

Irodalomjegyzék

1. Andrew S. Tanenbaum: Computer Networks, 4th Edition, Prentice-Hall, 2003.
2. Andrew S. Tanenbaum: Számítógép-hálózatok, 4. kiadás, Panem-Prentice Hall Könyvkiadó Kft. 2003.
3. Fred Halsall: Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Fourth Edition. Addison-Wesley Publishers Ltd. 1996.
4. Géher Károly: Híradástechnika, M9szaki Könyvkiadó, 2000.
5. Schubert Tamás: Számítógép-hálózatok oktatási segédlet, BMF, TEMPUS SJEP-12435-97.
6. Stephen A. Thomas: IP kapcsolás és útválasztás, John Wiley & Sons – Kiskapu Kft, 2002.
7. William Stallings: Data and Computer Communications, 7th Edition. Prentice-Hall, 2003.
8. Stan Schatt: Hogyan működik az ATM, Panem-McGraw Hill, 1998.
9. Szabó Zoltán: Szélessávú adatátvitel telefonvezetéken: DSL-technológia, Rádiótechnika Évkönyv 2003, 14.-22. oldal, 2003.
10. RFC Dokumentumok – <http://www.rfc-editor.org>
11. Oktatási segédlet (slide-ok): <http://irh.inf.unideb.hu/user/almasi/cn/>

I. - Számítógép-hálózatok alapfogalmai

Számítógép-hálózat

Számítógép-hálózat:

- Számítógéprendszerek valamilyen információátvitellel megvalósítható
- cél érdekében történ (hardveres és szoftveres)
- összekapcsolása.

Célok:

- Erőforrás megosztás.
- Megbízhatóság növelése.
- Sebességnövelés.
- Emberi kommunikáció.

Számítógép-hálózatok osztályozása méretük szerint

Kiterjedés	Megnevezés
< 1m	Multicomputer
1 km	Helyi hálózat (LAN)
10 km	Városi hálózat (MAN)
100 km <	Nagy kiterjedés, hálózat (WAN)

Számítógép-hálózati csomópont

Csomópont (node):

- Önálló kommunikációra képes, saját hálózati címmel rendelkező eszköz (Pl. számítógép, nyomtató, forgalomirányító). Egy kommunikációban egy csomópont működhet adó (forrás) illetve vevő (nyel) funkcióval.

Jel, jelkódolás, moduláció

Jel: Helytől és időtől függ, információt hordozó fizikai mennyiség(ek).

Információ hordozó a kommunikációs csatornán, lehet analóg vagy digitális.

Jelkódolás: A (digitális) információ leképezése (digitális) vivjelre (pl. feszültségszintekre, feszültségszint váltásokra).

Moduláció: Analóg vivőjelre történ leképezés. A csatornába kerül (modulált) jel elállítása a forrásból érkező modulálójelből és az analóg vivjelből. Inverz folyamata a demoduláció. A modem a modulációt és demodulációt végző berendezés.

Adatátviteli közeg, Csatorna, Ütközés

Adatátviteli közeg (média, vonal):

- Olyan eszköz, anyag, közeg melyen keresztül az információ (jel) továbbítása történik. (Pl. csavart pár, koax kábel, optikai kábel vagy levegő).

Adatátviteli csatorna:

- Jelek továbbítására szolgáló adatút, frekvenciasáv. Gyakran az adatátviteli közegen több csatornát (adatutat) építenek ki.

Ütközés:

- Ütközésről beszélünk, ha egy közös adatátviteli csatornán két (vagy több) csomópont egy időpillanatban továbbít információt.

Adatátviteli sebesség

Adatátviteli sebesség (hálózati sebesség, bit ráta):

- Időegység alatt átvitt információ mennyisége.
Mértékegysége a bit/másodperc, b/s, bps.
- Nagyobb egységek:
 - 1 Kbps = 1000 bps
 - 1 Mbps = 1000 Kbps
 - 1 Gbps = 1000 Mbps

Modulációsebesség

Modulációsebesség (jelváltás sebesség):

- Időegység alatt bekövetkező jelváltások száma.
Mértékegysége a jelváltás/másodperc (baud).
- A modulációsebesség és az adatátviteli sebesség
(természetesen) különböző mennyiségek mérésére szolgál.

Információátviteli kapcsolatok

Pont-pont kapcsolat:

- Ha az információközlés csak két pont (egy adó és egy vevő) között zajlik, akkor pont-pont kapcsolatról beszélünk.
Többpontos kapcsolat, üzenetszórás:
- Többpontos kapcsolatról (pl.) akkor beszélünk, ha egy adó egyszerre több vevőt lát el információval.
Az üzenetszórás olyan többpontos kapcsolat, ahol az adótól egy bizonyos hatósugárban belül minden vevő megkapja az információt (pl. rádiós műsorszórás).

Információátvitel irányítottság

Egyirányú (szimplex) összeköttetés:

- Ha két kommunikációs pont között az információközlés csak egy irányban lehetséges, akkor egyirányú (szimplex) összeköttetésről beszélünk (pl. rádiós műsorszórás).

Váltakozó irányú (half-duplex) összeköttetés:

- Az információátvitel mindkét irányban lehetséges, de egy időpillanatban csak az egyik irányban (pl. CB rádió).

Kétirányú (full-duplex) összeköttetés:

- Az információátvitel egy időpillanatban mindkét irányban lehetséges (pl. telefon).

Kapcsolási módok

Vonalkapcsolt (áramkörkapcsolt) technológia:

- Az információátvitel előtt dedikált kapcsolat (kommunikációs áramkör) épül ki a két végpont között, s ez folyamatosan fennáll, amíg a kommunikáció tart.

Üzenetkapcsolt (store-and-forward) technológia:

- Nem épül ki áramkör, hanem a teljes üzenet kapcsolóközpontról kapcsolóközpontra halad, mindig csak egy összeköttetést terhelve.

Csomagkapcsolt technológia:

- Az információt (korlátozott maximális méret,) részekre (csomagokra) darabolják, s a csomagokat (mint önálló egységeket) üzenetkapcsolt elven továbbítják.

Címzési alapfogalmak

Egyedi cím (Unicast):

- Egy csomópont egy hálózati csatlakozójára (interfészére) vonatkozó azonosító.

Bárki cím (Anycast):

- Interfészek egy halmazát (tipikusan különböző csomópontokon található interfészek halmazát) azonosító cím. Ha egy csomagot egy „anycast címre” küldünk, akkor a halmazból egy interfészre (célszerűen a legközelebbire) kell eljuttatni.

Többes cím (Multicast):

- Interfészek egy halmazát vagy csoportját (tipikusan különböző csomópontokon található interfészek csoportját) azonosító cím. Ha egy csomagot egy „multicast címre” küldünk, akkor a csoport minden elemére el kell juttatnunk.

Mindenki cím (Broadcast):

- Egy tartományon (ún. broadcast domain) belül elhelyezkedő valamennyi csomópontot (ill. csomópontok interfészét) azonosító cím. Logikailag speciális multicast címnek is felfogható (a csoport a broadcast domain valamennyi interfészét magába foglalja).

Számítógép-hálózati protokoll

Protokoll:

- Szabályok és konvenciók összességének egy formális leírása, mellyel meghatározzák a hálózati eszközök (csomópontok) kommunikációját (kommunikációs szabályok halmaza).

Rétegelt hálózati architektúra

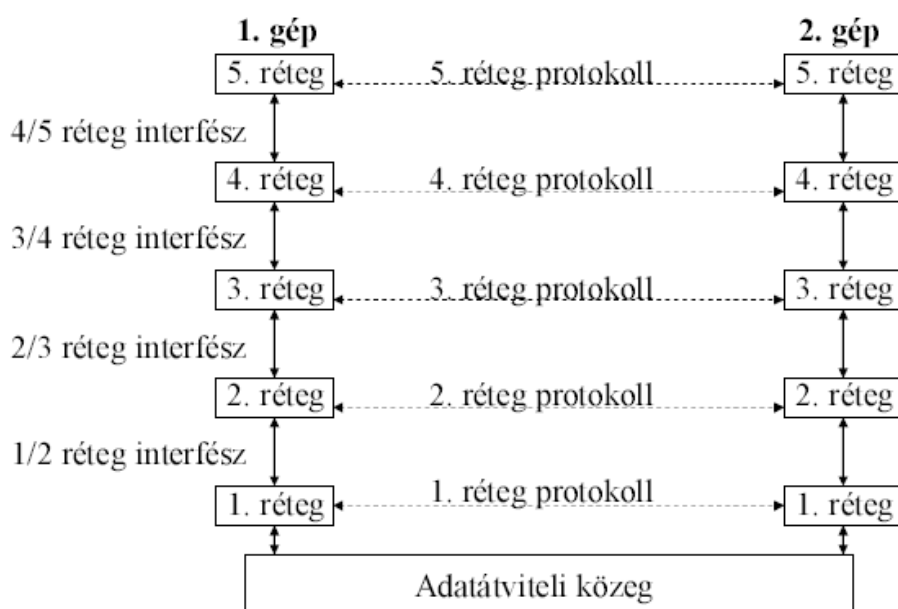
Rétegelt hálózati architektúra

Miért kell a hálózati kommunikációt rétegekre (szintekre) bontani?

Miért nem adjuk meg egyben a kommunikációt leíró protokollt?

- Protokoll megadása nehéz, komplex feladat.
- Egy hierarchikus rendben felépített protokoll-rendszer könnyebben kezelhet, áttekinthetőbb.
- Könnyebben implementálhatók, követhetők a változtatások.
- A rétegek (szintek) együttműködhetnek különböző gyártók implementációi esetén is.

Rétegek (szintek), protokollok, interfészek



Rétegelt hálózati architektúra – fogalmak

N. réteg protokoll:

- Az N. réteg (szint) specifikációját leíró protokoll.

Társak (peers):

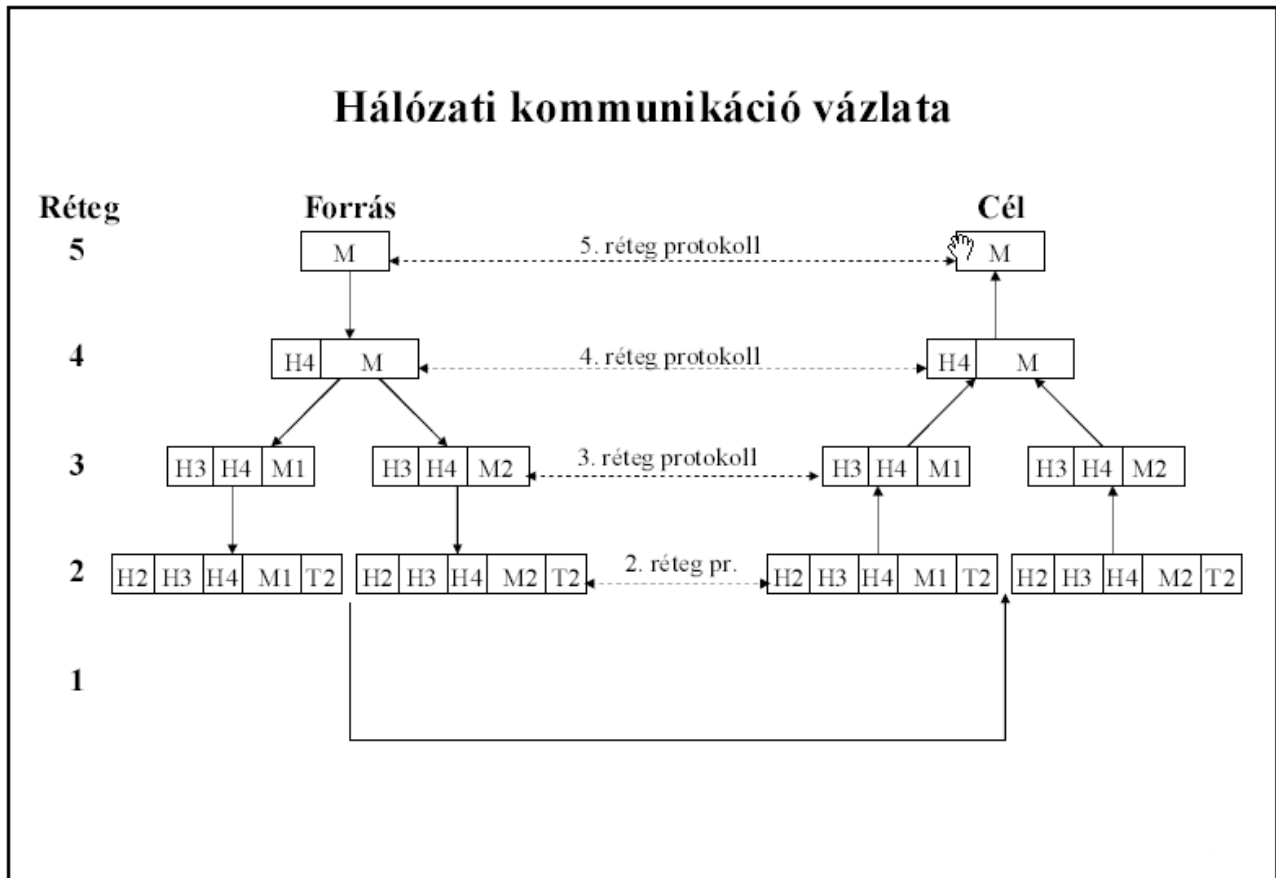
- A két kommunikációs végpont (csomópont) azonos szintjén elhelyezkedő entitások. Logikailag a társak kommunikálnak egymással a megfelelő réteg protokollját használva.

N/N+1 szint interfész:

- Az N. és N+1. réteg kapcsolódási felülete, határfelülete.

N. réteg szolgáltatása:

- Azon művelethalmaz (szolgáltatás), melyet az N. réteg nyújt az N+1. Réteg számára (az interfészen keresztül).



Hálózati kommunikáció – fogalmak

Beágyazás (enkapszuláció):

- A (felsőbb szintről érkező) információ egy bizonyos protokoll fejléccel történ becsomagolása (mint pl. levél küldésekor a borítékba helyezés és boríték címezés).

Protokoll adategység (PDU, Protocol Data Unit, csomag):

1. Az adott protokoll által kezelt (fejlécből és adatból) álló egység. (Gyakran használt másik megnevezése a csomag.)

OSI referenciamodell

Réteg		PDU megnevezés
7	Applikációs réteg	APDU
6	Prezentációs réteg	PPDU
5	Session réteg	SPDU
4	Transzport réteg	TPDU
3	Hálózati réteg	Csomag
2	Adatkapcsolati réteg	Keret
1	Fizikai réteg	Bit

OSI modell rétegei

1. Fizikai réteg:

- Elektromos és mechanikai jellemzők procedurális és funkcionális specifikációja két (közvetlen fizikai összeköttetés,) eszköz közötti javítás céljából.

2. Adatkapcsolati réteg:

- Megbízható adatátvitelt biztosít egy fizikai összeköttetésen keresztül. Ezen réteg problémaköréhez tartozik a fizikai címezés, hálózati topológia, közeghozzáférés, fizikai átvitel hibajelzése és a keretek sorrendhelyes kézbesítése. Az IEEE két alrétegre (MAC, LLC) bontotta az adatkapcsolati réteget.

OSI modell rétegei

3. Hálózati réteg:

- Összeköttetést és útvonalválasztást biztosít két hálózati csomópont között. Ehhez a réteghez tartozik a hálózati címezés és az útvonalválasztás (routing).

4. Transzport (szállítási) réteg:

- Megbízható hálózati összeköttetést létesít két csomópont között. Feladatkörébe tartozik pl. a virtuális áramkörök kezelése, átviteli hibák felismerése/javítása és az áramlásszabályozás.

5. Session réteg:

- Ez a réteg építi ki, kezeli és fejezi be az applikációk közötti dialógusokat (session, dialógus kontroll).

6. Prezentációs réteg:

- Feladata a különböző csomópontokon használt különböző adatstruktúrákból ered információ-értelmezési problémák feloldása.

7. Applikációs réteg:

- Az applikációk (fájl átvitel, e-mail, stb.) működéséhez nélkülözhetetlen szolgáltatásokat biztosítja (pl. fájl átvitel esetén a különböző fájlnev konvenciók figyelembe vétele).

Hálózati kapcsolóelemek

Hálózati kapcsolóelemek - alapfogalmak

Ütközési tartomány (Collision domain; Bandwith domain):

- Az a hálózatrész, melyben az ütközés érzékelhet.
- Az ütközési tartományban egy időpillanatban csak egy információátvitel folyhat.

Üzenetszórási tartomány (Broadcast domain):

- Az a hálózatrész, ahol az üzenetszórás célcímmel feladott csomag (pdu) megjelenik, érzékelhet.

Hálózati kapcsolóelemek

A részhálózatok - a kapcsolóelem működése alapján – különböző OSI rétegekben kapcsolhatók össze:

OSI réteg	Kapcsolóelem
Transzport réteg felett	Átjáró (gateway)
Hálózati réteg	Forgalomirányító (router)
Adatkapcsolati réteg	Híd (bridge)
Fizikai réteg	Jelismétlő- (repeater)

Jelismétlő (repeater):

- Az átviteli közegen továbbított jeleket ismétli, erősíti.
- Az összekapcsolt részhálózatokat nem választja el.
- Többportos változatát szokás HUB-nak nevezni.

Híd (bridge):

- Az adatkapcsolati rétegben működve szelektív összekapcsolást végez („csak az megy át a hídon, aki a túloldalra tart”).
- Az összekapcsolt részhálózatok külön ütközési tartományt alkotnak.
- Az üzenetszórás általában minden összekapcsolt részhálózat felé továbbítja.

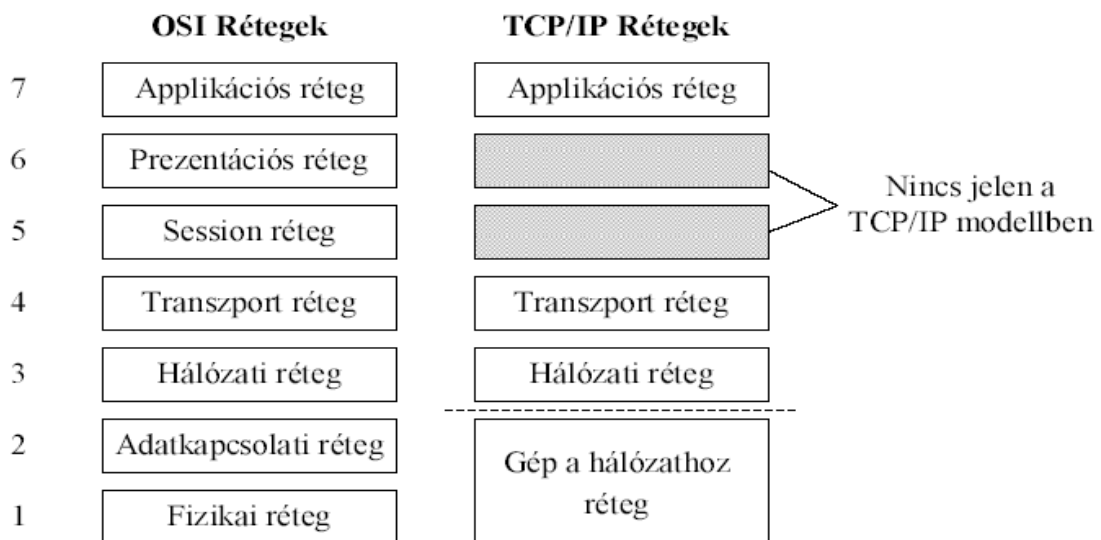
Kapcsoló (switch):

- Olyan többportos eszköz, melynek bármely két portja között híd (bridge) funkcionalitás működik.

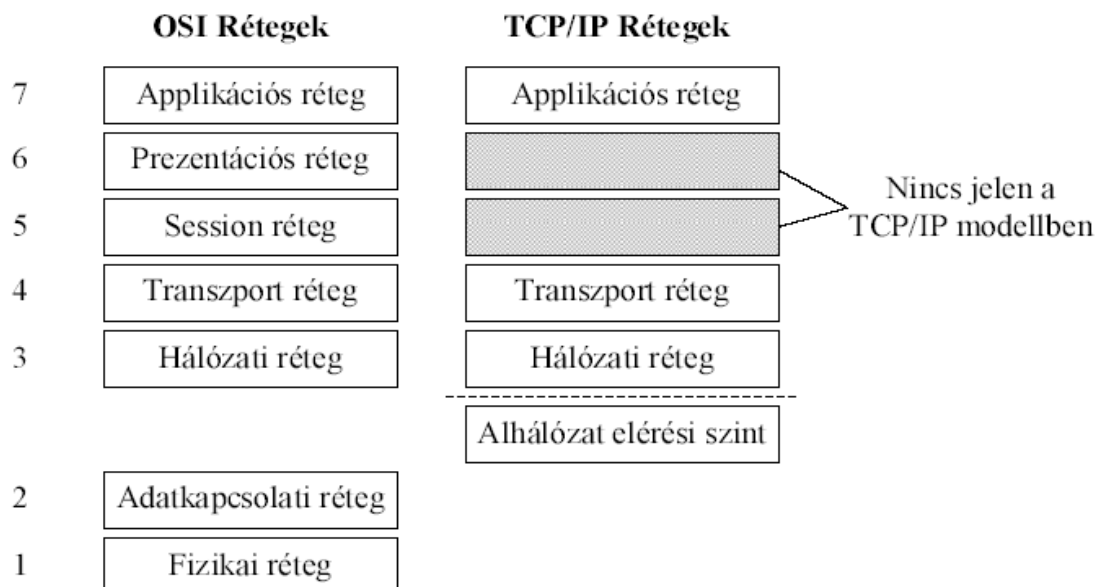
Forgalomirányító (router):

- Az hálózati rétegben működve szelektív összekapcsolást, útvonalválasztást, forgalomirányítást végez.
- Az összekapcsolt részhálózatok külön ütközési tartományt és külön üzenetszórási tartományt alkotnak.
- Csomópont, saját hálózati címmel rendelkezik.

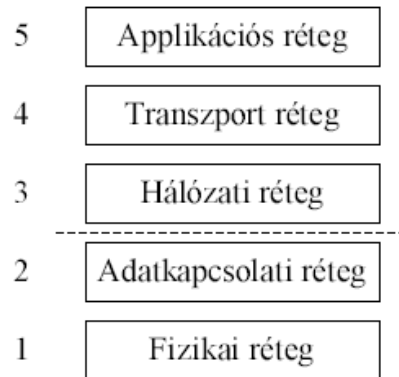
TCP/IP - OSI modell leképezése 1.



TCP/IP - OSI modell leképezése 2.



Hibrid referenciamodell



II- Fizikai Réteg

Fizikai Réteg - Korlátozott Sáv szélesség

Csatorna maximális adatátviteli sebessége

Nyquist (1924) és Shannon (1948) elméleti összefüggései a csatorna maximális adatátviteli sebességére.

Nyquist meghatározta a maximális adatátviteli sebességet zajtalan csatornára:

Ha a jel V diszkrét értékből áll, akkor a

$$C = 2 H \log_2 V \text{ bit/s}$$

ahol C a maximális adatátviteli sebesség, H az átviteli csatorna sáv szélessége.

Vonali zaj (noise)

Az átviteli közeg környezetéből származó zavarokat vonali zajnak nevezik.

Az átvitt jelek csillapítása miatt a zajszint összemérhetővé válhat a jelszinttel, és a jelek helyes érzékelése lehetetlenné válhat.

Az átviteli médiumok jellemezhetők az átlagos jelteljesítmény (Signal) és zajteljesítmény (Noise) hányadosával (általában dB skálán mérve):

$$S/N$$

Shannon meghatározta a maximális adatátviteli sebességet zajos csatornára:

$$C = H \log_2 (1 + S/N) \text{ bit/s}$$

ahol

C a maximális adatátviteli sebesség,

H az átviteli csatorna sáv szélessége,

S az átlagos jelteljesítmény,

N az átlagos zajteljesítmény.

Csillapítás

A jel amplitúdója csökken a jel haladása során az átviteli közegben. Az átviteli közeg hosszát úgy állapítják meg, hogy a jel biztonsággal értelmezhető legyen a vételi oldalon.

Ha nagyobb távolságot kell áthidalni, akkor erősítők (jelismétlők) beiktatásával kell a jelet visszaállítani. A csillapítás frekvenciafüggő, ezért az erősítőknek frekvenciafüggő erősítéssel kell ezt kompenzálniuk.

A csillapítás és az erősítés mértékét decibelben (dB) adják meg:

$$\text{Csillapítás} = 10 \log_{10} P_1 P_2 \text{ dB}$$

ahol P_1 és P_2 az átviteli közeg elején és végén mért teljesítmény (Watt).

Csavart érpár – fizikai jellemzők

Fizikai jellemzők

- A legolcsóbb, legelterjedtebben használt átviteli közeg.
- Két szigetelt rézvezetéket szabályos minta szerint összecsavarnak.
- Többnyire néhány csavart érpárt kötegelnek és véd szigeteléssel vonnak be.
- A csavarás csökkenti az áthallást az érpárok között és zajvédelmet biztosít.
- A csavarás hossza kicsit különbözhet az egyes érpárokból, hogy csökkenjen az áthallás.
- A csavarás hossza nagy távolságú összeköttetésekben 50 - 150 mm között változik.
- A huzal átmérje 0.4 - 0.9 mm.

Csavart érpár



Több csavart érpárt (4) fognak össze, és külső szigeteléssel látnak el.
Az összefogott érpárokat árnyékolhatják (Shielded twisted pair).

Csavart érpár

Alkalmazásai

- Analóg és digitális átvitelre egyaránt használják.
- Analóg rendszer: telefon elvezetési hurok.
- Digitális rendszer (pl. LAN).
- A legolcsóbb médium, a legkönnyebb vele dolgozni, de az adatátviteli sebessége és az áthidalható távolság erősen korlátozott.

Csavart érpár – átviteli jellemzők

Átviteli jellemzők

- A csavart érpár csillapítása erősen függ a frekvenciától.
- Érzékeny az interferenciára és a zajra. Például a párhuzamosan futó AC hálózatról könnyen fölveszi az 50Hz energiát.
- A zavarások csökkentésére árnyékolást alkalmaznak.
- A csavarás csökkenti az alacsony frekvenciás interferenciát.
- Különböző csavarási hosszak használata a szomszédos érpárok közötti áthallást (crosstalk) csökkenti.
- Pont-pont analóg jelzéssel (néhányszor) 100KHz sávszélesség is elérhető (több hangcsatorna átvitele).
- Rövid távolságra (néhányszor) 100 Mbps sebesség is elérhető.

Csavart érpár típusok

Category 3 és Category 5 UTP

Category 3. UTP kábel és csatlakozók ~16 MHz átvitelre.

Korlátozott távolságra 16 Mbps sebesség> átvitelt tesz lehetővé. Ez a hangminőségű kábel nagyon sok épületben megtalálható.

Category 5. UTP kábel és csatlakozók 100 MHz átvitelre.

Korlátozott távolságra 100 Mbps sebesség> átvitelt tesz lehetővé. Az új épületeket gyakran ezzel az adat-minőség> kábellel huzalozzák be.

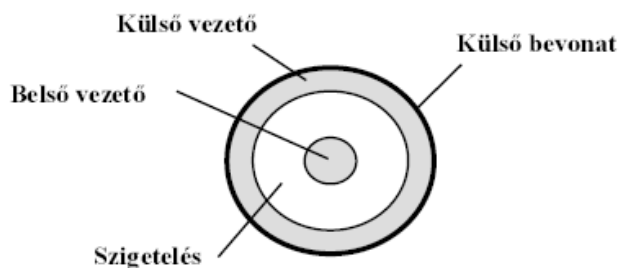
(Új szabványok: Cat5e, Cat6: ~300MHz; Cat7 STP: ~600MHz.)

A kétféle kábel közötti legfontosabb különbség az egységnyi hosszra eső csavarások számában mutatkozik:

Cat3: 10 - 15 csavarás/m; Cat5: 20 - 30 csavarás/m.

Koaxiális kábel – fizikai jellemzők

Fizikai jellemzők



Koaxiális kábel keresztmetszete

- A kábel átmérője: 5 - 25 mm.
- A koncentrikus felépítés miatt kevésbé érzékeny a zavarokra és az áthallásra, mint a csavart érpár.
- Nagyobb távolságra használható és többpontos alkalmazásban több állomást támogat a csavart érpárnál.

Koaxiális kábel

Alkalmazásai

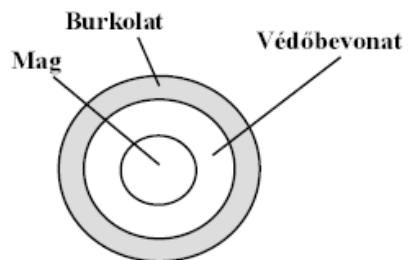
- Televízió adás továbbítása.
- Nagy távolságú telefon átvitel.
- Számítógépek összekapcsolása
- Helyi hálózatok.

Átviteli jellemzők

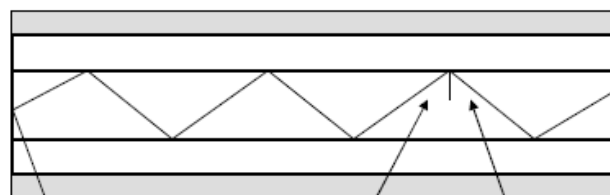
- Analóg átvitel esetén néhány km-enként szükséges erősítés. Mintegy 400 MHz-ig használható.
- Digitális átvitel esetén km-enként szükséges jelismétlő használata.

Optikai szál – fizikai jellemzők

Fizikai jellemzők



Optikai szál



A kritikus szögnél kisebb szögben becsapódó fénysugarat elnyeli a bevonat

Beesési szög

Visszaverődési szög

Optikai szál – fizikai jellemzők

Fizikai jellemzők

- 2 - 125 μm átmérőjű hajlékony optikai szál fénysugár továbbítására képes.
- Optikai szálakat üvegből és műanyagból is készítenek.
- A védőbevonat szintén üveg vagy műanyag, más optikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint a mag.
- A külső műanyag burkolat a szennyeződés, kopás és egyéb külső hatások ellen nyújt védelmet.

Optikai szál – előnyök

Alkalmazásai (pozitívumok):

- **Nagyobb kapacitás**

Nagy adatátviteli sebesség érhető el (2 Gbps több 10 km-en).

- **Kisebb méret és súly**

- **Kisebb csillapítás**

A csillapítás kisebb, és széles frekvencia tartományban állandó.

- **Elektromágneses izoláltság**

Külső elektromágneses hatásokra nem érzékeny, nincs áthallás. Nem sugároz energiát, ezért nem hallgatható le. Nehéz az üvegszálat megcsapolni.

- **Nagyobb ismétlési távolság**

Kevesebb ismétlő kevesebb hibalehetőséggel és alacsonyabb költséggel jár. A technológia egyre fejlődik: pl. 3,5 Gbps adatátviteli sebesség 318 km távolságra ismétlés nélkül (AT&T, 1990-es évek).

Optikai szál

Alkalmazásai

- Nagyvárosi f vonalak
- Vidéki nagytávolságú fővonalak (trunk)
- Telefonközpontok f vonalai
- El fizet i hurkok
- Helyi hálózatok

Átviteli jellemzők

- 10^{14} - 10^{15} Hz (infravörös) tartományban működik.
- 3 változatát használják:
 1. több módusú (multi mode)
 2. egy módusú (single mode)
 3. több módusú, emelked törésmutatójú (multi mode graded index)

Fényforrás lehet:

- LED
- Lézer dióda.

Optikai szál típusok

Átviteli jellemzők

Több módusú szál

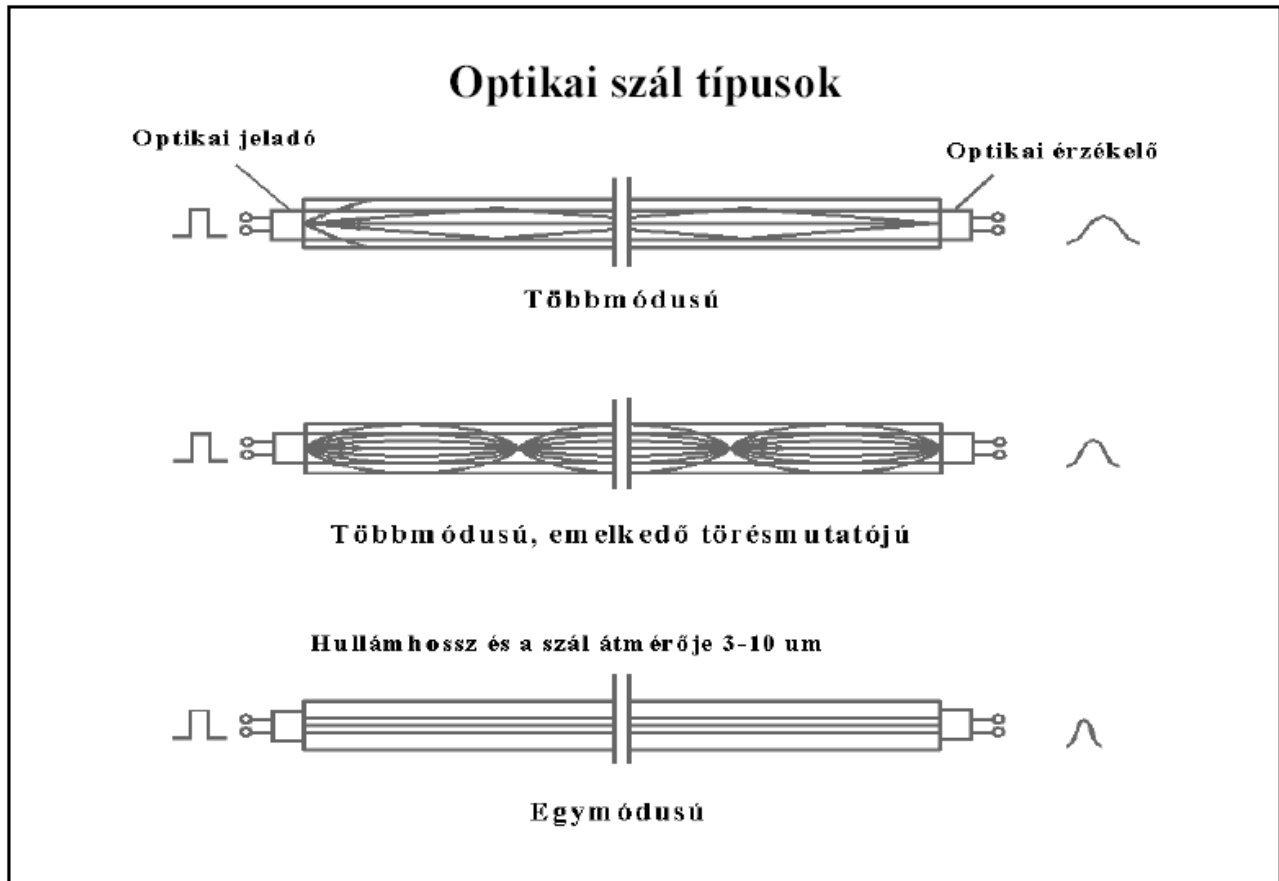
A fényforrásból különböző szögben kilép fénysugarak különböző szögben verődnek vissza a két optikai közeg határáról, ezért különböző utat tesznek meg különböző idő alatt. Ezért a fényimpulzusok torzulnak. Emiatt az adatátviteli sebesség csökken.

Egy módusú szál

A mag átmérőjét csökkentve a hullámhossz méretére, csak a tengely irányú fénysugár jut át. A fényimpulzusok nem torzulnak, nagyobb adatátviteli sebesség érhető el.

Több módusú, emelkedő törésmutatójú szál

A mag anyagának törésmutatója a tengelytől távolodva növekszik. Ez mintegy fókuszálja a fényt. E típus tulajdonságai az előző kettő közé tehetők.



Vezeték nélküli átvitel

Az elektromágneses jelek átvitelét és érzékelését antennák végzik.

A sugárzásnak két módja van:

- Irányított
- Mindenirányú (irányítatlan)

Irányított esetben az antenna fókuszált elektromágneses sugarat bocsát ki, a vevő antennát pontosan kell pozícionálni.

Mindenirányú sugárzás sok antennával vehető.

A nagyobb frekvenciájú jelek jobban fókuszálhatók.

Három frekvencia-tartomány jöhet szóba vezeték nélküli átvitelre:

- 2 - 40 GHz (mikrohullámú átvitel) (irányított)
- 30 MHz - 1 GHz (rádiófrekvencia) (mindenirányú)
- $3 \cdot 10^{11}$ - $2 \cdot 10^{14}$ Hz (infravörös)

Jelkódolási technológiák

Jelkódolás

Jelkódolás:

- A fizikai rétegben megjelenő bitsorozatot az alkalmazott (digitális) csatorna jelkészletére, jelzésrendszerére (feszültség szintekre, feszültség szint váltásokra) képezzük le.

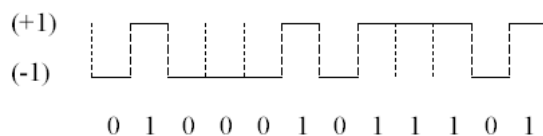
Bipoláris kódolás:

- A csatornán két jelet (feszültség szintet) különíthetünk el, s az egyszerűség kedvéért a (+1) és a (-1) szimbólumokkal jelöljük őket.

NRZ Jelkódolás

NRZ Jelkódolás: A (+1) feszültség szintet tartjuk az „1” bit érték átviteli idejében, s a (-1) feszültség szintet pedig a „0” bit érték átviteli idejében. Könnyen implementálható, de nem biztosít szinkronizációt több azonos bit érték átvitele során.

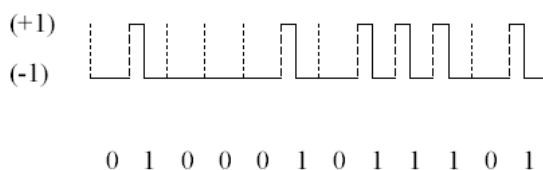
Példa:



RZ Jelkódolás

RZ Jelkódolás: A (+1) feszültség szintet tartjuk az „1” bit érték átviteli idejének első felében és (-1)-et a második felében. A „0” bit érték esetén a teljes bit időtartamban (-1) feszültség szintet tartunk. Jelváltás sebesség duplikáció és szinkronizálatlan „0” bitsorozat átvitel jellemzi.

Példa:

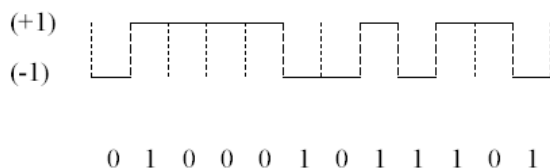


NRZI Jelkódolás

NRZI Jelkódolás: Az „1” bit érték átviteli idejében a megelőző időtartamban alkalmazott feszültségszint ellentettjét alkalmazzuk, a „0” bit érték átviteli idejében pedig tovább tartjuk a megelőző bit időtartamban alkalmazott feszültségszintet.

Sok „0” bit átvitele során nem biztosít szinkronizációt.

Példa:



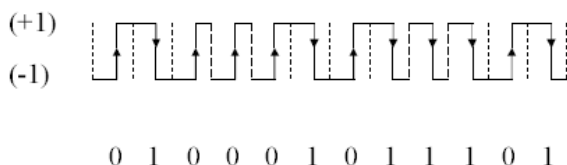
Manchester(PE) Jelkódolás

PE Jelkódolás: Az „1” bit értéket az átviteli idejének közepén bekövetkező

(+1) (-1) feszültségszint váltás reprezentálja. A „0” bit értéket pedig az átviteli idejének közepén bekövetkező (-1) (+1) feszültségszint váltás reprezentálja.

A folyamatos szinkronizáció biztosított, de dupla jelváltás sebességet igényel.

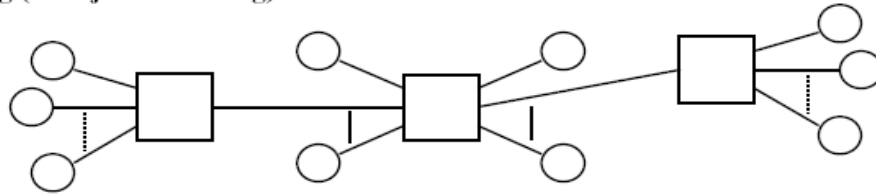
Példa:



Topológiák

Topológiák

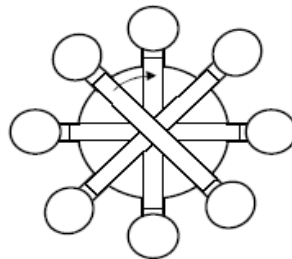
Csillag (kiterjesztett csillag)



○ Host (munkaállomás vagy szerver)

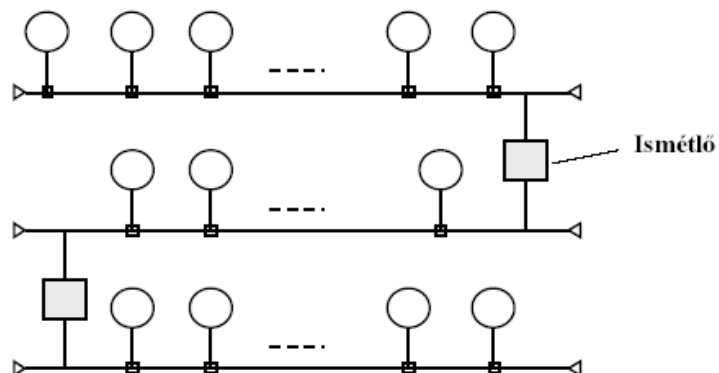
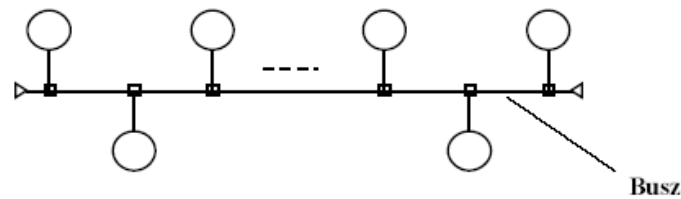
□ Középpont

Gyűrű



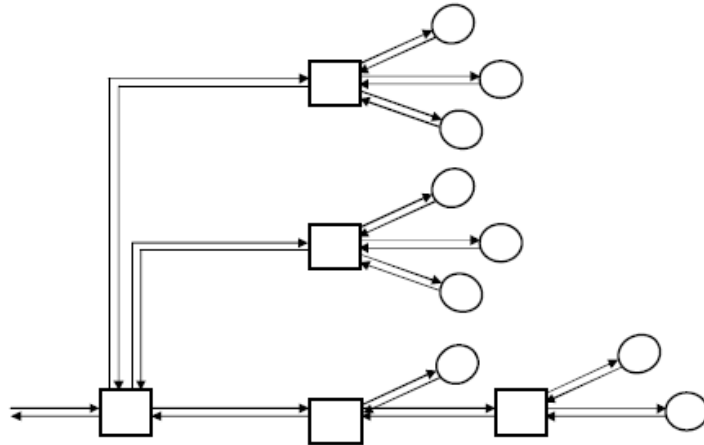
Topológiák

Busz (sín)



Topológiák

Fa



III. - Adatkapcsolati Réteg

Adatkapcsolati réteg szolgáltatások

- Jóváhagyás nélküli, összeköttetés mentes.
 - Jó (megbízható) fizikai összeköttetés esetén célszer.
 - A legtöbb LAN alkalmazza.
- Jóváhagyásos, összeköttetés mentes.
 - Nem megbízható (hibás, zajos) fizikai összeköttetés esetén célszer.
- Jóváhagyásos, összeköttetés alapú.
 - Keret-sorozatok átvitele esetén hatékony.

Adatkapcsolati réteg – Keretezés

Keretezés: A hálózati réteg felől érkező bitfolyamot keretekre kell tördelni, s a kereteket kell továbbítani (a fizikai rétegre támaszkodva).

Megoldási ötletek:

- Keretek közötti szünetek alkalmazása (Időzítés!).
- Karakterszámlálás.
- DLE STX és DLE ETX (kezd- és zárókarakterek) alkalmazása karakterbeszúrással. (A keretben megjelenő DLE karakter DLE DLE duplikátumként megy át.)
- DLE STX és DLE ETX (kezd- és zárókarakterek) alkalmazása bitbeszúrással.

LAN Adatkapcsolati réteg megoldások

Közeghozzáférési alréteg (MAC)

MAC osztályozás

Statikus csatornafelosztás

- Frekvenciaosztásos multiplexelés (FDM)
- Időosztásos multiplexelés (TDM)
- Hullámhossz osztásos multiplexelés (WDM)

Dinamikus közeghozzáférés

- Továbbítás figyelés nélkül
- Időreselt (Time Slot)
- Továbbítás figyeléssel (Carrier Sense Multiple Access)
- Ütközés érzékeléssel (Collision Detect)
- Vezérjeles (Token)
- Kódosztásos (Code Divison Multiple Access)

Frekvenciaosztásos multiplexelés (FDM)

Hány részre (alsatornára) osszuk a csatornát? – Megoldási filozófiák:

- Ütközés teljes kizárása.
- Átlagos válaszüldő (átviteli idő) minimalizálás.

Sorbanállási matematikai modell N részre osztott csatornára:

Kapacitás: C/N (bps) \rightarrow 1 bit átviteli ideje: N/C sec.

Keret érkezési intenzitás:

$$\frac{\lambda}{N} \text{ (keret/sec)} \rightarrow \frac{N}{\lambda} \text{ másodpercenként érkezik keret}$$

Kerethossz: $1/\mu$ (bit/keret)

Egy keret átvitele:

$$\frac{N}{\mu C} \text{ (sec)} \rightarrow \frac{\mu C}{N} \text{ a kiszolgálási intenzitás.}$$

Little tétel:

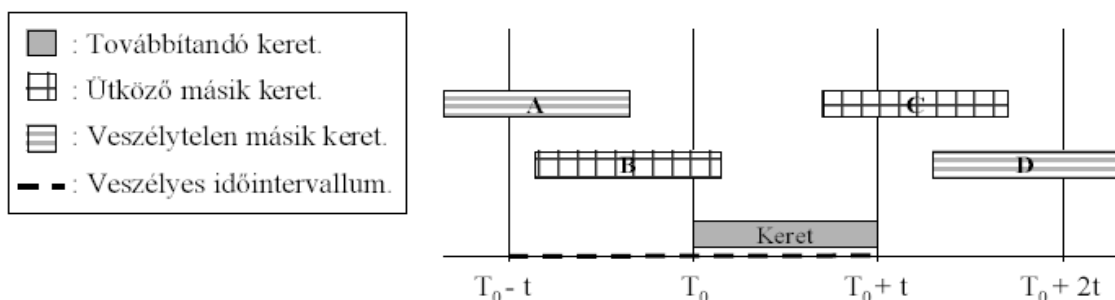
$$\text{Átlagos válaszüldő} = \frac{1}{\text{Kiszolg.Int.} - \text{Érk.Int.}} = \frac{N}{\mu C - \lambda}$$

ALOHA

Továbbítás figyelés nélküli (legegyszerűbb) közeghozzáférés:

- A továbbítandó keret azonnal a csatornára kerül.
- Eredet: Hawai Egyetem – szigetek közötti kommunikáció.
- Egyszerű működés, könnyen implementálható.
- Az ütközések miatt a csatorna maximális kihasználtsága alacsony (18%).

Keret átvitelre veszélyes időtartam ALOHA esetén:

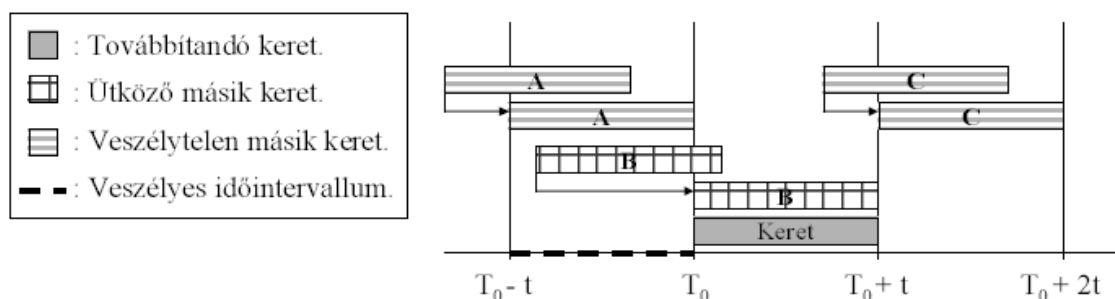


Réselt ALOHA

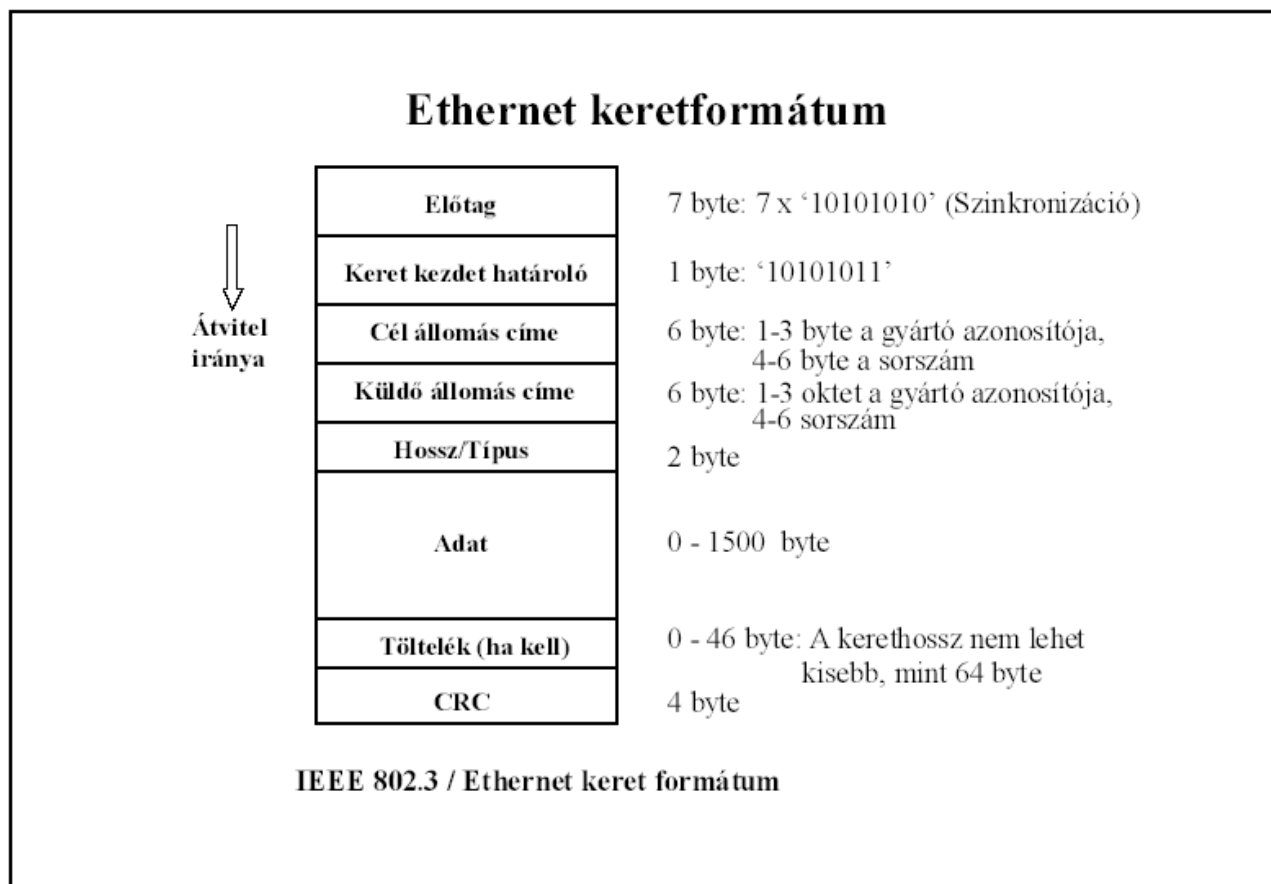
Időréselt, továbbítás figyelés nélküli közeghozzáférés:

- A továbbítandó keret a következő időrés elején kerül a csatornára.
- A csatornakihasználtság egyszerűen növelhető (36%).

Keret átvitelre veszélyes időtartam réselt ALOHA esetén:



Ethernet (CSMA/CD)



Ethernet

Működési paraméterek

Átviteli sebesség	10 Mbps (Manchester kódolás)
Résidő	512 bit-id.
Keretek közti idő	9,6 µs
Átviteli kísérletek max. száma	16
Zavaró bitek száma (jam size)	32 bit
Legnagyobb kerethossz	1518 byte
Legrövidebb kerethossz	512 bit

Célcím lehet

- Egy állomás pontos címe
- Csupa '1' bit: üzenetszórás (broadcast), az üzenetet minden állomás veszi.

A küldő állomás címe nem lehet többes cím!

Ethernet kerettovábbítás

A keret ismételt továbbítása idejének meghatározása:

A résidő vagy körbejárási késleltetés az az idő amennyi idő alatt a keret első bitje a két legtávolabbi állomás között kétszer megfordul. Ennyi idő alatt az állomások biztonsággal észlelik az ütközést.

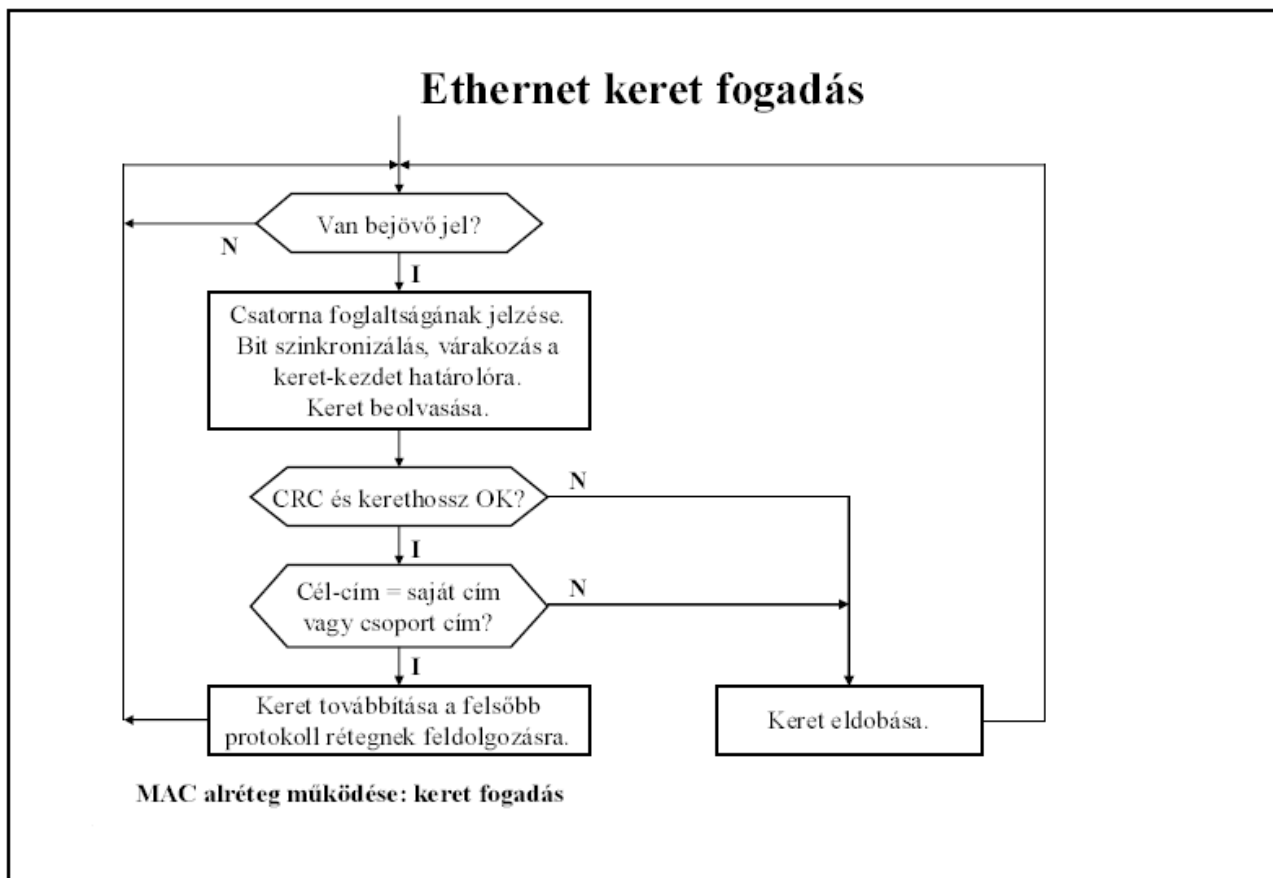
(Kábel késleltetés: $\sim 5\mu\text{s}/1000\text{m}$.)

Résidő = $2 * (\text{kábelkésleltetés} + \text{ismétlők késleltetése}) + \text{tartalék idő}$

Résidő = $51.2\ \mu\text{s}$ ($2 * (2.5\ \text{km} + 4\ \text{ismétlő késleltetése})$, 512 bit átvitelének ideje)

A várakozási idő a résidő véletlen számú többszöröse, amely az átviteli kísérletek számának függvénye:

- | | |
|------------------|---|
| 1. ütközés | 0 vagy 1 résidőnyi várakozás véletlenszerűen |
| 2. ütközés | 0, 1, 2 vagy 3 résidőnyi várakozás véletlenszerűen |
| 3. ütközés | 0, 1, 2 ... 7 résidőnyi várakozás véletlenszerűen |
| 10. ütközés | $0 - (2^{10}-1)$ résidőnyi várakozás véletlenszerűen |
| 11. ütközés | - " - |
| - " - | - " - |
| 15. ütközés | - " - |
| 16. ütközés után | nem az interfész kártya nem próbálkozik tovább, jelzi az átvitel sikertelenségét. |



Fast Ethernet

Kifejlesztésének célja:

- 10 Base T Ethernet-hez (IEEE 802.3) 10-szeres átviteli sebesség elérése,
- Kábelezési rendszer megőrzése,
- MAC módszer és keret formátum megtartása.

A 10 Base T hálózatok nagy része 100 m-nél rövidebb kábelekkkel csatlakozott az ismétlőhöz.

Két állomás távolsága legfeljebb 200 m. 100 Mbps átviteli sebesség esetén 512 bit átviteli ideje alatt a legtávolabbi állomások is érzékelik az ütközést.

Így a maximális hosszak lerövidítésével a CSMA/CD MAC módszer megtartható.

A szabvány neve: **100 Base T**.

A legnagyobb probléma a 100 Mbps átviteli sebesség elérése 100 m távolságra árnyékolatlan kábelben.

Két szabvány van:

- **100 Base 4T** Category 3 (voice-grade) kábelre
- **100 Base X** Category 5 (UTP) kábelre és optikai szálra

Fast Ethernet

100 Base X

Különböző médiumokra (X) tervezték:

- Category 5 árnyékolatlan (UTP) kábel,
- Category 5 árnyékolt (STP) kábel,
- Optikai szál

Mindegyik más fizikai médiumfüggő alréteggel rendelkezik.

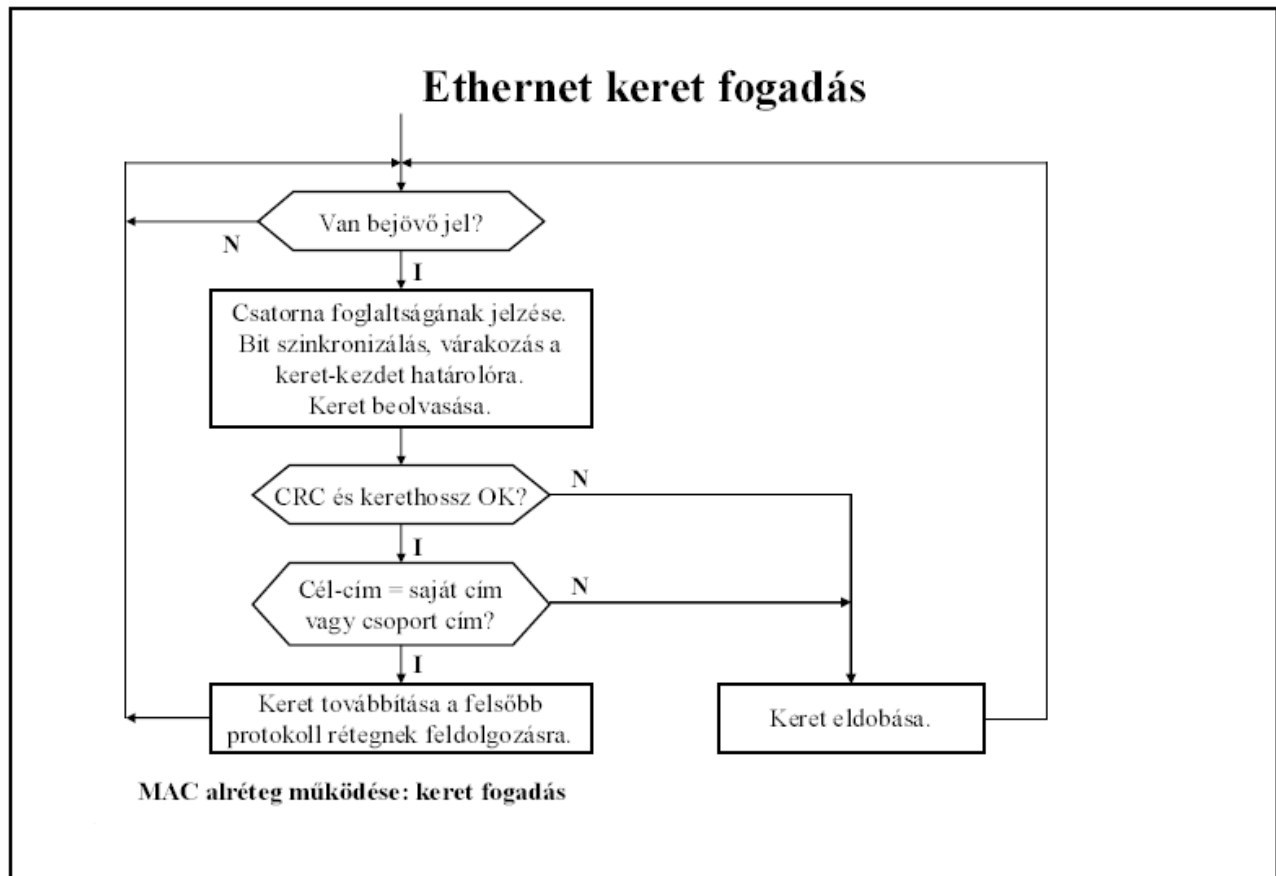
Az FDDI hálózatra kifejlesztett **4B5B** (4B/5B) bit kódolást adaptálták a 100 Base X-re.

Az adat minden 4 bitjét (nibble) 5 biten kódolnak.

Csak olyan 5 bites szimbólumokat használnak, amelyben legfeljebb két '0' bit van egymás mellett.

A garantált 2 bitenkénti jel átmenet jó bit szinkronizálást biztosít.

Az adat kódolásra nem használt 16 öt bites szimbólum közül 2-2 a keret elejét és végét határolja.



Token ring

Token ring (ISO/IEEE 802.5)

Leggyakoribb alkalmazási területe: műszaki és irodai

Működési elv:

- Ha egy állomás keretet akar továbbítani, először meg kell várnia vezérjelet (token).
- Ha megjött a vezérjel, a keretet, (amely tartalmazza a feladó és a célcímet) bitenként a kábelre adja.
- Minden állomás bitenként veszi és azonnal továbbküldi a keretet.
- A címzett állomás a beolvasott keretet feldolgozza, de ugyanúgy továbbítja, mint a többi állomás, azzal a különbséggel, hogy a címzett a válasz biteket is beállítja a keret végén.
- A keretet a feladó állomás távolítja el a gyűrűről. A feladó a válasz biteket is feldolgozza.
- A feladó állomás továbbküldi a vezérjelet.

A vezérjel továbbadásának alternatív megoldásai:

Lassú gyűrű: (4 Mbps)

Egyszerre csak 1 keret van a gyűrűben.

A vezérjelet a feladó állomás csak a keret visszaérkezése után továbbítja.

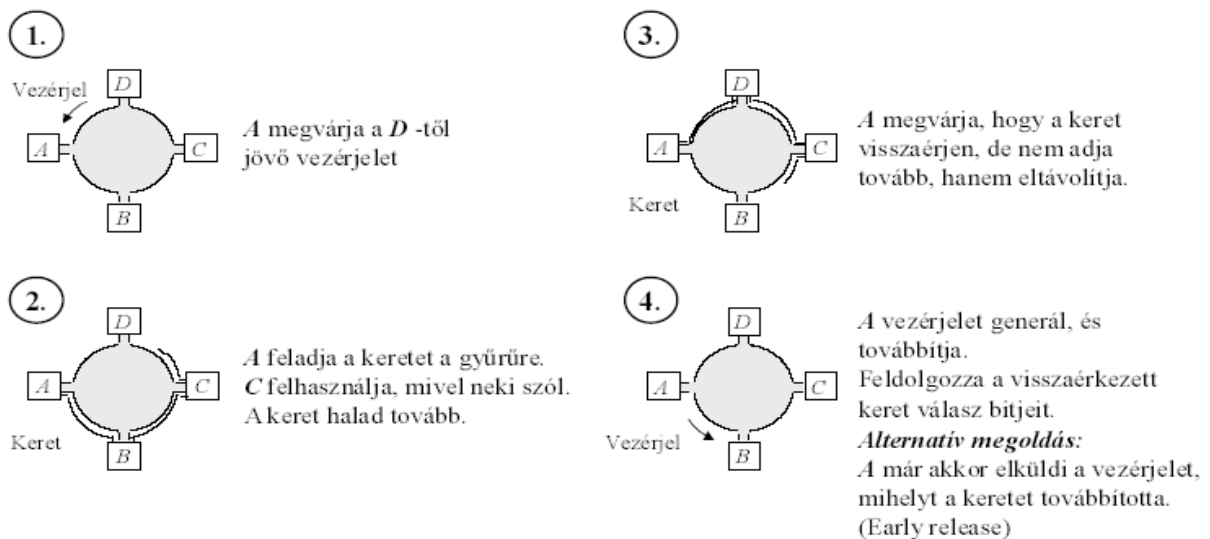
Gyorsabb gyűrű: (16 Mbps)

Egyszerre több keret van a gyűrűben.

A vezérjelet a feladó állomás a keret elküldése után azonnal továbbítja (early token release).

Token ring – működési váz

A állomás akar keretet küldeni C állomásnak



Token ring általános jellemzők

Jellemzők

Az átviteli közeg: árnyékolt csavart érpár.

Az állomások pont-pont kapcsolattal kapcsolódnak össze.

Kódolás: differenciális Manchester.

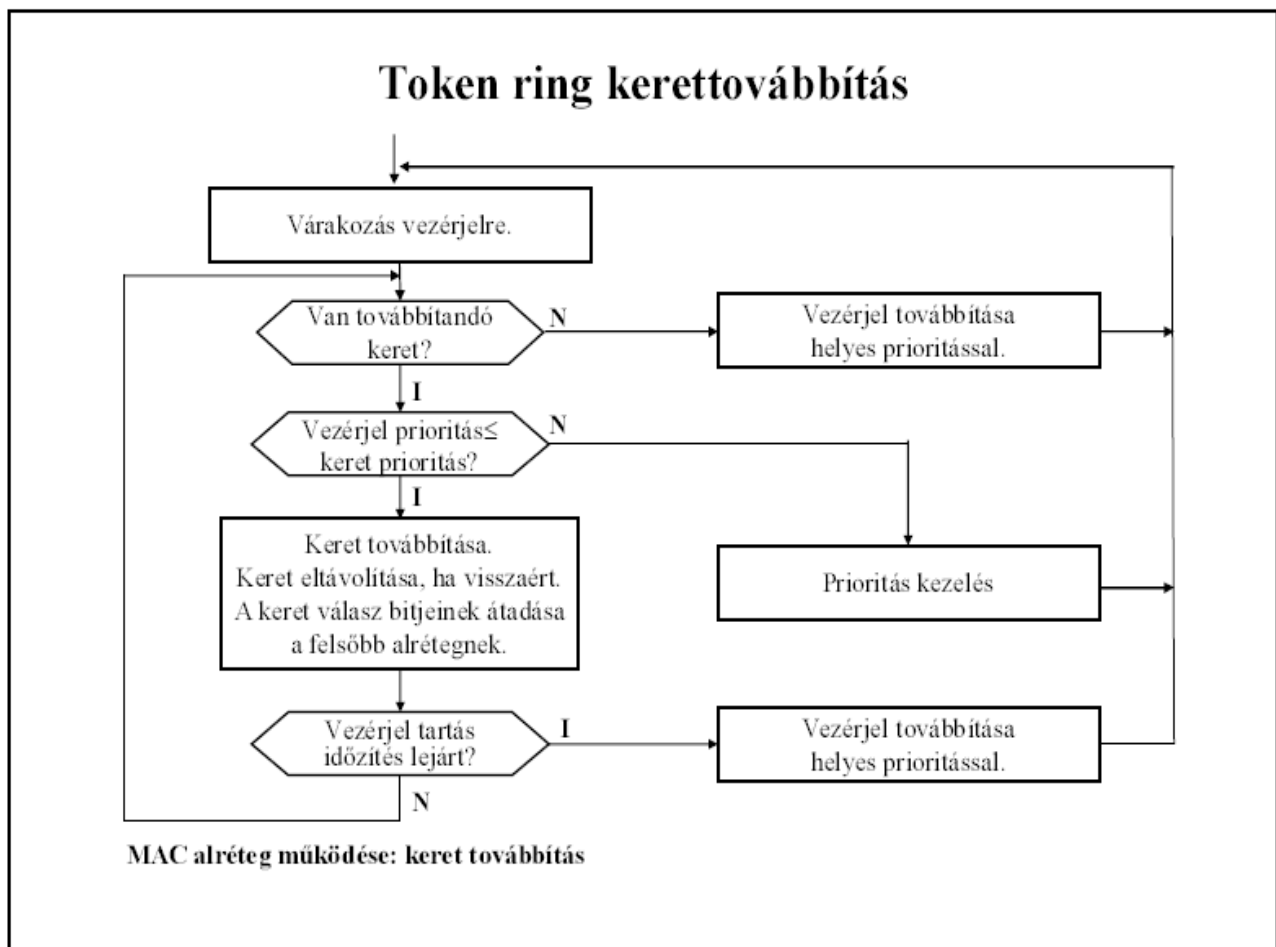
Az állomások fizikai gyűrűt képeznek, de koncentrátorok alkalmazásával látszólag Csillag/Fa topológia alakul ki. Az állomások a koncentrátorokhoz 2-2 csavart érpárral csatlakoznak.

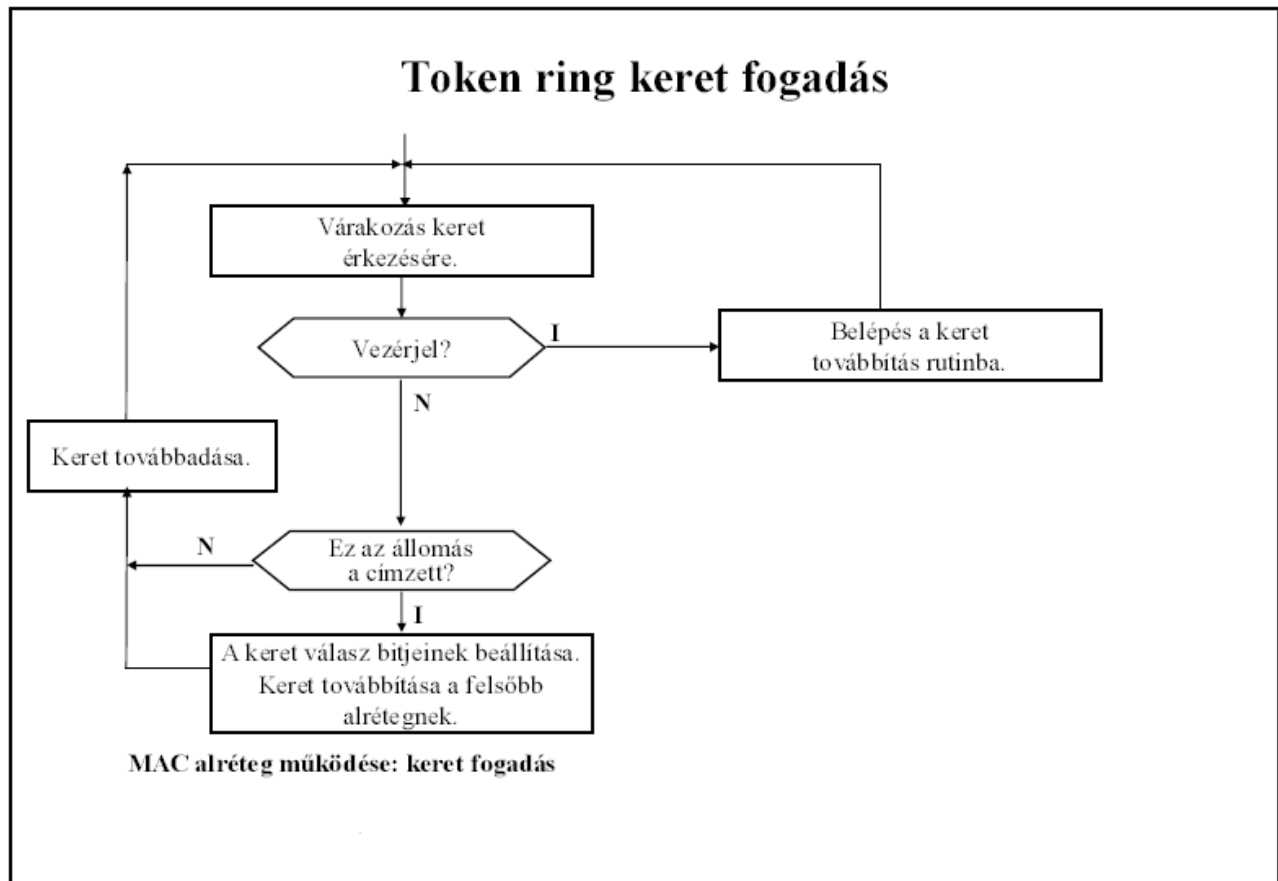
Az állomások egy ún. TCU (Trunk Coupling Unit) egységgel csatlakoznak a gyűrűhöz, mely reléket és mGködtet5 elektronikát tartalmaz. Ez biztosítja, hogy az állomás kikapcsolásakor a gyűrű záródjék.

Kettős gyűrű alkalmazásakor a TCU további feladata, hogy kábelszakadás vagy más állomás meghibásodása esetén kiiktatja a hibás kábelszakaszt vagy állomást, és a gyűrű kétszer olyan hosszú gyűrűként tovább működhet.

A MAC egység feladatai

- Keret képzés és kibontás.
- Ellenőrzés összeg képzés.
- Hibavizsgálat.
- A MAC algoritmus implementálása.





Kódosztásos közeghozzáférés (CDMA)

CDMA Alapötletek

Klasszikus probléma: Egy rádiófrekvenciás csatornán egy időpillanatban csak egy adás folyhat.

Hogyan lehetne egy csatornán egy időben több adást is folytatni?

Megoldási ötletek:

- **TDM**
Egyszerre csak egy valaki beszélhet.
- **FDM**
A beszélgetők különböző helyekre vonulva beszélgetnek.
- **CDMA**
A beszélgetők különböző nyelveken beszélgetnek.

WAN Adatkapcsolati réteg megoldások

SLIP

SLIP (Serial Line Internet Protocol, RFC 1055).

Célja: IP csomagok küldése soros (pont-pont) linken keresztül.

- Csak IP hálózati protokoll támogatott.
- Statikus IP címkiosztást feltételez.
- Nincs hibajelzés, javítás.
- Nincs autentikáció.

PPP

PPP (Point to Point Protocol, RFC 1661, 1662, 1663).

Célja: Standard (többprotokollos) WAN adatkapcsolati réteg protokoll kialakítása.

Jellemzők:

- Keretezés (eleje, vége jelzőkarakterek).
- Hibafelismerés.
- Két részből áll:
 - LCP: Link felépítés, tesztelés, leállítás.
 - NCP: Hálózati protokoll támogatás. Minden hálózati réteg protokollhoz kell egy azt támogató NCP.
- Többféle autentikáció:
 - PAP (Cleartext jelszóátvitel a kommunikáció kezdetén).
 - CHAP (Titkosított jelszóátvitel, bármikor kérhető).

PPP keretformátum

↓
Átvitel
iránya

Flag	1 byte: '01111110' (Kezdehatároló).
Address	1/0 byte: '11111111' (Broadcast).
Control	1/0 byte: pl. keretszámozás kialakítására.
Protocol	2/1 byte: pl. LCP, NCP, IP, IPX.
Adat	0 - 1500 byte (tipikusan).
Checksum	2 byte (Létezik 32 bites kiterjesztés).
Flag	1 byte: '01111110' (Véghatároló).

LCP opciókkal a mezők mérete csökkenthető (hatékonyságnövelés, pl. Protocol 2/1).

N-ISDN

Integrated Services Digital Network

Kísérlet az analóg telefonok digitális leváltására.

Standard csatornatípusok:

- A: 4 kHz analóg telefoncsatorna.
- B: 64kbps digitális hang vagy adatcsatorna.
- C: 8/16 kbps digitális csatorna.
- D: 16/64 kbps digitális csatorna (signaling).

Három standard kombináció:

- Basic: 2B + 1D₍₁₆₎.
- Primary: 23B + 1D₍₆₄₎ (USA) 30B + 1D₍₆₄₎ (EU).
- Hibrid: 1A + 1C (kevésbé elterjedt).

Ez a 64kbps-os csatornára fókuszáló megoldás a Narrowband ISDN.

Ma már nagyobb sáv szélesség igények tapasztalhatók.

B-ISDN

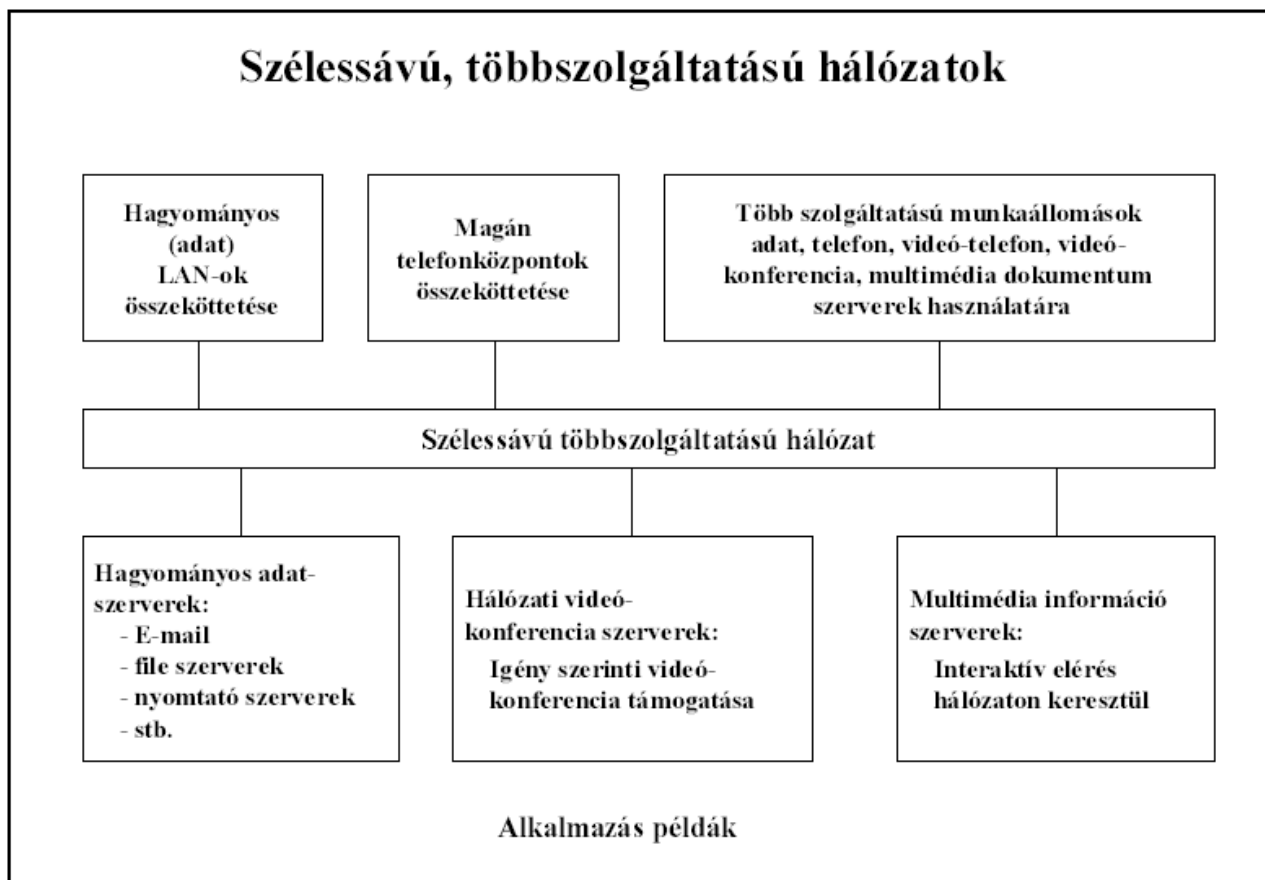
A hálózatok szolgáltatásai

- Adat továbbítás,
- Hang (telefon) átvitel,
- Kép (videofon) átvitel,
- Multimédia dokumentumok átvitele,
- Számítógéppel segített oktatás (Computer Aided Learning = CAL),
- Számítógéppel segített kooperatív munka.

A fenti szolgáltatásokat nyújtó számítógépek a többszolgáltatású munkaállomások.

A hálózatokat pedig, amelyek összekapcsolják őket, **szélessávú, többszolgáltatású hálózatoknak** (B-ISDN) nevezzük.

A követelmények messze meghaladják az adathálózatokkal szemben támasztott követelményeket.



Sávszélesség szükségletek

Média típusok sávszélesség szükségletei

- Az audio és videó átvitele állandó bit sebességet igényel.
- Videókonferencia rendszerekben az egymás utáni képkockák keveset változnak, képtömörítés lehetséges.
- Hang, kép és videó átvitele esetén a tömörítés lehet információvesztő, amely jelentősen csökkenti az átvendő információt.

Az állandó bitsebességet igénylő média típusok az eddig tárgyalt hálózatokkal nem vihetők át biztonsággal.

Olyan új technológiára van szükség, amely az adatátvitelen kívül a többi média típus átvitelére is alkalmas. Az egyik ilyen hálózat az **ATM (Asynchronous Transfer Mode)** cellakapcsolt hálózat.

ADSL

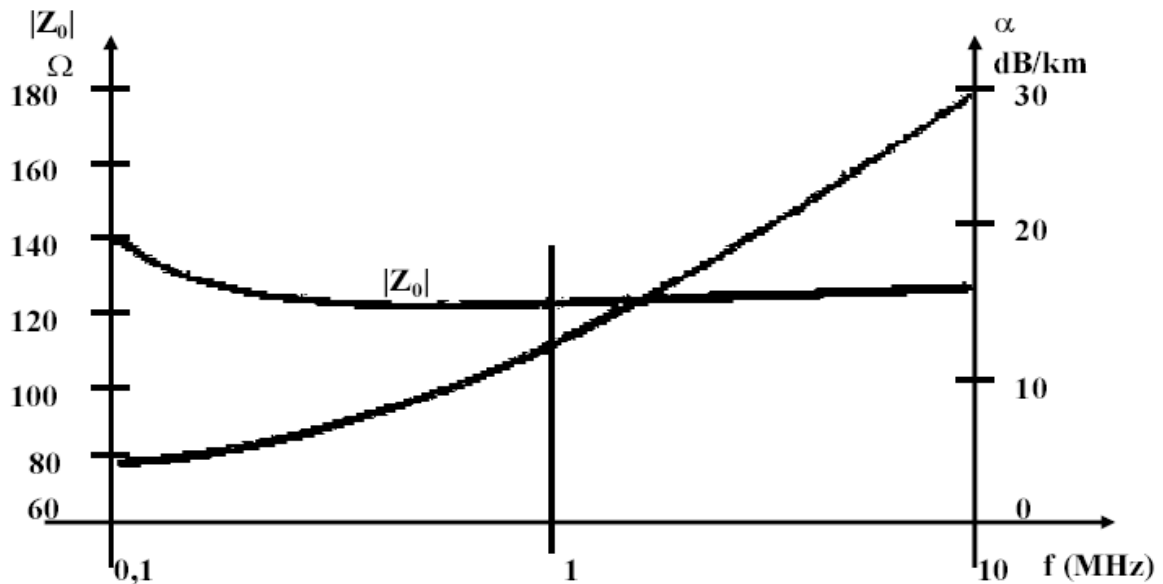
Asymmetrical Digital Subscriber Line

ADSL Alapötletek

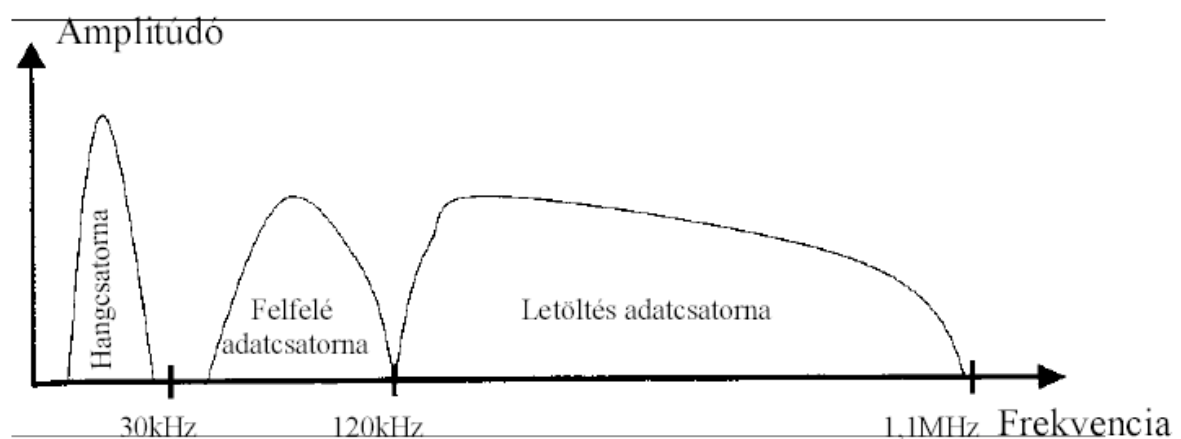
ADSL működésének jellemzői/ötletei:

- A felhasználók nagy tömegű letöltéséhez nagy(obb) sávszélesség szükséges.
- A felhasználók kis tömegű adatfeltöltéséhez kisebb sávszélesség szükséges.
- A rendelkezésre álló sávszélességet asszimmetrikus módon célszerű felosztani.
- A réz érpár lehetővé teszi 1MHz-es sávszélesség használatát km nagyságrend távolságra – a gyakorlatban sok helyen alkalmazható telefonvezetéken kialakítandó nagy sebesség kapcsolat kialakításra.

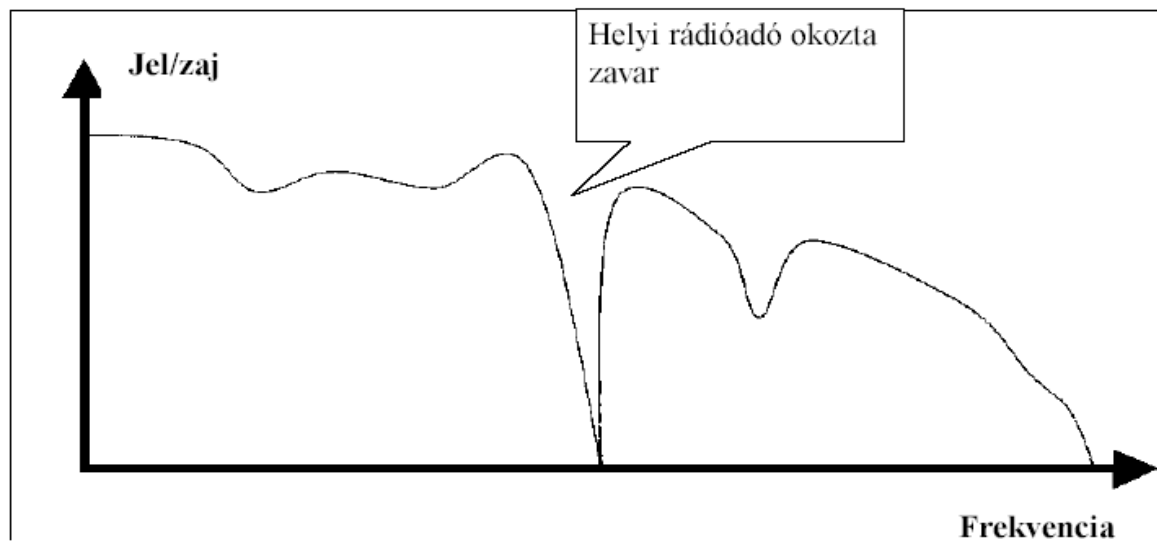
Sodort rézvezeték jellegzetes hullámimpedanciája és fajlagos csillapítása



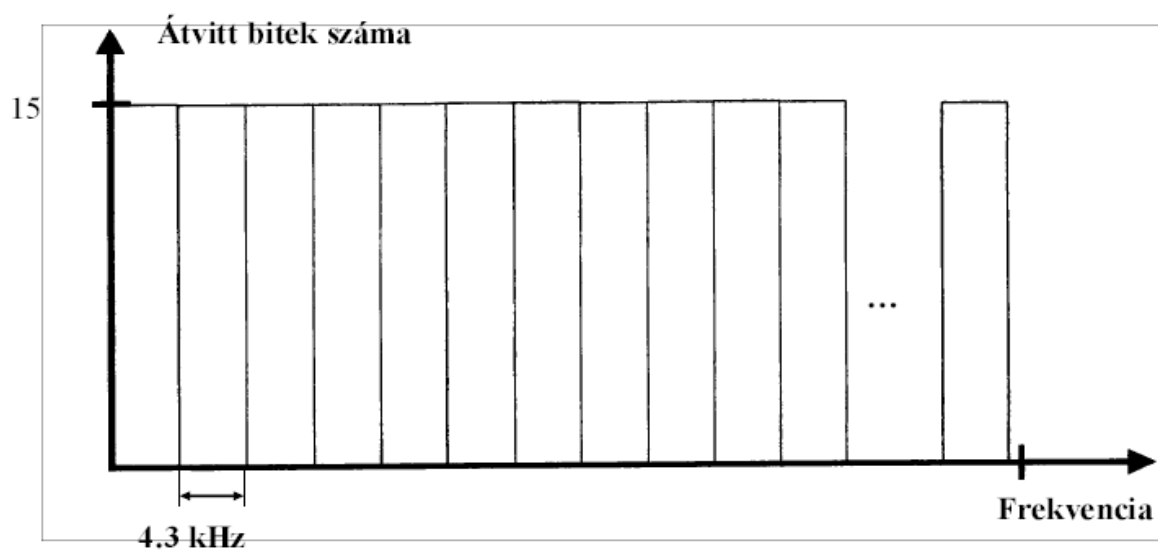
ADSL Adatátviteli tartományok a hagyományos telefonvezetéken



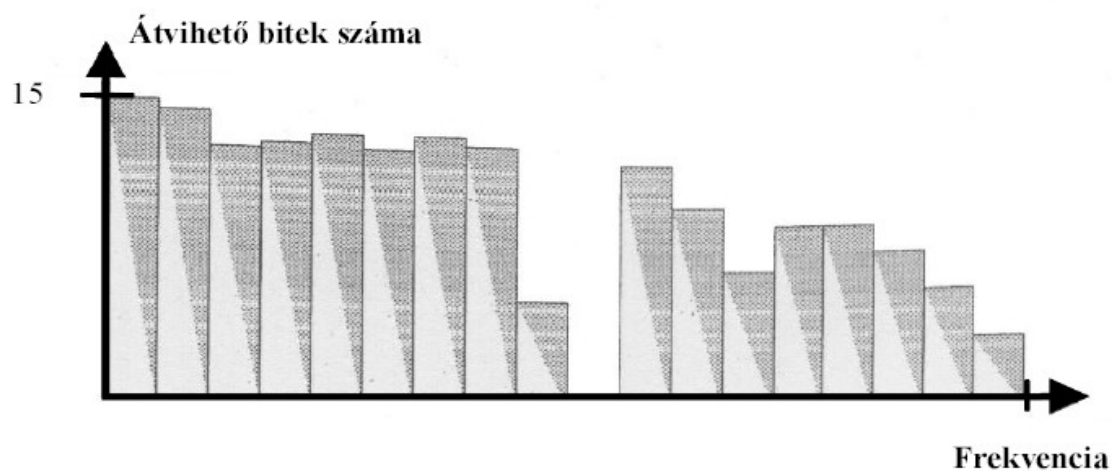
Zavarokkal és csillapítással rendelkező vezetékszakasz jel/zaj görbéje



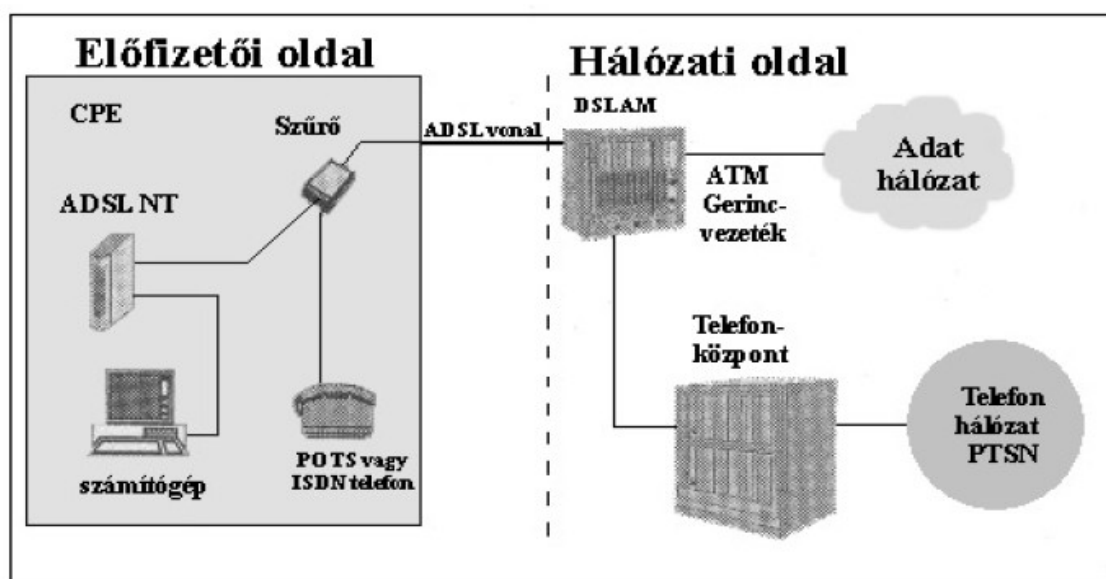
A rézvezeték frekvenciatartományának csatornákra történő felosztása ideális esetben



A rézvezeték átviteli karakterisztikájának függvényében alkalmazott átviteli csatornák



Az ADSL rendszerteknikai felépítése



IV. - Hálózati réteg

Az IP hálózati protokoll

IP (Internet Protocol) RFC 791

- A TCP/IP referenciamodell hálózati réteg protokollja.
- Széles körben használt, az Internet alapeleme.
- Legfontosabb jellemzői:
 - IP fejrész szerkezete.
 - » 32 bites szavakból áll.
 - » Minimum 5, maximum 15 szó hosszú. – IP címezés, címosztályok.
 - Darabolás (fragment) támogatás.
 - Összeköttetés mentes (datagram) szolgáltatás a transzport réteg felé.
 - Ethernet keret típus értéke: 0x0800.

IP hálózati címezés

Miért van szükség hálózati címekre?

Miért nem elegendő a fizikai címek használata?

- A fizikai címek elhelyezkedése struktúrálatlan.
- Útvonalválasztást struktúrálatlan címrendszerrel lehetetlen megoldani.
- A fizikai cím csak egy alhálózatba kapcsolt csomópontok kommunikációjához megfelel,.
- Szükség van egy másik, struktúrált címrendszerre: a hálózati címekre.

Internet fejrész szerkezete

Verzió	IHL	Szolgáltatás típusa	Teljes hossz			
Azonosító			D F	M F	Fragment offset	
TTL	Transzport réteg protokoll		Fejrész ellenőrző összeg			
Feladó (forrás) IP címe						
Címzett (cél) IP címe						
Opcionális mező(k)						

Internet fejrész szerkezete - 1

Az első, szó tartalma - általános információk:

- 4 bit: Verziószám (IPv4).
- 4 bit: IP fejrész hossza (szavakban mérve).
- 8 bit: Szolgáltatás típusa (pl. hang vagy fájl átvitel).
- 16 bit: Teljes csomaghossz (bájtokban mérve).

Internet fejrész szerkezete - 2

A második szó tartalma - darabolási (fragment) információk:

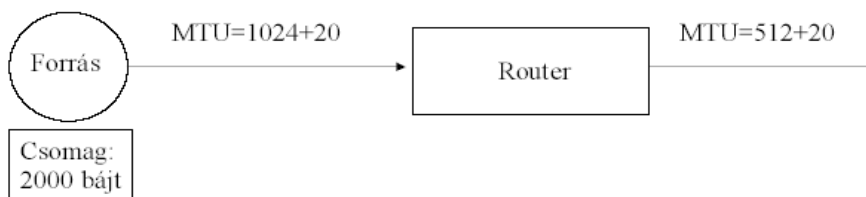
- 16 bit: Azonosító, a fragment sorozat azonosítója.
- 1 bit: Nem használt.
- 1 bit: DF - nem darabolható (pl. boot program).
- 1 bit: MF - további fragment-ek léteznek.
- 13 bit: Fragment offset (a fragment helye a sorozatban).

IP csomagok darabolása (fragmentálás)

- 1./ Az azonosítót az adó állomás adja, és minden fregmentben változatlan marad. Az offset kezdetben nulla érték>.
- 2./ Darabolást bármely állomás (router) végezhet a csomag ill. csomagdarab küldése el,tt. (Tipikusan datalink MTU miatt).
- 3./ Darabolás 8 bájtos határon következhet be. Az offset értékben a fregment első bájtjának az eredeti (nem darabolt) csomagbeli helyét jelezzük 8 bájtos egységben számolva.
- 4./ A darabok összeillesztését a célállomás végzi az IP fejléc második szavának adatai alapján.

Darabolás - példa

1. A forrás állomáson küldésre vár egy 2000 bájt méret: csomag (+20 byte IP fej).
2. A forrás 1024+20 bájt MTU érték: linkhez kapcsolódik.
3. Az első forgalomirányító 512+20 bájt MTU érték: linken küldi tovább a



Darabolás - példa

1. Az eredeti (darabolatlan) csomag IP fejrészének 2. szava:

00000000	10110010	0 00 00000	00000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 0

2: A forrás által feladott csomagok információi (2. szó):

00000000	10110010	0 01 00000	00000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 0

00000000	10110010	0 00 00000	10000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 0 + 1024/8 = 128

3. A router által továbbküldött csomagok információi (2. szó):

00000000	10110010	0 01 00000	00000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 0

00000000	10110010	0 01 00000	01000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 0 + 512/8 = 64

00000000	10110010	0 01 00000	10000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 128

00000000	10110010	0 00 00000	11000000
----------	----------	------------	----------

Offset = 128 + 512/8 = 192

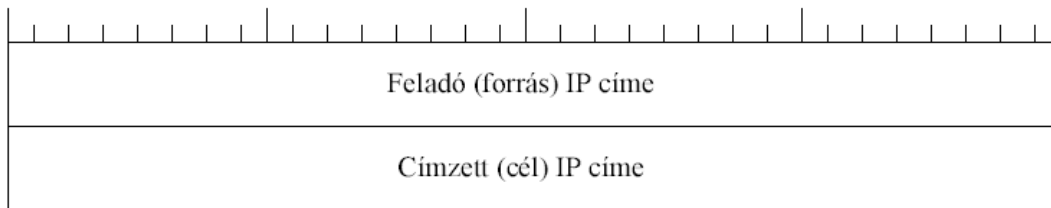
Internet fejrész szerkezete - 3

_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _	_ _ _ _ _ _ _
TTL	Transzport réteg protokoll	Fejrész ellenőrző összeg	

A harmadik szó adatai - általános információk:

- 8 bit: TTL a csomag „hátralevő életidejének” jelzése.
- 8 bit: Felsőbb (transzport) rétegbeli protokoll kódja – RFC 1700.
- 16 bit: A fejrész ellenőrző összege.

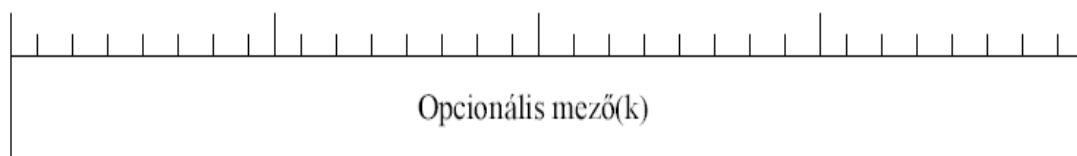
Internet fejrész szerkezete - 4,5



A negyedik, ötödik szó adatai - címzések:

- 32 bit: A „forrás” IP címe.
- 32 bit: A „cél” IP címe.

Internet fejrész szerkezete - 6



A hatodik szótól - 32 bites opcionális információk pl.:

- Security - Védelmi opció.
- Record route - A továbbítás útvonalának naplózása.
- Timestamp - A késleltetési idő naplózása.

IP címek

- A csomópont hálózati rétegbeli azonosítója.
- Pontozott decimális megjelenítés pl. 157.45.190.57
- Az azonosítók kezelése - InterNIC.
- Nem egyedi címeket, hanem címtartományokat (hálózatazonosítókat) osztanak ki az intézményeknek.
- Az IP cím eleje a hálózat azonosítója, a vége a csomópont azonosítója (a hálózaton belül).
- Az IP forgalomirányítás a hálózati azonosítókra épül.
- Hány bit hosszú legyen a hálózat azonosítója?
 - Ha túl kicsi, akkor a nagy tartományok kihasználatlanok.
 - Ha túl nagy, akkor csak kis alhálózatok kezelhetők.

IP címosztályok

Bit#	1	7	24
A osztály	0	Network #	Host #

Bit#	1	1	14	16
B osztály	1	0	Network #	Host #

Bit#	1	1	1	21	8
C osztály	1	1	0	Network #	Host #

Első bájt szabály

Kezdőbit(ek)	1. Bájt értéke	Osztály
0	0 - 127	A
10	128 - 191	B
110	192 - 223	C

Hálózati maszk

A hálózati maszk (netmask):

- Egy olyan 32 bites maszk, mely 1-es bit értékeket tartalmaz a hálózat és alhálózat azonosításában résztvevő bithelyeken és 0-ás bit értékeket tartalmaz a csomópont azonosítására szolgáló bithelyeken.

A hálózati maszk segítségével az eredetileg az osztályba sorolás által (statikusan) meghatározott hálózat-gép határ módosítható.

Prefix hossz:

- A hálózati maszkban szereplő 1-es értékek darabszáma (a hálózat azonosító bithelyek darabszáma).

Alapértelmezett hálózati maszkok

Az egyes osztályokhoz tartozó hálózati maszkok:

- A osztály:**
Hálózati maszk: 255.0.0.0 Prefix hossz: 8.
- B osztály:**
Hálózati maszk: 255.255.0.0 Prefix hossz: 16.
- C osztály:**
Hálózati maszk: 255.255.255.0 Prefix hossz: 24.

Speciális IP címek

00000000.00000000.00000000.00000000		Az aktuális gép (nem specifikált host).
000000....000000	Host	Az aktuális hálózat megadott gépe.
11111111.11111111.11111111.11111111		Broadcast az aktuális hálózaton.
Network	00000000....00000000	A megadott hálózat azonosítója.
Network	11111111....11111111	Broadcast a megadott hálózaton.
01111111	Bármilyen	Loopback

Internet Control Message Protocol

Az ICMP protokoll

Az ICMP IP-re épül, protokoll (logikailag felsőbb szintű, transzport protokoll), de funkciója miatt a hálózati réteghez soroljuk.

Az IP-vel együtt **kötelező** implementálni.

Célja:

Az IP datagramok továbbítása során előforduló problémák (hibák) jelzése, jelző üzenetek küldése.

- Az IP csomagtovábbítás nem megbízható.
- Az IP fejrész protokoll mezőjének értéke 1.
- A forrást informáljuk a bekövetkező problémákról.
- ICMP üzenetek (továbbítási hibáira) nem generálunk ICMP üzenetet.

ICMP csomagszerkezet

[illegible]

Típus: Az üzenet „oka”. (*Destination unreachable, Redirect, Time exceeded, Echo request, Echo reply*)

Kód: A típushoz tartozó kiegészítő kód (Pl.: *Dest. unreachable* típus esetén *Net. Unreachable, Host unreachable, Fragmentation needed and DF set*)

Adat: Tipikusan címzési (és egyéb) információk az üzenettel kapcsolatosan.

IP Forgalomirányítási alapok

Forgalomirányítási alapfogalmak

Forgalomirányítás (routing):

- Csomagok (IP datagramok) továbbítási irányának meghatározásával kapcsolatos döntések meghozatala.

Forgalomirányítási táblázat (routing table):

- A forgalomirányításhoz szükséges információkat tartalmazó táblázat. Tipikus (legfontosabb) mezők:

Célhálózat	Netmask	Kimenő int	Következő hop	Metrika
------------	---------	------------	---------------	---------

Hálózati protokollok forgalomirányítási felosztása

Forgalomirányított protokoll (routed protocol):

- Olyan hálózati réteghez kötőd, általános adatszallító protokoll, melyet a forgalomirányító (router) irányítani képes (pl. IP, IPX).

Forgalomirányítási protokoll (routing protocol):

- A forgalomirányítási táblázat(ok) felépítéséhez szükséges információk továbbítását (routerek közötti cseréjét) leíró protokoll (pl. RIP, OSPF, BGP).

Egyéb protokoll:

- Az előzőekhez nem sorolható hálózati protokoll (pl. ICMP).

Forgalomirányítók (alapvető) működése

- 1./ A router az input interfészen érkező csomagot fogadja.
- 2./ A router a csomag célcímét illeszti a routing táblázat soraira.
 - Ha a célcím több sorra illeszkedik, akkor a leghosszabb prefix: sort tekintjük illeszkedőnek.
- 3./ Ha nem létezik illeszkedő sor, akkor a cél elérhetetlen, a csomag nem továbbítható.
 - A csomagot a router eldobja és ICMP hibajelzést küld a feladónak.
- 4./ Ha létezik illeszkedő sor, akkor a csomagot az ebben szereplő kimeneti interfészen továbbítjuk (adatkapcsolati rétegbeli beágyazással) a következő hop-ként megadott szomszédhoz, ill. a célállomáshoz, ha már nincs több hop.

Forgalomirányítás – IP cím illesztés

- 1./ A routing tábla sorait prefix hossz szerint csökken, sorrendbe rendezzük. $N=1$.
 - Ezzel biztosítjuk, hogy több illeszkedő sor esetén a leghosszabb prefix: t fogjuk eredményként kapni.
- 2./ Ha nem létezik a táblázatban az N. sor, akkor nincs illeszkedő sor és vége.
- 3./ A csomag célcíme és az N. sor hálózati maszkja között bitenkénti AND műveletet hajtunk végre.
- 4./ Ha a bitenkénti AND művelet eredménye megegyezik az N. sor célhálózat értékével, akkor a cím az N. sorra illeszkedik és vége.
- 5./ $N=N+1$, és folytassuk a 2. pontról.

IP Alhálózatok

Miért van szükség alhálózatok létrehozására?

- Az intézmény logikai működése, felépítése, térbeli elhelyezkedése indokolja.
- Egy IP hálózaton több (tipikusan azonos méretű) üzenetszórási (broadcast) tartományt kell létrehozni.

Hogyan hozunk létre alhálózatokat?

- Az IP cím host részének legmagasabb helyiértékű bitjeiből néhányat az alhálózat (subnet) azonosítására használunk.
- Az új hálózat-csomópont határt a hálózati maszk (netmask) értékkel jelöljük (hosszabb prefix-et alkalmazunk).

Alhálózatok - példa

Példa:

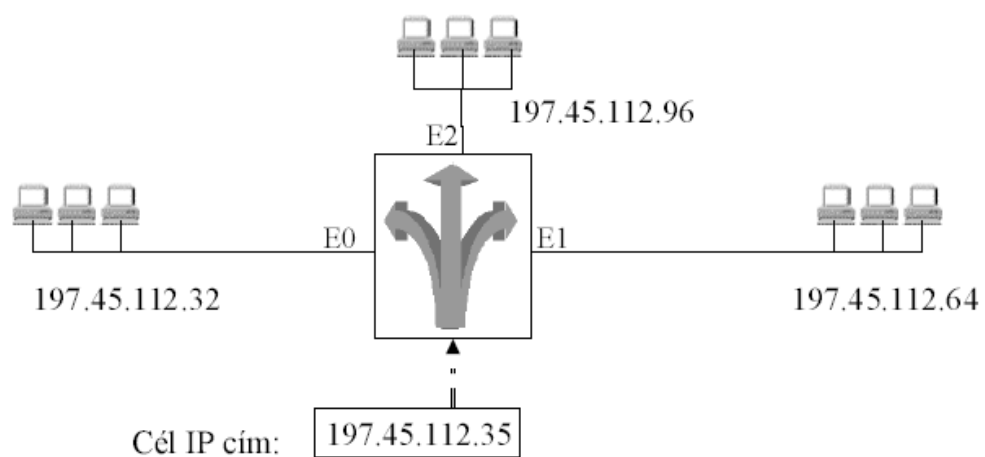
- Hálózat IP címe: 197.45.112.0
- Alapértelmezett hálózati maszk: 255.255.255.0
- Használjunk 3 bitet alhálózat azonosításra.
- Hálózati maszk: 255.255.255.224
- Összesen 8 alhálózat elkülönítésére van lehetőség.
- Általában a csupa 0 és a csupa 1 bit értékekből felépül, alhálózat azonosítókat nem használnak (6 alhálózat építhető).

Alhálózatok – példa

Az alhálózatok címei:

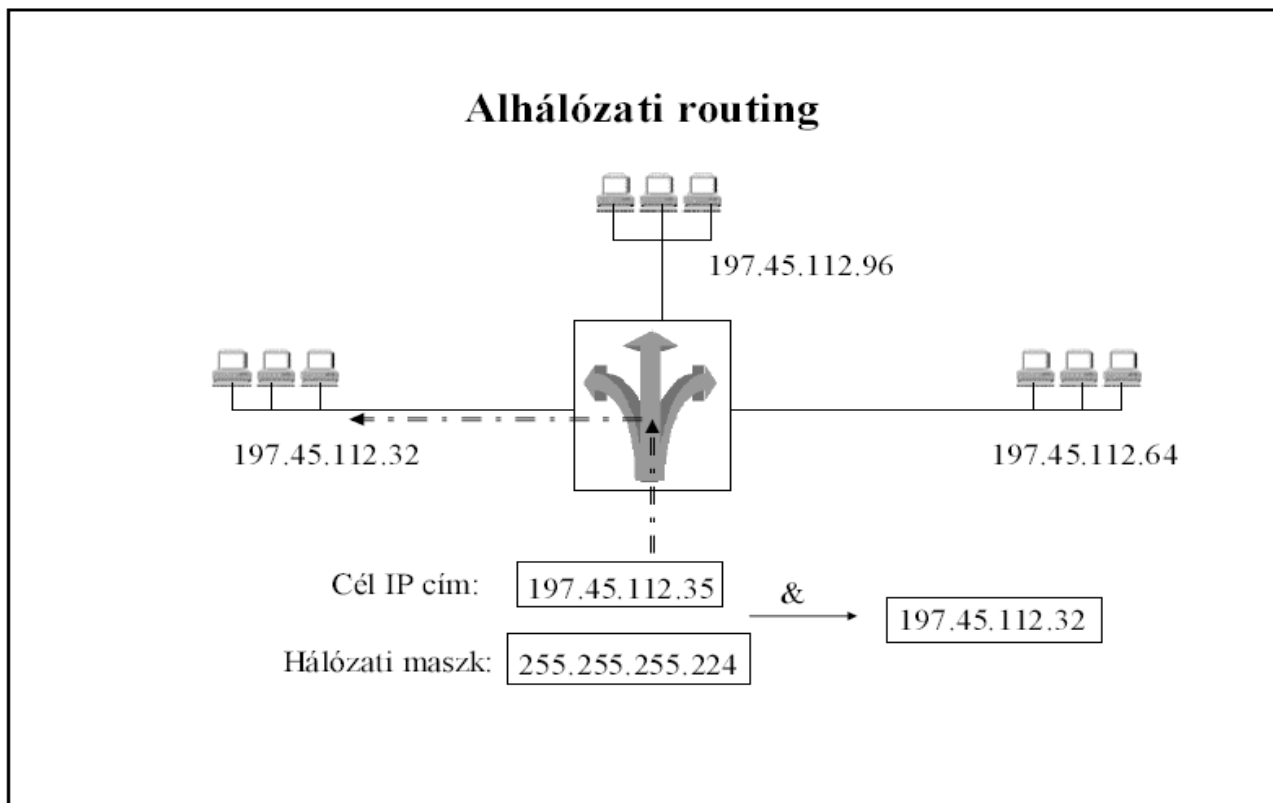
Sorszám	Az alhálózatok címei:	Alhálózati gépcímek
1.	197.45.112.32	197.45.112.129-62
2.	197.45.112.64	197.45.112.129-94
3.	197.45.112.96	197.45.112.129-126
4.	197.45.112.128	197.45.112.129-158
5.	197.45.112.160	197.45.112.129-190
6.	197.45.112.192	197.45.112.129-222

Alhálózati routing



Routing tábla:

Cél	Netmask	Int.	Next hop	Metrika
197.45.112.32	255.255.255.224	E0	0.0.0.0	0
197.45.112.64	255.255.255.224	E1	0.0.0.0	0
197.45.112.96	255.255.255.224	E2	0.0.0.0	0



CIDR - Classless InterDomain Routing

Az Internet növekedése

90 Január	927
90 Április	1525
90 Július	1727
90 Október	2063
91 Január	2338
91 Április	2622
91 Július	3086
91 Október	3556
92 Január	4526

Internet címkimerülés

Osztályos IP címek kiosztási helyzete 1992-ben (RFC 1466):

	Összes	Kiosztott	Kiosztott (%)
Class A	126	49	38%
Class A	16383	7354	45%
Class A	2097151	44014	2%

IP címosztályok problémái

Az IP címosztályok statikus hálózat-gép határának problémái:

- A kb. ~5000 csomóponttal rendelkező intézmények számára a „B” osztály túl nagy a „C” osztály túl kicsi.
- Szükség van egy dinamikus határ meghatározásra (változó hosszúságú hálózati maszk).
- A 90'-es évek elején az időegység alatt kiosztott új hálózati címek száma exponenciális növekedést mutatott. (A „C” osztályú címek száma 2^{21} !)
- A router-táblázatok mérete a hálózatok számával arányos.
- Meg kell akadályozni a router-táblák robbanásszerű növekedését.

IP címosztály problémák - megoldás

A megoldás: CIDR (Classless Inter-Domain Routing) RFC 1519.

- Folytonos „C” osztályú címek kiosztása („B” helyett).
- A hálózat-gép határ változó hosszúságú hálózati maszk segítségével tetszőleges bitszámmal balra (supernetting) illetve jobbra (subnetting) tolható.
- Területi elrendeződés szerinti címtartomány-zónák kialakítása.
- Összevont forgalomirányítási információk a hálózati maszkok segítségével.
- A hálózati címek reprezentációja:

<Hálózat IP szám, Hálózati maszk>

Kontinensek IP címtartományai

A „C” osztályú IP címtartományokat kontinentális alapon osztják ki (router táblák mérete jelentősen csökkenthet,) RFC 1366,1466:

Kontinens	Címtartomány
Európa	194.0.0.0 - 195.255.255.255
Észak-Amerika	198.0.0.0 - 199.255.255.255
Közép- Dél-Amerika	200.0.0.0 - 201.255.255.255
Ázsia, Ausztrália	202.0.0.0 - 203.255.255.255

CIDR példa

Egy Internet-szolgáltató 2048 db „C” osztályú IP cím kiosztásáról rendelkezik:

194.24.0.0 - 194.31.255.255

A szolgáltatót (kívülről) specifikáló információ: <194.24.0.0, 255.248.0.0>

A szolgáltatóhoz 3 intézménytől érkezik Internet csatlakozási igény:

AI 2000 csomópont,

BI 4000 csomópont,

CI 1000 csomópont.

Az intézményeknek kiosztott címek:

AI 194.24.0.0 - 194.24.7.255; <194.24.0.0, 255.255.248.0> (2048 cím)

BI 194.24.16.0 - 194.24.31.255; <194.24.16.0, 255.255.240.0> (4096 cím)

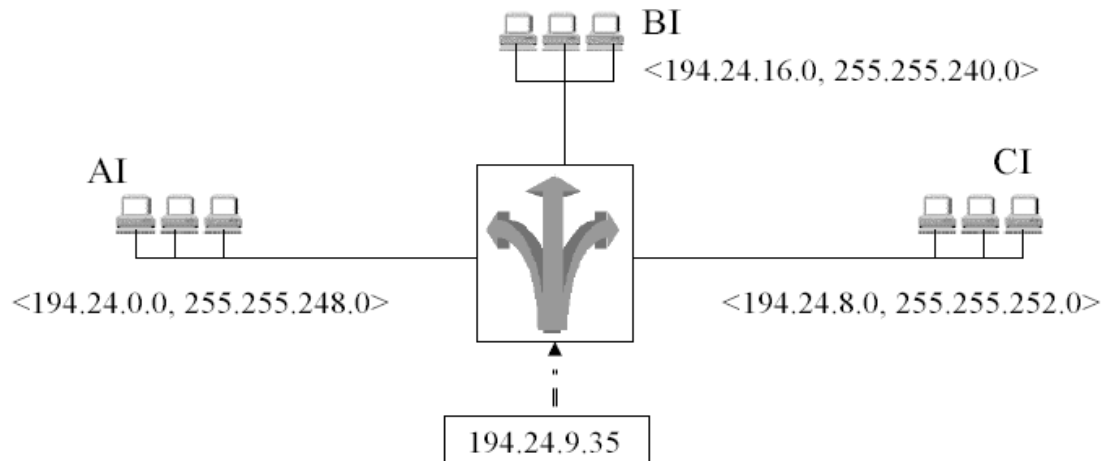
CI 194.24.8.0 - 194.24.11.255; <194.24.8.0, 255.255.252.0> (1024 cím)

CIDR példa

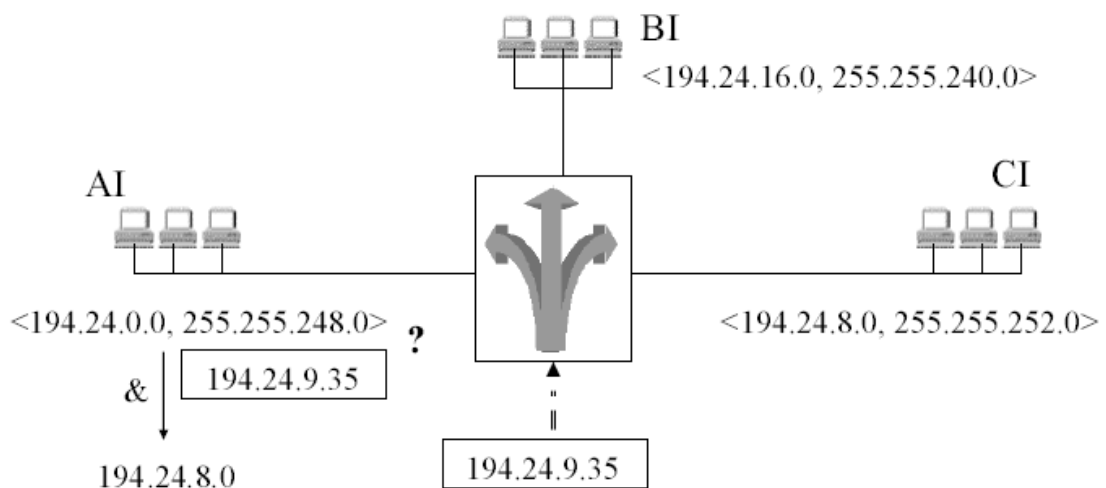
A példa működtetéséhez szükséges forgalomirányítási információk:

- Az európai (aggregált) forgalomirányításhoz:
<194.24.0.0, 255.248.0.0>
Egy bejegyzéssel 2048 db „C” osztályú cím kezelhető.
- Az Internet-szolgáltató belső forgalomirányításához:
<194.24.0.0, 255.255.248.0>
<194.24.16.0, 255.255.240.0>
<194.24.8.0, 255.255.252.0>
Három bejegyzéssel 28 db „C” osztályú cím kezelhető.

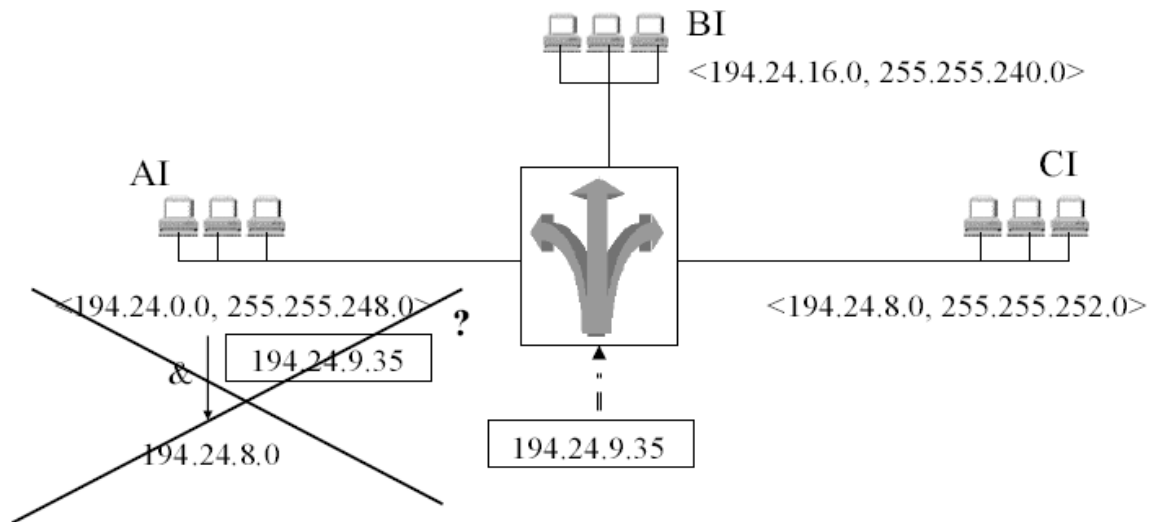
CIDR példa - routing



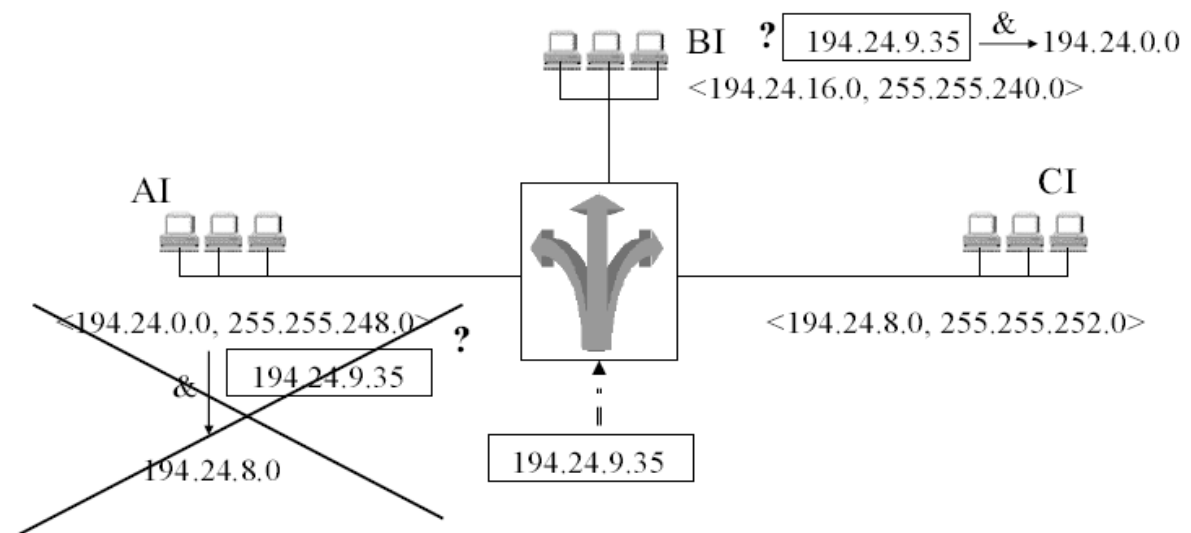
CIDR példa - routing



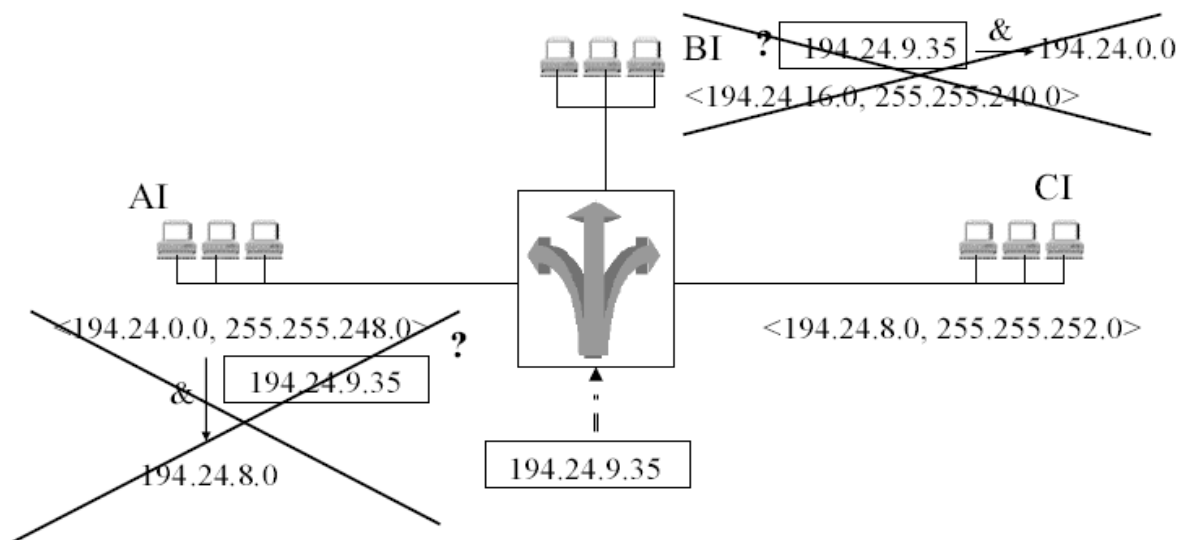
CIDR példa - routing



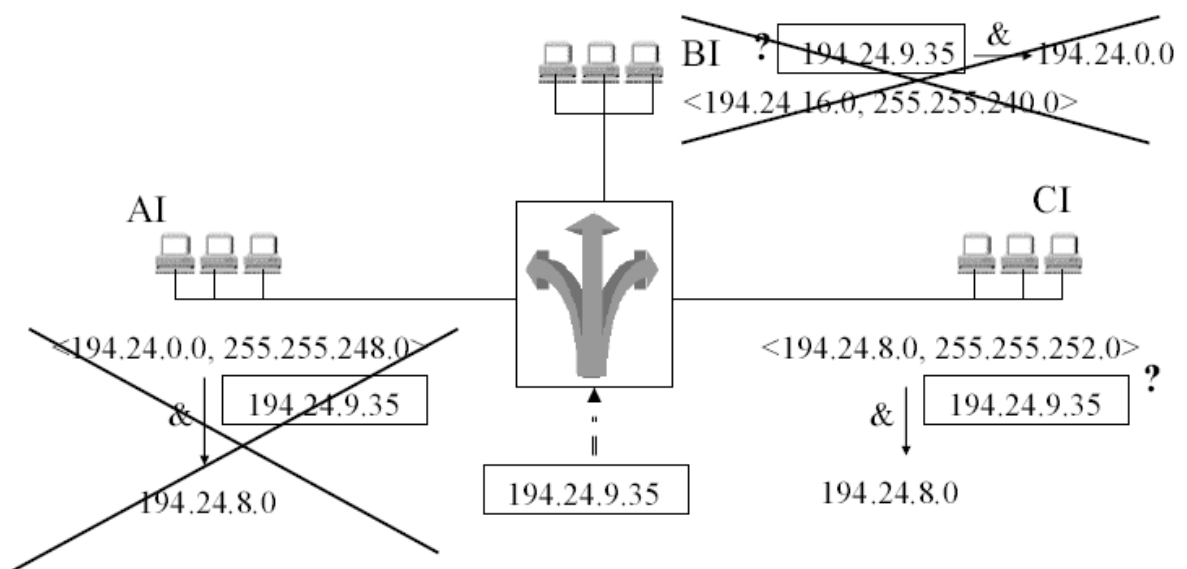
CIDR példa - routing

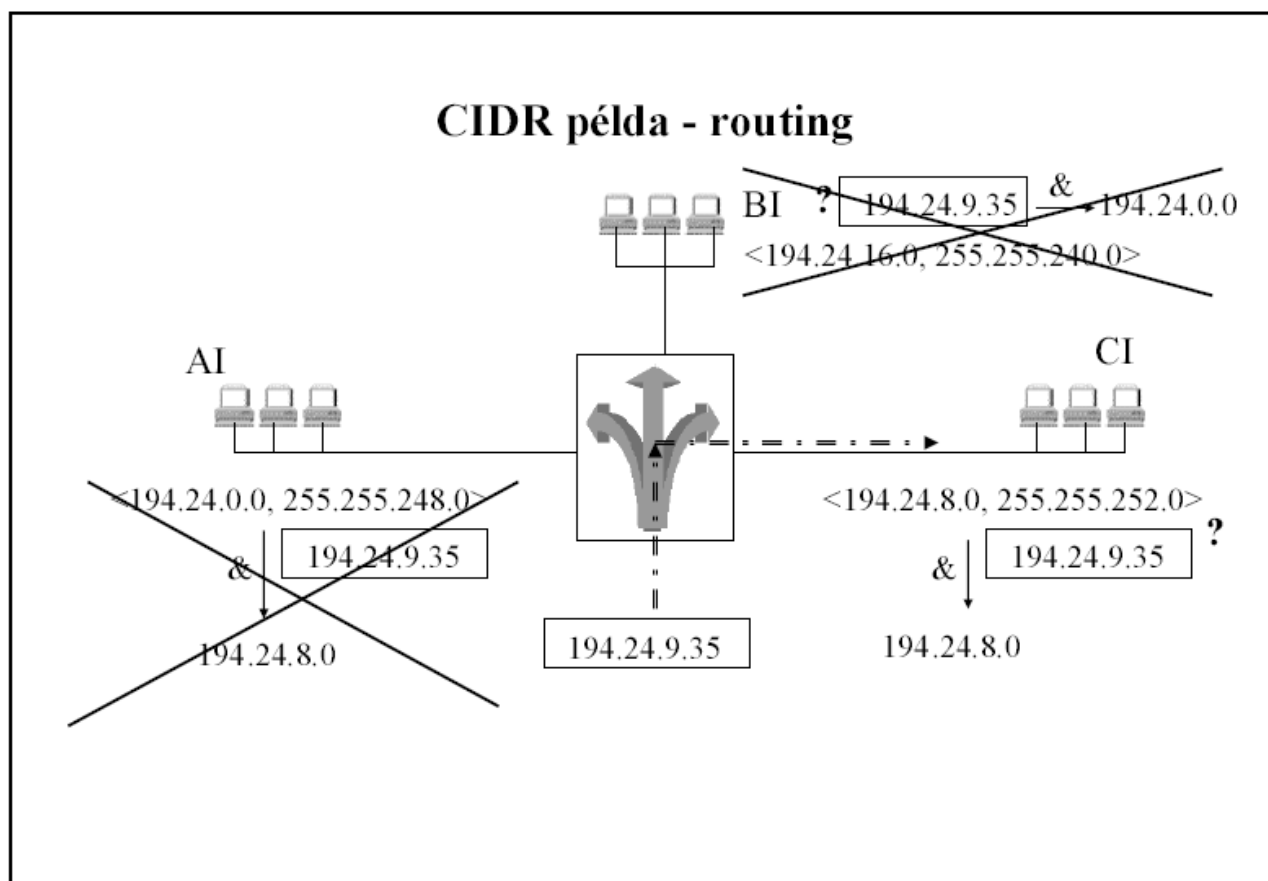


CIDR példa - routing



CIDR példa - routing





A Kettős címrendszer problémái

Problémák a hálózati és adatkapcsolati réteg címrendszeréből adódóan:

- Az adatkapcsolati réteg enkapszulációjához meg kell határozni a hálózati címhez tartozó fizikai címet.
- Bizonyos helyzetekben (pl. Hálózati boot esetén) szükség lehet arra, hogy a fizikai címhez meghatározzák a hálózati címet.

Hálózati cím → Fizikai cím (ARP)

ARP (Address Resolution Protocol) RFC 826

- Minden node egy táblázatban (ARP táblázat) tartja nyilván a hálózati címekhez tartozó fizikai címeket.
- Hogyan kerül be egy új adat (címpár) a táblázatba?
 1. ARP kérdés: Ki tudja az X hálózati cím fizikai címét?
 2. A kérdés keretét üzenetszórásos küldéssel az alhálózat valamennyi csomópontja megkapja és feldolgozza.
 3. Ha valamely csomópont "magára ismer" az X hálózati címben, akkor a saját fizikai címével megválaszolja az ARP kérdést.

ARP keret szerkezete

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

1.-2. szó: Általános ARP fejl.

3.-6. szó: IPv4/Ethernet specifikus adatrész.

Az Ethernet keret típus értéke: 0x0806

Fizikai cím -> Hálózati cím (RARP)

RARP (Reverse Address Resolution Protocol) RFC 903

- Csak speciális esetekben szükséges (pl. hálózati boot).
- Egy (vagy több) RARP szerver táblázatban (RARP táblázat) tartja nyilván a fizikai címekhez tartozó hálózati címeket.
- A táblázatot a rendszeradminisztrátor tartja karban.
- A fizikai cím - hálózati cím összerendelés statikus.
- Több RARP szerver esetén egy fizikai címhez minden RARP szerveren ugyan azt a hálózati címet kell rendelni (nem függhet a szervertől az összerendelés).

Fizikai cím -> Hálózati cím (RARP)

RARP (Reverse Address Resolution Protocol) RFC 903

Működési vázlata:

1. RARP kérdés: Ki tudja az X fizikai cím hálózati címét?
2. A kérdés keretét üzenetszórásos küldéssel az alhálózat valamennyi csomópontja megkapja.
3. A RARP szerverek feldolgozzák a kérdést: Ha megtalálják a táblázatukban az X fizikai címet, akkor a táblázatban található hálózati címmel megválaszolják a RARP kérdést.

Fizikai cím -> Hálózati cím (BOOTP)

BOOTP (BOOTstrap Protocol) RFC 951

- A RARP csak egy üzenetszórási tartományon belül működik.
- A BOOTP egy IP/UDP alapú protokoll, ahol a kliens és a szerver külön üzenetszórási tartományban lehet.
- A BOOTP alapú boot folyamat fázisai:
 - IP szám meghatározás.
 - Boot állomány letöltése (nem vizsgáljuk).
- Működési váza azonos a RARP-éval.
- BOOTP agent - routeren keresztüli boot támogatás.

Fizikai cím -> Hálózati cím (DHCP)

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) RFC 1531

- Egy IP címtartomány dinamikus kiosztását teszi lehetővé.
- Több DHCP szerver működése esetén a szerverek által kezelt címtartományok (alaphelyzetben) nem fedhetik át egymást.
- BOOTP-hez hasonló csomagszerkezet.
- A kliensek egy (megújítható) időszakra kapják az IP címet.

Fizikai cím -> Hálózati cím (DHCP)

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) működési vázlata:

1. DHCP kérdés: Ki tud adni egy IP címet? (DHCPDISCOVER)
2. A kérdés keretét üzenetszórásos küldéssel az alhálózat valamennyi csomópontja megkapja (DHCP relay agent).
3. A DHCP szerverek feldolgozzák a kérdést: Ha a kezelt címtartományukban még van szabad IP cím, akkor azzal megválaszolják a DHCP kérdést. (DHCPOFFER)
4. A kliens a hozzá érkező DHCP válaszokból választ egyet, s visszajelzi a választását a megfelelő DHCP szervernek. (DHCPREQUEST)
5. A DHCP szerver „könyveli” a címválasztást (foglalt lett a cím), s a könyvelésről megerősítést küld a kliensnek. (DHCPACK/DHCPNAK)

DHCPDECLINE: A szervertől kapott IP cím érvénytelen (használt).

DHCPRELEASE: A kliensnek nincs tovább szüksége az IP címre.

DHCP fejrész szerkezete

Op. kód	Hardver típusa	Fiz. cím hossza	Hop
Tranzakció azonosító			
Folyamat ideje (sec)	B	Nem használt (zéró)	
Kliens IP címe (DHCPREQUEST ell.)			
Kliens IP címe (DHCPOFFER)			
Szerver IP címe (DHCPOFFER, DHCPACK, DHCPNAK)			
DHCP Relay agent IP címe			
Kliens fizikai címe (16 byte)			
Szerver DNS neve (64), Boot file neve (128), Opciók(312)			

IP - Forgalomirányítás

Forgalomirányítási alapfogalmak

Forgalomirányítás (routing):

- Csomagok (IP datagramok) továbbítási irányának meghatározásával kapcsolatos döntések meghozatala.

Forgalomirányítási táblázat (routing table):

- A forgalomirányításhoz szükséges információkat tartalmazó táblázat. Tipikus (legfontosabb) mezők:

Célhálózat	Netmask	Kimenő int.	Következő hop	Metrika
------------	---------	-------------	---------------	---------

Forgalomirányítási alapfogalmak

Forgalomirányított protokoll (routed protocol):

- Olyan hálózati réteghez kötődő általános adatszállító protokoll, melyet a forgalomirányító (router) irányítani képes (pl. IP, IPX).

Forgalomirányítási protokoll (routing protocol):

- A forgalomirányítási táblázat(ok) felépítéséhez szükséges információk továbbítását (routerek közötti cseréjét) leíró protokoll (pl. RIP, OSPF, BGP).

Autonóm rendszer (AS):

- Hálózatok forgalomirányítási adminisztrációs egysége, amelyben egy közös forgalomirányítási stratégia (routing protocol) érvényesül.

Metrika:

- Egy adott forgalomirányítás eredményeként elálló útvonal minőségének mérési módja, alapvetően két (egymásba transzformálható) kategória:
 - Távolság alapú (költség alapú) metrika.
 - Jóság alapú metrika.

Forgalomirányítók (alapvet) működése

- 1./ A router az input interfészen érkező csomagot fogadja.
- 2./ A router a csomag célcímét illeszti a routing táblázat soraira.
 - Ha a célcím több sorra illeszkedik, akkor a leghosszabb prefixű sort tekintjük illeszkedőnek.
- 3./ Ha nem létezik illeszkedő sor, akkor a cél elérhetetlen, a csomag nem továbbítható.
 - A csomagot a router eldobja és ICMP hibajelzést küld a feladónak.
- 4./ Ha létezik illeszkedő sor, akkor a csomagot az ebben szereplő kimeneti interfészen továbbítjuk (adatkapcsolati rétegbeli beágyazással) a következő hop-ként megadott szomszédhoz, ill. a célállomáshoz, ha már nincs több hop.

Forgalomirányítás – IP cím illesztés

- 1./ A routing tábla sorait prefix hossz szerint csökken* sorrendbe rendezzük. $N=1$.
 - Ezzel biztosítjuk, hogy több illeszkedő sor esetén a leghosszabb prefixűt fogjuk eredményként kapni.
- 2./ Ha nem létezik a táblázatban az N . sor, akkor nincs illeszkedő sor és vége.
- 3./ A csomag célcíme és az N . sor hálózati maszkja között bitenkénti AND műveletet hajtunk végre.
- 4./ Ha a bitenkénti AND művelet eredménye megegyezik az N . sor célhálózat értékével, akkor a cím az N . sorra illeszkedik és vége.
- 5./ $N=N+1$, és folytassuk a 2. pontnál.

Forgalomirányítási konfigurációk osztályozása

Minimális routing:

- Teljesen izolált (router nélküli) hálózati konfiguráció.

Statikus routing:

- A forgalomirányítási táblázatot a rendszeradminisztrátor

tartja karban.

Dinamikus routing:

- A forgalomirányítási táblázat(ok) valamilyen routing

protocol segítségével kerülnek karbantartásra.

- Belső forgalomirányítási protokollok (IGP - Pl. RIP, OSPF).
 - » Legfőbb alapelv a „legjobb útvonal” meghatározása ún. távolságvektor alapú vagy link állapot alapú módszerrel.
- Külső forgalomirányítási protokollok (EGP - Pl. EGP, BGP).
 - » Nem feltétlenül a legjobb útvonal meghatározása a cél (politika alapú forgalomirányítás - BGP).

Távolságvektor alapú forgalomirányítás (Distance Vector Routing)

Távolságvektor alapú forgalomirányítás

Működési alapelv:

- A routerek minden elérhet* célra (gép vagy hálózat) nyilvántartják, hogy a legjobb úton milyen irányban milyen távolsággal érhet* el az adott cél (távolságvektor).
- A forgalomirányítók ezen információkat meghatározott időközönként kicserélik egymással.
- Az új információk birtokában a routerek ellenőrzik, hogy szükséges-e változás valamelyik eddig ismert legjobb úttal kapcsolatban.

Routing Information Protocol - RFC 1058

A Routing Information Protocol (RIP) jellemzői:

- Távolságvektor alapú IGP protokoll.
- Régi, de folyamatosan fejlesztik, javítják.
- Metrika: Hop-ok száma (16=végtelen távolság).
- Max. 15 router hosszúságú optimális útvonalak esetén használható.
- 30 másodpercenkénti routing információ küldés.
- „Triggerelt update” a végtelenig számlálás idejének csökkentésére.
- RIP V2 (RFC 1723) CIDR kompatibilis.

RIP Forgalomirányítási Táblázat

A RIP routing táblázatának legfontosabb elemei:

- A cél (gép vagy hálózat) IP száma.
- A célhoz vezet* optimális út hossza.
- Az optimális út szerint következő router IP száma.
- A következő routerhez vezető interfész azonosítója.
- Időzítéssel kapcsolatos információk.
- Különböző jelzőbeállítások (Flag-ek).

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

- Cisco saját távolságvektor alapú routing protokollja.
- 90 sec-ként routing update.
- Sokcélú, flexibilis, skálázható.
- Metrika: összetett (öt változóból számított, súlyozható):
 - bandwidth
 - delay
 - load
 - reliability
 - MTU

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Legfontosabb jellemzők:

1. CIDR kompatibilis.
 2. A metrika alaphelyzetben „Bandwith”-re épül.
 3. Szomszéd felderítési mechanizmus (broadcast elkerülés).
 4. Végtelenig számlálás kezelése:
 - Split Horizon, Holddown Timer, Triggerelt update.
 - Potenciális helyettesít) útvonalak nyilvántartása.
- Update (nem teljes táblázat) küldés.
 - Integrált routing (több irányított protokollra alkalmazható).

Link állapot alapú forgalomirányítás (Link State Routing)

Link állapot alapú forgalomirányítás

Link State Routing működési vázlat:

- 1./ Szomszédok felfedezése
- 2./ A szomszédok felé vezet* út költségének (hosszának) mérése.
- 3./ Csomag készítés a mérési eredményekr*l.
- 4./ A készített csomag küldése a hálózati egység összes forgalomirányítójának.
- 5./ Minden router ismeri a hálózat topológiáját, s ki tudja számítani (pl. Dijkstra algoritmussal) az többi routerhez vezet* optimális utat (feszít*fa, spanning tree).

Open Shortest Path First - RFC 1131

Az Open Shortest Path First (OSPF) jellemzői:

- Link állapot alapú IGP protokoll.
- Új, 90'-es évektől alapértelmezettként javasolt.
- AS-nél kisebb hálózati egység, terület (area) használata.
- Forgalomirányítók (nem diszjunkt) osztályozása:
 - Területen belül működő forgalomirányítók.
 - Területek határán álló forgalomirányítók.
 - Gerinchálózaton (backbone) üzemelő forgalomirányítók.
 - AS határon működő forgalomirányítók.
- Egyenlő költségű többutas irányítás lehetősége.
- IP fejléc „Szolgáltatás típusa” mezőjének használata.
- Mai verzió: OSPF V2 (RFC 1583).

OSPF területek

A döntési folyamat (Dijkstra algoritmus) alapja a terület (area).

A területek „csillag alakzatot” formáznak, középpontjában a területeket összekötő speciális területtel (backbone).

A terület határ router-ek feladata összetett:

- Minden területhez (külön) döntési folyamat.
- A területekből tanult információk összegzése.
- Az összegzett információk bevitele a többi területbe.

Területek közötti forgalomirányítás (inter area routing):

- Routing a forrás területben a határ router-ig.
- Routing a backbone-on a cél terület határ router-ig.
- Routing a cél területben a cél hálózatiig.

OSPF – speciális fogalmak

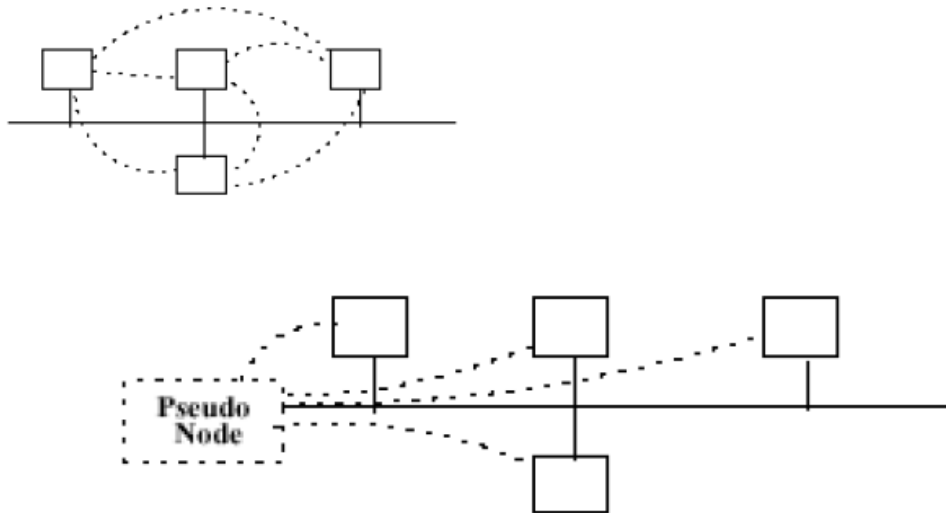
Designated Router

- Olyan router, mely egy LAN nevében propagál link-állapot (LSA) információkat.

Pszeudonode

- Egy üzenetszórásos alhálózatban maga az alhálózat egy ál csomópontnak (pszeudonode) tekinthető. A designated IS a pszeudonode nevében propagálja az LS információkat.
(A szükséges információcsere száma n^2 nagyságrendről $2n$ nagyságrendre csökkenthető)

OSPF speciális fogalmak



OSPF adatok nyilvántartása

Az OSPF router táblázatának legfontosabb elemei:

- Cél típusa (hálózat, terület határ router, AS határ router).
- Cél azonosító (IP szám).
- Szolgáltatás típusa.
- A célhoz vezet* út/utak megadása:
 - Út típusa (itra-area, inter-area, AS-external).
 - Út költsége.
 - Következő forgalomirányító (IP szám, elérés interfésze).

Transzport Réteg

Transzport réteg protokollok

UDP - User Datagram Protocol RFC 768

- Összeköttetés mentes, nem megbízható transzport réteg protokoll.

TCP - Transmission Control Protocol RFC 793

- Összeköttetés alapú, megbízható transzport réteg protokoll.

Számítógép-hálózatok

UDP fejrész szerkezete

Forrás portszám																Cél portszám															
Hossz (bájt)																Ellenőrző összeg															

TCP fejrész szerkezete

Forrás portszám										Cél portszám									
Sorszám (SEQ No.)																			
Megerősítés száma (ACK No.)																			
Data Offset	Foglalt	U	A	P	R	S	F	Ablakméret											
		R	C	S	S	Y	I												
		G	K	H	T	N	N												
Ellenőrző összeg										URG pointer									
Opciók															Kitöltés				

PORT számok - protokollok (RFC 1700)

echo	7/tcp	echo
echo	7/udp	echo
ftp-data	20/tcp	# File Transfer [Default D]
ftp-data	20/udp	# File Transfer [Default D]
ftp	21/tcp	# File Transfer [Control]
telnet	23/tcp	telnet
telnet	23/udp	telnet
smtp	25/tcp	mail # Simple Mail Trans
smtp	25/udp	mail # Simple Mail Trans
http	80/tcp	# World Wide Web HTTP
http	80/udp	# World Wide Web HTTP

TCP - Három-utas kézfogás

TCP Client

TCP Server

0. CLOSED

LISTEN

1. SYN-SENT --> <SEQ=100><CTL=SYN>

--> SYN-RECEIVED

2. ESTABLISHED <-- <SEQ=300><ACK=101><CTL=SYN,ACK>

<-- SYN-RECEIVED

3. ESTABLISHED --> <SEQ=101><ACK=301><CTL=ACK>

--> ESTABLISHED

4. ESTABLISHED --> <SEQ=101><ACK=301><CTL=ACK><DATA>

--> ESTABLISHED

DNS - Tartománynév kezel' rendszer

Nevek használata - kezdeti megoldások

Természetes emberi igény IP számok helyett nevek használata.

- Kezdeti megoldás: hosts.txt állomány letölthető a NIC-től.
- Néhány 100 csomópont esetén működtethetA.
- Internet növekedése (80'-as évek) - új megoldás szükséges.

DNS - Domain Name System RFC 1034, 1035

- Hierarchikus tartományalapú névkiosztási séma.
- Osztott adatbázisban történő implementáció.

DNS Tervezési szempontok

Alapvető cél: nevekhez erőforrások rendelése.

Nagyméretű adatbázis elosztott kezelése

- Átmeneti tárolás (cache) lehetőség biztosítása.

Általános célú megoldásnak kell lennie.

- Név - hálózati cím,
- név - postafiók információ,
- Egyéb (előre nem ismert) applikációk támogatási lehetősége.

Tagolás: osztály és típus szerint.

A lekérdezési tranzakció független a kommunikációs eszköztől.

Platformfüggetlen megvalósíthatóság.

DNS Alkalmazási Feltételezések

Adatok (többségének) lassú változása.

Adminisztratív határok (zónák) kialakítása.

- Általában a zónák intézményeket reprezentálnak.
- Névszerver(ek)e)t üzemeltetnek.
- Felelősek a tartománynevek egy halmazáért.

Biztosítani kell a kliensek névszerverhez kapcsolódási lehetőségét.

Adathozzáférés kiemelt prioritása (konzisztenciával, naprakészséggel szemben).

Más névszerveren tárolt adatra vonatkozó kérdés megválaszolása:

- Iteratív módszer (kötelező).
- Rekurzív módszer (opcionális).

DNS Komponensek

A tartománynevek rendszerének három fő komponense:

- Tartománynevek (körzetnevek) tere és erőforrás rekordok.
- Névszerverek.
- Címfeloldó (resolver) programok.

Tartománynevek tere

Fa típusú gráf, melyben minden csúcs egy erőforráshalmazt reprezentál.

A csúcsokhoz egy (max. 63 bájt hosszúságú) címkét rendelünk.

- Két testvér csúcs címkéje nem lehet azonos.
- A zero hosszúságú címke („null címke”) a gyökér számára

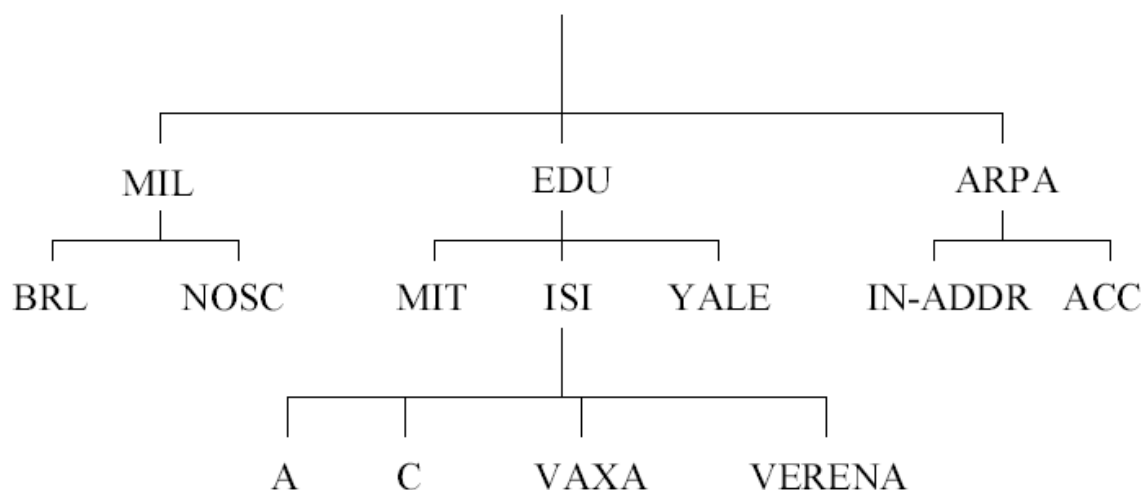
kizárólagosan foglalt.

- Címke belső reprezentációja:

– A címke hossza egy bájton.

– A megfelel karaktersorozat (bájt-string). • A kis- és nagybetűk között nem teszünk különbséget, de célszerű megtartani a forrás írásmódját.

Tartománynév tér példa



Erőforrás rekordok

A tartománynevek egy csomópontot specifikálnak.

A csomópontokhoz egy erőforrás-halmaz társítható.

Az információs erőforrások ú.n. erőforrás rekordokban (Resource Record, RR) tárolódnak.

Az erőforrás rekordok sorrendje lényegtelen.

Az erőforrás rekordok mezői:

- tulajdonos
- osztály
- típus
- élettartam
- adat

Névszerverek

A névszerverek olyan szerver-programok, melyek:

- Információt tárolnak a tartománynevek gráfjáról.
- Tartománynevekhez tartozó erőforrás rekordokat tárolnak.
- Kérdéseket (lekérdezéseket) válaszolnak meg.
 - Egy (vagy több) zónához tartozó valamennyi csomópont hiteles (authoritative) erőforrás rekordját.
 - » A zóna gyökérhez legközelebbi csúcsát leíró adatokat.
 - Szomszéd (gyermek) zónákhoz (és ezek névszervereihez) vezet információkat.
 - Időlegesen más zónákhoz tartozó RR-t (cache).
- Kérdéseket (lekérdezéseket) válaszolnak meg.
 - Rekurzív módon
 - Nem rekurzív (iteratív) módon.

Címfeloldó (resolver) programok

A címfeloldó programok a felhasználói programok és a névszerverek közötti interfészek.

A címfeloldás ideje lehet kicsi (milisec.) pl. helyi adatokból felépített válasz esetén, de lehet nagy (több sec.) névszerverek adatait kérdezve.

A címfeloldás kliens oldala általában platformfüggő.

Általános funkciók:

- Gép név gép cím meghatározás.
- Gép cím gép név meghatározás.
- Általános lekérdezési funkció.

Címfeloldási eredmények

A címfeloldók az igényelt tevékenység elvégzése után (általában) a következő eredményekkel térhetnek vissza:

- Egy vagy több RR, a választ tartalmazva.
- Név hiba (Name Error, NE).
 - A kért név nem létezik. • Adat nem található (Data Not Found).
 - A név létezik, de a kért adat (vagy típus) nem. • Átmeneti hiba.
 - Pl. valamilyen hálózati hiba (vonalhiba) miatt a kért zóna nem elérhető.
 - Gyakran nem implementálják külön válaszként.