

# Lokális hálózatok és korszerű áramköreik

DR. HAINZMANN JÁNOS

BME Műszer- és Méréstechnika Tanszék



DR. HAINZMANN  
JÁNOS

## ÖSSZEFOGLALÁS

A lokális hálózati illesztések funkcionális bonyolultságának illusztrálására a cikk az IEEE 802.3 szabvány alapján ismerteti a CS CSMA/CD hálózatalérési eljárást, annak megkívánt paramétereit és az üzenetformátumot. A jó és gazdaságos illesztésekhez LSI, VLSI integrált áramkörökre van szükség, VLSI példaként az Intel 82586 LAN társprocesszort ismerteti.

A következőkben a lokális hálózatok LSI, VLSI áramköreit kívánjuk bemutatni. Az áramkörök által nyújtott szolgáltatások értelmezéséhez és a speciális lokális hálózati integrált áramkörök szükségességének alátámasztásához feltétlenül ki kell térni magukra a lokális hálózatokra is. Napjainkra a lokális hálózatoknak már annyi, teljesítőképességben és felépítésben különböző változatát fejlesztették ki, hogy az itt nyújtott áttekintés, már területi okokból is, csak nagyon vázlatos lehet. Részletesebben a már régebben kifejlesztett és szélesebb körben elterjedt Ethernet ill. Ethernethez hasonló hálózatok működését ismertetjük, elsősorban az IEEE 802 szabvány alapján. Azért is ezt a hálózattípust választottuk, mert eddig ehhez fejlesztették ki a legtöbb LSI, VLSI IC-t. Ezek közül az áramkörök közül is itt csak az Intel gyártmányú áramkörök áttekintésére van módunk.

## 1. A lokális hálózatok áttekintése

A csak egy épületen vagy telephelyen belüli készülékek közti információátvitelt biztosító adatátviteli hálózatokat szokás lokális vagy helyi hálózatoknak nevezni. Ez a feladat általában 30—3000 m áthidalását teszi szükségessé. Mivel a lokális hálózat nem halad át közterületen, csak a felhasználó fennhatósága alá tartozik. A lokális hálózatok jellemzője a kis térbeli kiterjedés mellett, hogy az adatátvitel bit-sorosan történik és az adatátviteli út kijelölése ún. csomagkapcsolással, logikai kapcsolással történik. Ez azt jelenti, hogy az áramköri utakat fizikailag nem kapcsolják, hanem az adatátviteli utat logikailag kapcsolják a rendeltetési állomás címe alapján, mely cím rajta van az átviendő adatot tartalmazó információs csomagon, üzeneten. A lokális hálózatokat az angol nyelvű elnevezésből származó LAN (Local Area Network) betűszóval szokás illetni.

A lokális hálózatokat sokféle szempont — átviteli sebesség, maximális méret és állomásszám, topológia, átviteli közeg, adatkódolás, hálózatalérési eljárás stb. — alapján lehet csoportosítani.

Beérkezett: 1987. II. 10. (H)

1964-ben végzett a BME Villamosmérnöki Kar műszer és finommechanika szakán. Azóta a BME Műszer és Méréstechnika Tanszéken dolgozik, jelenleg adjunktus. 1978-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett.

A leggyakoribb átviteli közegek (vonalak) a következők:

- csavart érpár, általában a kisebb sebességű és kisméretű hálózatokban,
- koaxiális kábel, általában a nagyobb sebességű és nagyobb kiterjedésű hálózatokban,
- fényvezető kábel, a fejlesztés alatt álló nagysebességű és az elektromágneses zavarokra érzéketlen hálózatokban.

A topológiai alapváltozatok, melyek a lépcsőzetes felépítésű illetve hierarchikus hálózatokban kombináltak is előfordulhatnak, az alábbiak:

- csillag
- busz
- gyűrű

Csillag topológiát a vezetékezés és az adó-vevő áramkörök költségei miatt csak kis távolság és kis állomásszám esetén használnak. A legkevesebb vezeték a busz (sín) topológiához kell, és ennél az adó-vevő áramkörök helyes kialakítása esetén egyik állomás kikapcsolása vagy meghibásodása sem okozza a hálózat megbénulását. A busz rendszerű hálózatoknál egy új állomás beiktatása is egyszerűbb, ezért leggyakrabban a busz topológiát választják.

A busz topológiánál a hálózatalérési eljárásnak biztosítania kell azt, hogy egyidejűleg csak egy állomás továbbítsa adatokat a hálózaton keresztül, mert különben az üzenetek összekeverednek, meghibásodnak, amit üzenetütközésnek neveznek. A fontosabb hálózatalérési eljárások a következők:

- centralizált vezérlés
- token passing (vezerjel, zseton továbbadás)
- CSMA/CD

A centralizált vezérlésnél a hálózat egyik kitüntetett állomása vezérli a hozzáférést. Ez a kitüntetett vagy központi állomás adja meg az üzenetadási jogot az egyes állomásoknak egy meghatározott sorrend szerint. Az üzenetátadási jog átadása mindig egy központi állomás — közönséges állomás üzenettel történik, de az üzenetadás

már a hálózat bármely két állomása közt közvetlenül végbemehet. Az adási jog ilyen továbbadása lassítja a hozzáférést, és a központi állomás kiesése az egész hálózat leállítását okozza.

A vezérjel (token) továbbadással működő hálózatoknál az egyes állomások egyenrangúak. Nincs központi állomás, mely a hálózatelérést vezérli. A hálózatra mindig csak az az egyetlen állomás adhat, mely az előző állomástól megkapta a speciális vezérjelet, a tokent, egy rövid vezérlő üzenet formájában. Ha van továbbítandó üzenete, akkor azt a hálózaton keresztül elküldi a rendeltetési állomásra, majd utána a tokent továbbadja a következő állomásnak. Ha nem volt továbbítandó adat-üzenete, akkor a vezérjelet rögtön továbbítja a következő állomásnak. A token vezérlésű soros busznál a „következő” egy, a hálózat inicializálásánál kialakított logikai sorrend szerint következőt jelenti, és nem a hálózatra való felfűzésben térben következőt. A sorrendben legutolsó állomás a tokent visszatéríti a legelső állomásnak, a token egy logikai gyűrűben körbejár. Mivel csak egyetlen token jár körbe, egyidejűleg mindig csak egy állomás adhat.

A hálózat paramétereiből (állomásszám, max. üzenethossz, ...) kiszámítható a token körbejárásához maximálisan szükséges idő, ami a hálózat-elérési idő felső korlátját adja. A később ismertetésre kerülő CSMA/CD eljárásnál az elérési idő valószínűségi változó jellegű, és nem adható meg rá egy ilyen abszolút felső korlát. A szabályozástechnikai, a real time alkalmazásoknál fontosnak tartják a limitált választási időt, ezért előnyben részesítik a token-es hálózatelérést a CSMA/CD eljárással szemben. Ezért választotta pl. a General Motors cég a MAP (Manufacturing Automation Protocol) rendszerében a token továbbadásos eljárást. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a nagyon kihasznált hálózat esetétől eltekintve, a CSMA/CD eljárás rövidebb átlagos elérési időt biztosít.

A CSMA/CD betűnév az eljárás lényegét leíró Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (Vivőjel figyelős elérés, ütközés detektálással) elnevezés rövidítése. A hálózat állomásai állandóan figyelik azt, hogy a soros buszon van-e üzenet, (ez a vivőjel figyelés), és csak akkor kezdenek adni, ha a hálózaton nincs más állomás által adott üzenet, azaz a soros busz szabad. Mivel az állomások egyenrangúak, és nincs semmilyen központi vezérlés, előfordulhat, hogy a soros busz szabaddá válása után két vagy több állomás egyidejűleg kezd adni. Az egyidejű adás hatása képpen mind-egyik üzenet megsérül, értelmetlenné válik.

Az ütközésetektálás nélküli, egyszerű CSMA rendszerben az adóáramkör csak az üzenetvétel nyugtázásának elmaradásából értesülhet arról, hogy az ütközés miatt az üzenetet meg kell ismételni. Az ütközésetektáló egységgel ellátott állomások mindjárt az üzenet elején észreveszik, hogy ütközés történt. Ekkor az adást félbeszakítják, majd egy kivárási idő után újból megkísérik az üzenet elküldését, ha a busz már szabad. Az ütköző üzenetek adásának félbeszakítása és az üzenetek automatikus újbóli elküldése jelentősen

javítja a hálózat átbocsátóképességét és megbízhatóságát. A kivárási időt az egyes állomások véletlenszerűen választják egy adott időtartományból. A véletlenszerű kivárási idő biztosítja, hogy az ütközött állomások egy vagy néhány próbálkozás után nagy valószínűséggel nem kerülnek ütközésbe.

## 2. Az IEEE 802 szabvány

A lokális hálózati szabványok két szempontból fontosak számunkra. Egy adott szabvány előírásainak betartása lehetővé teszi a különböző gyártók készülékeinek egy közös hálózatba kapcsolást külön illesztők, átalakítók nélkül. (Feltételezve, hogy a szabvány minden lényeges funkciót lefed, és egyértelmű, vagy legalábbis a különböző gyártók egyformán értelmezik.) Másrészt, ha megszülettek ezek a szabványok, akkor a nagy IC gyártó cégeknek megéri kifejleszteni az LSI, VLSI IC-eket a lokális hálózathoz. Ezen IC-k megjelenése pedig leegyszerűsíti a hardver tervezők munkáját, lecsökkenti a hálózati interfészek költségét és megnöveli a megbízhatóságot.

A CSMA/CD hálózatelérése alapuló Ethernet lokális hálózat specifikációjában és a hálózat támogatásában terjesztésében három nagy cég, a Xerox, a DEC és az Intel egyezett meg 1980 körül. Az Ethernet típusú hálózatok mögött ekkor már több éves tapasztalat volt, és a támogatók jelentős súlya miatt hamarosan egy de facto szabvánnyá vált. Később pedig az alapját képezte az IEEE 802.3 szabványnak.

Egy másik, napjainkra szintén de facto szabvánnyá váló hálózatspecifikáció a General Motors cég MAP (Manufacturing Automation Protocol) előírása. A MAP üzemekben használt lokális hálózatot céloz meg, és egy token elérésű buszt specifikál. A hálózatelérés az IEEE 802.4 szabvány szerint történik, de a MAP az adatátviteli modell magasabb rétegeit is specifikálja.

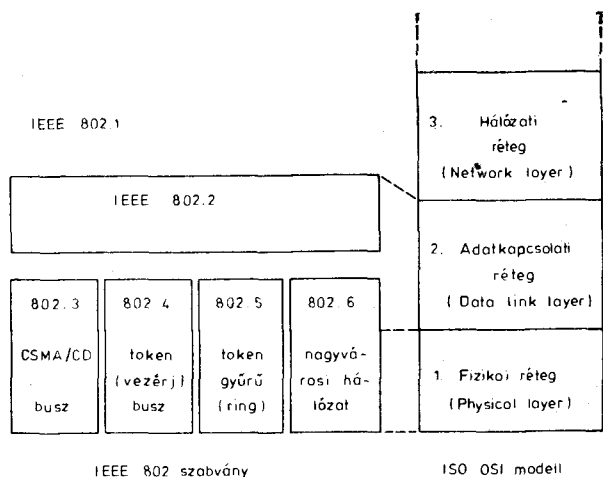
Egy további jelölt a de facto standard státuszra az IBM token gyűrűs hálózata, mely az IEEE 802.5-ön alapul.

A különböző nemzeti és nemzetközi szervezetekben is hosszabb ideje dolgoznak lokális hálózati szabványokon. Ennek egyik legfontosabb eredménye az IEEE szervezet 802 számú szabványa, mely más szervezetek szabványaira (pl. ECMA, ISO) is beépült (4), (6) (9–12). Ezek a szabványok természetesen figyelembe veszik a már kialakult de facto szabványokat, illetve a de facto standardok eme szabványok speciális implementálásának, kibővítésének tekinthetők.

Mivel egy adott hálózatelérési eljárás nem lehet minden alkalmazásban a legkedvezőbb, és a szabványosítás nem tudja figyelmen kívül hagyni a nagy cégek érdekeit, az IEEE 802 szabvány többféle lokális hálózatot specifikál, az IEEE 802 tulajdonképpen egy szabványcsoport.

Az ISO szervezet OSI (Open System Interconnection) rétegelt adathálózat modelljéhez viszonyítva az IEEE 802 szabvány az OSI két legalsó réteget, a fizikai réteget és az adatkapcsolati

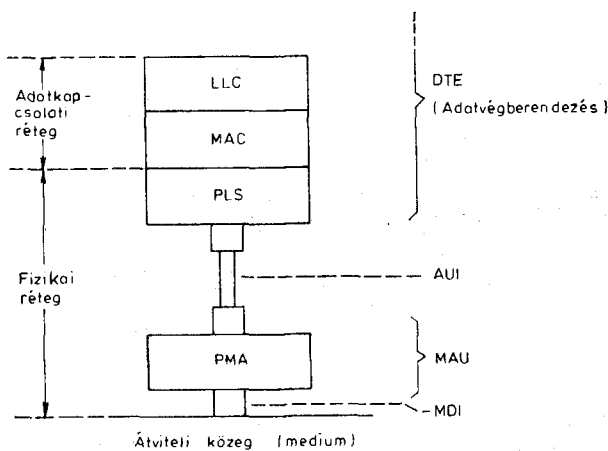
réteget specifikálja (1. ábra). Az adatkapcsolati réteget két alrétegre bontja. A különböző hálózatokban közös részt a logikai adatkapcsolatot vezérlő alrétegre (LLC, Logical Link Control) fogja össze, és ezt írja le az IEEE 802.2 szabvány.



1. ábra. Az IEEE 802 szabvány felépítése

Az adatkapcsolati réteg hálózatalérési eljárásról függő részét, a MAC (Media Access Control) átviteli közeg elérési alréteget, egy-egy külön szabványba (802.3—802.5) fogja össze a megfelelő hálózat fizikai rétegével együtt. Ezek közül a továbbiakban a 802.3 szabvánnyal foglalkozunk, mert jelenleg ennek alkalmazása a legelterjedtebb.

Az IEEE 802.3 szabvány 1—20 Mbit/s sebességű, CSMA/CD eljárást alkalmazó lokális hálózatok számára készült. A szabványban a fizikai réteg is több részben kerül specifikálásra. A hálózat átviteli közege (pl. koaxiális kábel) különféle gyakorlati okokból sok esetben nem megy keresztül a hálózatba kapcsolt készüléken (adatvégberendezésen), hanem attól néhány méterre, fűzen a falra, mennyezetre stb. rögzítve fut. A néhány méter hosszú, egyszerű leágazások jelentősen el-



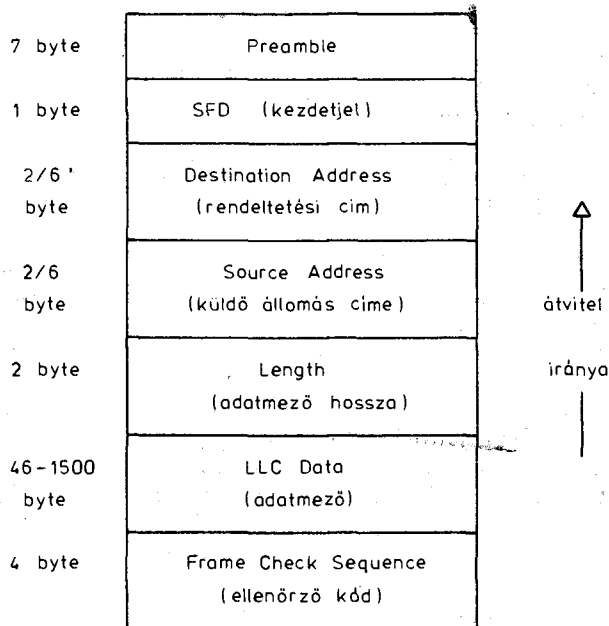
2. ábra. Az IEEE 802.3 részei

ronthatják a hálózat kábelének átviteli tulajdonságait, (pl. zavaró reflexiók léphetnek fel), ezért az adó-vevő áramköröket közvetlenül a kábel mellé kell helyezni. A készülék a néhány méteres kábelen keresztül az adó-vevő áramkörhöz csatlakozik. Ez a csatlakozási felület az AUI (Attachment Unit Interface). Ennek megfelelően az IEEE 802.3 szabvány külön specifikálja az MAU (Medium Attachment Unit) átviteli közeg csatoló egységet, mely tartalmazza az adó-vevő áramköröket (PMA, Physical Medium Attachment), az átviteli közeg (soros busz) és az adó-vevő áramkörök közti interfészt (MDI, Medium Dependent Interface) és az adó-vevő áramkörök és a készülék közti AUI interfészt (2. ábra).

A készüléknek az adó-vevő áramkör felőli interfész jeleit generáló része, mint a PLS (Physical Signaling) réteg kerül specifikálásra. A PLS rész lényegében az adótkódolást és dekódolást végzi, és az AUI interfészen előírt jelszinteket állítja elő.

### 3. A lokális hálózat üzenetformátuma

A megfelelő üzenetformátum előállítását, az átvendő adat becsomagolását (encapsulation), a MAC alréteg végzi. Az IEEE 802.3 szabványban előírt üzenetformátum (MAC Frame Format) a 3. ábrán látható. Az üzenet elején a preamble egy 101010... bitsorozat, mely lehetővé teszi a vevőáramkörök szinkronizálódását, és ezzel a vett jel helyes dekódolását. A hálózat soros vonalán Manchester-kódolást alkalmaznak, és a vevő-dekódoló áramkörnek a helyes szinkronizálódáshoz olyan bitmintára van szüksége, melynél a kódolt jelben minden bithez csak egy jelváltás tartozik. Az 1010... adatminta megfelel ennek. A preamble végén küldött SFD byte jelzi a valódi üzenet



3. ábra. Az IEEE 802.3 üzenetformátuma

kezdését. Az állomáscímek implementáció-függően 2 vagy 6 byte hosszúságúak. A rendeltetési címnél csoportcímek is megadhatók. A csoportcím speciális esete a „broadcast” cím, mely a hálózat összes állomását jelenti, a „broadcast” üzenetet minden állomás veszi.

Az üzenet végén küldött ellenőrző kóddal az adatátvitel hibátlanágát lehet ellenőrizni. Ennek a CRC kódnak a generáló polinomja:

$$G(X) = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

#### 4. A CSMA/CD eljárás implementálása

A CSMA/CD hálózatelérési eljárás lényegét a 1. pontban már vázoltuk. Az eljárás hatékony működéséhez megfelelő időzítési előírásokat is be kell tartani. Az interfész egység feladatainak illusztrálására ezeket röviden felsoroljuk és az 1. táblázatban megadjuk a 10 Mbit/s sebességű implementáció, az Ethernet előírásait.

Az egymás utáni üzenetek megbízható szétválasztása céljából az üzenetek közt meghatározott nagyságú jelszünetnek (interframe gap) kell lennie. Ezért, ha egy állomásnak továbbítandó üzenete van, akkor a soros busz szabaddá válása után, (amit a vivőjel-érzékelő észlel), csak az előírt üzenetszünetnek megfelelő késleltetéssel kezdhet adni. A késleltetés közben azonban már nem szabad figyelembe venni a vivőjel-érzékelő állapotát.

1. táblázat

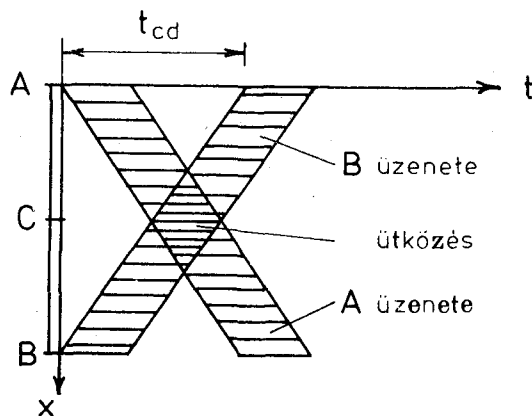
A hálózatelérési eljárás paramétereit az IEEE 802.3 szerint, 10 Mbit/s átvitelnél

Üzenetek közti szünet	min. 9,6 $\mu$ s
Minimális üzenethossz	512 bit = 64 byte
Maximális üzenethossz	1518 byte
Jam idő	32 bitidő
Résidő (slot time)	512 bitidő
Próbálkozások száma	max. 16
Megjegyzés: 1 bitidő = 0,1 $\mu$ s	

Az üzenetek nem lehetnek egy adott értéknél rövidebbek, mert akkor az adóállomás esetleg nem érzékeli, hogy az üzenet a hálózat valamelyik szakaszán ütközésben került. Képzeljünk el például két állomást (A és B), melyek a soros busz két végén helyezkednek el, és egyidejűleg adnak egy, a soros busz jelterjedési idejénél ( $t_{ca}$ ) rövidebb üzenetet (4. ábra). Ez esetben egyik adóállomás sem érzékelné az ütközést, mert mire a másik adó jele hozzá eléri, akkorra az üzenetadást már befejezte. Ugyanakkor a két üzenet a soros busz középső részén találkozik és ütközésbe kerül, és az ott lévő címzett (pl. a C állomás) számára az üzenet érthetetlen. A legkedvezőtlenebb esetet figyelembe véve, a minimális üzenethossznak meg kell haladnia a jelnek a soros buszon mindkét irányban történő teljes végigfutási idejét (körbefutási idő, round-trip delay), hozzáadva még az

ütközésetektől áramkör tehetetlenségi idejét. A körbefutási idő meghatározásánál természetesen az egyes hálózatszegmenseket összekötő jelismétlő (repeater) áramkörök késleltetési idejét is figyelembe kell venni. Kevés átvitendő adat esetén az előírt üzenethosszat az adatmező valamilyen üres adattal történő kiegészítésével („pad”) érik el.

Azért, hogy egy állomás ne foglalhassa le hosszú időre a hálózatot, célszerű a maximális üzenethosszat is specifikálni.



H 310-4

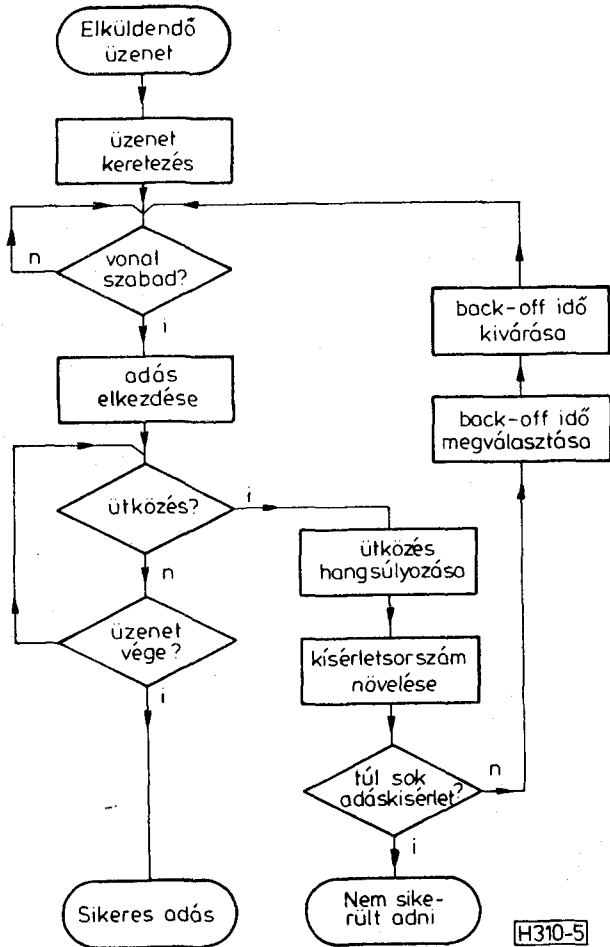
4. ábra. Túl rövid üzenet hatása

Az ütközés észlelésekor az állomás nem hagyhatja abba azonnal az adást, azt az ütközés hangsúlyozása céljából még egy rövid ideig folytatni kell. Ez azért szükséges, hogy az ütközésérzékelő áramkörök paraméterszórásait is figyelembe véve, mindegyik adóállomás biztosan érzékelje az ütközést. Az ütközéshangsúlyozási időt nevezik még jam időnek (jam time), ütközésforszolási időnek. Értékét úgy választják meg, hogy biztosan nagyobb legyen, mint az ütközésérzékelő áramkörök tehetetlenségi, megszólalási ideje.

Az ütközés után az állomás egy várakozási idő leteltével kísérel meg ismét az üzenetet elküldeni (5. ábra). A hálózat állomásai az ütközés utáni ismételt adási szándéknál biztosan nem kerülnek ütközésbe, (az egyik állomás sikeresen elküldi az üzenetét, a többi pedig a busz foglaltságának érzékelése miatt nem kezd adni), ha az egyes állomások kivárási ideje közti különbség nagyobb a résidőnek (slot time) nevezett időegységénél. A várakozási időt ezért a résidő egész számú többszörösének választják. Az időviszonyok elemzésével belátható, hogy a résidő nem más, mint a minimális üzenethossznál már említett körbefutási idő hozzáadva még az ütközéshangsúlyozási időt.

Általános esetben kis átlagos elérési időt és nagy hasznos átviteli sebességet kapunk akkor, ha a szabványban is előírt, „truncated binary exponential backoff” algoritmus szerint választjuk ki a várakozási időket. E szerint az ütközés utáni n-edik adási kísérletnél a várakozási idő a résidő

$r$ -szere, és  $r$  egy egyenletes eloszlású véletlen egész szám a  $0 \dots (2^k - 1)$  tartományban, ahol  $k = \min(n, 10)$ . Magyarán, az első kísérletnél az  $r$  0 vagy 1 lehet, a második kísérletnél 0, 1, 2 vagy 3, a harmadiknál 0, 1, 2...7 és így tovább, de az  $r$  tartománya maximum  $(2^{10} - 1)$ -ig növekszik. Az  $r$  generálásánál ügyelni kell arra, hogy az egyes állomásokban előállított véletlen számok közt ne legyen korreláció.



5. ábra. A CSMA/CD eljárás folyamatábrája

## 5. LAN illesztők áramköri felépítése

A kisebbességű, egyszerű protollokat használó hálózatok interfészei még viszonylag egyszerűen felépíthetők általános célú MSI integrált áramkörökből is, de gazdasági és megbízhatósági megfontolásokból itt is célszerű LSI elemeket használni. Egyszerűbb hálózatoknál előfordul, hogy az illesztő már nem is egy külön IC, hanem össze van integrálva a mikroprocesszorral, mikrovezérlővel. Jó példa erre a Philips MAB8400 mikroprocesszor, vagy az Intel 8044 típusú mikrovezérlő. Az MAB8400 egy I<sup>2</sup>C busz interfészt tartalmaz. Az I<sup>2</sup>C busz kisebbességű, rövid (10 m) hálózat. A 8044 típus a jól bevált 8051 mikrovezérlő kiegészítése egy soros kommunikációs interfésszel, mely a HDLC/SDLC protokollt támogatja. Ez utóbbival

alakította ki az Intel cég a „Bitbus” egyszerű ipari hálózatot.

A közepes sebességű, hatékony protollokat használó LAN csatlókhöz azonban már feltétlenül LSI elemeket is kell használni, az elfogadható méret és ár eléréséhez. Erre saját fejlesztési gyakorlatunkból hoznák példát, az MMT—HNS lokális hálózat kialakítását (7).

Az MMT—HNS hálózat alkalmazási területén (pl. mérőkészülékek és mikroszámítógépek hálózatba kapcsolása) a néhány száz kbit/s átviteli sebesség elegendő, ezért jelenleg egy 125 kbit/s és egy 0,75 Mbit/s sebességű változatot implementáltunk. Ebben a sebességtartományban még nem kell speciális koaxiális kábel, és az adó-vevő áramkörök is egyszerűbben és olcsóbban realizálhatók.

Az MMT—HNS egy hierarchikus hálózati rendszer. Alhálózatokban centrális vezérlést is lehetővé tesz, a magasabb szinten CSMA/CD hálózatelési eljárást alkalmaz. A hálózat fejlesztésének megkezdésekor még nem voltak elérhetőek a speciális LAN vezérlő IC-k, de számítottunk ezek megjelenésére, és ezért igyekeztünk a hálózatot minél jobban illeszteni az akkoriban készülő IEEE 802 szabványtervezethez. Az adatkapcsolat vezérlése (LLC) az IEEE 802.2 szabványnak megfelelően történik. A CSMA/CD hálózatelési procedura (MAC) logikailag az IEEE 802.3 szabványt követi, de a konkrét paraméterek a kisebb sebesség és a nagyobb hálózathossz, valamint a felhasznált LSI IC tulajdonságai miatt mások.

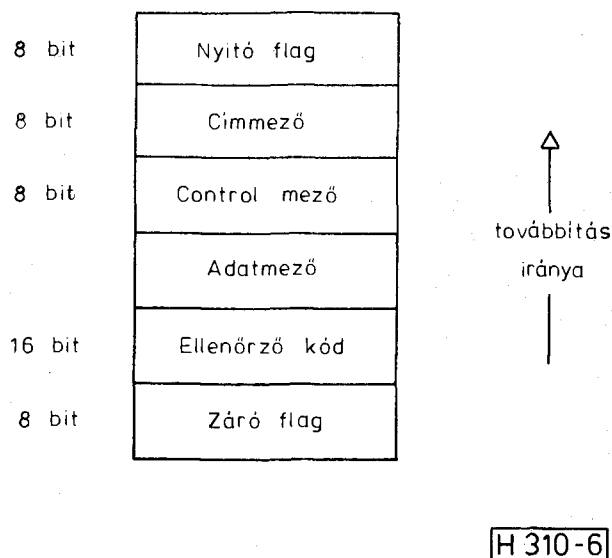
A hálózatba kötendő készülékek egy részénél lehetőség van a készülék mikroprocesszoros buszára csatlakozni. Ahol erre nincs mód, oda egy különálló, esetleg a készülékbe is beépíthető mikroprocesszoros csatló egységet terveztünk, mely a készülékhez egy szabványos V24/RS232 soros interfészen keresztül vagy párhuzamos porton keresztül csatlakozik.

Ha mikroprocesszor áll rendelkezésre, rögtön felmerül az a gondolat, hogy a hálózatelési eljárás és az adatvédelem lehető legnagyobb részét szoftver segítségével implementáljuk. Ez esetben ugyanis a hardver nagyon egyszerű lehet. Ezt a lehetőséget megvizsgálva megállapítottuk, hogy már 100 kbit/s sebességű átvitelnél, egy közönséges 8 bites processzorral (pl. Z80) a teljesen szoftver implementálás gyakorlatilag használhatatlan. Például egy 16 bites soros CRC kód generálása, 2 MHz-es Z80 processzort feltételezve, csak kb. 25 kbit/s sebességgel történhet. (A byte-soros generálás ugyan gyorsabb, de a hibavédelmet rontja.)

Miután egyértelművé vált, hogy a funkciók egy részét feltétlenül hardverben kell realizálni, minél nagyobb integráltságú és emellett könnyen beszerezhető elemeket kerestünk erre a célra. Végül is a Z80—SIO IC bizonyult a számunkra legkedvezőbbnek. (Ez az IC szocialista relációban is beszerezhető.) A Z80—SIO IC támogatja a HDLC/SDLC protokollt, ami alkalmas lokális hálózatokban történő felhasználásra is.

A HDLC/SDLC üzenetformátum a 6. ábrán látható. A HDLC/SDLC formátum nyitó flagje

betöltheti a preamble és a kezdetjel funkcióját. A címmezőben a rendeltetési állomás címe van. Ennél is értelmezve van a minden állomás számára érvényes, „broadcast” cím, ami a csupa 1 értékű bitet tartalmazó cím. Ha a Control mezőben és az adatmező elején elhelyezzük a küldő állomás címét és az üzenetösszra vonatkozó információt, akkor az üzenet logikailag hasonló lesz az IEEE 802.3 üzenetformátumához.



6. ábra. A HDLC/SDLC üzenetformátum

A Z802.3—SIO IC a CRC ellenőrző kódot adáskor automatikusan hardverben generálja, vételkor pedig szintén generálja és ellenőrzi. Üzenetvételnél elvégzi a címösszehasonlítást, és a megfelelő üzemmód beállításánál csak a beprogramozott saját címre és a „broadcast” címre érkező üzeneteket veszi.

A Z80—SIO IC-be integrált funkciókat kihasználva a LAN illesztő egységet sikerült egy egyszerű szélességű EUROPA kártyára felépíteni. Az LLC réteget és a backoff algoritmust a host mikroprocesszor implementálja szoftverben, a MAC réteg többi időzítési funkcióját és az adatkódolást, ütközésetektálást MSI, SSI elemekkel realizáltuk. Elkészítettük az önálló mikroprocesszoros LAN illesztő kártyát is, melynek mérete természetesen nagyobb. A tervezett alkalmazásokban a hálózattal kedvező tapasztalatokat szereztünk.

Megvizsgáltuk, hogy az előbb említett illesztés hogyan viselkedik élénk adatforgalmú állomás esetén. Megállapítottuk, hogy a 0,75 Mbit/s sebességű hálózatonál a hálózatelérés, az üzenetkezelés a Z80 processzort már nagymértékben leterheli és ilyenkor a külön processzoros változatot célszerű használni. Az átviteli sebességet, az állomás adatforgalmát pedig csak akkor lehet növelni, ha intelligensebb, nagyobb integráltságú LAN vezérlő IC-t alkalmazunk.

## 6. VLSI LAN illesztés

Mint azt az előzőekben már említettük, nagy teljesítményű LAN illesztések gyakorlatilag már csak speciális LSI, VLSI áramkörökkel realizálhatók. Ezek alkalmazása azonban kisebb teljesítményű hálózatokban is indokolt lehet, mert tehermentesítik a host processzort, és a költségeket is csökkenthetik. A felmerülő igények kielégítésére az IC gyártók az utóbbi 1—2 évben felvették választékukba a LAN illesztő IC-eket illetve IC készleteket. Ezek közül a fontosabbak az alábbiak:

- Intel IC készlet az IEEE 802.3 szerinti (CSMA/CD) hálózatokhoz:
  - 82586 LAN Coprocessor
  - 82588 Single Chip LAN Controller
  - 82501 Ethernet Serial Interface
  - 82C502 Ethernet Transceiver Chip
- Advanced Micro Devices IC készlete IEEE 802.3 szerinti hálózatokhoz:
  - Am7990 LAN Network Controller (LANCE)
  - Am7991A/92A Serial Interface Adapter
  - Am7995 Ethernet Transceiver
- Texas Instruments TMS380 IC készlet az IBM Token Ring hálózathoz (TMS38051, TMS38052 Ring interface, TMS38020 Protocol Handler, TMS38010 Communication Processor, TMS38030 System Interface)
- Motorola MC68824 Token Bus Controller az IEEE 802.4 szerinti token vezérlésű hálózathoz

Mint azt a bevezetőben már indokoltuk, most csak a CSMA/CD illesztéseket ismertetjük. Mind az Intel, mind az Am chip készlet hasonló módon particionálja a LAN illesztést (7. ábra).

A lokális hálózat kábeléhez egy transceiver csatlakozik, mely tartalmazza a nagy bemenő ellenállású (100 kOhm) vevőáramkört, a buszmeghajtó áramkört és az ütközésérzékelő áramkört. Az ütközésérzékelő a jelamplitúdót ellenőrzi; ha két vagy több adó ad a soros buszra, akkor a jelamplitúdó több mint 50%-kal meghaladja a névleges értéket, és ezt érzékeli a transceiver.

A transceivert a soros interfész áramkörrel, a jó zavarvédelem érdekében szimmetrikus vonal, sodrott érpár köti össze. Ennek az AUI interfésznek a jelei:

- adandó adat
- vett adat
- ütközés a soros buszon

Az adatjelek Manchester kódolásúak, éppúgy, mint a soros buszon, az ütközésérzékelésnél pedig a transceiver egy 10 MHz-es négyzögjellet ad. Ez a jelkódolás lehetővé teszi a transzformátoros csatlakozást, ami megoldja az illesztett készülék és a lokális hálózat közti galvanikus elválasztást.

A soros interfész áramkör (Intel 82501 vagy Am7991/92) tartalmazza a Manchester kódoló és dekódoló áramköröket, és a LAN vezérlő IC-hez már normál logikai jelszintekkel csatlakozik. Megjegyezzük, hogy kisebb hálózatoknál előfordul, hogy a költségek csökkentésére a transceivert a készülékben helyezik el (pl. Cheapernet), de a galvanikus elválasztás igénye miatt a transceivert

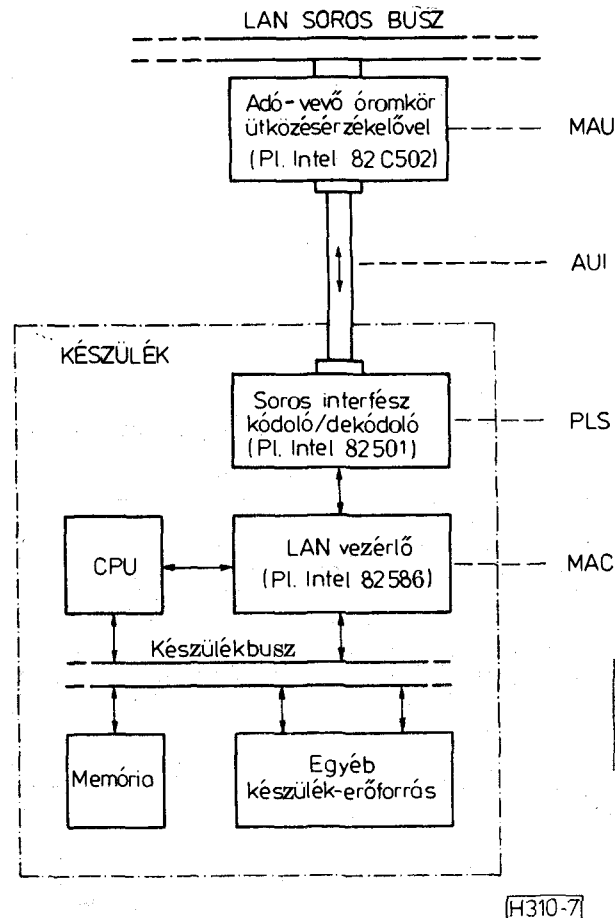
és a soros interfész áramkört nem integrálják egy tokba.

Az Am7990 (LANCE) LAN vezérlő az Ethernet, Cheapernet változatot (10Mbit/s) implementálja az IEEE 802.3-ból. Az Intel választékában kétféle LAN controller is található. A 82588 egy kisebb sebességű vezérlő, max. 5 Mbit/s sebességig használható külső soros interfész áramkörrel. A 2 Mbit/s sebességig viszont kihasználható az IC-be integrált Manchester kódoló-dekódoló áramkör. Egy soros busz foglaltság-figyelő és egy ütközés-érzékelő logika is be van építve, mely utóbbi az adandó jel és a vonalon érzékelt jel logikai összehasonlításával működik. A Manchester kódolás szabályait megsértő jeleket is ütközésnek tudja érzékelni. Ez utóbbi funkciók kihasználásával a kisebb igényű hálózatok olcsóbbak realizálhatók.

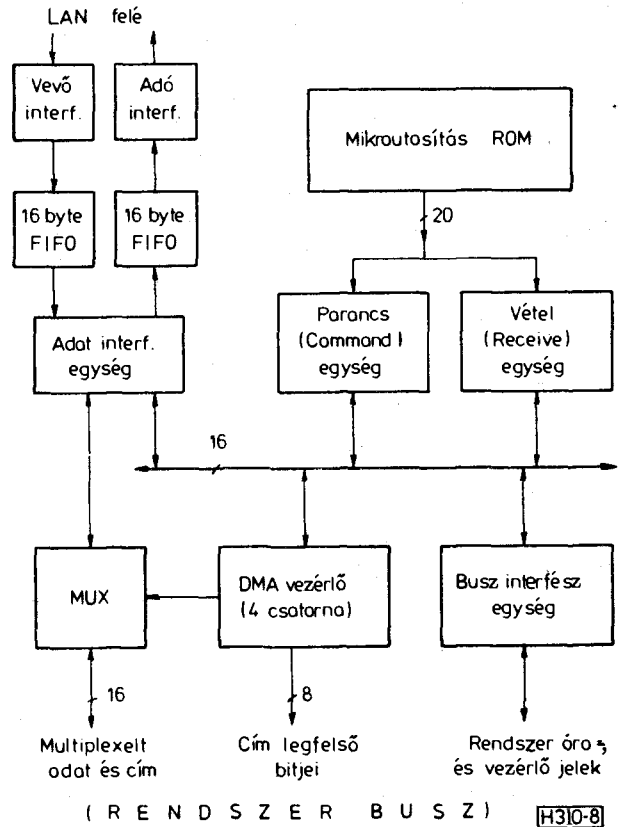
Az Intel 82586 LAN társprocesszor viszont egy nagyon intelligens, gyors LAN vezérlő, mely nem csak a 10 Mbit/s sebességű hálózatokban használható, hanem a kisebb sebességű és eltérő protokollú hálózatokban is.

A 82586 LAN társprocesszor funkcionális tömbvázlata a 8. ábrán látható. A nagy átviteli sebesség miatt a soros interfész felőli csatlakozásnál 16 byte kapacitású FIFO puffert van beiktatva mind az adó, mind a vétel ágba. Az üzenetvételt a mikroprogramozott vétel egység, az adást a

mikroprogramozott parancs egység vezérli. Ez a két egység egyidejűleg is tud funkcionálni. A rendszervezérlő processzorral a kapcsolatot a közös memória területen keresztül és az Interrupt és Channel Attention vonalakkal tartja. (Ez utóbbi két vonal a 8. ábrán nincs külön feltüntetve.)



7. ábra. VLSI LAN illesztés vázlata



8. ábra. Az Intel 82586 társprocesszor tömbvázlata

A 82586 tulajdonságainak, működésének részletes ismertetésére itt nincs mód, csak néhány fontosabb, érdekesebb tulajdonságát emeljük ki.

A 82586 minden külön kiegészítés nélkül csatlakoztatható a 82186, 82188 processzorokhoz, de más 8 vagy 16 bites processzorokhoz is egyszerűen csatlakoztatható.

Jó memória kihasználással dolgozik, képes a memória blokkok automatikus linkelésére, ezért nem kell a maximális üzenethossznak megfelelő méretű puffereket kijelölni.

A hálózatalérés és az üzenetformátum paramétereit programozhatók, mint például a preamble és a cím hossza, az üzenetek közti szünet hossza, a minimális üzenethossz, a résidő nagysága, a próbálkozások száma, 16 vagy 32 bites ellenőrző kód stb. A felhasználás megkönnyítésére a default értékek az Ethernetnek megfelelőek.

A 82586 integrált áramkörnek beépített önteszt funkciói is vannak. Az IC külső csatlakozásainak megbontása nélkül ki tud alakítani egy belső visszavezetést (internal loopback), amikor is az

adóinterfész az adás-adat jelet nem adja ki a tranceiver chip felé, hanem belül a vevőinterfészre kapcsolja, és ezzel az IC-ben a majdnem teljes adási és vételi adatút ellenőrizhető. A „Diagnose” utasítás hatására külön öntesztet végez a backoff algoritmus áramkörein. A „Dump” utasítás pedig a belső regiszterek tartalmát (több, mint 100 byte) átírja a memóriába.

A lokális hálózat vizsgálatát, ellenőrzését elősegítő funkciókat is tartalmaz a társprocesszor. Többek között regisztrálja az adott üzenet elküldésénél történő ütközések számát, kiolvasható a sérült keretezésű vagy hibás ellenőrző kóddal (CRC) vett üzenetek száma. Az ún. Promiscuous üzemmódban, a rendeltetési címtől függetlenül, a hálózatra kerülő összes üzenetet veszi. A beépített TDR (Time Domain Reflectometer) funkció a hálózat kábelének meghibásodási helyét segít megkeresni. A TDR funkció megméri, hogy a kábel szakadása vagy rövidzára következtében reflektált jel mennyi idő múlva érkezik vissza az állomáshoz, és a mért időből egyszerűen kiszámítható a hibahely hozzávetőleges távolsága.

## IRODALOM

[1] *Metcalfe, R. M., Boggs, D. R.*: Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. Com. ACM, Vol. 19 (1976), No 7, pp 395—404

- [2] *Crane, R.*: Ethernet designer's guide. Microprocessors, Vol. 6 (1982), No. 8, pp. 405—412.
- [3] *Stieglitz, M.*: Local Network Access Tradeoffs. Comp. Des., 1981., No. 10, pp. 163—168.
- [4] *Fromm, I.*: Local Area Networks (LAN) — lokale Netze. Elektroniker, 1985, No. 11, pp. 65—70.
- [5] *Dr. Sebestyén Béla*: Alapsávú hálózatok. Számítástechnika, 1985, No. 12, p. 3.
- [6] *Dr. Sebestyén Béla*: Szabványosítás (Helyi hálózatok VII.) Számítástechnika, 1986, No. 2, pp. 2, 20.
- [7] *Máthé János*: Az HNS helyi hálózati rendszer. Magyar elektronika, Vol. 2. (1985), No. 3, pp. 23—29.
- [8] *Mazgon Sándor—Husztly Gábor—Rajkai György*: Az ISDN mint új fogalom. Magyar elektronika, Vol. 3 (1986), No. 4, pp. 42—53.
- [9] ANSI/IEEE Std. 802.2—1985. Logical Link Control
- [10] ANSI/IEEE Std 802.3—1985: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD).
- [11] ANSI/IEEE Std 802.4—1985: Token-Passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications.
- [12] ANSI/IEEE Std 802.5—1985: Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications.
- [13] *Webb, M.*: Build a VLSI-based workstation for the Ethernet Environment. EDN, 1984, Febr. 23.
- [14] *Dahlberg, B., Gopen, Gh.*: VLSI Solutions for Tiered Office Networks; Intel, 1984. 3
- [15] *Dahlberg, B.*: Chips Support Two Local Area Networks. Comp. Des., 1981., No. 6.
- [16] *Dr. Sebestyén Béla*: Helyi számítógép-hálózatok. Műszaki Könyvkiadó, 1987