

A digitális előfizetői vonalak evolúciója

Manapság egyre inkább az érdeklődés előterébe kerülnek az otthonokban is használható interaktív multimédia alkalmazások. Ezek használhatóságát nagymértékben befolyásolja a rendelkezésre álló sáv szélesség. Az Internet megjelenésével a helyzet gyökeresen megváltozott. Előtérbe kerültek az xDSL technikák, melyek lehetővé teszik a sáv szélesség meg többszörözését.

Bármely iparág, így a távközlés fejlődését nézve is megállapítható, hogy a kutatólaboratóriumokban megálmodott és kifejlesztett új technikák egy része jóval megelőzi korát. A távközlési hálózat fejlesztését a 70-es években jórészt a megjelenő digitális kapcsolástechnikának és a digitális tranzithálózat előretörésében jellemezte. Ezen törekvések eredménye a digitális előfizetői vonal megjelenése a 80-as évek közepe táján. A 90-es évek elején szakértői szinten már mindenki az otthonokban is hozzáférhető interaktív multimédia alkalmazásokról beszélt. A távközlési piac világméretű liberalizációs mozgásának is tanúi lehetünk, mely révén a különböző típusú szolgáltatók (kábeltelevízió, távbeszélő, műsorszóró) egymás vetélytársaivá válnak. Így a kábeltelevízió-társaság a szolgáltatási területén távbeszélő típusú szolgáltatásra engedélyt kaphat, s ehhez a meglévő kiépített, főleg koaxiális vagy

fénykábel hálózatát használja majd. Ugyanez fordítottan érvényes a távközlésre is.

Ugyanekkor jelentős piaci igény még nem jelentkezett a szélessávú szolgáltatásokra, a lakásfelhasználók nem akartak még szélessávú hozzáférést. Igazi átörést a 90-es évek második felében az Internet megjelenése jelentette, mivel a szolgáltatók hirtelen vonzó alkalmazást tudtak felkínálni előfizetőik számára. Különböző platformok illetve szolgáltatók szálltak harcba a felhasználókért. A legtöbb háztartásban megtalálható kábeltelevízió rendszerek a meglévő koaxiális kábelhálózatot, a távközlési cégek a rézvezetős előfizetői hálózatot használták.

Az xDSL technikák alapkonceptiója, hogy a meglévő 3,1 kHz sáv szélességet biztosító rézvezetős előfizetői hálózatot a távközlési szolgáltatók újra hasznosíthassák és előfizetőik számára nagysebességű hozzáférést biztosítsanak a meglévő vonalakon. Az első xDSL rendszerek (ISDN BRA, HDSL) alapsávi vonali kódolási technikát alkalmaztak, aminek következményeképp az xDSL technikát használó vonalon a telefonszolgálat nem volt elérhető. A későbbi xDSL technikáknál (ADSL, RADSL, IDSL) már cél volt, hogy a rendszer a telefon vagy ISDN alaphozzáférés mellett biztosítson nagy kapacitású átviteli utat, azaz az xDSL és a PSTN/ISDN szolgálat egyszerre legyen elérhető ugyanazon fizikai vonalon. Ehhez olyan vonali átviteli megoldást és vonali kódolást használnak, mely az xDSL jelet az alapsávi PSTN vagy ISDN jelet egymástól frekvenciában választja szét (FDMA).

AZ ADSL TÖRTÉNETE

1989-ben a Bellcore, a piac kényszerítő hatására úgy döntött, hogy egy olyan új átviteli technikát fejleszt ki, mely a meglévő rézvezetős előfizetői hálózatot használja nagysebességű adatátvitelre. A fejlesztés alatt a kutatók rájöttek arra, hogy az esetek többségében egy fennálló kapcsolat alatt az információáramlás aszimmetrikus. Ilyen példá-

ul a VOD, az információletöltés, LAN-LAN kapcsolat stb. Ezt az aszimmetriát feltételezve az áthidalható távolság és adott irányban az átviteli kapacitás növelhető, így az alkalmazások szempontjából a szimmetrikus modemnél kedvezőbb tulajdonságú eszközökhöz juthatunk.

Így született meg az ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) technika, melyet a kor igényének megfelelően elsődlegesen a VOD szolgáltatás eléréséhez fejlesztettek ki. Ez a kezdeti rendszer 1,5 Mbit/s-os MPEG 1 kódolású video (és audio) jelfolyam továbbítására volt elég, mely megfelelt az akkor létező video CD-k sebességének. A kábeltelevízió képe a rosszabb képminőség és a berendezések magas ára miatt azonban sem az ADSL technika, sem pedig a VOD nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket és gazdasági előnyöket, mivel egyértelműen nem volt vevő erre a rendszerre.

A meglehetősen lanyha érdeklődés és a távközlőhálózat előfizetői szegmésének szűk kapacitása miatt a figyelem középpontjába a kábeltelevízió társaságok által üzemeltetett tisztán koaxiális vagy HFC-s rendszerek kerültek az ADSL rendszerekkel szemben. Ez a folyamat még jelenleg is tart. Az ADSL rendszerek fejlődése azért nem ért véget. Sőt, 1989 óta a központ-előfizető irányú átviteli sebesség a kezdeti 1,5 Mbit/s-ról 9 Mbit/s-ra növekedett (ez természetesen az áthidalható távolság csökkenésével járt együtt), míg a visszirány már akár az 1 Mbit/s-ot is elérheti. Így az ADSL által felkínált sáv szélesség már megfelel a mai kor igényeinek.

Az Internet szolgáltatás világméretű elterjedését követően egyre inkább nyilvánvalóvá vált, hogy az előfizető és az ISP közötti átviteli út átviteli kapacitása az Internet használat egyik szűk keresztmetszete. A behívó egységek analóg szinten 28,8-33,6 kbit/s-os sebességet tudnak garantálni. (Bár léteznek 56 kbit/s-os modemek, de ezek csak igen korlátozott hálózati feltételek esetén képesek működni és eleve aszimmetrikusak.) Az ISDN által felkínált 64 kbit/s-os sebesség optimális az Interneten való „szörfözéshez”, a WEB

oldalak közötti bolyongáshoz viszont már lassú nagy állományok (néhány-szor 10 Mbit/s) letöltése esetén (pl. szoftver upgrade, video és audio streamek).

XDSL technológiák

A világot átszövő távbeszélő-hálózat domináns részét képezi az előfizetői hálózatban lévő több száz millió km rézvezeték. (Legfrissebb számítások szerint közel 700 millió háztartás lesz rézvezetékön keresztül bekötve a távközlő-hálózatba. 2000-ig ez a szám a milliárdot is elérheti, mely azt jelenti, hogy ebbe a médiába még jelentős pénzeket fektetnek be a szolgáltatók.)

A multimédia típusú szolgáltatásokhoz a fényvezető a legmegfelelőbb átviteli közeg, de ennek elvitele minden háztartásba jelenleg még drága, ezért egyes megoldások, például HFC, FTTC, FTTB vagy a tisztán rézvezetős megoldások népszerűbbek. A műszaki adatok mellett persze nem szabad megfeledkezni az időtényezőről sem, ugyanis az a szolgáltató, aki először tud nagy sáv szélességet felajánlani, az jelentős helyzeti és nem elhanyagolható módon pénzügyi előnyhöz is jut. Ezért ma a rézvezető alapú digitális átviteltechnikai megoldások (xDSL) egyre népszerűbbek. Az alábbiakban először is röviden áttekintjük a legfontosabb – ADSL, VDSL, VADSL, HDSL; DSL, SDSL, BDSL – rövidítéseket. A legismertebb xDSL technológiákat legfőbb jellemzőinek összehasonlításában az 1. táblázat segít.

DSL

Az ISDN BRA hozzáférési technikával az előfizetői hálózatban lévő rézvezetőkön 160 kbit/s-os vonali átviteli sebesség érhető el 2B1Q vonali kódolást és visszhangtörleses duplex átviteli módszert alkalmazva. Ezzel az alapsávi átviteltechnikával az előfizetők 90–99 %-a közvetlenül, regenerátor alkalmazása nélkül kapcsolható a helyi központhoz. Ez kb. 5,5 km-nek felel meg inhomogén (0,4–0,6 mm érátmérő) helyi hálózatot feltételezve. A rendszer jellegéből fakad, hogy egyazon érpáron ISDN és POTS rendszer nem működhet egyidőben. Ezt az átviteli technikát ma már nemcsak ISDN hozzáférésekben, hanem PCM2 és PCM4 vonaltöbbszörő (*pair-gain*) rendszerekben is általánosan használják.

HDSL

A HDSL az ISDN BRA technikának a továbbfejlesztéséből született, már DSL-nek nevezett technika, mely segítségével a szolgáltató T1 (1,5 Mbit/s) illetve E1 (2 Mbit/s) kapacitású hozzáférést tud biztosítani a meglévő rézvezetők felhasználásával az előfizetői hálózatban az előfizetők részére. Az alapsávi rendszerrel csillapítás szempontjából mintegy 3,5 km távolság hidalható át regenerátor alkalmazása nélkül. Ez roppant fontos, mivel regenerátor telepítéséhez az alépitmény megbontása szükséges, ami költséges. Ehhez távolság- és vonalparaméterek függvényében 2

vagy 3 érpárt használ az átviteltechnikai rendszer. A későbbi HDSL modellek már nem az ISDN-nél megismer 2B1Q vonali kódolást, hanem az analóg modem technikában használatos QAM kódolás egy speciális fajtáját az AT&T Paradyne által kifejlesztett CAP kódolást használja, mely alkalmazásával növelhető az áthidalható távolság és a kódolás jellegéből adódóan a rendszer képes az alapsávi rendszerek mellett az általuk használt frekvenciasáv felett is dolgozni. A HDSL-re vonatkozó érvényben lévő ETSI szabvány (ETSI 152) már mind a két kódolást tartalmazza, de ennek ellenére a meglévő rendszerekkel való kompatibilitás miatt Európában a (2 érpárt használó) 2B1Q kódolású rendszerek terjedtek el.

A HDSL rendszerek kiválóan alkalmasak ISDN jel átvitelére is, mivel sem a 2B1Q, sem pedig a CAP kódolású átviteli rendszerek által az átvitel (kódolás, dekódolás) során fellépő jelkésletetés nagysága ezt nem korlátozza.

SDSL

Az érpárok jobb kihasználása érdekében az egy érpárt használó (*Single*) és az átviteli sebességre általában szimmetrikus HDSL rendszerek szabványosítása már elkezdődött. Ennek megfelelően az SDSL rövidítés szövegtől függően jelentheti az egyérpáros 2Mbit/s és a szimmetrikus ($n \times 64$ kbit/s vagy >2 Mbit/s) átviteli rendszereket. Ezen SDSL rendszerek gyártó függő prototípusa már a keres-

1. táblázat xDSL technikák

	DSL	SDSL	HDSL	ADSL	RADSL	VDSL
Eredeti teljes név	Digital Subscriber Line	Symmetric DSL (Single Line)	High-bit-rate DSL	Asymmetric DSL	Rate Adaptive DSL	Very high bit rate DSL
Átviteli mód	duplex EC	duplex EC	duplex EC	duplex EC, TDM	duplex EC, TDM	duplex EC, TDM
Hatótávolság (0,4–0,6 mm)	5,5 km	2,2 km	3,5 km	5,5 km	5,5 km	0,1–1 km
Vonali kód	2B1Q	CAP	2B1Q CAP	DMT CAP	CAP	QAM CAP
Igényelt sáv szélesség	0–80 kHz	0–500 kHz	0–400 kHz	DMT – up to 85 kHz CAP – up to 1,1–1,5 MHz	1094 kHz	~ 0,3–300 MHz
Lefele irány	160 kbit/s	64 kbit/s–2 Mbit/s	1,5–2 Mbit/s	0,6–8 Mbit/s opcionális 9 Mbit/s	0,64–8,192 Mbit/s	13–52 Mbit/s
Felfele irány	160 kbit/s	64 kbit/s–2 Mbit/s	1,5–2 Mbit/s	64–640 kbit/s opcionális 1 Mbit/s	272 kbit/s – 1,088 Mbit/s	1,5–3 Mbit/s 1,5–3 Mbit/s
Szabványok						
ANSI	T1.601	n/a	n/a	T1.413	n/a	n/a
ETSI	ETR 80	ETR 152 DTR/TM-03050	ETR 152 n/a	ETR 328 DTS/TM-06003-1	n/a	DTS/TM-06003-1
ITU	G.961	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

kedelmi forgalomban kapható, bár az átviteli távolság megtartása (~3,5 km) miatt az átviteli sebességek nem érik el a 2 Mbit/s-ot. Az SDSL rendszerek vívós technikát alkalmaznak, aminek segítségével a telefonszolgálat is elérhető az SDSL rendszer mellett egyazon érpáron. Az európai SDSL (egyérpáras) rendszerek szabványosítását az ETSI TM 6-os munkabizottsága végzi.

ADSL

Az ADSL (*Aszimmetrikus Digítális Előfizetői Vonal*) aszimmetrikus adatfolyamatot továbbít és telefonszolgálatot biztosít egyetlen előfizetői érpáron. Az ADSL rendszer specifikációját az ANSIT1.413 szabványa tartalmazza. Az ETSI ezt a szabványt változtatás nélkül elfogadta, csak kiegészítéseket tett hozzá (*ETR 328*), melyek az alapsávi telefonjelet leválasztó szűrő karakterisztikájára, illetve a teljesítőképesség vizsgálatokhoz tartozó hurokelrendezésekre vonatkozó előírásokat tartalmazzák. Az ADSL szabvány a DMT vonali kódolás használatát írja elő. Ennek ellenére a piacon meglévő ADSL (főleg a korai ADSL rendszerekre igaz) rendszerek a CAP kódolást használják széleskörűen. A DMT nagy előnye, hogy nagyobb sávzélességet ajánl fel, mint az alap CAP rendszerek, azonban az újabb fejlesztésű úgynevezett RADSL (*Rate Adaptive*) CAP rendszerek teljesítőképessége már eléri, sőt meg is haladja a jelenlegi DMT rendszerekét, mindemellett megtartja egyszerűségét.

Az ADSL rendszer mindkét végén jelen kell lenni az alapsávi jelet (telefon vagy ISDN BRA) leválasztó szűrőnek. Ez a speciális szűrő lehet az ADSL modem beépített része, de különálló egység is. Korábban beépített leválasztó szűrőket alkalmaztak elterjedten, de ez jelentősen megnövelte egy későbbi átállás költségét, ezért inkább a különálló „splitter”-ek használata terjed. További előnye, hogy a leválasztó szűrőket nem kell a modemgyártó cégnek készítenie, hanem a szolgáltatók mástól is beszerezhetik.

A szűrőknek két különböző megvalósítása létezik, aktív és passzív szűrő. Az aktív szűrő előnye, hogy egyszerű programozással változtatható a szűrő karakterisztikája, míg a passzív szűrőnél diszkrét elemekből – tekercsek, kondenzátorok és ellenállások – építkezve valósítják meg a szűrőt. A passzív szűrők viszont külső áramforrás nélkül is üzemelnek.

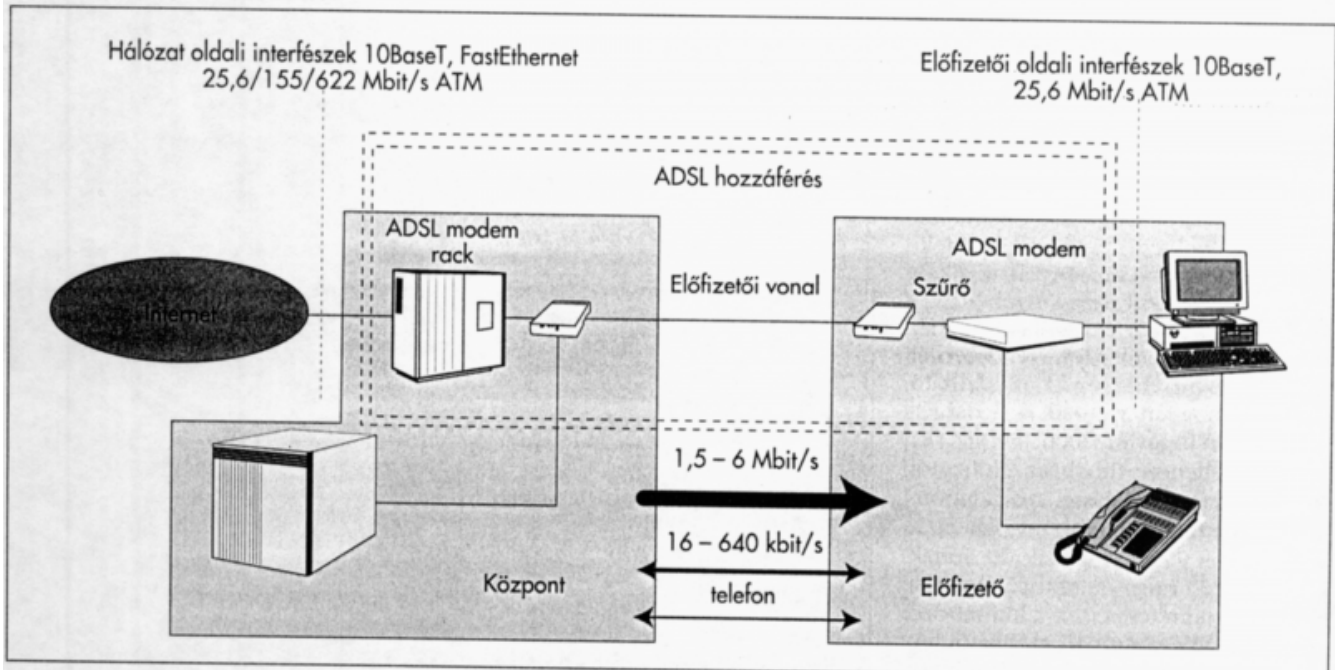
ISDN esetében azonban más a helyzet, mivel az ISDN spektruma átfedi az ADSL spektrumát (ráadásul a lefoglalt frekvenciatartomány az ADSL átviteli szempontjából legkedvezőbb!), ezért speciális leválasztó szűrőre van szükség. A legegyszerűbb megvalósításokban ezt a frekvenciasávot az ADSL rendszer átengeti az ISDN BRA számára, ami az ADSL rendszer teljesítőképességének a csökkenéséhez vezet. A másik megoldásban az ISDN BRA-t az ADSL rendszerbe integrálva viszik át. Ez azonban nem túl szerencsés, mert a DMT kódolású rendszerek nagy késleltetést visznek be az átvitelbe, és beszéd típusú szolgálat ellátására, így az ISDN-re sem megfelelő.

ADSL-t használva Internet hozzáférésre, az előfizető közvetlenül, egy helyi hálózat részeként kapcsolódik a szolgáltatóhoz, mely így az ADSL-en keresztül biztosítja a folyamatos rendelkezésre állást. A legelterjedtebb (s legolcsóbb) LAN interfész a 10BaseT alapú Ethernet, ezért az ADSL modemek előfizetői oldalon ezt az interfészt biztosítják az előfizetőknek, míg hálózati oldalon vagy szintén 10BaseT vagy 100BaseT Ethernet interfészen keresztül kapcsolódnak a helyi ISP szerveréhez. Előfizetői oldalon a 10BaseT Ethernet interfész komoly vetélytársa a 25,6 Mbit/s-os ATM interfész. Egyes cégek ADSL terméke már jelenleg is rendelkezik ATM interfésszel, de az 1998-as év első felében várható a 25,6 Mbit/s-os ATM interfész elterjedése. Természetesen hálózati oldalon is az ATM interfész kell, de itt számos sebesség elképzelhető. A legvalószínűbb talán 155 Mbit/s, de a 25,6 Mbit/s illetve 622 Mbit/s is elképzelhető (*1. ábra*).

VDSL

A legújabb fejlesztésű ADSL rendszerek már több mint 50 Mbit/s átviteli kapacitást képesek átvinni egy sodrott előfizetői érpáron. Ennek megfelelően a VDSL már nem is a hozzáférés utolsó kilométerén, hanem, csak az utolsó néhány száz méterén használható. A korai ADSL rendszereket VADSL (*Very High bit rate ADSL*) vagy BDSL (*Broadband DSL*) is nevezték, mivel a VDSL rendszerek az ADSL-hez hasonlóan aszimmetrikus

1. ábra Az ADSL alkalmazása



Technika	Analog modem	ISDN	HDSL	ADSL	VDSL
sebesség	0,12–56 kbps	64–128 kbps	2 Mbps	2–6 Mbps	10–52 Mbps
idő	~1970	~1988	~1994	~1997	~1999?

2. táblázat xDSL sebességek és megjelenési idejük

Bitsebesség Mbps	Értékmérő mm	Hatótávolság km	Értékmérő AWG	Hatótávolság ft
1,5 vagy 2	0,5	5,5	24	18,000
1,5 vagy 2	0,4	4,6	26	15,000
6,1	0,5	3,7	24	12,000
6,1	0,4	2,7	26	9,000

3. táblázat ADSL adatsebességek és hatótávolságok

adóvevővel rendelkeznek, csak nagyobb adatátviteli sebességgel rendelkeznek, mint az ADSL rendszerek. Jelenleg VDSL-re nincs létező szabvány, de a különböző szabványosítási szervezetekben nagy erővel foglalkoznak e témával. (ETSI TM6, ANSI T1E1.4, ADSL Forum).

Nem szabad azonban elfeledkezni arról, hogy a VDSL rendszerek frekvenciatartománya már belenyúlik a rádióamatőrök által használt frekvenciasávba. Ez azért kritikus, mivel az esetek nagy százalékában a használt érpár, már nem is sodrott vezeték, s EMC szempontból jelentősen „szennyezik” a környezetet. A VDSL rendszereket alapvetően ATM alapú hálózati architektúrához tervezik (ATM PON).

A különböző xDSL rendszerek sebességét és időbeli megjelenésüket a 2. táblázat mutatja.

KÉPESSÉGEK

Vonali paraméterek

A vonalon elérhető sebesség és lefedettségi terület (szolgáltatási terület) nagysága függ a meglévő rézvezető vilamos paraméterei, huzalátmérőtől, szigetelés típusától, leágazások számától, közel- és távlevégi áthallástól, melyekre vonatkozó követelmények az alkalmazott vonali kód függvényében változnak. A 3. táblázatban összefoglaltuk, hogy egyetlen ADSL rendszerrel az átvihető bitsebesség az áthidalható távolság, hogyan változik a hossz és az értékmérő függvényében.

Annak ellenére, hogy az előfizetői vonal fizikai paraméterei szolgáltatónként változnak, a táblázat adatai a szolgáltatók 95%-ára igazak. Ez annak köszönhető, hogy a szabványosítási folyamat során felmérték a különböző országok (főleg európai) előfizetői hálózatát, melynek eredményeképpen

születtek meg azok az átviteli hálózatra vonatkozó követelmények, amelyek teljesülése esetén az xDSL rendszereknek működniük kell.

Az ADSL vonal követelményei

Az xDSL vonalszakasznak meg kell felelnie a hurokellenálláson alapuló tervezési irányelveknek. A távolság meghatározásánál az előfizetői vonal hőmérséklettől függő ellenállására is figyelemmel kell lenni.

Távolságcsökkentő tényező az előfizetői szakaszban lévő leágazások száma. A lezártatlan leágazások reflexiókat okoznak, ami hibás vételt eredményezhet.

Áthallás szempontjából a közlevégi áthallás a domináns.

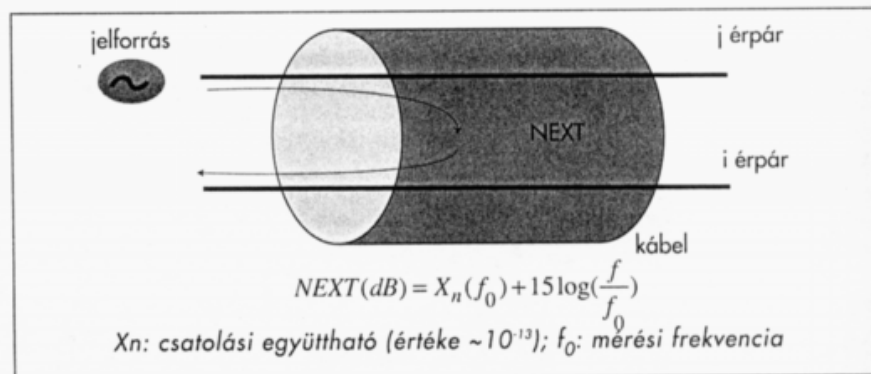
A távlevégi áthallás kisebb problémát jelent, mivel a távlevégről származó zavar a jellel együtt csillapodik, tehát nem növekszik meg az adó és a vevő szint különbségével. Az áthallások miatt romlik az ADSL rendszer teljesítménye, mivel csökken az áthidalható távolság és a működési sebesség. Az áthallás miatt ADSL és E1/T1 vonalak nem működhetnek egyidőben egy érnegyesben. További megkötések, hogy egy érnegyesen belül két ADSL nem működhet együtt telefon, ISDN és HDSL rendszerekkel (2., 3. ábra).

Az ADSL spektrumának olyannak kell lennie, hogy a meglévő szolgáltatásokat ne zavarja. A vonali jel teljesítménysűrűség spektrumának névleges értéke kisebb kell legyen, mint -40 dBm/Hz. A teljes jelteljesítmény kisebb, mint 15,7 dBm.

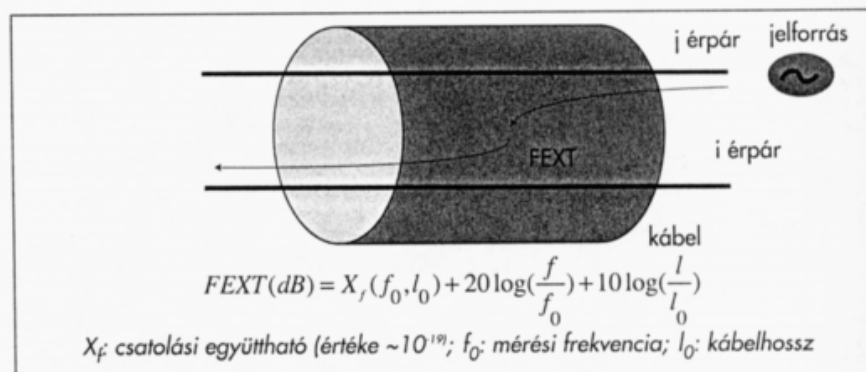
Kódolás

ADSL rendszerekben két egymással versengő vonali kódolás létezik. Az egyik a szabványosított DMT (Discrete MultiTone) kódolás, a másik a valós környezetben elterjedtebb QAM/CAP (Carrierless AM/PM) kódolás.

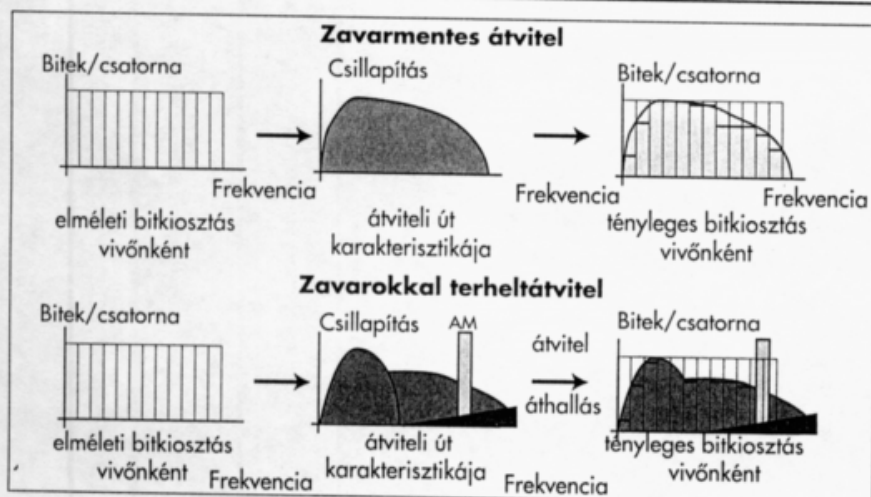
A DMT egy olyan DFT-t (Discrete Fourier Transformation) használó többvívű rendszer, mely 256 vívőt és



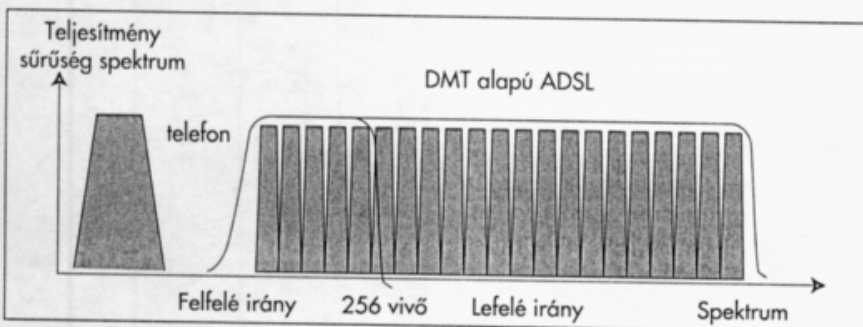
2. ábra NEXT keletkezése és értéke



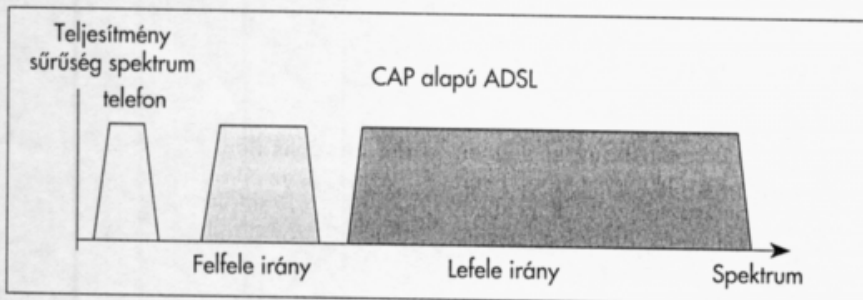
3. ábra FEXT keletkezése és értéke



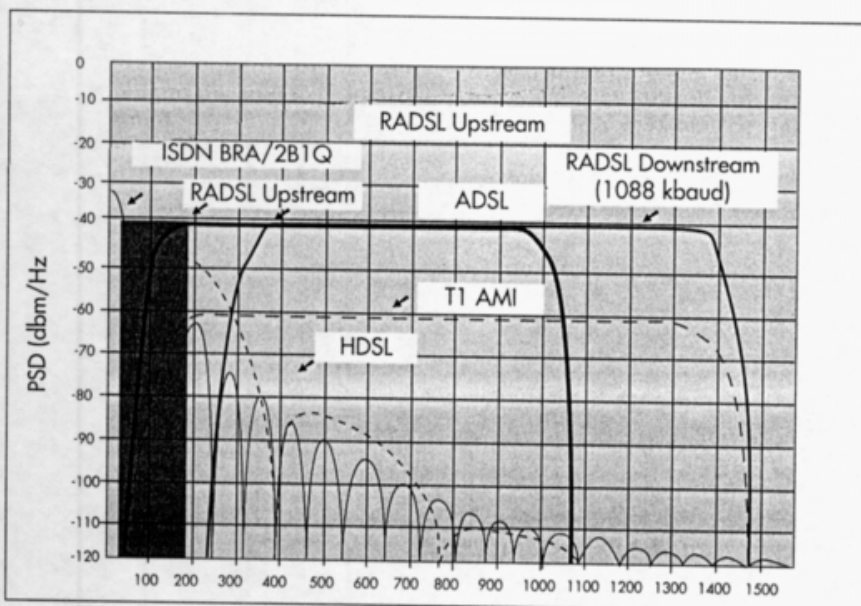
4. ábra A DMT rendszer adaptív működése



5. ábra A DMT rendszer spektrum elhelyezkedése



6. ábra A CAP rendszer spektrum elhelyezkedése



7. ábra A különböző DSL rendszerek spektrumképe

vivőnként 4 kHz sávszélességű egyedi csatornákat alkalmaz. Mindegyik vivő egymástól függetlenül AM modulált jelet hordoz.

A csatornkapacitás 0-15 bit/sec/Hz. Az átvitel során figyelembe veszi a vonalon rendelkezésre álló sávszélességet, meghatározza a vonal átviteli karakterisztikáját, csillapításmenetét, majd ennek függvényében meghatározza és kiosztja az egyes alcsatornák között a csatornánként átvihető adatbitek számát (0-15 bit). Így érhető el, hogy mindig a legnagyobb kapacitás álljon a felhasználó rendelkezésére. (4. ábra)

Az ADSL rendszerben FDM és ECH technikát egyaránt alkalmaznak. A POTS és vivős részeket frekvenciában különítik el, míg a vivős részben az UP és Down irányok szétválasztásához ECH-t használnak. A lefelé irány szimplex, 6-8 Mbit/s, míg az úgynevezett felfele irány (UP) kétirányú 64-640 kbit/s. A rendszer késleltetése miatt HDSL, SDSL, ISDN jel átvitelére nem alkalmas. (5. ábra)

A CAP az AT&T Paradyne által kifejlesztett QAM rendszer vivő nélküli, s a csatornák szétválasztását digitális szűrőkkel valósítják meg.

Az egyvivős rendszerek több vonali sebességet támogatnak. Így érik el a szabványban előírt kategóriákat. Lefelé irányban a 136, 340, 680, 952, 1088 kbaud sebességet használja, míg felfele 85 és 136 kbaud sebességet. Ezekkel a vonali sebességekkel lefelé 7,168 Mbit/s simplex csatornasebességet lehet elérni, míg felfelé 272-1088 kbit/s duplex sebességet. Az Up és Down csatornákat frekvenciában választják szét (6. ábra).

Azonos környezeti körülményeket feltételezve a CAP/QAM egyvivős rendszer és a DMT többvivős rendszer teljesítménye elméletileg azonos. A valóságban azonban az egyedi vivőt használó rendszer nem éri el optimális teljesítményét, szemben a DMT-vel.

Annak ellenére, hogy a DMT a szabványosított kódolás meglehetősen bonyolult ipari szabvánnyá a „kisebb” képességű, de lényegesen egyszerűbb kialakítású CAP rendszer vált. Ennek ellenére a DMT kódolás legnagyobb hátránya nem a komplex kialakítás, hanem a relatív nagy latenciája. (Egyébként ez akadályozza meg azt, hogy DMT kódot használjanak HDSL és ISDN rendszerekben.) Az ANSI-ban folyamatban van a DMT kód mellett a CAP kód szabványosítása is, melyet várhatóan még ebben évben elfogadnak.

Jelenleg a kiélezett szabványosítási versenyben a CAP kódolás új fajtája jelent meg, melyet a RADSL (Rate Adaptive) név fémjelez. Ez a rendszer a cso-

magkapcsolt átvitelre optimális, mert nem kötődik az N64 kbit/s-os struktúrákhoz. A mostani rendszerekhez képest folyamatosan figyeli a vonalparamétereket, ezért mindig a lehető legjobb átviteli kapacitást ér el. Ezt a képességet nemcsak bekapcsoláskor használja, hanem menet közben is.

RADSL rendszert DMT-vel nem lehet tökéletesen megvalósítani, mert a DMT-ben természeténél fogva a sávszélességmenedzselés csak egy-egy vivő ki- vagy beiktatásával történhet meg, illetve a vivőként átvitt bitek száma vivőnként változó és azok egymástól függetlenek. A sok vivő miatt a menet közbeni kapacitásváltoztatás nehézkes, s jelenleg ez a rendszer nem képes arra, hogy menet közben a vonali paraméterek javulása esetén növelje az átviteli kapacitást. Tekintettel arra, hogy az ADSL szabvány átviteli osztályokat határoz meg (rögzített sebességekkel), az RADSL rendszer inkább csak elméleti, mint gyakorlati jelentőséggel bír. Másrésztől mindenképpen fontos meghatározni a kapacitásváltozás mértékét, hiszen ha túl kis léptékben változik az átviteli kapacitás, nagyon alacsonyan kell tartani a figyelt zaj küszöbértékét, gyakran kell változtatni az átviteli sebességet, harmadrészt a sebességváltoztatások során az áthallás is folyamatosan változik, ami ronthatja a szomszédos rendszerek átviteli minőségét. Gyakorlati megfontolásból például egy 4 kHz-es növekedés nMbit/s-os érték mellett értelmetlen és érzékelhetetlen volna (7. ábra).

SZABVÁNYOK ÉS SZERVEZETEK

Az Amerikai Nemzeti Szabványosítási Intézet (*American National Standards Institute – ANSI*) T1E1.4 munkacsoportja szabványosította a 6,1 Mbit/s-on működő ADSL rendszert (T1.413). Ezt a szabványt az ETSI TM3/TM6 munkabizottsága változtatás nélkül elfogadta, csak kiegészítéseket tett hozzá, melyek a POTS leválasztó szűrő karakterisztikájára illetve a teljesítőképesség vizsgálatokhoz tartozó hurokelrendezésekre vonatkozó előírásokat tartalmazzák. A T1.413 jelenleg egyetlen terminál interfész használatát engedi meg a felhasználónál, azonban a szabvány új változata már a többszörös interfész használá-

tát is engedélyezi, valamint a konfigurációs protokoll, hálózatmentedzsment képességeket is tartalmazni fog.

A szabványosítási folyamat gyorsítása érdekében három gyártó 1994-ben létrehozta az ADSL Forum névre hallgató szövetséget, mely mostanra jelentősen kibővült (60 tagot számlál, mely berendezés- és félvezetőgyártókat, szolgáltatókat is tartalmaz a világ minden részéről) vezető szerepet játszik az ADSL/xDSL szabványosításban. Fő céljának tartja az ADSL rendszer felépítésének, az alkalmazott protollok, interfészek, fő alkalmazások meghatározását.

Az ADSL Forum műszaki segédletet készít az ADSL rendszerek felépítéséhez, interfészekhez és azon protollokhoz, melyekkel a távközlési hálózat együttműködik az ADSL adóvevővel.

Az ADSL Forum mellett a többi távközlési szabványosítással foglalkozó szervezet (pl. ATM Forum, DAVIC, FSAN) is felismerte az ADSL/VDSL rendszerekben rejlő lehetőségeket, s munkájukban figyelemmel vannak a részvezető alapú nagysebességű előfizetői hozzáférésekre.

MIRE JÓ ÉS MIRE NEM JÓ AZ ADSL?

Az ADSL a gyors Internet hozzáférés egyik potenciális eszköze, de ehhez az Internet kiszolgálónak fel kell készíteni belső hálózatát, hogy ne legyen torlódás egy-egy trónkvonalon. Ezért fontos meghatározni azoknak az alkalmazásoknak a körét, aminek a használatát még elviseli az Internet. Alkalmas az Internet WEB helyek közötti böngészésre, nagyméretű állományok letöltésére, de nem alkalmas Internetes interaktív állomások elérésére, vagy Internetes tévé nézésére. (Külön veszélyforrást jelent, hogyha egy intézmény ADSL kapcsolatán keresztül több helyi

munkaállomásról egyidőben pl. on line video- és audioállomással tartják a kapcsolatot (pl. rádióadások), mert erre jelen pillanatban a hálózati erőforrások nincsenek meg. Ez kapacitásnöveléssel kell hogy együtt járjon (megoldás az ATM!). Ideális megoldást jelent, ha a kezdeti időszakban a szélessávú hálózatot (hozzáférési rendszereket, hálózati elemeket) egymástól elkülönítjük, s a két hálózat között biztosítunk egy sávkorlátozott hozzáférést. Így az interaktív szélessávú alkalmazások jól hozzáférhetőek lesznek a az ADSL/ vagy kábelmodemet használók számára s ugyanakkor egy ISP is elérhető a részükre.

ADSL modemek alkalmazása esetén a másik megoldást az jelentené, ha helyi szervereken tárolnánk az ilyen módon csatlakoztatott felhasználóknak szánt anyagokat (VOD, hanganyagok, Web mirror illetve proxy stb.), és az internethez való csatlakozásuk egy olyan sávkorlátozott ponton keresztül történne, hogy a hálózat „bedugulásának” kockázata elkerülhető legyen.

Kérdésként vetődik fel az ADSL rendszer használati díja, hiszen a bérelt vonalhoz hasonlóan itt is állandó kapcsolatot tudunk biztosítani az Internethez.

Ahhoz, hogy egy szolgáltató a területén mindenhol ADSL-t tudjon felajánlani az előfizetőinek, a belső hálózatát bővíteni kell, s minden helyi központjába ADSL-t kell telepítenie, ami hatalmas beruházással jár együtt.

Az ADSL az elkövetkező néhány évben fontos szerepet játszik majd. Sikerét az határozza meg, hogy versenyképes áron minél több előfizetőt lehessen ezzel a technikával a távközlőhálózatra kapcsolni, s a telefonálás mellett olyan szélessávú szolgáltatással elérni, mint a gyors internet-hozzáférés, LAN-LAN kapcsolat és egyéb kényelmi, szórakoztató programok.

Balogh Tamás

8. ábra ADSL referencia konfiguráció

