea ez ezik goiburuaren itzulpena ere).

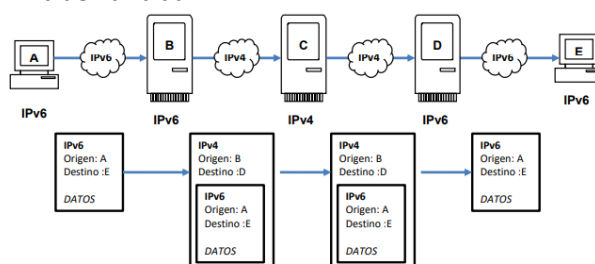
PILA BIKOITZA

- IPv6 sistema gehitzeak ez du IPv4 pila kentzen.
- Nodo bakoitzak bi protokoloen pilak ezarri.
- Pila bikoitzeko nodo bakoitzak bi sare helbide (IPv4 eta IPv6).
- Aplikazioek IP bertsioa aukeratzeko dute → IPv4 eta IPv6-ren elkarbizitza mugagabea + IPv6ra berritzea, aplikazioz aplikazio.



TUNNELING

- IPv6 IPv4-ren bidez → IPv6 paketeak IPv4-n kapsulatu.
- IPv6 trafikoa IPv4 bidez birbidali.



IPv6 to IPv4 Itzulpena

- Paketeak IPv4tik IPv6ra eta alderantziz bihurtzen dituen sareko gailua erabili.
 - Helbidea + Goiburua itzulita.
- IPv6 IPv4-ren bidez → IPv4 onartzen duten nodoek IPv6 bidez lan egiten jarraitzea baimendu.
- IPv6 helbideak IPv4tik mapatuta.
- Goiburua bihurtzeko NAT tekniken luzapena.
- IPv6 to IPv4 Interneteko hornitzaileen lankidetzarik gabe IPv6 konexioa ahalbidetzeko.
- Bideratzaile batean (sare osoari konektibitatea) edo makina jakin batean funtzionatu.
 - Bi kasuetan, IP helbide publikoa tunela sortzeko.
- Makina asko IPv4 Internetera konektatuta (NAT gailu 1+ bidez).
 - Eskuragarri dagoen IPv4 helbide publiko bakarra tunelaren amaierako NAT gailuari esleitu.
 - NAT gailu asko, baina ezin da eguneratu 6to4 aplikatzeko, arrazoi tekniko edo ekonomikoengatik.
- Sistemaren gakoa → IPv4 helbide publikoa txertatuta duten IPv6 helbideak esleitu.
 - Konfiguraziorik X → IPv4 publiko guztiak bakarrik, beraz, IPv6 baliokide bakarra.
- Helbide horiek j 2002 :: /16 aurrizkia.
 - IPv4 sarea zeharkatzeko IPv6 pakete bat bihurtzea beharrezkoa → Router-ak ezagutzen du sortutako IPv4 paketea zein helbidetara zuzendu behar den.
- IPv4 publiko baten IPv6 baten emaitzaren ADIBIDEA:
 - IPv4 → 1.2.3.4
 - IPv6 → 2002:0102:0304::1

Tipo de dirección	FP (binario)	FP (hexadecimal)
Reserved Address	0000 0000	0000::/8
Aggregatable Global Unicast Address	001	2000::/3
Link-Local Unicast Address	1111 1110 10	FE80::/10
Site-Local Unicast Address (en desuso)	1111 1110 11	FEC0::/10
Universal Local Address (ULA)	1111 110	FC00::/7
Multicast Address	1111 1111	FF00::/10