

Helyi hálózatok - Local Area Networks

**Készítette:
Schubert Tamás (BMF)**

Tartalom

Bevezetés

Topológiák

Csillag

Gyűrű

Busz

HUB/Tree

Közeghozzáférés vezérlés

CSMA/CD

Vezérjeles (Token)

Réselt gyűrű (Slotted ring)

LAN szabványok

CSMA/CD bus (ISO/IEEE 802.3)

Token ring (ISO/IEEE 802.5)

Token bus (ISO/IEEE 802.4)

Protokollok

Fast Ethernet

FDDI (ISO 9314)

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Ismétlők (Repeater)

Kapcsolók (Switch)

Hidak (Bridge)

Irodalom

Bevezetés

A LAN-ok legfontosabb jellemzői

Egymással adatkommunikációs kapcsolatban lévő számítógépek együttese.

Kiterjedésük viszonylag kicsi (néhány km²), egy-egy intézményre terjednek ki.

A LAN kiépítését, menedzselését maga az intézmény végzi.

A LAN-ok átviteli sebessége viszonylag nagy lehet (10 - 100(0) Mbps) a rövid távolságok miatt.

Az adatátvitel biztonsága a rövid távolságok és a technológiából eredően magas.

A LAN-ok tárgyalása az 1. és 2. ISO/OSI protokoll rétegre terjed ki.

LAN típusok:

- **összeköttetéssel működő** (huzalozott, pl. csavart érpár, koaxiális kábel, optikai szál)
- összeköttetés nélküli (nem huzalozott, pl. rádió hullámok) (nem tárgyaljuk)

Topológiák

Összeköttetéssel működő LANok

Csillag

Az állomások közötti összeköttetést a kapcsolók biztosítják. Az állomások egy, a csomópontban elhelyezett kapcsolóhoz csatlakoznak, amelyek két-két állomás közötti adat utat biztosítják.

Megvalósításai:

PDX-ek (Private Digital Exchanges)

Ethernet kapcsolók

ISDN (Integrated Services Digital Network) kapcsolók

ATM (Asynchronous Transfer Mode) kapcsolók

Hidak (Bridge)

Forgalomirányító (Router)

- **Gyűrű**

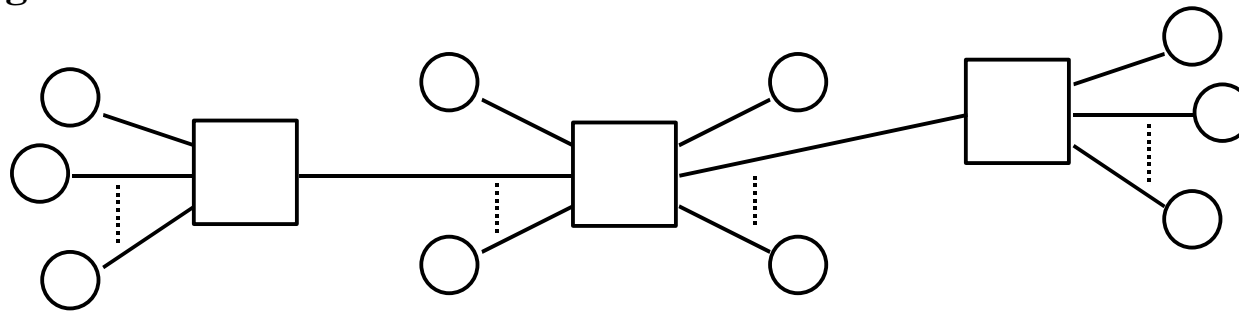
A sín hálózatok mellett a legelterjedtebb topológia.

Közvetlen pont-pont összeköttetés van a szomszédos állomások között, és az adatok csak egy irányban haladnak.

Megfelelő közeghozzáférés-algoritmus szükséges, hogy a gyűrűt alkotó munka-állomások osztottan használhassák az átviteli közeget.

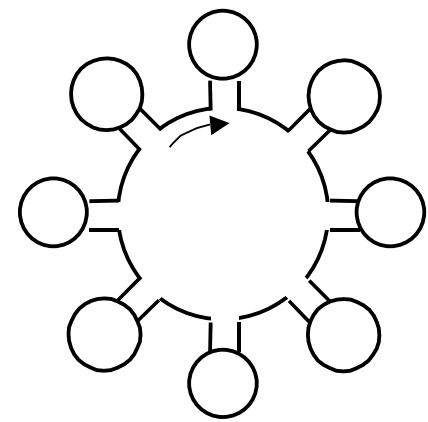
Topológiák

Csillag



- Munkaállomás vagy szerver
- Kapcsoló

Gyűrű



Topológiák

Busz (sín)

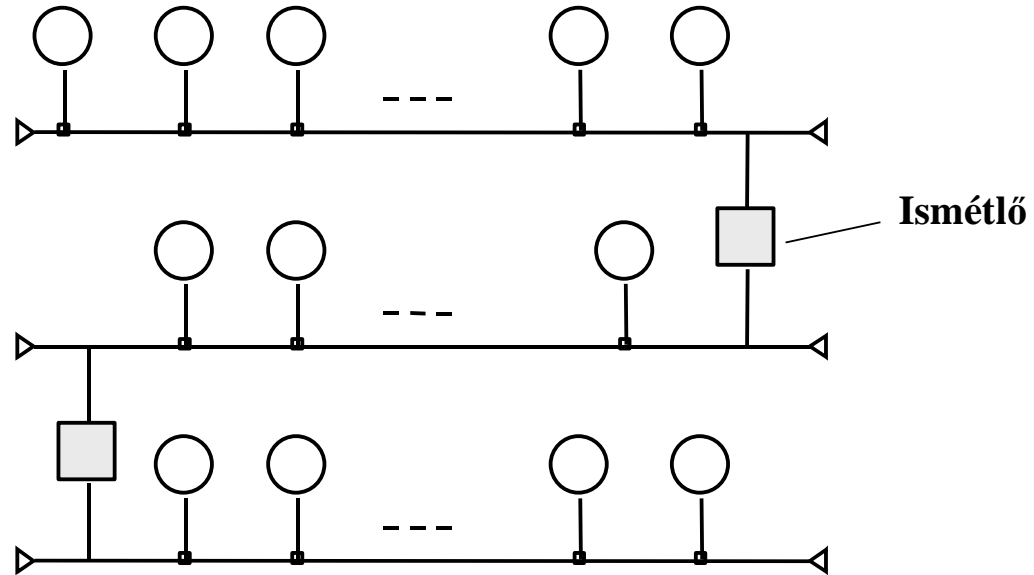
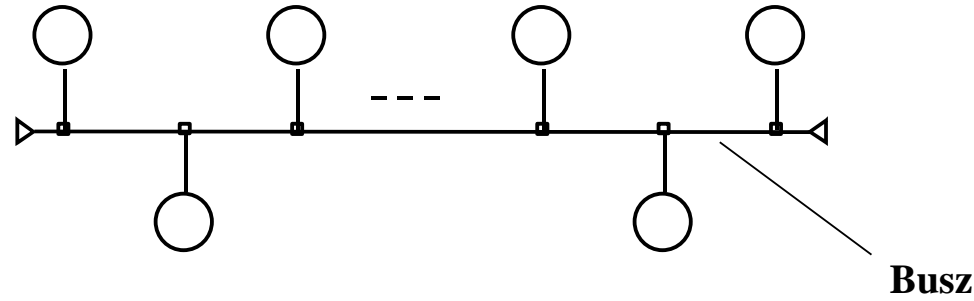
Az állomások egy közös kábelre (sín) csatlakoznak, amely végighalad egy-egy irodán vagy épületen.

A kábellel áthidalható maximális távolság és az egy-egy kábelre csatolható gépek korlátos volta miatt a sín hálózatot több szegmensből kapcsolják össze ismétlők (repeaterek) segítségével.

A számítógépek rendezett közeg hozzáférését megfelelő áramkörök és az általuk megvalósított algoritmusok biztosítják.

Topológiák

Busz (sín)



Topológiák

- **HUB/Tree**

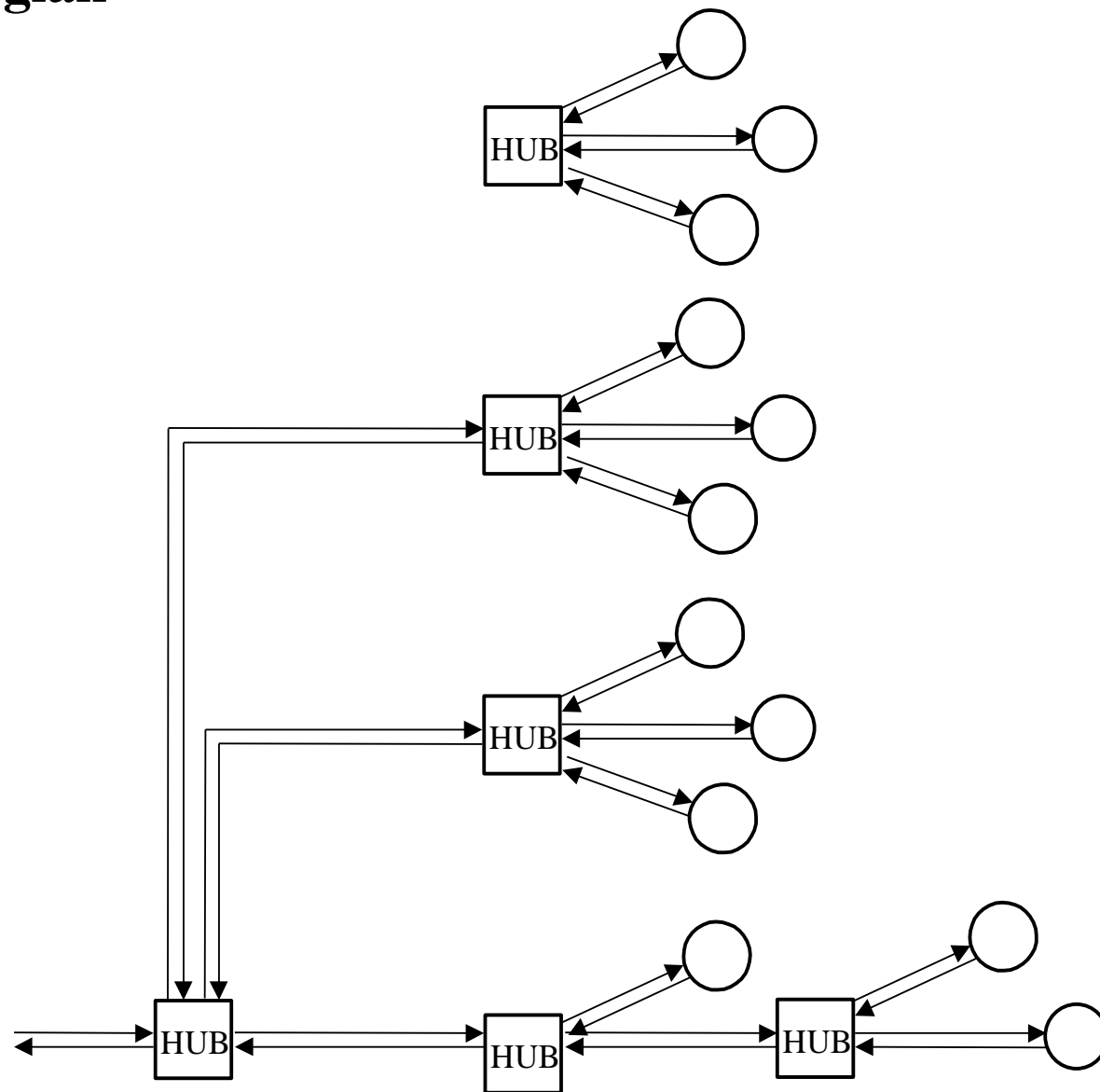
Látszólag csillag topológia. A HUB azonban egy sín vagy egy gyűrű, amely egyetlen egységben van megvalósítva.

A HUB nem végez kapcsolást, hanem egy állomásról érkező keretet a többi állomás felé továbbítja, ahogyan azt a sín vagy a gyűrű hálózatok teszik.

A HUB-ok hierarchikusan összekapcsolhatók, így fa-topológiát alkotnak. Az egyesített hálózat egy nagyobb sín- vagy gyűrű hálózatként működik.

Topológiák

HUB/Tree



Közeghozzáférés vezérlés

A sín és a gyűrű topológiájú hálózatokban az állomásokat egyetlen logikai csatorna köti össze, ezért valamilyen mechanizmust kell biztosítani, hogy az állomások hozzáférhessenek az átviteli csatornához.

A szabványos hálózatokban használt technikák:

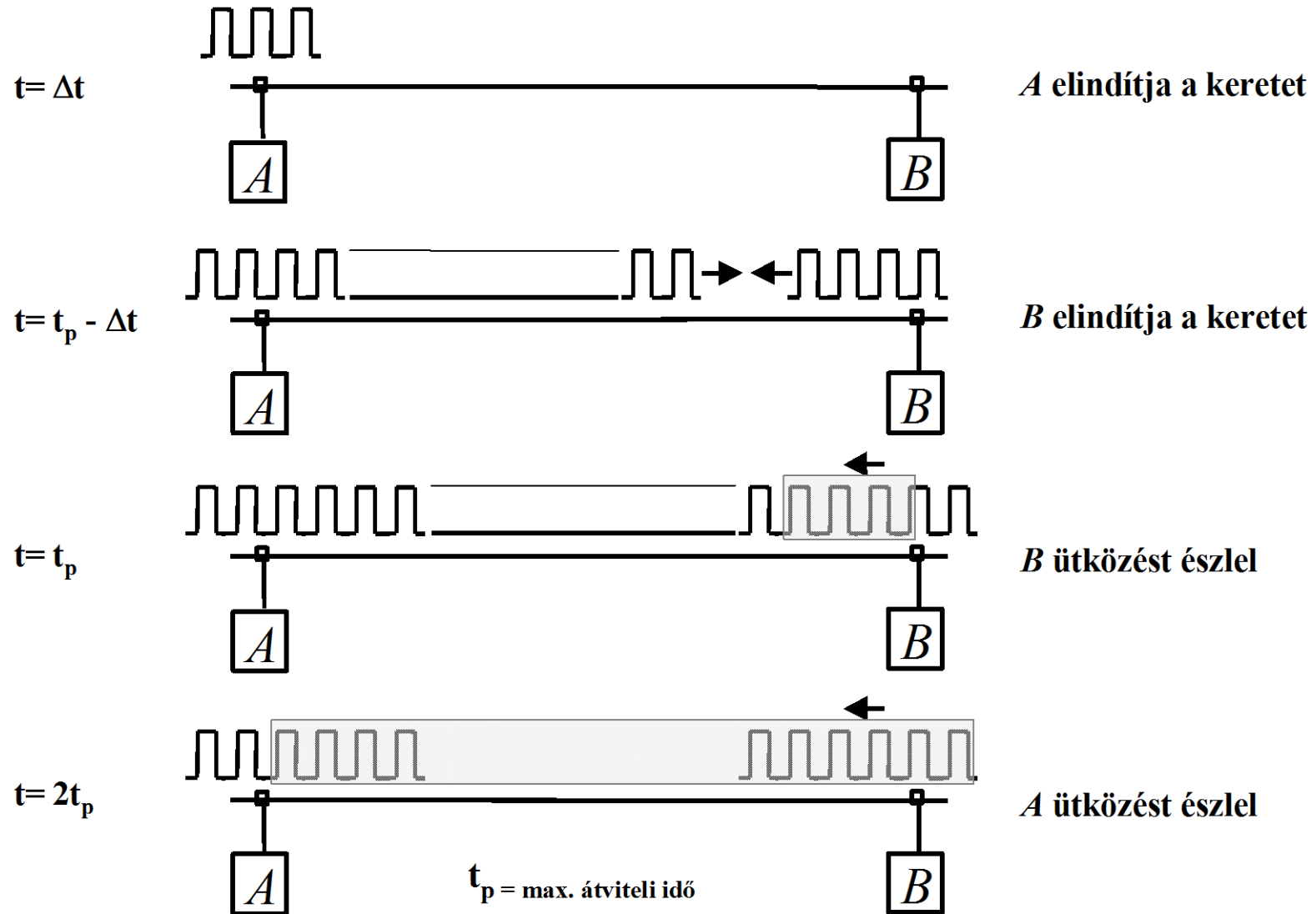
- **Csatornafigyelő többszörös hozzáférés ütközés érzékeléssel** (Carrier-Sense Multiple-Access with Collision Detection = **CSMA/CD**)
Sín topológiájú hálózatoknál használják.
- **Vezérjeles** (Control token)
Sín és gyűrű topológiájú hálózatoknál egyaránt használják.
- **Réselt gyűrű** (Slotted ring)
Gyűrű topológiájú hálózatoknál használják.

Közeghozzáférés vezérlés

Multiple-Access with Collision Detection (CSMA/CD)

- Minden állomás közvetlenül ugyanahhoz a kábelhez csatlakozik, amely bármelyik két állomás közötti adatátvitelre használnak (**többszörös hozzáférés**).
- Az átvinni kívánt adatot az állomás keretbe foglalja a célállomás és a saját címével együtt, majd ráadja a kábelre.
- A keretet minden állomás érzékeli, de csak az dolgozza fel, amelyik a saját címét találja a keret elején.
- A feladó állomás címéből tudja a célállomás, hogy kitől származik az üzenet, és kinek kell válaszolnia.
- Ha két állomás egyszerre bocsát keretet a kábelre, a villamos jelek összeadódnak, és az üzenetek hibásak lesznek (ütközés).
- Az ütközések valószínűsége csökkenthető azzal, hogy az állomások a keret elküldése előtt elektronikusan figyelik a csatornát (**csatornafigyelő**), hogy folyik-e átvitel rajta, és csak akkor küldenek keretet, ha a csatorna tétlen.
- Ütközés mégis bekövetkezhet a kábelek késleltetése miatt.
- Az állomások az átvitel közben is figyelik a kábelben lévő jelet, és ha az eltér a továbbított jeltől, úgy tekinti, hogy ütközés következett be (**ütközésérzékelés**).
- Hogy minden állomás tudomást szerezzen az ütközésről, az érintett állomások egy rövid ideig véletlen bit-mintát (jam sequence) továbbítanak.
- Az ütközésben érintett állomások ezután egy rövid, véletlen idejű várakozás után próbálják újra továbbítani a keretet.

Közeghozzáférés vezérlés - CSMA/CD



Közeghozzáférés vezérlés - CSMA/CD

t_p = terjedési idő

Legrosszabb esetben $2 t_p$ idő múlva derül ki, hogy ütközött-e másik kerettel vagy sem!

t_p idő múlva éri el a jel a legtávolabbi pontot.

Ha akkor kezd el adni a legtávolabbi állomás, újabb t_p idő múlva ér hozzánk vissza a jel, és ütközik *a még mindig tartó* saját adásunkkal.

Hogy minden állomás biztonsággal érzékelje az ütközést, a keretnek minden esetben legalább olyan hosszúnak kell lennie, hogy adott bit sebességgel haladva legalább $2 t_p$ ideig tartson a továbbítása.

Közeghozzáférés vezérlés -Vezérjeles (Token control)

A vezérjel (token) egy engedély, amely meghatározott rendben halad állomásról állomásra. Ha egy állomás megkapja a vezérjelet, akkor adatot továbbíthat a hálózaton, majd eljuttatja a vezérjelet a következő állomásnak.

A műveletek sorrendben:

- Egy logikai gyűrű lesz kialakítva, amely a fizikai hálózathoz kapcsolt állomásokat kapcsolja össze, majd egy vezérjel lesz elindítva.
- A vezérjel állomásról állomásra halad a logikai gyűrűben, amíg egy olyan állomáshoz nem ér, amelynek van továbbítandó kerete.
- Az állomás elküldi a keretet, majd továbbítja a vezérjelet a logikai gyűrűben következő állomásnak.

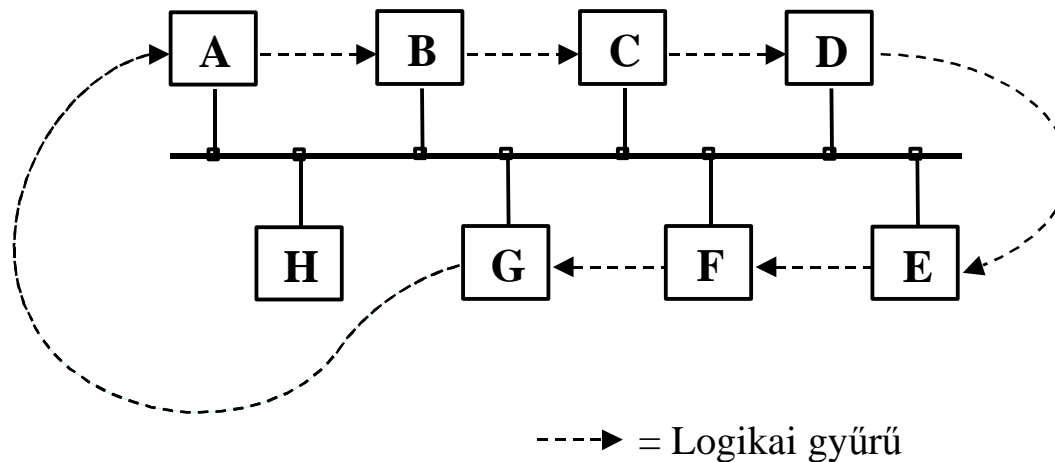
Monitor funkció szükséges a logikai gyűrű felépítésére és karbantartására (állomások be- és kikapcsolása), és az elveszett vezérjel pótlására. A monitor funkció ellátására az összes állomás képes, de egyszerre csak egy állomás látja el ezt a feladatot.

Fizikai gyűrű hálózat esetén a gyűrű logikai struktúrája megegyezik az állomások fizikai struktúrájával. A vezérjel az állomások fizikai sorrendjének megfelelően halad a logikai gyűrűben.

A vezérjeles közeghozzáférés használható sín hálózatok esetén is.

Közeghozzáférés vezérlés -Vezérjeles

Fizikai sínhálózat vezérjeles közeghozzáféréssel

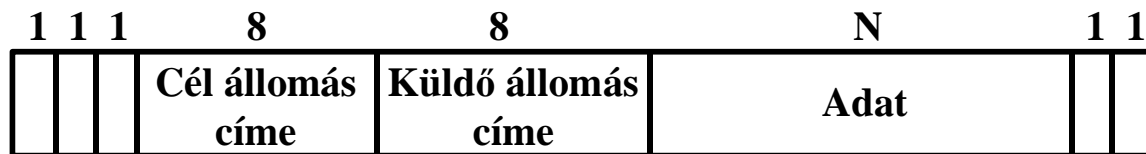


Nem szükséges minden állomásnak részt vennie a logikai gyűrűben. Az ilyen állomás sosem jut a vezérjel birtokába, csak olvashatja a gyűrűn továbbított kereteket.

A vezérjelhez prioritás rendelhető, amellyel a magasabb prioritású keretek továbbíthatók először.

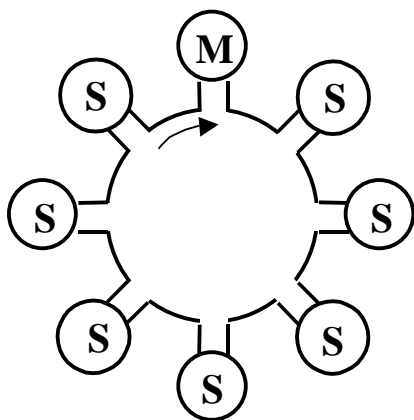
Közeghozzáférés vezérlés - Réselet gyűrű (Slotted ring)

← Az átvitel iránya



↑ Monitor továbbította bit
 ↑ Tele/Üres bit
 ↑ Csomag eleje bit

Válaszbitek:
 00 = Foglalt
 01 = Fogadva
 10 = Eldobva
 11 = Figyelmen kívül hagyva (nem működik)



M = Monitor
S = Station (DTE)

Közeghozzáférés vezérlés - Résejt gyűrű

- A gyűrű működését a Monitor állomás irányítja.
- A gyűrűben rögzített méretű keretek haladnak *folyamatosan* körben egyik állomástól a másikig. Ezt kezdetben a monitor biztosítja.
- A gyűrűben haladó keretek (bitek) száma független az állomások számától.
- Minden állomás beolvassa a keretet, majd továbbítja a gyűrűben következő állomásnak.
- A keret Üres/Tele voltát egy bit jelzi a keret elején.
- Ha egy állomás továbbítani akar egy keretet, megvárja az első üres keretet, a keretet 'Tele'-nek jelzi, beilleszti a címekeket, az adatot, és a válasz biteket 'Foglalt'-ra állítja.
- Minden állomás megvizsgálja a 'Tele' jelzésű keretek 'Cél állomás címét'. Ha felismeri a saját címét, feldolgozza majd a válasz bitek megfelelő beállításával továbbítja, egyébként változatlanul továbbítja.
- A feladó állomás megvárja az általa feladott keret visszaérkezését (leszámolva a kereteket), a keretet 'Üresnek' jelezve továbbítja és feldolgozza a válasz biteket.

Közeghozzáférés vezérlés - Résejt gyűrű

A 'Monitor továbbította bit' arra szolgál, hogy ha egy állomás valamilyen okból nem engedi el az általa feladott keretet, a monitor ezt megtehesse helyette:

- A feladó állomás a 'Monitor továbbította bitet' törli a keret továbbításakor.
- A monitor a 'Tele' keret 'Monitor továbbította bitjét' beállítja.
- Ha a monitor olyan 'Tele' keretet észlel, amelynek a 'Monitor továbbította bitje' be van állítva, 'Üresnek' nyilvánítja.

Egy-egy állomás csak egy keretet küldhet, új keret feladásához meg kell várnia a következő üres keretet.

A résejt gyűrű közeghozzáférésű hálózat hátrányai:

- Szükség van egy speciális működésű Monitorra, amely a gyűrű struktúráját meghatározza. Ez sérülékennyé teszi a hálózatot.
- Egy-egy adatkapcsolati szintű keret továbbítása valószínűleg csak több fizikai keret továbbításával lehetséges.

LAN szabványok

A legelterjedtebben használt LAN-okat az IEEE szabványosította, amelyeket az ISO is elfogadott.

A LAN szabványok az IEEE 802, illetve az ISO 8802 sorozatba tartoznak.

Az egyes LAN típusok az alkalmazott topológiában, a közeghozzáférés módjában (MAC) és az alkalmazások jellegében különböznek.

- **CSAM/CD bus (ISO/IEEE 802.3)**
- **Fast Ethernet**
- **Gbit Ethernet**
- **Token bus (ISO/IEEE 802.4)**
- **Token ring (ISO/IEEE 802.5)**
- **FDDI (ISO 9314)**

LAN szabványok - CSMA/CD busz (ISO/IEEE 802.3)

Leggyakoribb alkalmazási területe: **műszaki és irodai**

Népszerű neve: **Ethernet**, mert a Xerox cég fejlesztette ki először, majd a Xerox, a DEC és az Intel létrehozta a 10 Mbps sebességű Ethernet szabványt. Ez az IEEE 802.3 alapja.

Többféle átviteli közegre és topológiára is megvalósították:

- 10 Base 2 vékony koaxiális kábel, maximális szegmenshossz: 185 m
- 10 Base 5 vastag koaxiális kábel, maximális szegmenshossz: 500 m
- 10 Base T Hub topológia, csavart érpáras
- 10 Base F Hub topológia, optikai kábeles

Jellemzőik:

Átviteli sebessége: 10 Mbps

Alapsávú átvitel (digitális, nincs moduláció), Manchester kódolás

Azonos közeghozzáférés protokollt használnak

LAN szabványok - CSMA/CD busz

10 Base 5

Vastag Ethernet kábel: max. 500 m kábel szegmens (sín), vámpír csatlakozók.

Az ún. Transceiver (csatorna figyelő, ütközés érzékelő) a kábelre csatlakozik.

AUI kábel csatolja a Transceiver-t a hálózati interfész kártyára.

Már új hálózatot nem építenek vele.

10 Base 2

Vékony Ethernet kábel: max 185m kábel szegmens (sín).

Szabványos BNC csatlakozók csatlakoznak a koaxiális kábelre.

A transceiver és a hálózati interfész a kártyán helyezkedik el.

A kábelek T-csatlakozón kapcsolódnak a hálózati kártyára.

A kábelszegmens mindkét végét 50ohm-os ellenállással le kell zárni mindkét megvalósításnál.

Maximum 5 kábelszegmens kapcsolható össze ismétlők (repeater) segítségével (max. 4 repeater).

A repeater-ek a fizikai rétegben működnek, csak a jel regenerálását és továbbítását végzik.

A teljes kábelhossz 2.5 km lehet.

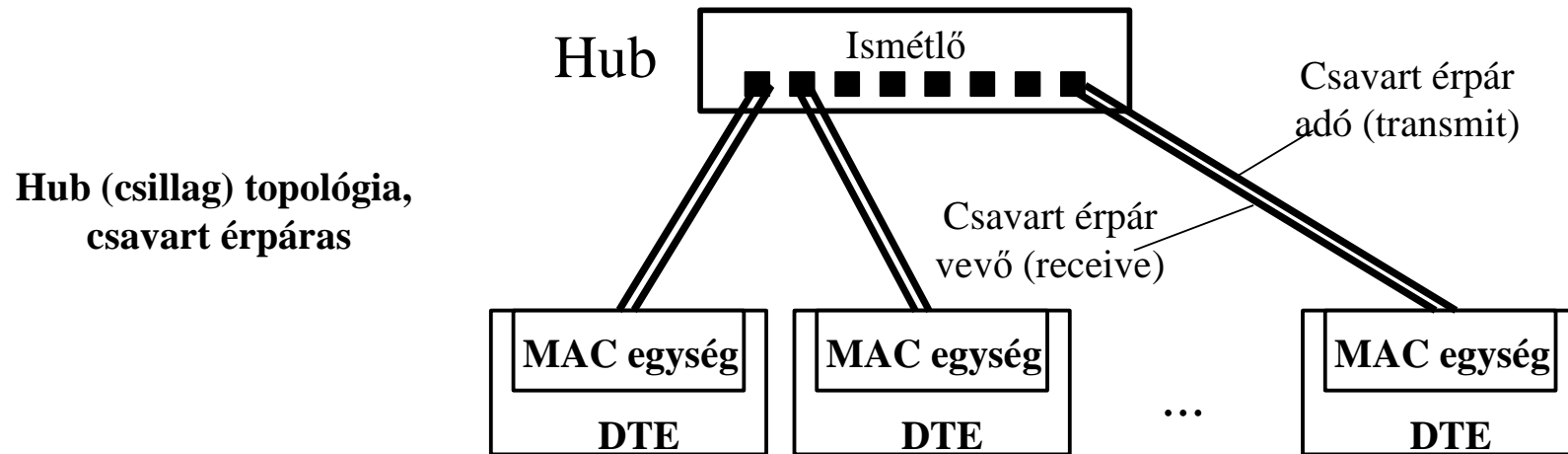
LAN szabványok - CSMA/CD busz

10 Base T

- A legelterjedtebben használt megoldás.
- Minden állomás 2-2 csavart érpárral csatlakozik az ismétlő kapura (port).
Egyik érpáron továbbít (Transmit), a másikon vesz (Receive)
- A Hub a vevő kábelén érkező jeleket - regenerálás után - az összes többi port adó kábelére továbbítja.
- Az állomások számára úgy tűnik, mintha közös sínre csatlakoznának.
- A transceiver elektronika az interfész kártyákon helyezkedik el.
- Category 3 vagy 5 kábelezést használnak.
- A kábelek hossza max. 100 m.
- Előnyei a koaxiális kábellel szemben: rugalmas, könnyen telepíthető, egy kábel sérülése vagy munkaállomás hibája nem bénítja meg az egész hálózatot.

LAN szabványok - CSMA/CD busz

10 Base T



Duplex átvitel nem lehetséges az ütközések kezelése miatt!

LAN szabványok - CSMA/CD busz

A hálózati interfész részei

- **Transceiver egység**

Az adatokat küldi és fogadja a kábelre/kábelről.

Érzékeli az ütközéseket a kábelben.

Villamos elválasztást biztosít a kábel és kommunikációs elektronika között.

Védi a kábelt a hibásan működő interfésztől.

- **MAC egység**

Előállítja a továbbítandó keretet és kibontja az érkező kereteket.

Hibakezelést végez.

- **Protokoll vezérlő**

Megvalósítja MAC algoritmust.

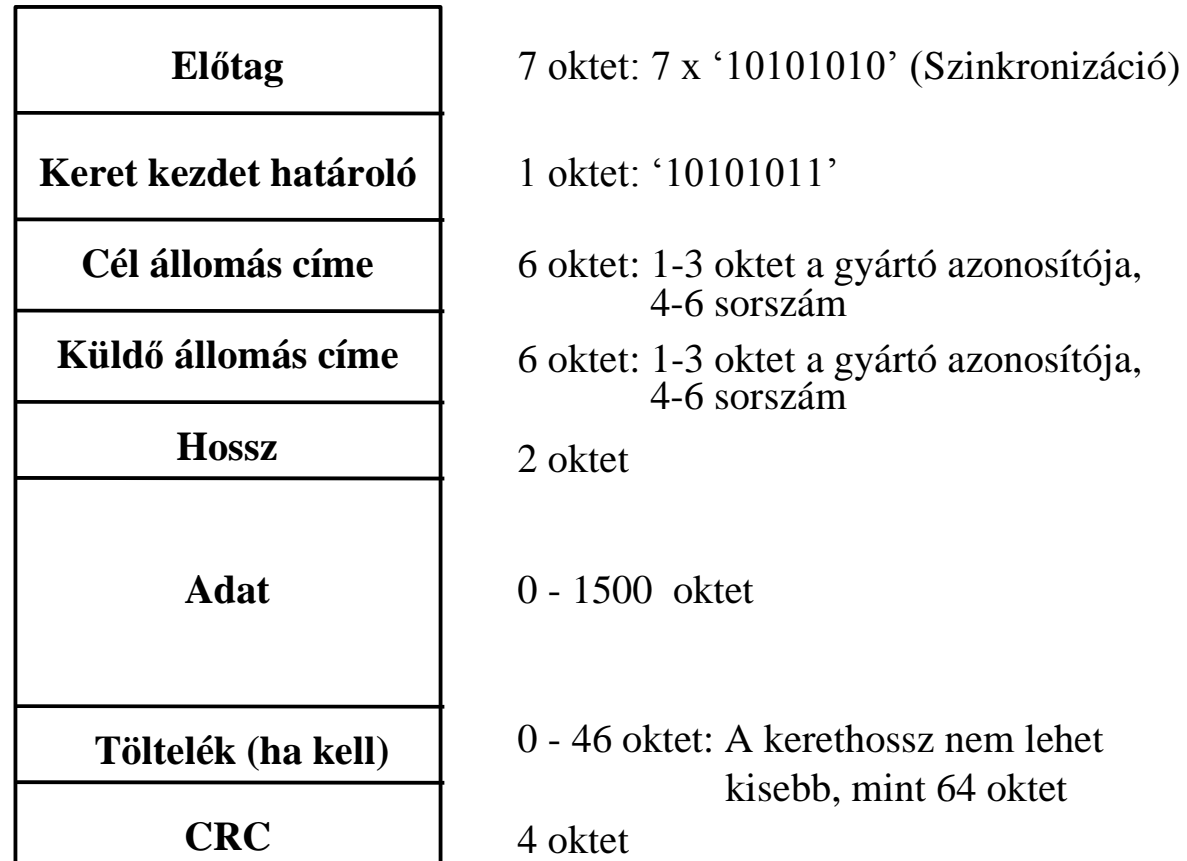
- **2 portos RAM memória**

A MAC egység innen veszi a továbbítandó kereteket és ide teszi az érkező kereteket.

A számítógép ide teszi a továbbítandó kereteket és innen veszi az érkező kereteket.

LAN szabványok - CSMA/CD busz

↑
Átvitel
iránya



IEEE 802.3 keret formátum

LAN szabványok - CSMA/CD busz

Működési paraméterek

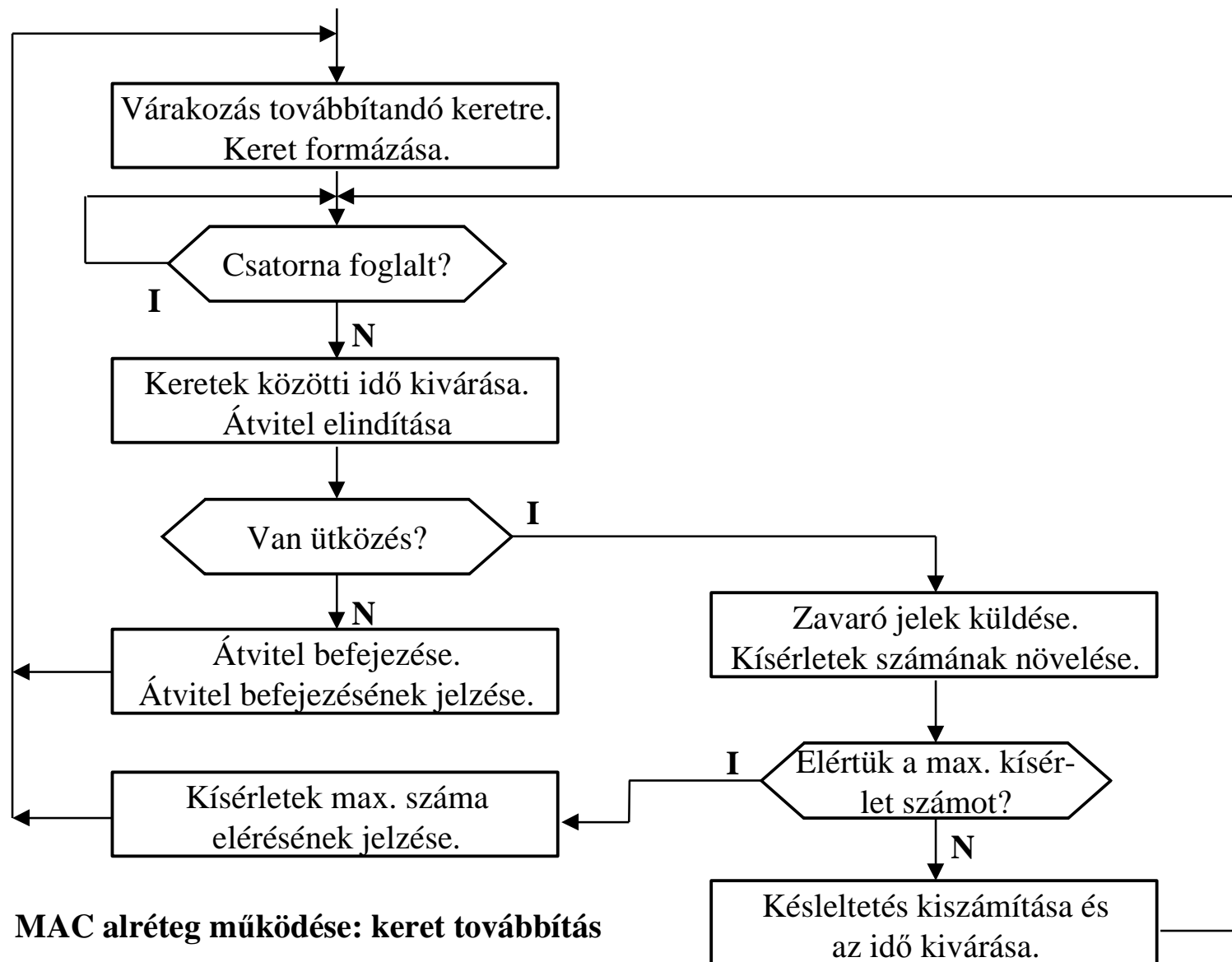
Átviteli sebesség	10 Mbps (Manchester kódolás)
Résidő	512 bit-idő
Keretek közti idő	9,6 μ s
Átviteli kísérletek max. száma	16
Zavaró bitek száma (jam size)	32 bit
Legnagyobb kerethossz	1518 oktet
Legrövidebb kerethossz	512 bit

Célcím lehet

- Egy állomás pontos címe
- Csupa '1' bit: üzenetszórás (broadcast), az üzenetet minden állomás veszi.
- Az 1. bit '1': csoport címezés, az üzenetet az állomások egy meghatározott csoportja veszi.

A küldő állomás címe nem lehet többes cím!

LAN szabványok - CSMA/CD busz



MAC alréteg működése: keret továbbítás

LAN szabványok - CSMA/CD busz

Keret továbbítás

- Ha a hálózati interfésznek van továbbítandó kerete, megformázza, majd figyel a csatornát, hogy foglalt-e, azaz más állomás használja-e.
- Ha a csatorna nem foglalt, kivár egy rövid ideig, hogy a korábban továbbított keretet az állomások biztonsággal feldolgozhassák, majd továbbítja a keretet.
- Átvitel közben az állomás folyamatosan vizsgálja a csatornán haladó forgalmat, és ha nem észlel ütközést, jelzi a keret sikeres továbbítását, majd vár a következő továbbítandó keretre.
- Ha az állomás továbbítás közben ütközést észlel, zavaró jelsorozatot (jam sequence) küld a hálózatra, hogy a többi állomás is észlelje az ütközést, abba hagyja a keret továbbítását, majd rövid véletlen idejű várakozás után újra megkísérli a keret továbbítását.
- A keret továbbítást csak adott max. számú kísérletig folytatja.
- Az ismételt ütközés az átviteli közeg nagyfokú leterhelését mutatja, ezért az állomások ezt úgy próbálják csökkenteni, hogy az ismételt átviteli kísérletekkel egyre hosszabb idő-intervallumon belüli véletlen elosztással próbálkoznak.

LAN szabványok - CSMA/CD busz

Keret továbbítása (folytatás)

- 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 * kábelkésleltetés + ismétlők késleltetése + tartalék idő

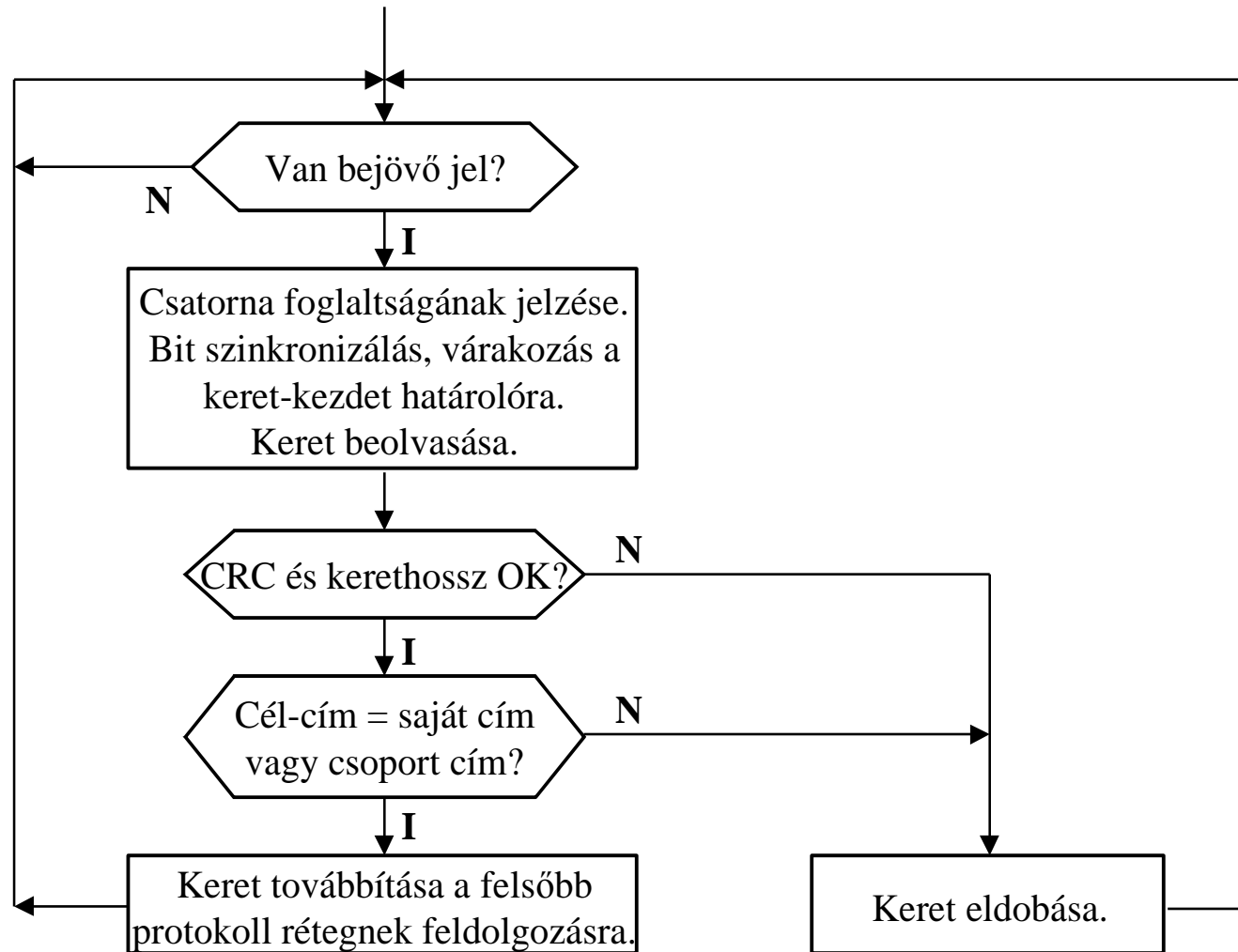
Résidő = $51.2\ \mu\text{s}$ (2 * 2.5 km + 4 ismétlő késleltetése) (512 bit átvitelének ideje)

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	- ” -
.	- “ -
16. ütközés	- “ -

16 ütközés után nem az interfész kártya nem próbálkozik tovább, jelzi az átvitel sikertelenségét.

LAN szabványok - CSMA/CD busz



MAC alréteg működése: keret fogadás

LAN szabványok - CSMA/CD busz

Keret fogadása

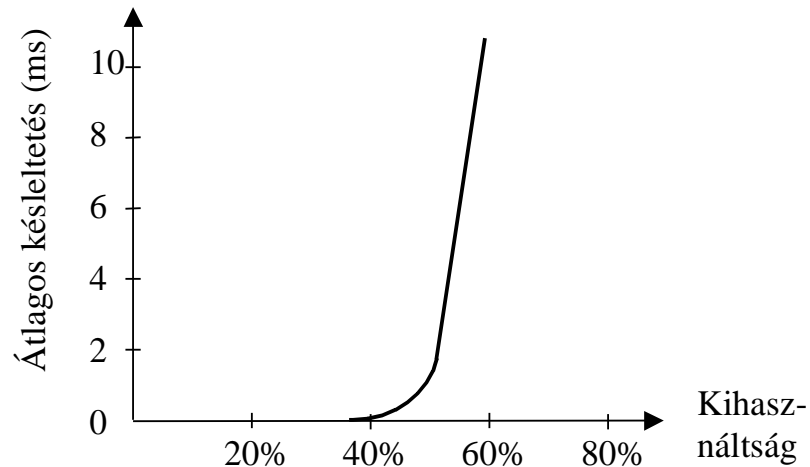
- Az transceiver figyeli a csatornát, hogy van-e bejövő jel. Ha van, jelzi a csatorna foglaltságát, a MAC egység felé, megakadályozva a keret továbbítást.
- A bejövő keret előtagja segítségével az áramkör elvégzi a bit-szinkronizációt, majd a keret teljes tartalmát beolvassa.
- Ha az ellenőrző összeg vagy a keret hossza hibás, a keretet eldobja.
- Egyébként a cél cím alapján dönt, hogy fel kell-e dolgozni a keretet vagy sem.

LAN szabványok - CSMA/CD busz

Nagy kábelhosszakra és nagy sávszélességre rossz a hatékonysága adott keretméretre számolva, ezért MAN-okra nem hatékony.

Nagyobb sebesség melletti működtetése nehéz, mivel a sebesség növelésével a teljesítmény csökken, ugyanis a keretátviteli idő csökken, de a versengési intervallum nem (a résidő független az adatátviteli sebességtől).

Nagy terheléskor az ütközések jelentősen rontják az áteresztőképességet. 50% feletti terhelés esetén a hálózat gyorsan telítődik.



Az esetleges ütközések miatt nem adható felső korlát arra, hogy egy keret mikor érkezik meg, ezért valós idejű alkalmazásokban nem alkalmazható.

A hálózati protokoll nem kezeli a prioritást!

LAN szabványok - 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 címzett állomás címét) 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 gyűrűből. 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.

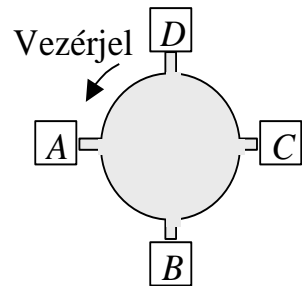
A vezérjelet a feladó állomás a keret elküldése után azonnal továbbítja (early token release).

LAN szabványok - Token ring

Működési elv

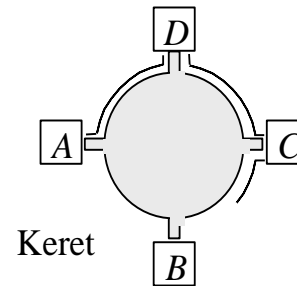
A állomás akar keretet küldeni C állomásnak

1.



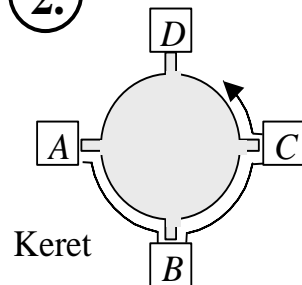
A megvárja a D -től jövő vezérjelet

3.



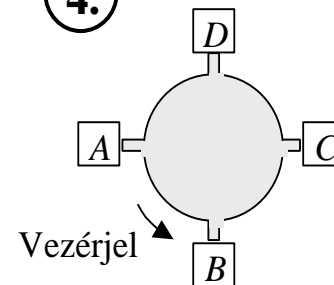
A megvárja, hogy a keret visszaérjen, de nem adja tovább, hanem eltávolítja.

2.



A feladja a keretet a gyűrűre. C felhasználja, mivel neki szól. A keret halad tovább.

4.



A vezérjelet generál, és továbbítja. Feldolgozza a visszaérkezett keret válasz bitjeit.

Alternatív megoldás:

A már akkor elküldi a vezérjelet, mihelyt a keretet továbbította. (Early release)

LAN szabványok - Token ring

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 HUB/Tree 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 működtető 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.

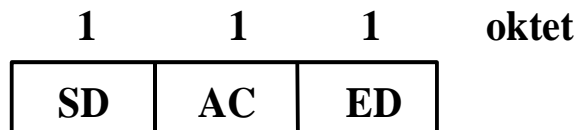
A MAC egység feladatai

- Keret képzés és kibontás.
- Ellenőrző összeg képzés.
- Hibavizsgálat.
- A MAC algoritmus implementálása.
- Gyűrű-órajel generálás (ha az állomás aktív monitorként működik)

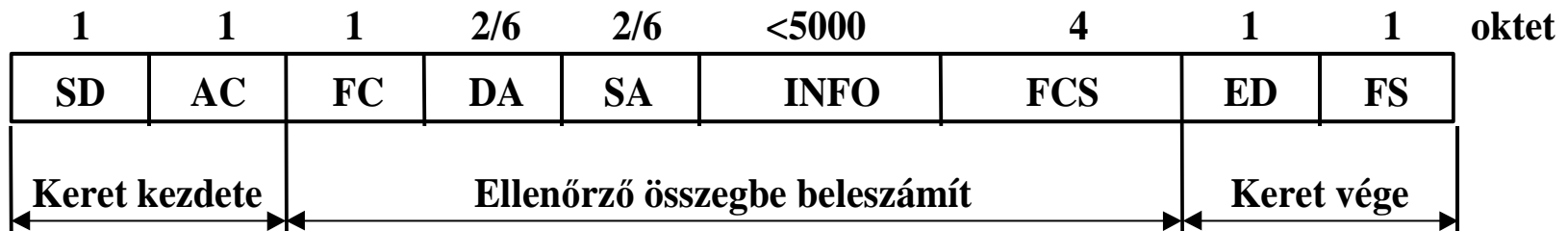
LAN szabványok - Token ring

Keret formátumok

Vezérjel formátum



Keret formátum



Mező leírás

SD	Keret kezdete határoló (speciális kódolású)
ED	Keret vége határoló (speciális kódolású)
AC	Hozzáférés vezérlés
FC	Keret vezérlés
SA/DA	Küldő/Címzett címe (1. bit = '1': csoport címzés)
FS	Keret státus

LAN szabványok - Token ring

Keret formátumok

- vezérjel
- adatkeret

SD/ED keret kezdete/vége határoló nem Manchester kódolású az adat transzparencia miatt.

AC a gyűrűhöz hozzáférést vezérli.



P bitek: vezérjelben a vezérjel prioritását jelzi, vagyis, hogy milyen prioritású adatkeretek továbbíthatók.

T bit: megkülönbözteti a vezérjelet az adatkerettől.

M bit: monitor bitet az aktív monitor használja. Segítségével tudja megakadályozni, hogy keretek örökké keringjenek.

R bitek: ezek beállításával kérhet egy állomás magasabb prioritású közeghozzáférést.

FC Keret vezérlés. A keret INFO része lehet hasznos adat vagy MAC vezérlő információ és a gyűrű inicializálására, karbantartására használják.

LAN szabványok - Token ring

Keret formátumok

DA Címzett címe. Ha az 1. bit = '1', a címet csoport címzésre használjuk.

SA Küldő címe. Mindig egy meghatározott állomás címe.

INFO Felhasználói adatot vagy MAC információt tartalmaz (FC szerint).
A hossza nincs korlátozva, a maximális vezérjel tartási idővel korlátozzák.
Jellemzően 5000 oktet.

FCS 32 bites CRC.

FS Keret státus. *A* (cím bit) és *C* (lemásolva bit) bitek. A küldő állomás mindkettőt '0'-ra állítja.

A bit: Ha egy (vagy több) állomás felismeri a címet, '1'-re állítja.

C bit: Ha egy állomás felhasználja a keretet '1'-re állítja.

A két bit állapotából állapítja meg a faladó állomás, hogy a címzett

- vette a keretet,
- nincs bekapcsolva vagy meghibásodott,
- be van kapcsolva, de nem fogadta a keretet.

LAN szabványok - Token ring

Prioritás kezelés

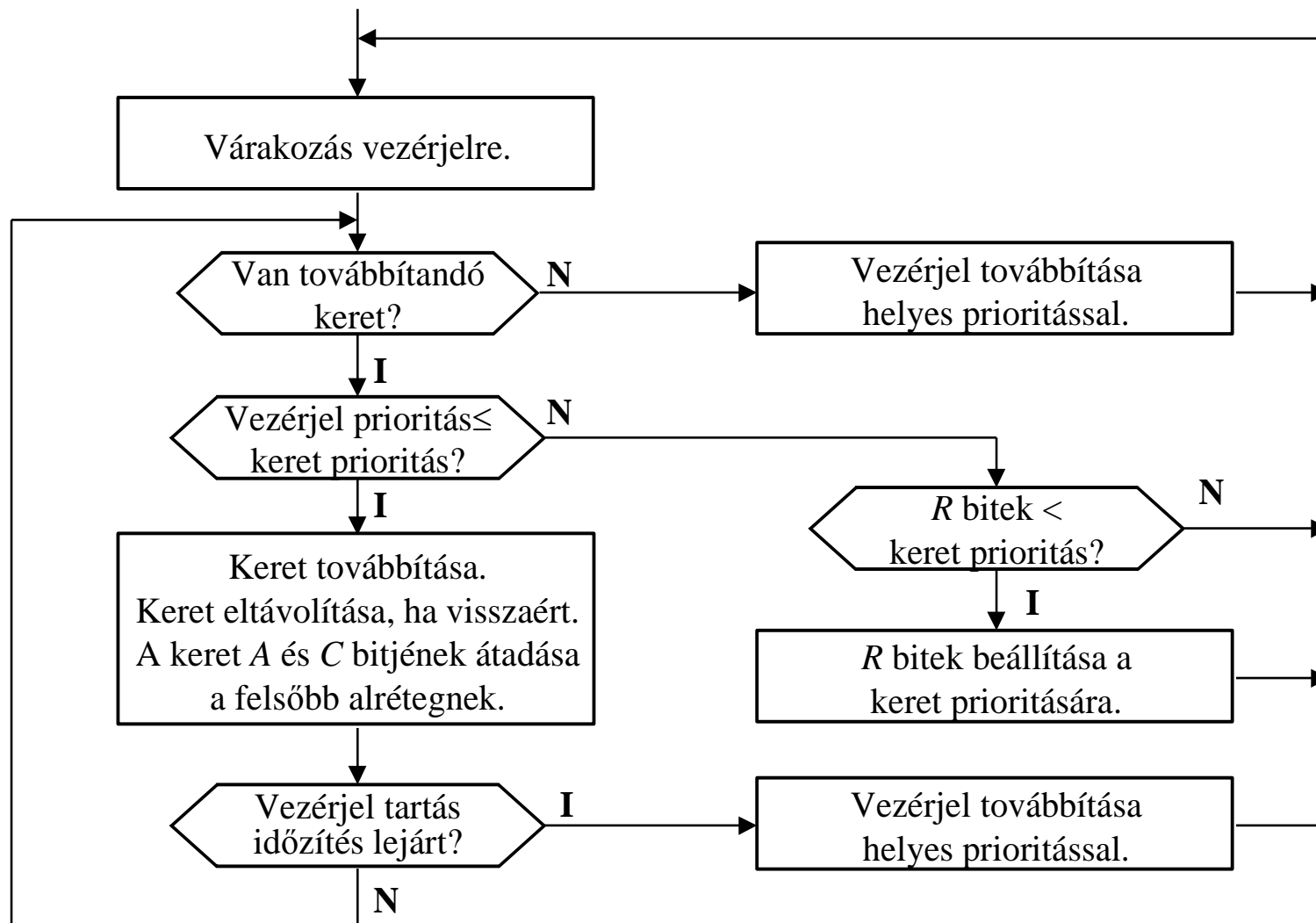
A token ring hálózat prioritás kezelésére képes.

- 8 prioritású szintet különböztet meg.
- Egy-egy állomás a vezérjel megérkezésekor csak abban az esetben továbbíthat keretet, ha a várakozó kereteinek prioritása nagyobb vagy egyenlő a vezérjel prioritásánál (AC mező PPP bitjei).
- Ellenkező esetben folyamodnia kell alacsonyabb prioritású keret továbbításáért. Beolvassa a keret vagy vezérjel AC mezőjének RRR bitjeit. Ez az érték azt tartalmazza, hogy a feladó- és a szóban forgó állomás közötti állomások milyen legmagasabb prioritású átvitelt kértek.
- Ha az RRR bitek értéke nagyobb vagy egyenlő a várakozó keret prioritásánál, az állomás RRR biteket változatlanul továbbküldi, ellenkező esetben a saját prioritásával helyettesíti.
- A vezérjelet tartó állomás a vezérjel prioritását az RRR bitek értékével helyettesíti.
- Az RRR biteket megváltoztató állomás természetesen csak akkor kapja meg a keret továbbítás jogát, ha a gyűrűben utána következő állomások között nem akadt magasabb prioritású átvitelért folyamodó.

A vezérjelet továbbadó állomás a vezérjel prioritását úgy állítja be, hogy

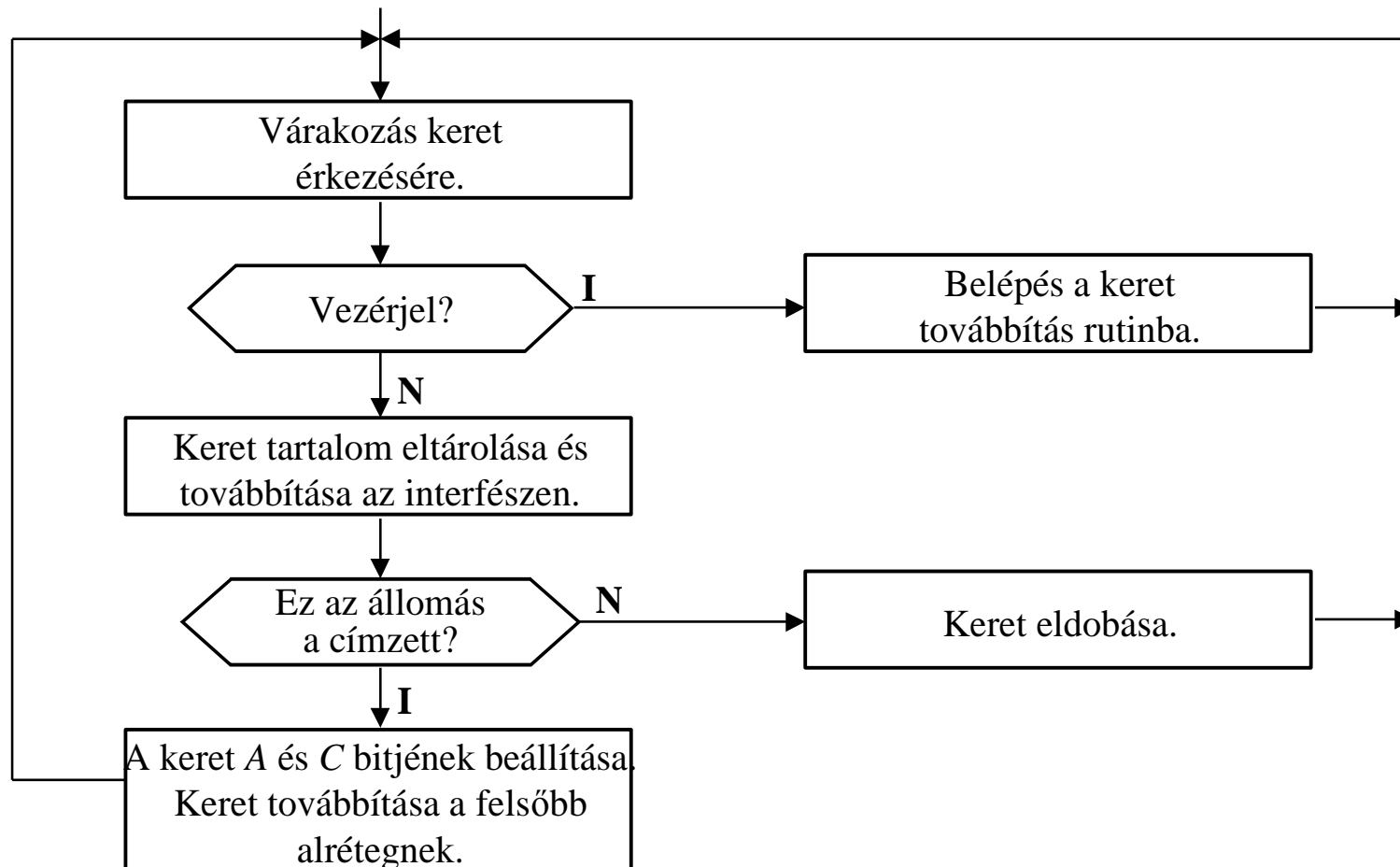
- mindig a legmagasabb prioritású keretek legyenek először továbbítva, és hogy
- az azonos prioritású keretek továbbítására várakozó állomásoknak egyenlő joguk legyen gyűrűhöz.

LAN szabványok - Token ring



MAC alréteg működése: keret továbbítás

LAN szabványok - Token ring



MAC alréteg működése: keret fogadás

LAN szabványok - Token ring

Gyűrű menedzsment

Feladatai:

- A normális hálózati működéshez először fel kell állítani a gyűrűt.
- Ha egy állomás csatlakozni akar a gyűrűhöz, először egy inicializáló folyamaton kell átmennie, amely biztosítja, hogy nem zavarja meg a gyűrű működését:
 - Biztosítani kell, hogy belépésével a gyűrűbe nem lesz két azonos című gép.
 - Értesítenie kell az utána következő gépet a gyűrűbe lépéséről.
- Minden állomásnak folyamatosan figyelnie kell a gyűrű működését, és ha rendellenességet észlel, közreműködni kell a helyes működés helyreállítása érdekében:
 - Az állomás ún. 'Standby Monitor' állapotba kerül, amelyben figyeli a vezérjelek és bizonyos MAC vezérlő keretek (active monitor present) rendszeres áthaladását, és szükség esetén átveszi az 'Active Monitor' szerepét.
- Van a gyűrűben egy felügyelő állomás, az 'Active Monitor', amely
 - a gyűrű órajelét adja,
 - késleltetés puffere segítségével biztosítja a gyűrű állandó késleltetését,
 - inicializálja a gyűrűt, biztosítva, hogy csak egyetlen vezérjel legyen a hálózatban.
- Súlyos hiba (pl. kábelszakadás) esetén a 'beaconing' eljárás segítségével helyreállítja a gyűrű (legalább részleges) működését.

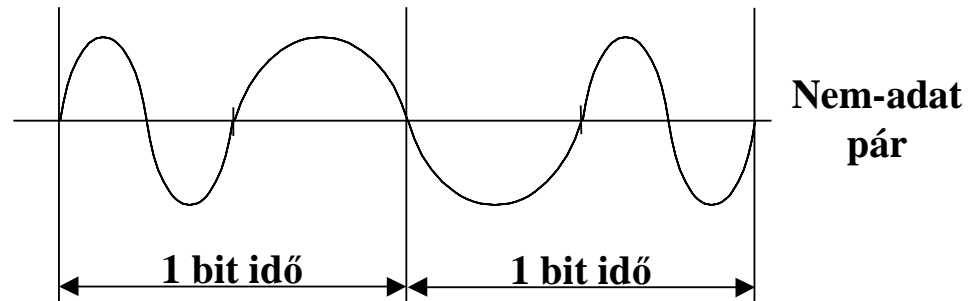
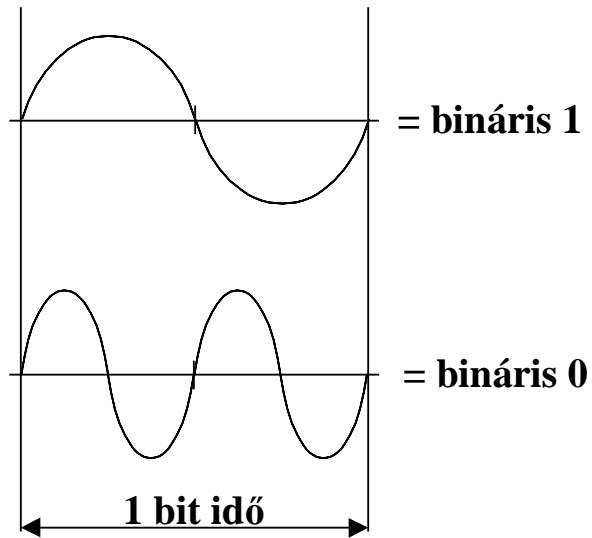
LAN szabványok - Token bus (ISO/IEEE 802.4)

Jellemzők

- Közeghozzáférés determinisztikus, prioritás kezelés megoldott.
- Alkalmazási terület: ipar, gyártás automatizálás.
- Közeghozzáférés vezérjel (token) elvű és üzenetszórásos (broadcast).
- Átviteli médium: koaxiális kábel.
- Moduláció: módosított alapsávú, ún. **carrierband**.
- Bit sebesség: 1 és 5 Mbps.
- A bináris '1'-t egy teljes sinus hullám jelzi, melynek frekvenciája megegyezik a bit-sebességgel. A bináris '0'-t kétszeres frekvenciájú kettős sinus hullám jelzi.
- A bit-cellák határán nincs fázisváltás.
- Mivel a modulációhoz csak két frekvencia komponenst használnak, az állomások zajszűrőt alkalmazhatnak.
- A keret határolást (SD és ED) speciális kódolású jelekkel, ún. '**Nem-adat párral**' oldják meg.

LAN szabványok - Token bus (ISO/IEEE 802.4)

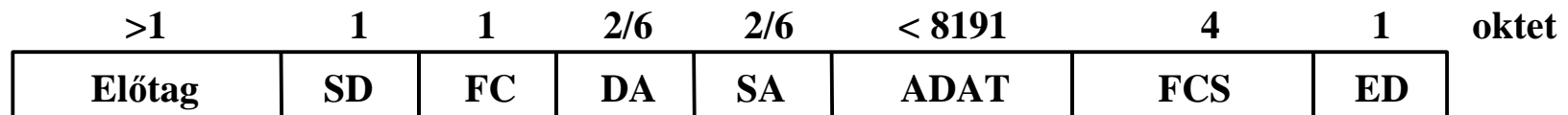
Kódolás



Carrierband kódolás

LAN szabványok - Token bus

Keret formátum



Keret formátum

LAN szabványok - Token bus

Működési elv

Egyetlen vezérjel van, és ennek birtokosa továbbíthat keretet.

Azon állomások, amelyek keret átvitelét kezdeményezhetik egy **logikai gyűrűbe** vannak rendezve.

A vezérjel a logikai gyűrűn halad, de továbbításra a fizikai buszt használja.

A vezérjel birtokosa meghatározott maximális számú keretet továbbíthat, azután továbbadja a vezérjelet a gyűrűben őt követő állomásnak.

A keret- és vezérjel továbbítás üzenetszórásos (azaz minden keret minden állomáshoz eljut).

Van egy maximális idő, ameddig egy állomásnak várakoznia kell a válaszra, mielőtt elfogadja, hogy az üzenet sérült vagy a címzett állomás nem működik. Ezt az időt résidőnek (slot time) nevezik:

$$\text{Résidő} = 2 \times \text{átviteli késleltetés} + \text{feldolgozási idő}$$

Minden állomásnak ismernie kell a logikai gyűrűben őt követő állomás címét.

Ha egy állomás nem fogadja a vezérjelet, a küldő állomásnak kell találnia egy új következő állomást.

Gondoskodni kell a logikai gyűrű inicializálásáról, és karbantartásáról, ha állomást kapcsolnak be, vagy ki.

LAN szabványok - Token bus

Vezérjel továbbítás (token passing)

- A vezérjel birtokában az állomás továbbítja a várakozó kereteket, majd elküldi a vezérjelet a következő állomásnak.
- A küldő állomás figyeli a busz forgalmát, és meggyőződik, hogy a következő állomás megkapta a vezérjelet.
- Ha a résidőn belül nem hallja, hogy az állomás keretet küld, korrekciós lépéseket tesz.
- Ha az állomás zajt vagy hibás keretet észlel, további 4 résidőnyi ideig folytatja a figyelést.
 - Ha mást nem hall, úgy gondolja, hogy a vezérjel sérült, és újra elküldi.
 - Ha érvényes keretet észlel, úgy gondolja, hogy a következő állomás megkapta a vezérjelet.
 - Ha egy második zaj-csomagot észlel, úgy gondolja, hogy a következő állomás keretet továbbít, miután megkapta a vezérjelet.
- Ha a vezérjel ismételt elküldése sem jár sikerrel, feltételezi, hogy a következő állomás nem működik, új következő állomást kell találnia.
- Az állomás elküld egy 'who-follows-me' broadcast-ot a gyűrűben következő állomás címével az adatmezőben. Ha valaki felismeri a címet, mint az őt megelőző állomás címét, egy 'set-successor' keretben válaszol. Ez az állomás lesz az új 'következő' állomás.

LAN szabványok - Token bus

Vezérjel továbbítás (folytatás)

- Ha nem válaszol senki a 'who-follows-me' broadcast-ra, még egyszer elküldi.
- Ha erre sem kap választ, elküld egy 'solicit successor' keretet a saját címével a DA mezőben. Ez felszólítja az összes állomást a válaszadásra.
- Ha bármelyik állomás válaszol, a gyűrű a 'Response window' eljárással lesz helyreállítva.
- Ha nem kap választ senkitől, úgy gondolja, hogy katasztrofális dolog történt, nem csinál tovább semmit, csak figyel más gépek forgalmára.

LAN szabványok - Token bus

'Response window' (válaszablak) eljárás

Az eljárás arra szolgál, hogy új állomások beléphessenek a gyűrűbe. Minden állomás a vezérjel birtokában véletlen időközönként elküld egy 'solicit-successor' (követő kérés) keretet.

A válasz-ablak az az idő, ameddig egy állomásnak várakoznia kell a válaszra, miután elküldött egy keretet. Ez megegyezik a résidővel.

- Minden 'solicit-successor' (**SS**) keret tartalmaz egy SA, DA párt, és azok az állomások válaszolnak rá, amelyek be akarnak lépni a gyűrűbe, és címük az SA és a DA cím között van. Az **SS** keret elküldése megnyit egy válasz ablakot, ugyanis ennyi idő áll az állomások rendelkezésére, hogy válaszoljanak.
- Egy állomás a 'set-successor' (**SU**) (követő beállítás) keret elküldésével válaszol az **SS** keretre. Ezzel jelzi az **SS** keret feladójának, hogy az állomást követő állomás kíván lenni.
- Ha az **SS** keret feladója hallja a választ, beiktatja az új állomást, és neki küldi el a vezérjelet.
- Ha többen is válaszolnak, a válasz keretek sérülnek. Az **SS** keret feladójának egyetlen állomást kell kiválasztania.
- Az **SS** feladója a 'resolve-contention' (**RC**) (verseny feloldás) keret - esetleg többszöri - feladásával választ közülük egyetlen állomást.

LAN szabványok - Token bus

‘Response window’ eljárás (folytatás)

- Minden állomás, amelyik válaszolt a korábbi **SS** keretre, de nem kapta meg a vezérjelet, választ egy véletlen számot 0 és 3 között, és a résidő ennyiszere ideig tovább figyeli a csatornát.
- Ha ezidő alatt hall átvitelt a csatornán, kiesett, és csak a következő ‘Response window’ alkalmával szállhat újra küzdelembe. Ha nem hall átvitelt, versenyben marad, újra elküldi az **SU** keretét és várakozik a következő **RC** keret vagy a vezérjel megérkezésére.
- A vezérjel birtokosa akkor találja meg az egyetlen beléptetendő állomást, amikor egy **SU** keret sértetlenül megérkezik.

Az **SS** keretben megadott SA, DA pár rendre a feladó állomás és a következő állomás címe. Ez korlátozza a gyűrűbe lépésért versenyző állomások számát, és biztosítja, hogy a gyűrű az állomások fizikai címeinek csökkenő sorrendjében épüljön fel, és így minden állomás előbb-utóbb beléphessen a gyűrűbe.

LAN szabványok - Token bus

Inicializálás

Az eljárás a gyűrű felépítését végzi az első gép bekapcsolásakor, vagy a gyűrű szétesésekor. Az inicializálás a 'response window' módszerre épül. Minden állomás folyamatosan figyeli a hálózati forgalmat. Valahányszor keret átvitelét észleli, az **inaktivitás időzítőjét** beállítja egy bizonyos értékre. Az idő múltával ennek értéke csökken.

- Ha egy állomás inaktivitás időzítője lejár, mert hosszú ideje nem volt forgalom a csatornán, felad egy 'claim-token' (**CT**) (vezérjel igénylés) keretet. Egyszerre több állomás is feladhatja, de csak egy vezérjel generálható.
- A **CT** keret információs részét a vezérjelet igénylő állomások a résidő n -szeresére választják, ahol $n = 0, 2, 4$ vagy 6 , amelyet a címük első két bitjéből képeznek.
- A **CT** keret feladása után az állomások kivárnak egy résidőt, majd hallgatják a csatornát. Ha észlelnek forgalmat, megállapítják, hogy egy másik állomás hosszabb **CT** keretet küldött, és visszalépnek a vezérjel első birtoklásáért folytatott versenyből.

LAN szabványok - Token bus

Inicializálás (folytatás)

- Ha nem észlelnek forgalmat, a CT keret feladását megismétlik, de n új értékét a címük következő két bitjéből számolják.
- Ha ismét nem észlelnek forgalmat, megismétlik az előző pontban leírt műveletet az összes cím bittel.
- Ha a csatorna tétlen, az állomás elnyerte a vezérjelet. A következő állomás címét önmagára irányítja, majd a 'response-window' eljárással lehetővé teszi a többiek csatlakozását.

A gyűrűből kilépés kétféleképpen is megoldható:

- Az kilépni kívánó állomás egyszerűen nem vesz tudomást a neki küldött vezérjelről.
- Megvárja a vezérjelet, küld egy 'set-successor' keretet a gyűrűben őt megelőző állomásnak az őt követő állomás címével, majd továbbküldi a vezérjelet.

LAN szabványok - Token bus

Prioritások kezelése

A vezérjeles sín hálózat 4 prioritási osztályt kezel: 0, 2, 4, 6 (legmagasabb):

- 6: sürgős üzenetek, kritikus riasztások, és a hozzájuk tartozó vezérlő funkciók.
- 4: normál vezérlési feladatok és gyűrű menedzsment.
- 2: normál adatgyűjtés, naplózás.
- 0: file forgalom, alacsony prioritású üzenetek.

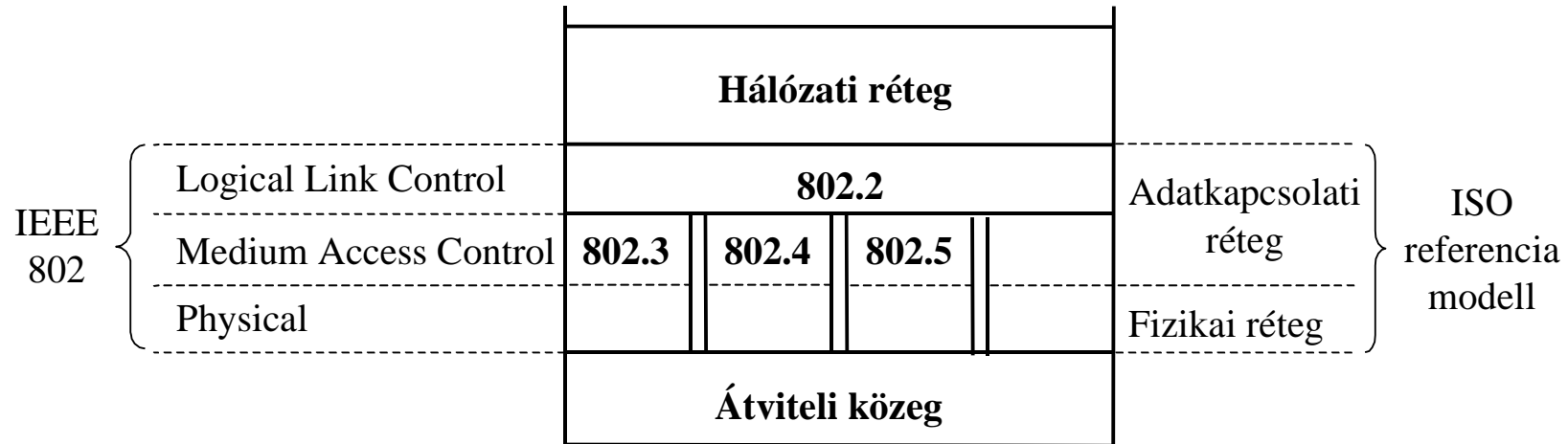
Az állomások a felsőbb rétegtől továbbításra kapott kereteket a 4 prioritási osztálynak megfelelő sorokban gyűjtik.

A továbbítás a prioritásnak megfelelő sorrendben lehetséges.

Az állomások meghatározott ideig küldhetnek 6. osztályba tartozó kereteket, a vezérjel tartási idő további részét pedig az alacsonyabb prioritási osztályba tartozó keretek továbbítására fordítják.

A vezérjel tartási idő nem állandó, hanem terhelés-függő, azaz csökken, ha a vezérjel körbejárási idő növekszik. Ez biztosítja, hogy minden állomás nagyjából azonos sávszélességet használhasson.

LAN szabványok - Protokollok



802.2 = Logical Link Control Protocol
 802.3 = CSMA/CD
 802.4 = Token bus
 802.5 = Token ring

} Közeghozzáférési protokollok

Az IEEE 802 protokoll család

LAN szabványok - Protokollok

A tárgyalt közeg-hozzáférési protokollok különbözőképpen működnek, de standard szolgáltatást nyújtanak az LLC alrétegnek. Az LLC bármelyik típusú LAN-nal együtt tud működni.

A MAC alréteg LLC-nek nyújtott szolgáltatásai a következő ábrán láthatók.

Az adatkapcsolati réteg feladatai:

- keret képzés,
- hiba kezelés (érzékelés vagy javítás),
- adatfolyam vezérlés,
- kapcsolat menedzsment

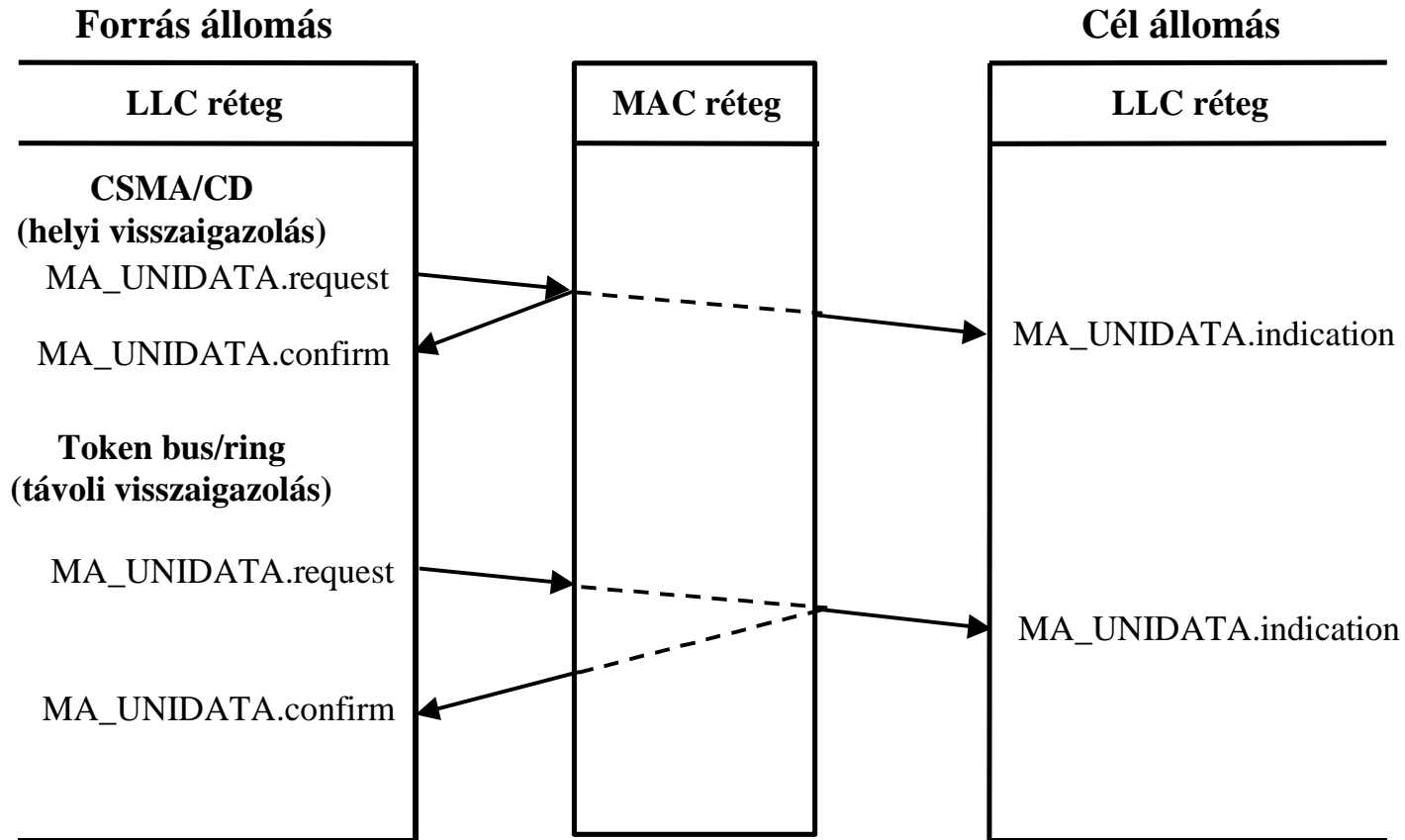
megoszlanak a MAC- és az LLC alréteg között:

A MAC alréteg feladatai:

- keret képzés
- hiba érzékelés

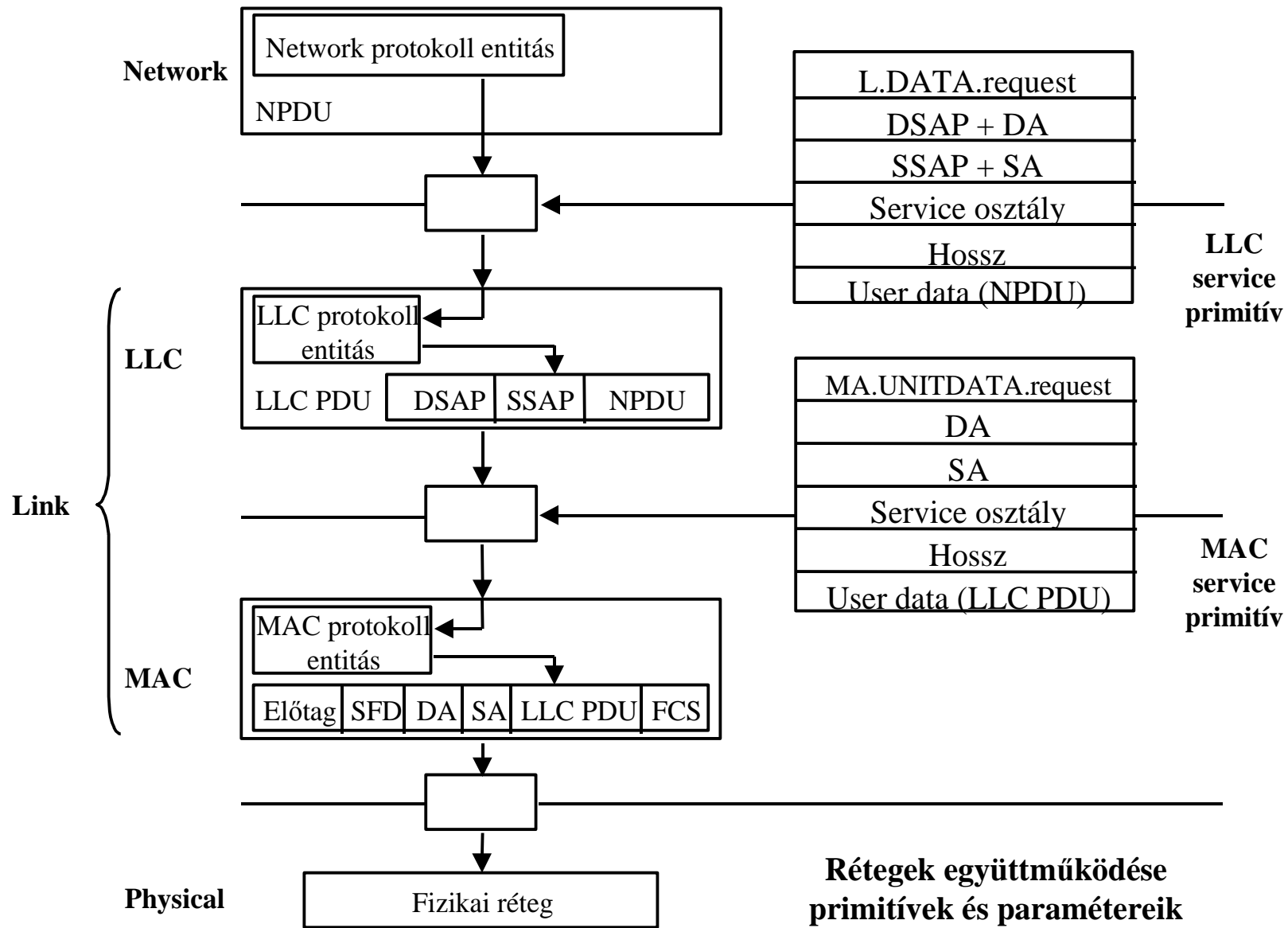
Az LLC alréteg végzi a többi feladatot.

LAN szabványok - Protokollok



MAC alréteg szolgálat-primitívek

LAN szabványok - Protokollok



LAN szabványok - 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 kábelekkel 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.

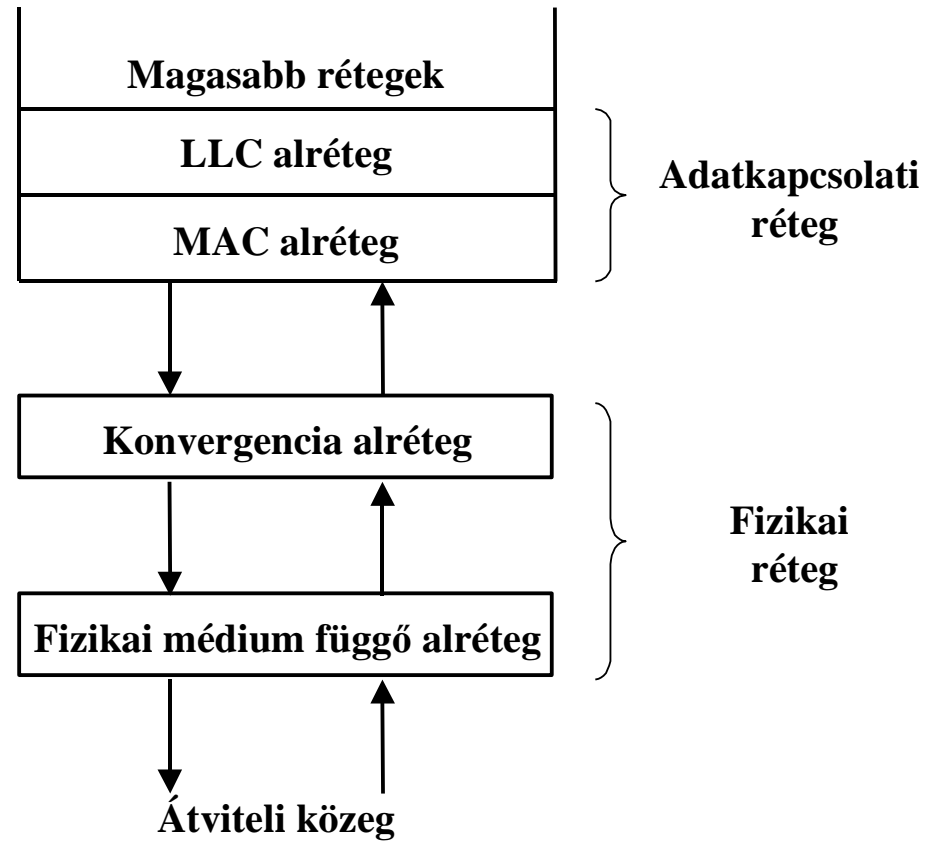
A szabvány neve: **100 Base T**.

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) és árnyékolt (STP) kábelre és optikai szálra

LAN szabványok - Fast Ethernet



A 100 Base T protokoll rétegstruktúrája

LAN szabványok - 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.

LAN szabványok - Fast Ethernet

100 Base X

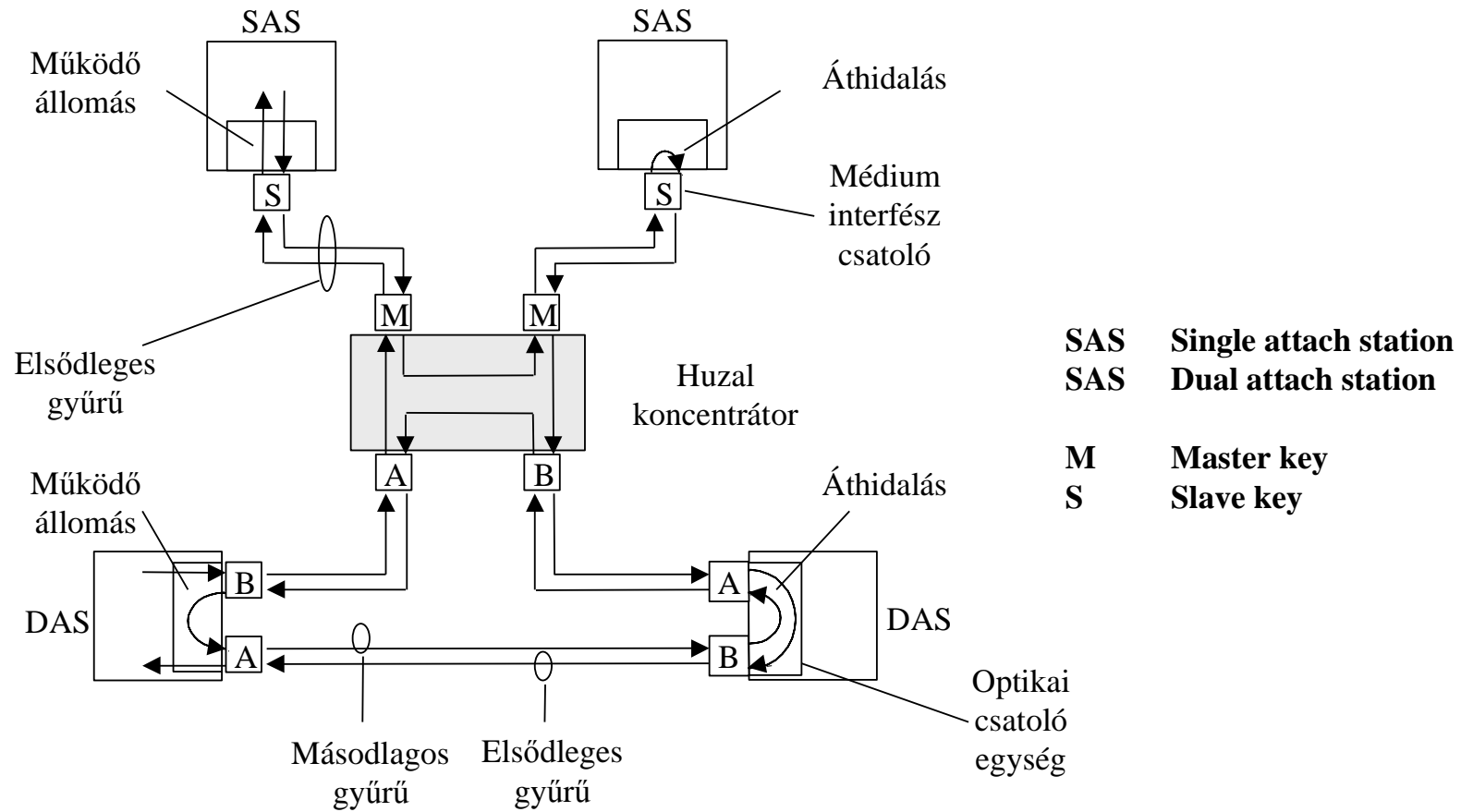
Adat szimbólumok		Vezérlő szimbólumok	
4 bites adatcsoport	5 bites szimbólum		
0000	11110	IDLE	11111
0001	01001	J	11000
0010	10100	K	10001
0011	10101	T	01101
0100	01010	R	00111
0101	01011	S	11001
0110	01110	QUIET	00000
0111	01111	HALT	00100
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

4B5B kódok

LAN szabványok - Fiber Distributed Data Interface (FDDI)

- Az ANSI fejlesztette ki
- Nemzetközi szabvány és az ISO 9314-ben definiálták
- Gyűrű topológia
- 2 gyűrűből áll, amelyekben ellenkező irányban haladnak az adatok
- Az állomásokat több módusú szál köti össze
- Gyűrű hossza max. 100 km
- Állomások száma max.: 500
- 100 Mbps átviteli sebesség
- Közeghozzáférése vezérlés elvű (Token ring-hez hasonló)
- Elsősorban gerinc hálózatnak (backbone) használják
- Opcionálisan késleltetésre érzékeny adatokat is továbbíthat (garantált max. késleltetés)

LAN szabványok - FDDI



FDDI hálózati komponensek

LAN szabványok - FDDI

A másodlagos gyűrű használható akár adattovábbításra, akár tartalék gyűrűként arra az esetre, ha az elsődleges gyűrű meghibásodik.

Kétféle állomás használható:

- **Dual attach station (DAS)**
Mindkét gyűrűre csatlakozik
- **Single attach station (SAS)**
Csak az elsődleges gyűrűre csatlakozik

Az állomásokat általában huzal **koncentrátorokkal** kapcsolják a gyűrűre. Ekkor csak egy pár optikai szál szükséges.

Ha az FDDI gyűrűt gerinc hálózatként használják, a gyűrűre általában hidakat, kapcsolókat, vagy router-eket kapcsolnak.

Az optikai kábel csatlakozók úgy vannak kialakítva, hogy csak egyféleképpen lehessen csatlakoztatni őket.

Az optikai csatoló egységek biztosítják az állomások átkötését kikapcsoláskor.

A nagy átviteli sebesség miatt a Manchester kódolás nem használható a túl nagy sáv szélesség igény miatt. **Az FDDI hálózatban a 4B5B kódolást alkalmazzák.**

LAN szabványok - FDDI

Adat szimbólumok		Vezérlő szimbólumok	
4 bites adatszoport	5 bites szimbólum		
0000	11110	IDLE	11111
0001	01001	J	11000
0010	10100	K	10001
0011	10101	T	01101
0100	01010	R	00111
0101	01011	S	11001
0110	01110	QUIET	00000
0111	01111	HALT	00100
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

4B5B kódok

LAN szabványok - FDDI

Minden 4 bites adatcsoportot (nibble) egy 5 bites szimbólummal helyettesítenek.

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

Az így kapott jelsorozatot NRZI-vel tovább kódolnak.

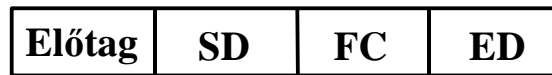
A garantált 2 bitenkénti jel átmenet jó bit szinkronizálást biztosít.

A keret formátuma nagyon hasonlít a token ring hálózat keret formátumára:

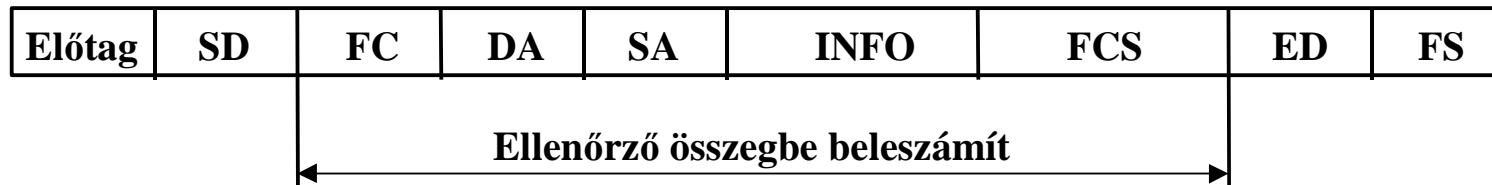
- Az előtag (csupa '1' bit) jó szinkronizálást biztosít.
- Az SD (J és K szimbólum) jelzi a helyes szimbólum határokat.
- Az FC, DA, SA mezők jelentése megegyezik a token ring-ével.
- Az információ mező hossza legfeljebb 4500 oktet lehet.
- Az ED 1 vagy 2 T szimbólumból áll.
- Az FS három szimbólumból áll, amely és az R és S szimbólumok kombinációja.

LAN szabványok - FDDI

Vezérjel formátum



Információs keret formátum



Mező leírás

Előtag	16 vagy több szimbólum
SD	Keret kezdete határoló (2 szimbólum)
ED	Keret vége határoló (1 vagy 2 szimbólum)
FC	Keret vezérlés (2 szimbólum)
DA/SA	Címzett/Küldő címe (4 vagy 12 szimbólum)
FCS	Ellenőrző kód (8 szimbólum)
FS	Keret státus (3 szimbólum)

LAN szabványok - FDDI

Az állomások órajel frekvenciája 125 MHz.

Az interfész késleltetése: 1 μ s.

A gyűrű késleltetése:

$T_1 = \text{Jel terjedési idő} + \text{Állomások száma} \times \text{Állomás késleltetés}$

A jelterjedés késleltetése: 5 μ s/km

Pl.:

- Gyűrű hossza: 20 km, állomások száma: 200

$$T_1 = 20 \times 5 + 200 \times 1 = 300 \mu\text{s vagy } 30\,000 \text{ bit}$$

- Gyűrű hossza: 100 km, állomások száma: 500

$$T_1 = 100 \times 5 + 500 \times 1 = 1000 \mu\text{s vagy } 100\,000 \text{ bit}$$

A nagy sebesség miatt nem lenne hatékony, ha a vezérjelet csak a keret visszaérkezése után továbbítaná az állomás.

Ezért a keretet közvetlenül követi a vezérjel (early token release).

LAN szabványok - FDDI

Keretek továbbítása és fogadása

- A gyűrű működése nagyrészt azonos a token ring működésével.
- Az állomás a vezérjel birtokában kereteket továbbíthat.
Hogy hány keretet továbbíthat, és hogy egyáltalán továbbíthat-e az adott vezérjel birtokában keretet, azt az ún. **‘Timed token rotation protocol’** határozza meg. Ennek működése a Vezérjeles sín működéséhez hasonlít.
- Az állomás a keretek elküldése után továbbítja a vezérjelet.
Ezután IDLE szimbólumokat továbbít mindaddig, amíg meg nem érkezik egy keret vagy vezérjel kezdetét jelentő SD szimbólum.
- A feladott keret a feladó állomás távolítja el a gyűrűből.
Az interfész azonban már a keret SD, FC és DA mezőjét továbbította, mielőtt felismerné az SA mezőben a saját címét. Így SD, FC és DA mezőkből álló csonka keretek cirkulálnak a gyűrűben. Ezeket az az állomás távolítja el, amelyik éppen a vezérjel birtokában a saját keretét küldi a gyűrűre.

LAN szabványok - FDDI

Az FDDI nem kezel prioritást. Az állomások méltányos hozzáférését az átviteli csatornához a fent említett **'Timed token rotation protocol'** szabályozza.

Ez a protokoll lényegében a gyűrű terhelésétől teszi függővé, hogy egy-egy állomás mennyi ideig birtokolhatja a vezérjelet.

Teljesítmény

Egy osztottan használt hálózat teljesítményét két mérőszámmal határozhatjuk meg:

- Maximálisan elérhető átbocsátóképesség
- Maximális hozzáférési késleltetés

Mindkét minőségi paraméter értéke csökken a gyűrű hosszának és az állomások számának növekedésével.

LAN szabványok - FDDI

Szinkron adatok átvitele

Az FDDI szabvány tartalmaz egy opcionális szolgáltatást, amely lehetővé teszi szinkron, azaz késleltetésre érzékeny adatok (beszéd, videó) átvitelét (garantált max. késleltetés).

A szinkron adatok átvitelét támogató állomások a gyűrű sávszélességének bizonyos részét lekötik, és akkor használhatják fel, ha a vezérjel birtokába jutnak.

A szinkron átvitelt nem a '**Timed token rotation protocol**', hanem egy különálló gyűrű menedzsment állomás szabályozza.

Az itt használt protokoll alkalmas időkritikus, (szinkron) adatok átvitelére, de nem alkalmas az un. isochron adatok átvitelére, amely nemcsak a késleltetésre, hanem a késleltetés ingadozására (jitter) is kényes (pl. beszéd).

Ennek megoldására fejlesztették ki az FDDI-II szabványt, amely már isochron adatok átvitelére is alkalmas.

Az FDDI egy másik leszármazottja a Copper Distributed Data Interface (CDDI). Működése hasonló az FDDI-éhoz, az átviteli közeg azonban réz alapú.

Az áthidalható távolság lényegesen rövidebb, irodára, épületre korlátozódik, de a költségek lényegesen alacsonyabbak.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

A lokális hálózatok gépeinek száma és kiterjedése általában meghaladja egy hálózati szegmens méretét.

Megmutatjuk, hogyan lehet

- a gépek számát és a hálózat kiterjedését növelni,
- a szegmens terheléseket csökkenteni,
- különböző típusú helyi hálózatokat összekapcsolni,
- az üzembiztonságot növelni,
- a terheléshez jobban illeszkedő hálózati megoldást alkalmazni.

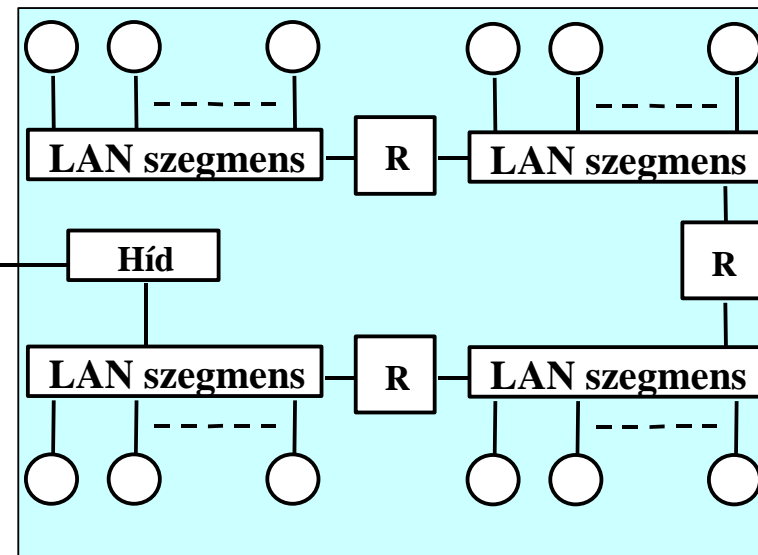
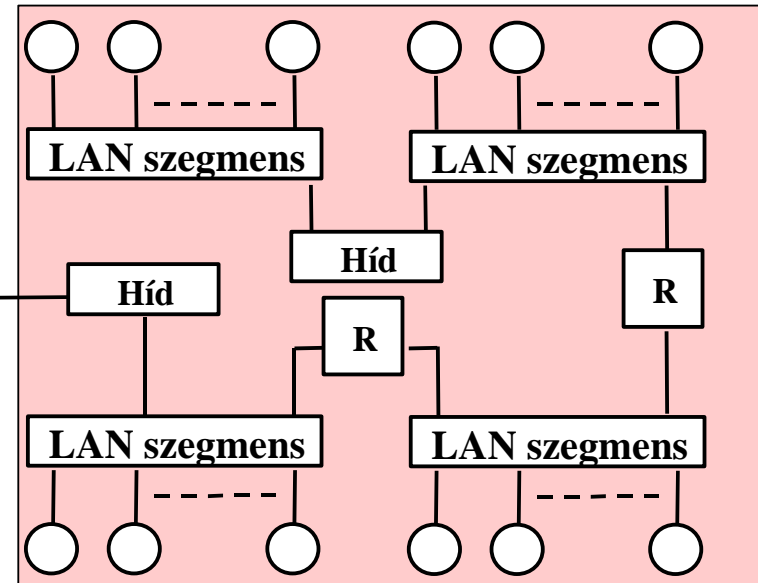
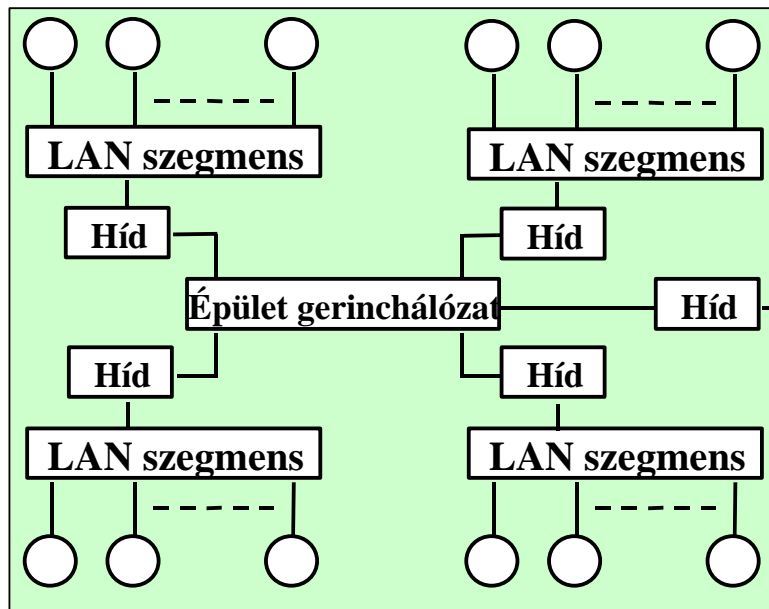
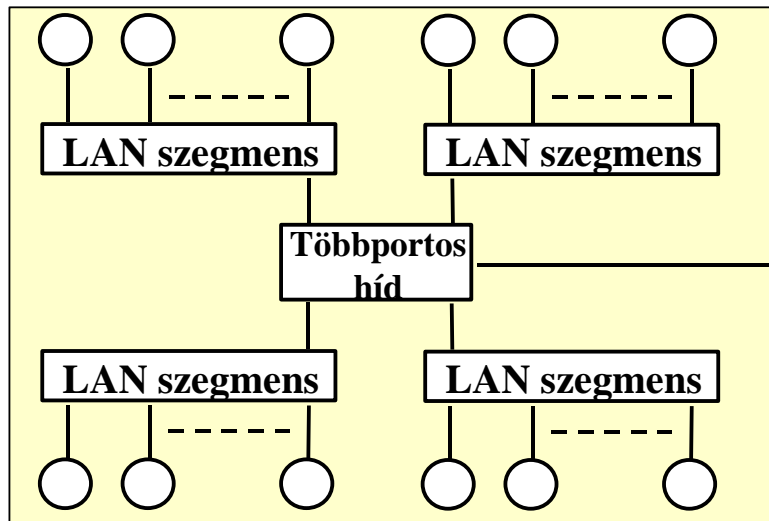
Itt most csak a fizikai és az adatkapcsolati rétegben használatos eszközökkel foglalkozunk.

Az összekapcsolás eszközei a fizikai és az adatkapcsolati rétegben

- Ismétlők (Repeater)
- Hidak (Bridge)
- Kapcsolók (Switch)

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

R = Repeater



Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

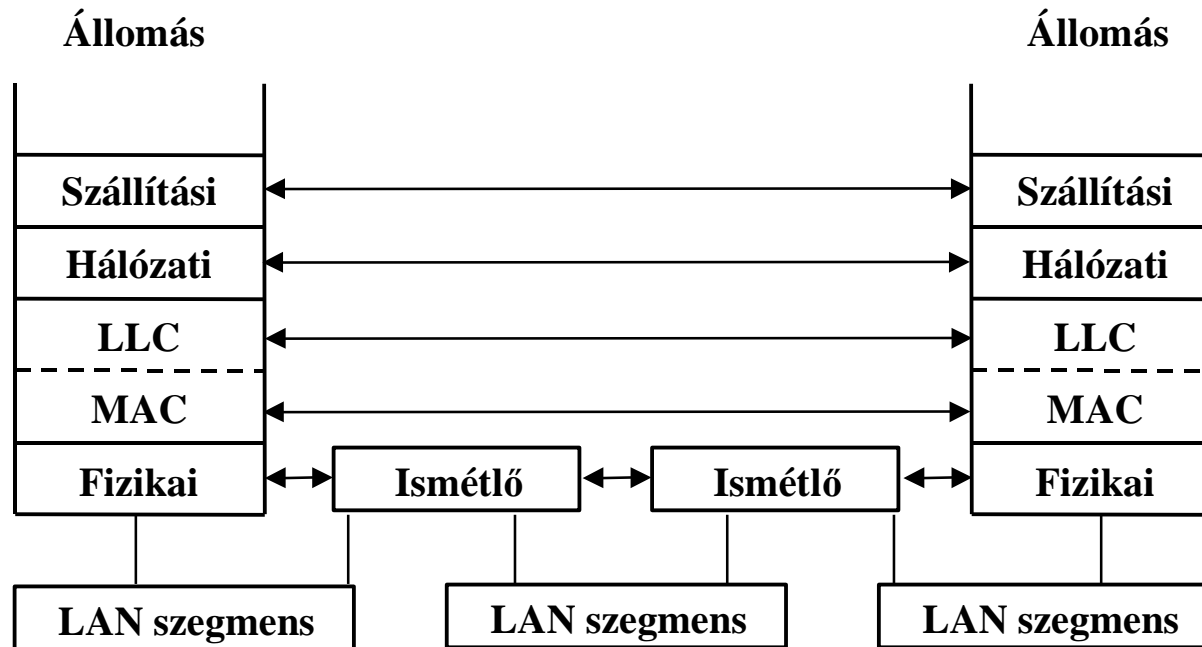
Ismétlők (Repeater)

Jellemzői és működése

- 802.3 típusú hálózatokban használják
- UTP kábelezés esetén a receive érpáron érkező kereteket (jel regenerálás után) az összes többi port transmit érpárjára továbbítja. Így emulálja a koaxiális kábelezés üzenetszórásos (broadcast) működését, lehetővé téve az állomások számára az ütközés érzékelést.
- Egy ismétlő a rákapcsolt állomásokkal egyetlen kábel szegmenseként viselkedik.
- Ismétlők összekapcsolásával az állomások száma és az áthidalt távolság növelhető.
- Koaxiális kábel szegmenseket szintén ismétlőkkel kapcsolhatunk össze.
- UTP és koaxiális hálózati szegmensek olyan ismétlőkkel kapcsolhatók össze, amelyek többféle porttal rendelkeznek.
- Az ismétlőkkel összekapcsolt hálózat egyetlen nagy LAN-ként viselkedik, az összes gép ugyanabban a broadcast domain-ben van.
- A fizikai rétegben működik.
- Az intelligensebb ismétlők a meghibásodott szegmenseket lekapcsolják.
- Bizonyos állomásszám és hálózati forgalom fölött már nem működőképes a keret ütközések nagy száma miatt.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Ismétlők



LAN-ok összekapcsolása ismétlővel

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Ethernet kapcsolók (Switch)

Az Ethernet kapcsoló olyan hálózati eszköz, amelynek portjaira

- IEEE 802.3 eszközök,
- ismétlők (repeater),
- esetleg Fast Ethernet eszközök

csatlakoztathatók.

A portokra érkező keretet szelektíven csak arra a portjára továbbítja, amelyre a címzett számítógép vagy az azt tartalmazó hálózat csatlakozik.

Egyidejűleg képes a különböző eszköz-párok közötti kerettovábbításra.

A broadcast üzeneteket valamennyi portjára kiküldi.

Duplex átvitel is lehetséges!

Kerettovábbítás

A kapcsoló táblázatot tart fenn az egyes portjaira kapcsolt hálózati eszközök címeiről.

A porton bejövő kereteket puffereiben tárolja, a célállomás címét megkeresi a táblázatában, és ha megtalálja, a keretet megfelelő portra továbbítja. Ha nem találja meg, a keretet valamennyi portjára eljuttatja.

A táblázatot 'tanulással' építi fel, vagyis a bejövő keretek forrás címéből tanulja meg, hogy melyik állomás melyik portján található.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Ethernet kapcsolók

Ütközés csak akkor fordul elő, ha valamelyik bemeneti puffer megtelik, mert a kapcsoló nem képes olyan ütemben továbbítani a kereteket, mint amilyen ütemben beérkeznek.

Ennek oka az lehet, hogy

- különböző portokon bejövő kereteket ugyanarra a portra kell továbbítani, vagy
- a kapcsolóban vegyesen használnak 10 és 100 Mbps sebességű portokat.

Az ütközés tényét tudatni kell a keretet feladó állomással. Egyes kapcsolók ezt a bejövő portra küldött zavaró keret küldésével érik el (Back pressure technológia).

A kapcsoló alkalmazásának célja:

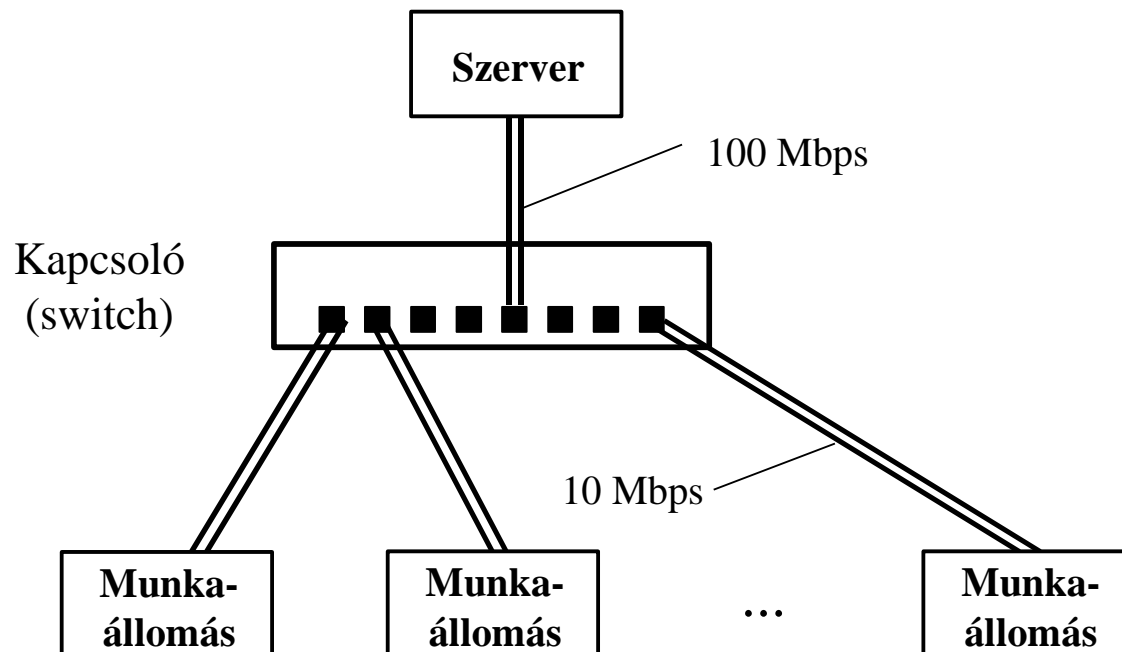
- Csökkenteni az ütközésekből eredő teljesítmény romlást nagy terhelésnél.
- Növelni az összekapcsolható eszközök számát.
- Növelni az áthidalható távolságot.
- Megtartani a meglévő (strukturált) kábelezést
- Megtartani a MAC protokollt.
- Lehető legkisebb változtatás a szoftverben.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Ethernet kapcsolók

Különböző portsebességű kapcsolók készítésének (vagy modulrendszerű összeépítésének) célja, hogy ezzel különböző sebességű eszközök, hálózatok kapcsolhatók össze.

Egy alkalmazási példa, amikor a sok munkaállomást kiszolgáló szervert nagy sebességű (Fast Ethernet) portra kapcsolunk. A munkaállomásoktól 10 Mbps sebességgel érkező kereteket puffereli, majd 100 Mbps sebességgel továbbítja a szerver felé.



Különböző port-sebességű kapcsoló alkalmazása

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak (Bridge)

802.x LAN-okat kötnek össze. Az adatkapcsolati rétegben (MAC alréteg) működnek.

Használatának előnyei:

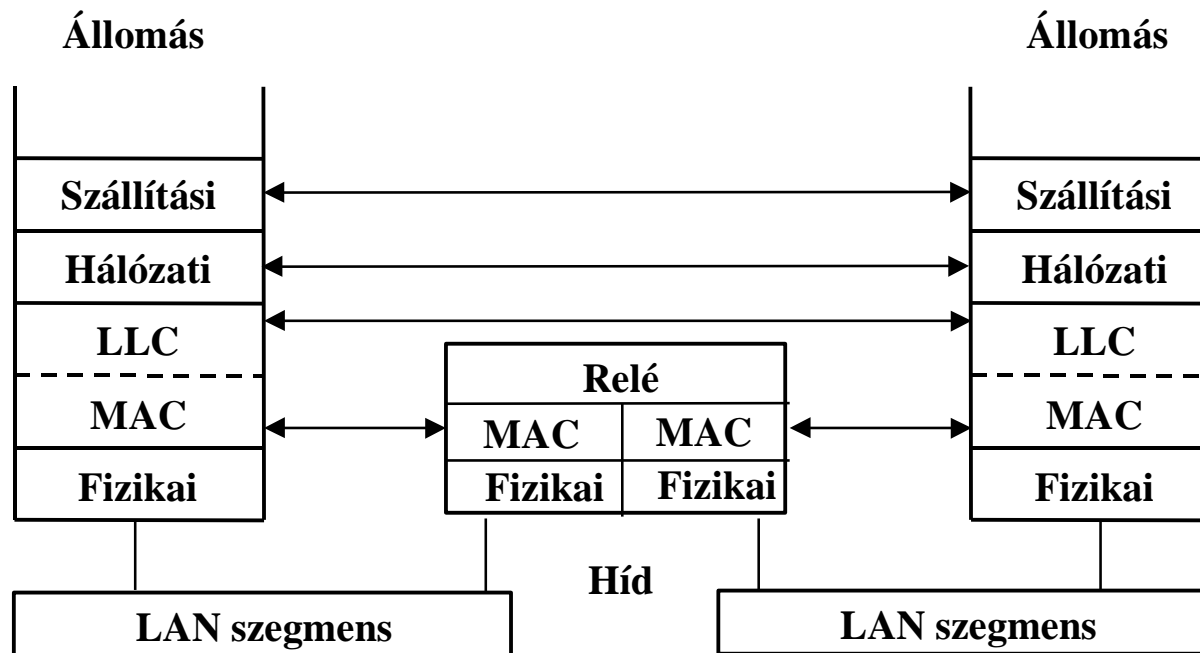
- a hálózatba kapcsolt gépek száma növelhető
- az összekapcsolható szegmensek száma növelhető
- a hálózat kiterjedése növelhető (pl. Ethernet esetén túllépjük a 2.5 km-t)
- különböző típusú LAN-ok összekapcsolhatók
- a magasabb protokoll rétegek számára transzparens, különböző protokoll készletekkel is működik
- szegmens-terhelések csökkennek
- megbízhatóság növekszik (hibás állomások kiszűrhetők)
- biztonság növekszik (érzékeny forgalom kiszűrhető)
- a hidak távolról menedzselhetők

Használatának hátrányai:

- tárol-továbbít (store and forward) elven működik, ami késleltetést okoz
- adatfolyam vezérlésre nincs lehetőség, torlódás léphet fel nagy terhelés esetén
- különböző típusú LAN-ok összekapcsolásakor a kereteket át kell alakítani, új ellenőrző kódot kell képezni.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak



LAN-ok összekapcsolása híddal

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak működése

Típusai:

- **Transzparens híd (IEEE 802.1 (D) szabvány írja le)**
A kommunikáló állomások számára láthatatlan (transzparens). Az adattovábbítás útját a hidak határozzák meg.
- **Forrás által irányított híd (Source routing bridge) (IEEE 802.5 szabvány írja le)**
Az adattovábbítás útját az állomások maguk határozzák meg. Többnyire token ring hálózatokban használják.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

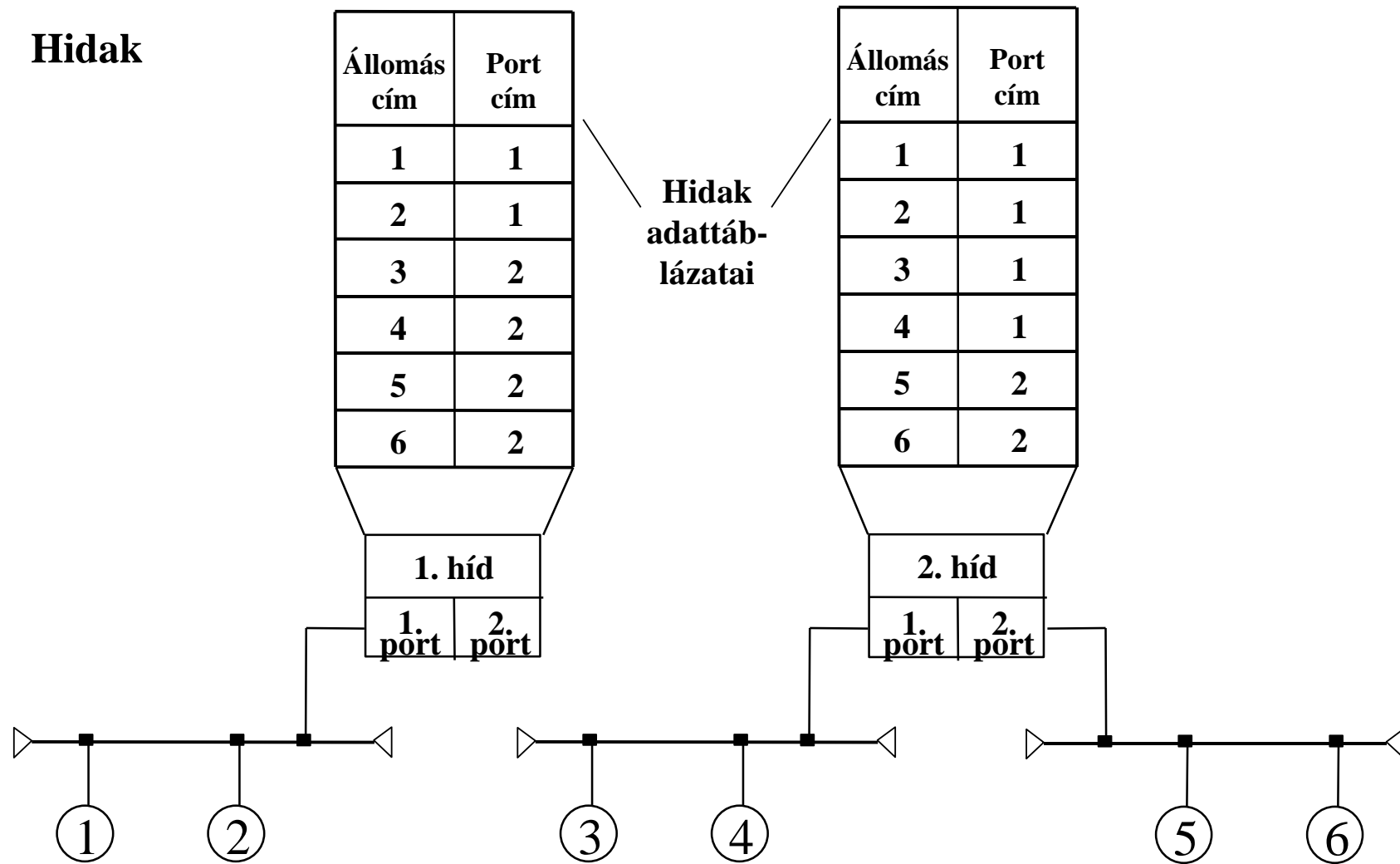
Hidak működése

Transzparens hidak

- Kezdetben a hidak címtáblája üres.
- Bejövő csomag esetén a híd minden kimenetén kimegy a csomag (elárasztás).
- A hidak a bejövő keretek címéből tanulják meg, hogy melyik állomás, a híd melyik portján lévő LAN-on helyezkedik el.
- A táblázatában feljegyzi a gép címét (MAC számát, pl. Ethernet címét) és a bejegyzés időpontját. Új keret érkezésekor ezt az időpontot frissíti. Néhány percnél régebbi bejegyzések törlődnek, hogy az esetleges topológia változásokat követni lehessen (dinamikus topológia követés!).
- Ha a hálózatban hurok van, a keretek vég nélkül keringenek a hálózatban. Ezt küszöbölik ki a “Spanning tree algoritmussal”. A hidak a bridge protokoll segítségével olyan táblákat építenek, hogy bármely két állomás között csak egyetlen útvonal legyen.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak



A híd működése

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak

Különböző típusú LAN-ok összekapcsolása

Különböznek

- A keret formátumok

Át kell alakítani a kereteket, új ellenőrző összeget kell képezni

- A bit sebességek

802.3 1, 2, 10 Mbps

802.4 1, 5, 10 Mbps

802.5 1, 4, 16 Mbps

A pufferek megtelhetnek, a keret vesztéseket csak a szállítási réteg tudja helyrehozni.

- A maximális csomagméret (ez a legsúlyosabb probléma)

802.3 1518 byte

802.4 8191 byte

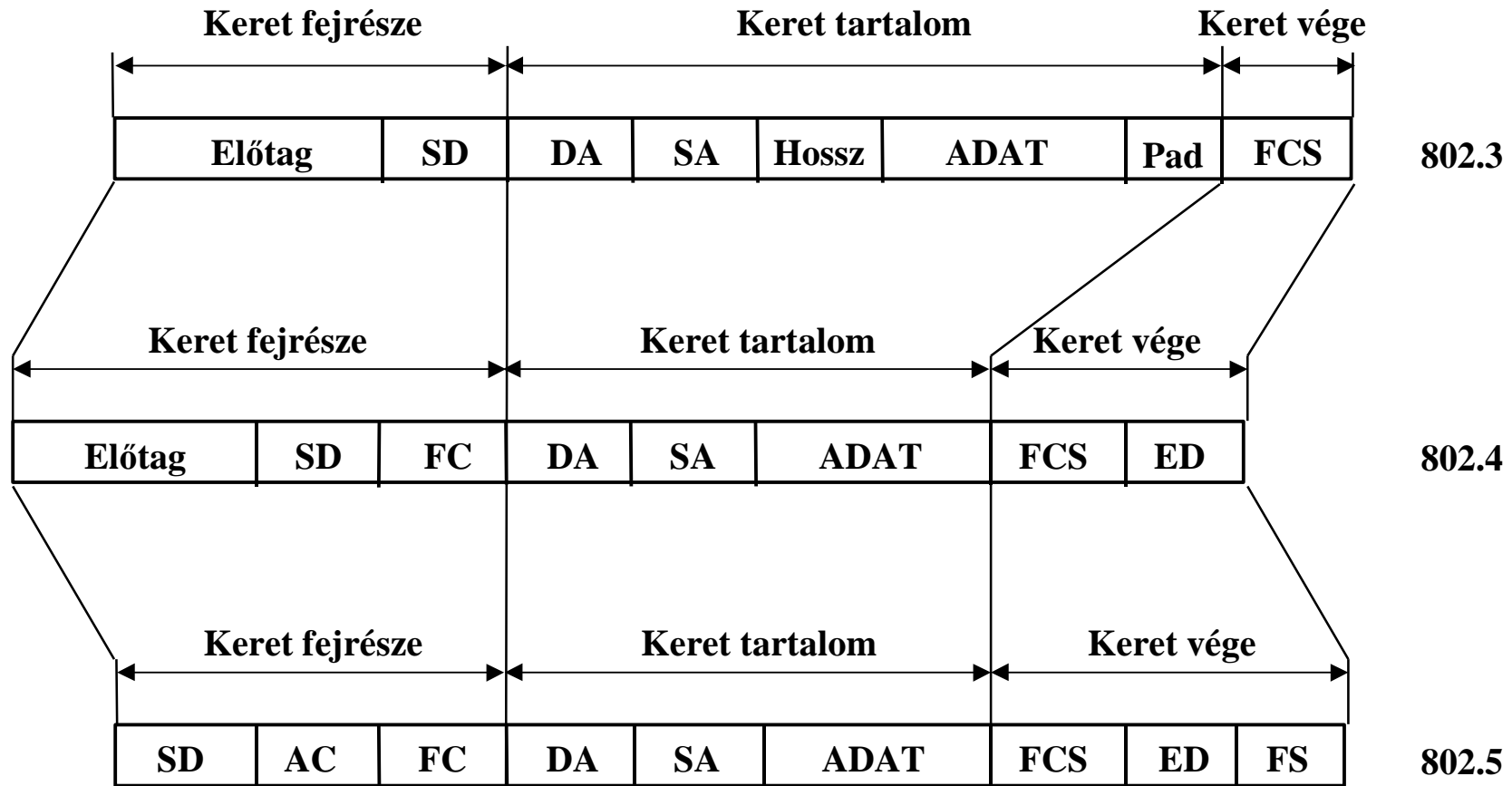
802.5 max. 10ms (500 byte), de függ a gyűrű méretétől

Keret darabolást a szabvány nem tesz lehetővé. Egyes hidak mégis megengedik.

Másik megoldás, hogy a kommunikáló állomások úgy választják meg a legnagyobb kerethosszt, hogy mindegyik LAN típus tördelés nélkül továbbítani tudja.

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak



LAN keret formátumok összehasonlítása

Gépek és LAN-ok összekapcsolásának eszközei

Hidak

SD	Keret kezdete határoló (speciális kódolású)
ED	Keret vége határoló (speciális kódolású)
AC	Hozzáférés vezérlés
FC	Keret vezérlés
DA	Címzett címe
SA	Küldő címe
FS	Keret státus
FCS	Ellenőrző kód (CRC)

LAN keret formátumok összehasonlítása, jelmagyarázat

Irodalom

- Stallings W.
Data and Computer Communications, Fifth Edition. Prentice-Hall, Inc. 1997.
- Fred Halsall.
Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Fourth Edition.
Addison-Wesley Publishers Ltd. 1996.
- Andrew S. Tanenbaum.
Számítógép-hálózatok, Panem Könyvkiadó Kft. 1999.