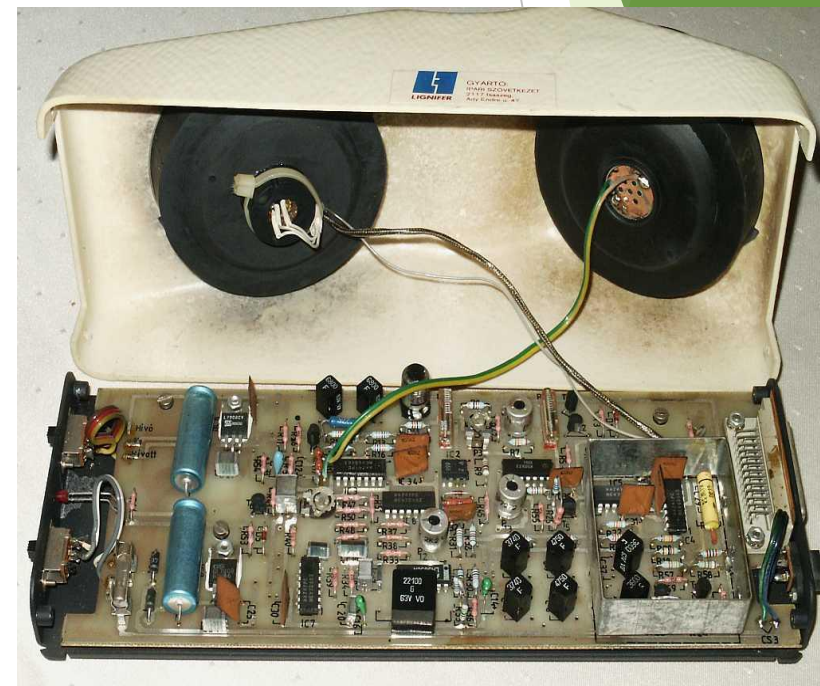


Távközlő hálózatok

Az előadás kivonat Németh Krisztián(BME TMIT)
diasorozatának felhasználásával készült

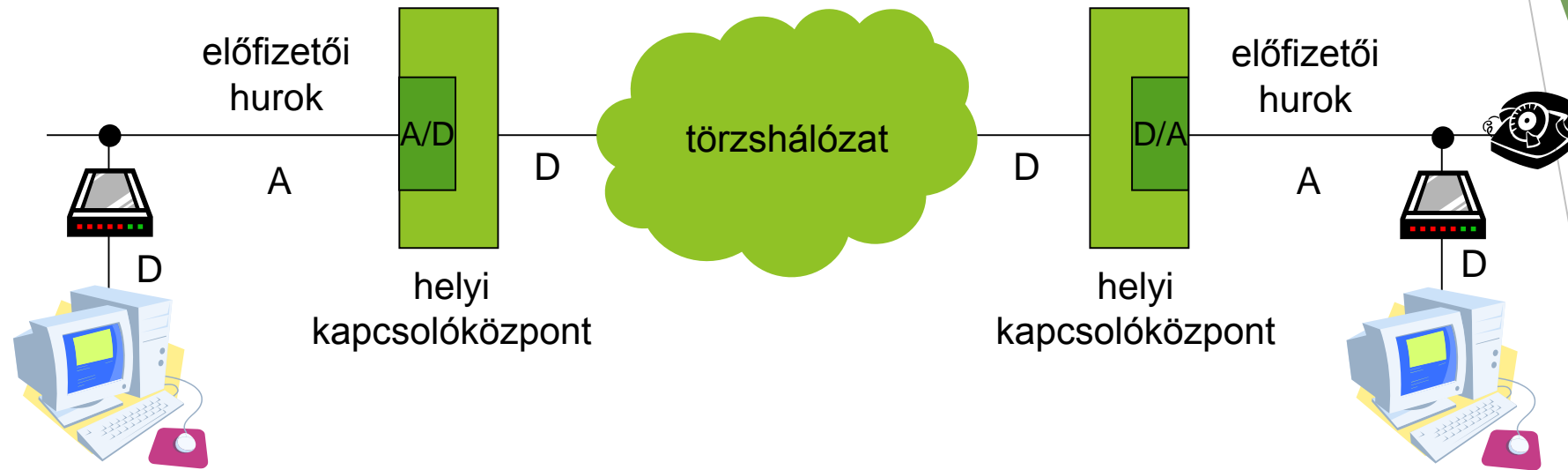
Akusztikus modemek



Akusztikus modemek

- ▶ A kapcsolat felépítése, bontása kézzel történik (tárcsázás, kézibeszélő letevése)
- ▶ 300 vagy 1200 b/s (ITU-T V.21, V.22)
 - ▶ Érdekes: a mai telefonmodemek egy részével együtt tudnak működni
- ▶ 1970-es évek, '80-as évek eleje
- ▶ Fő ok, hogy nincs direkt csatlakozás a hálózathoz:
 - ▶ tilos volt, csak a Posta készülékeit volt szabad csatlakoztatni
 - ▶ nem csak nálunk: sok helyen Nyugat-Európában, USA-ban is így volt akkoriban
- ▶ Ma már csak kuriózum, elfeledett történelem

Telefonvonalali modemek

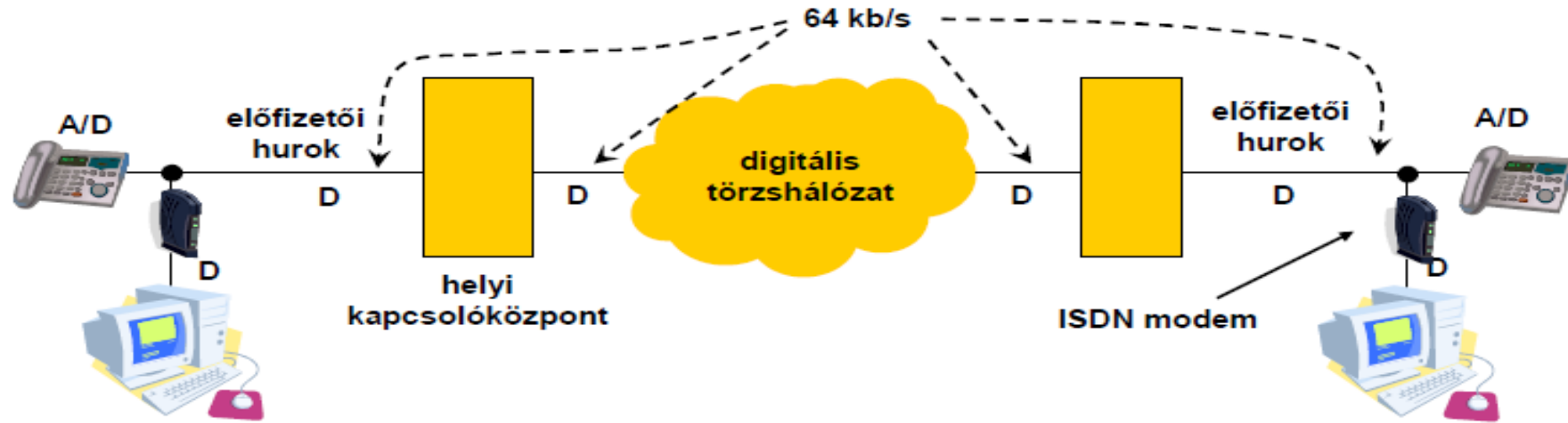


- ▶ „Betárcsázós internet” (dial-up)
 - ▶ de két előfizető között is felépíthető modemes kapcsolat
- ▶ modem: *modulator-demodulator*
- ▶ kezdetben az egyetlen lehetőség
- ▶ ma: egyszerű, de szuboptimális megoldás (D/A/D/A/D)

Fejlődési lehetőségek:

- ▶ Shannon törvénye:
 - ▶ $C = B * \log_2 (1 + S/N)$
 - ▶ C - bitsebesség (bps)
 - ▶ B - csatorna sávszélesség (Hz)
 - ▶ S/N - jel/zaj viszony (signal to noise)
- ▶ A törzshálózat már digitális
 - ▶ A PCM kódolás után egy 64 kbps csatornán megy a jel, ez a felső határ
 - ▶ Az A/D és D/A átalakítások okozta pontatlanság (kvantálási zaj) miatt gyakorlatilag kb. 33 kbps a határ
 - ▶ Az 56 Kbps-os csatlakozásnál (V.90) csak a letöltési sebesség ekkora
 - ▶ a tartalomszolgáltató digitálisan éri el a hálózatot
 - ▶ csak a digitális gerinchálózat határán kell D/A átalakítón átmenni
 - ▶ lényegesen kisebb zajtényező

ISDN



- ▶ 2B+D: 128 kbps max.
- ▶ 2000. körül roppant népszerű volt
- ▶ ADSL bevezetése óta nem vonzó
 - ▶ Lassú, drága, telefonálás mellett csak 64 kbps
 - ▶ Viszont az ADSL-lel ellentétben bárhol elérhető

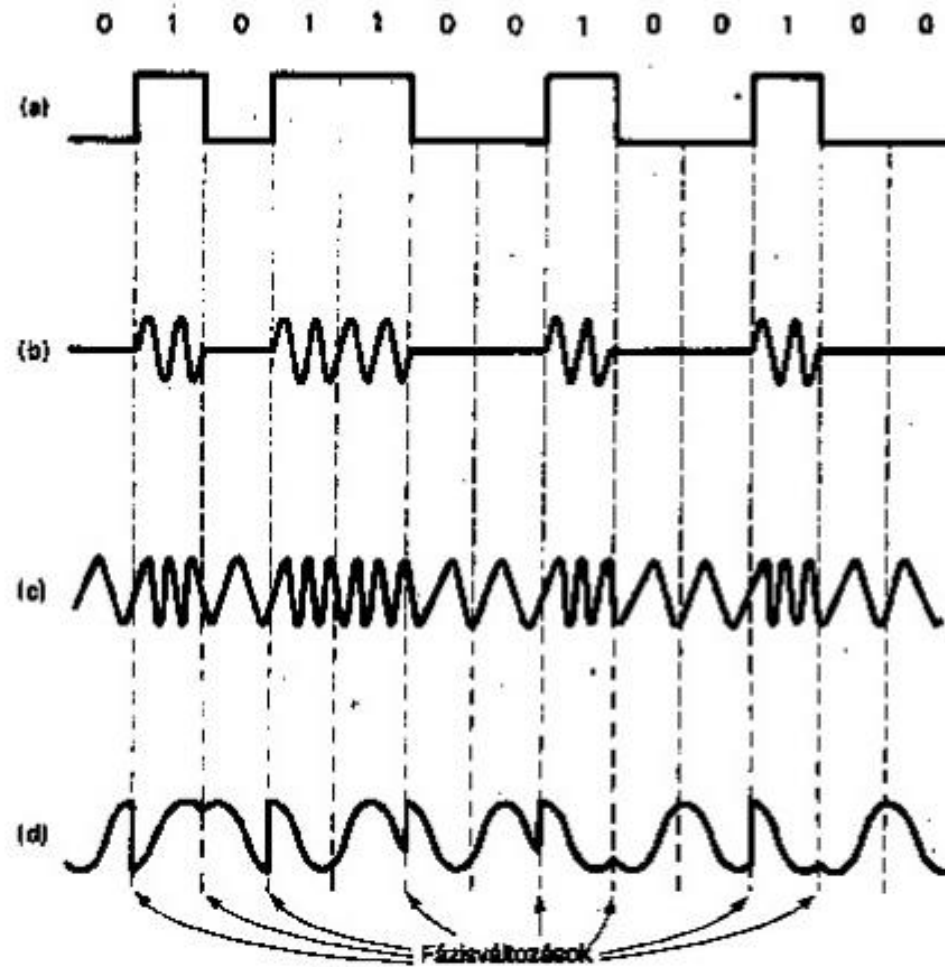
Moduláció

digitális jel

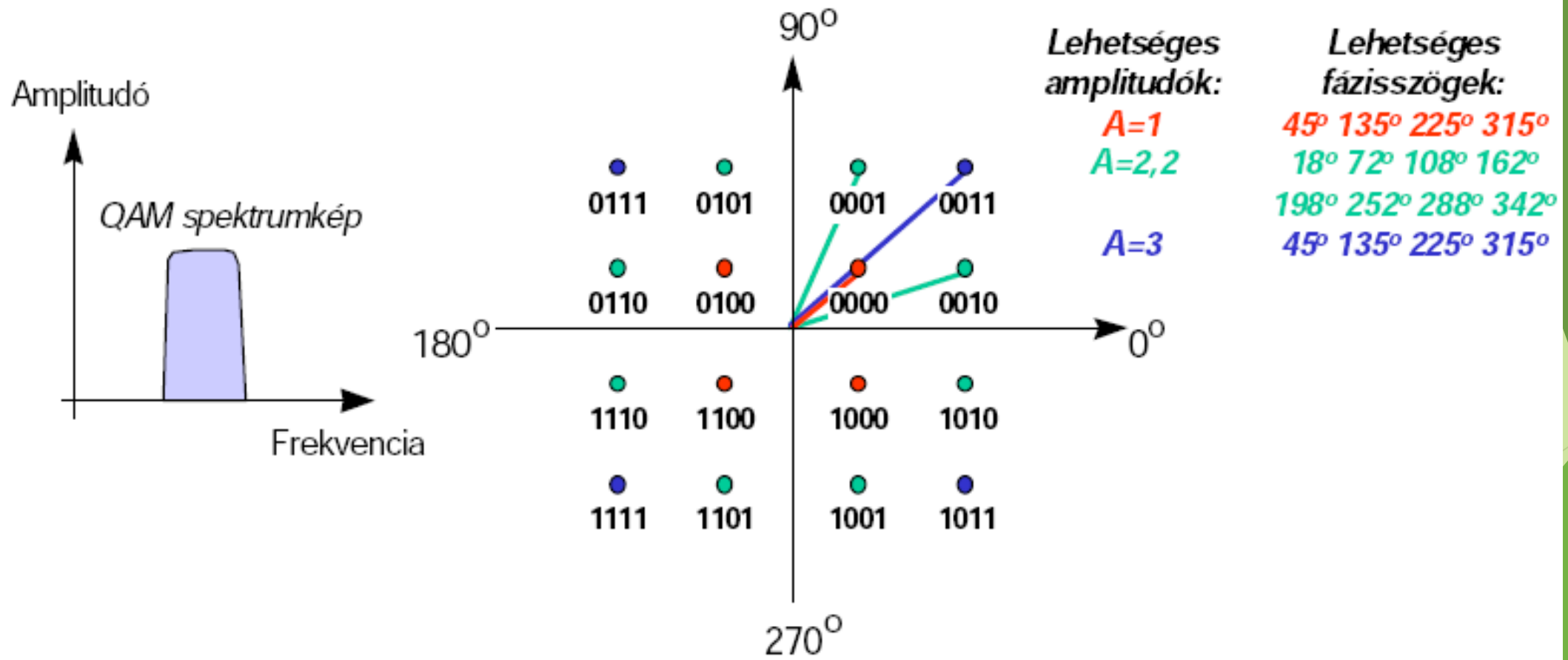
amplitudó
moduláció

frekvencia
moduláció

fázis
moduláció



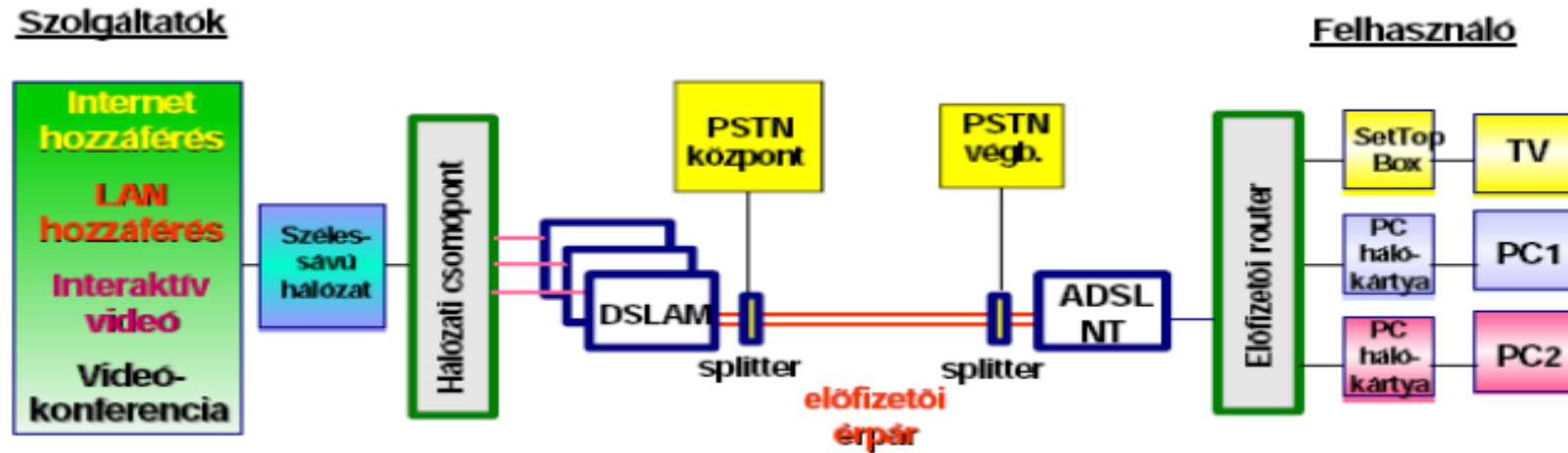
QAM moduláció



ADSL

- ▶ ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line, aszimmetrikus digitális előfizetői vonal
- ▶ Cél: az előfizetői hurok kihasználtságának maximalizálása
 - ▶ A már lefektetett réz előfizetői érpár cserélése nagyon drága
 - ▶ Ameddig növelhető az elérhető sávszélesség addig a csere „felesleges”
- ▶ Telefonbeszélgetés (analóg vagy ISDN) és nagy sávszélességű adatátvitel egyidejűleg

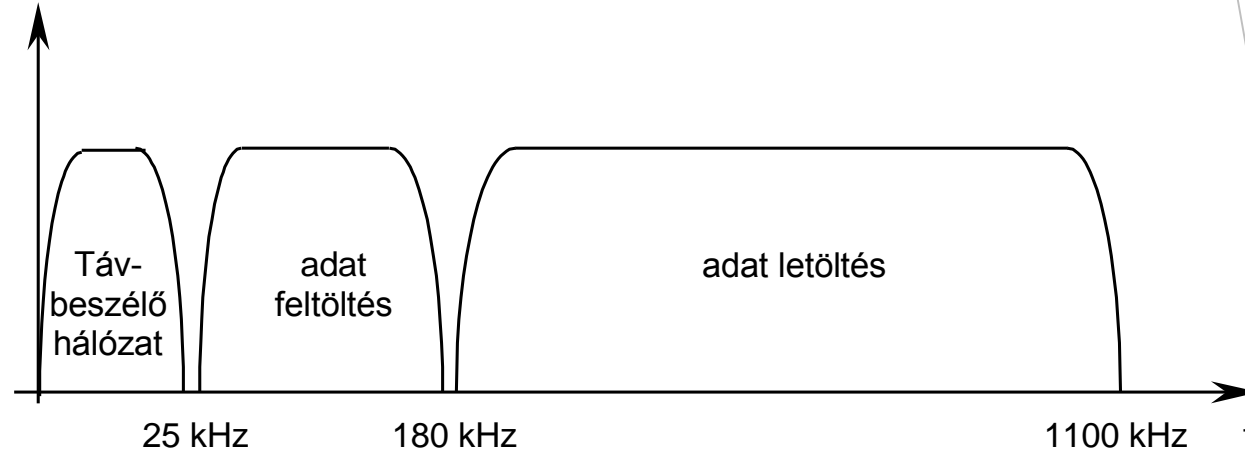
ADSL megvalósítás



- ▶ Az ADSL lényege tehát, hogy a meglévő távbeszélő (vagy ISDN) alapszolgáltatással párhuzamosan, ugyanazt az előfizetői érpárt felhasználva kapcsolatot biztosítson a nagysebességű hálózatokhoz.
 - ▶ Ahhoz hogy egy-időben, egymástól függetlenül telefon (vagy ISDN) szolgáltatást és kétirányú nagysebességű adatátvitelt biztosítson egy szűrőt (splitter) kell az ügyfélnél és a központ oldalon is elhelyezni.
- ▶ **Splitter** - az előfizetői érpárra kapcsolódik, feladata az alacsonyabb frekvenciájú telefon (vagy ISDN) jelek, és a magasabb frekvenciasávban működő ADSL jelek szétválasztása.
- ▶ Az előfizetői oldal ADSL modemjét **ADSL NT**-nek hívjuk (ADSL Network Termination = ADSL hálózatvégződés), míg a hálózati csomópontban találhatók az ún. **DSLAM** egységek (Digital Subscriber Line Access Multiplexer = Digitális előfizetői hozzáférés koncentrátor).

ADSL működése

► Működés: FDM:



► Pontosabban:

- 0-4 kHz - hang
- (4-25 kHz - védősáv)
- 25-160 kHz - feltöltési sáv
- 200 kHz - 1.1 MHz - letöltési sáv

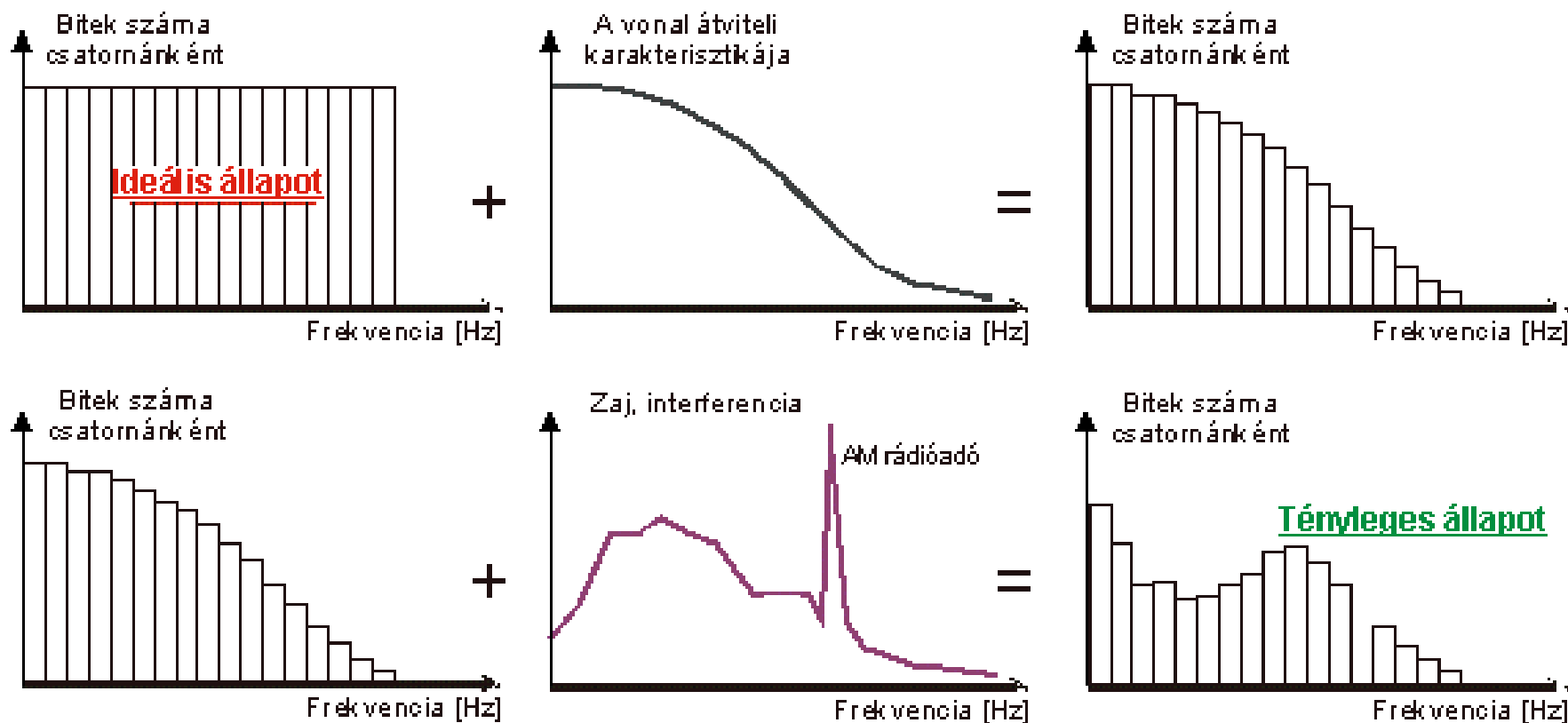
► De ez csak tájékoztató jellegű

- Analóg/ISDN tel. előfizetés esetén más
 - *de mindkettő lehetséges!!*
- van, hogy az adat fel/le átlapolódik
- függ a zajtól is

ADSL moduláció

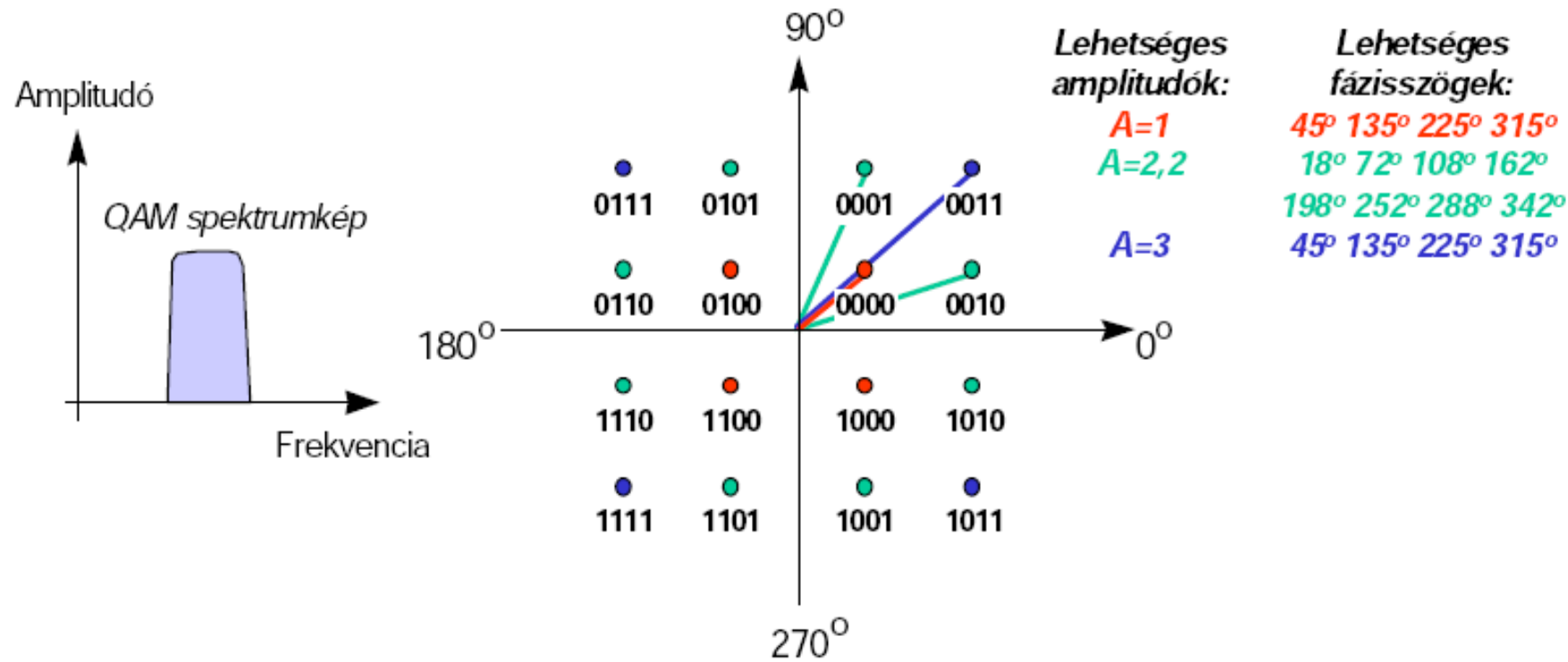
- ▶ DMT - Discrete Multitone Modulation
- ▶ Az átvitelre használt frekvenciasávot több, egymás utáni kis sávszélességű csatornára osztjuk (4 kHz), és azokban külön-külön viszünk át hasznos információt:
 - ▶ 1,1 MHz-es frekvenciatartomány
 - ▶ 256 csatorna, egyenként 4,3125 kHz
 - ▶ 0. csatorna - POTS (hang)
 - ▶ 1-5. csatorna - védősáv (üres)
 - ▶ A hang és adatátvitel közötti interferenciák elkerülésére
 - ▶ a maradék 250 csatornából 1 az upstream, 1 a downstream jelzése
 - ▶ a többi a felhasználói forgalomé
 - ▶ ha rossz az átvitel egy adott csatornán, akkor azt nem használják
- ▶ Az átviteli sebesség függ:
 - ▶ a vonal átviteli karakterisztikája
 - ▶ a vonalon lévő zajoktól és zavaroktól (külső zavarok és áthallásból származó zajok)

DMT moduláció



- A modemek ezek figyelembevételével állítják be a csatornánként elérhető átviteli sebességet: minden csatornánál lemérik a jel/zaj viszonyt, ehhez igazodva ún. QAM-modulációval (Kvadratúra amplitúdó moduláció) különböző számú bitet visznek át.

QAM moduláció



- A megoldás nagy előnye, hogy nagymértékben képes alkalmazkodni az átviteli közeg paramétereire és ez által képes a teljesítménysűrűség-spektrumot a zavaró forrásoktól elkülöníteni.
- Az egyes csatornáknak külön-külön QAM-modulációval viszik át az egyes biteket.

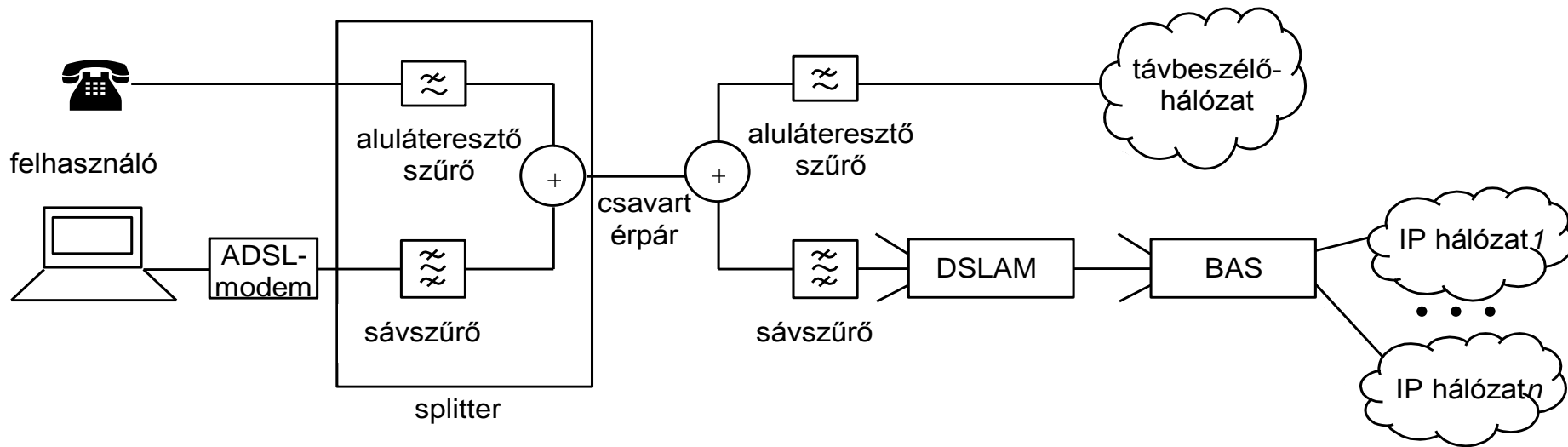
Vonali jellemzők:

- ▶ Csillapítás (attenuation): ez azt mutatja, hogy mennyit gyengül a jel, mire elér tőlünk a központhoz, illetve a központtól hozzánk. A fel és letöltési irányban is mérik ezt az értéket. Általában szoros kapcsolatban áll azzal, hogy milyen messze vagyunk a központtól (milyen hosszú a telefon vezeték a lakásunk és a központ között). Minél messzebb vagyunk, a csillapítás annál nagyobb, és annál kisebb lesz az elérhető sebesség.
- ▶ Jel-zaj-arány (Signal-to-Noise-Ration, SNR): Megmutatja, hogy adott vivőn lévő zajból mennyire "emelkedik ki" a hasznos jel. Az egyik legfontosabb érték. Minél nagyobb, annál nagyobb a hasznos jel erőssége a zajhoz képest annál nagyobb sebességeket lehet elérni, illetve annál stabilabb lesz a vonal.

Mi befolyásolja a vonal minőségét?

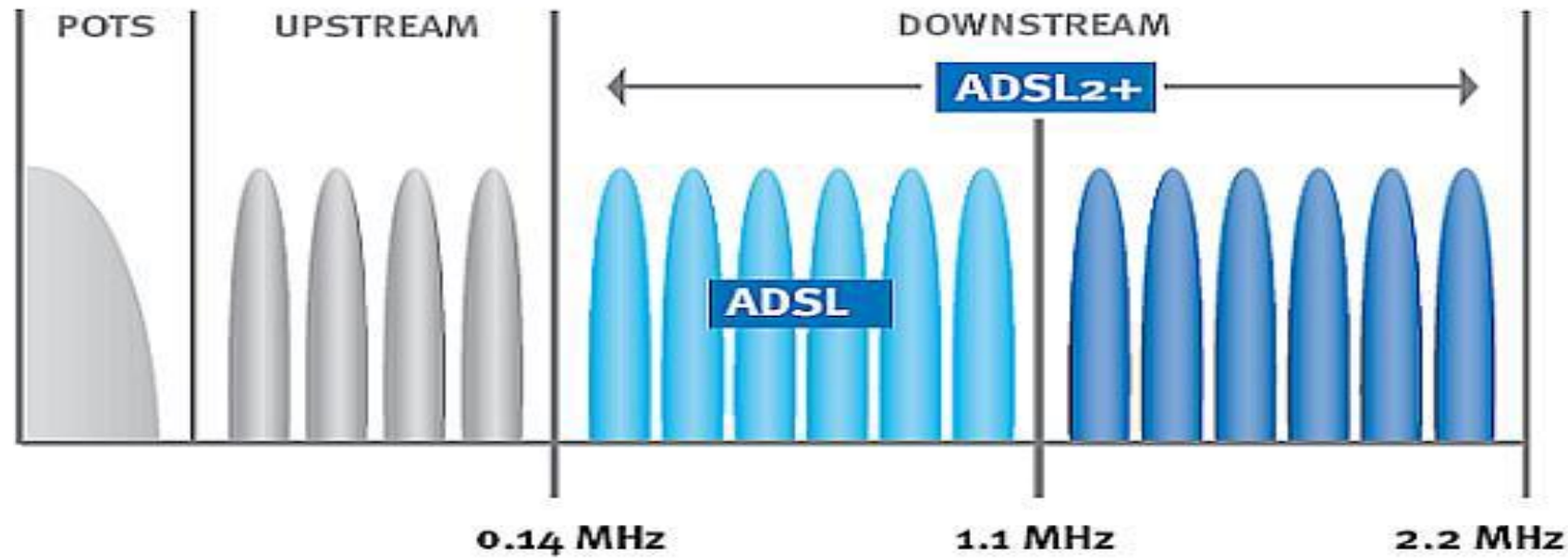
- ▶ **Távolság:** minél nagyobb, annál nagyobb lesz a csillapítás, és annál kisebb az elérhető sávszélesség. Nem árt tudni, hogy a távolság(csillapítás) növekedése eltérően hat a különböző vivőkre: a magasabb tartományban lévő vivők sínylik meg jobban a nagyobb csillapítást
- ▶ **Kötések minősége:** akár lakáson belül, akár a lakás és a telefonközpont között, a kötések minősége nagyban befolyásolja az elérhető sávszélességet. A régi, eloxidált kötéseken megnő a csillapítás, ami csökkenti az elérhető sebességet. Átlagosan minden kötésen (ide értve a lakásban lévő elosztókat, toldásokat stb) 0,5dB-t csökken a jel erőssége. (3dB csökkenés a jel erősségének feleződését jelenti)
- ▶ **Zaj:** ha a telefonkábelünk erősáramú kábel közelében halad, ott számítani lehet zajbeszivárgásra.
- ▶ **Áthallás:** a telefonvonalak egy viszonylag hosszú szakaszon törzskábelben utaznak, amiben a környéken lakók számától függően akár 4-800 érpár is található. Minél többen használnak ADSL-t egy adott törzskábelben, annál nagyobb lesz az áthallás a vonalak között. Az áthallás zajként jelentkezik, ami az SNR érték, és végső soron az elérhető sebesség csökkenéséhez vezet.

ADSL topológia:



- ▶ DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer, digitális előfizetői vonal hozzáférési nyáláboló): modem ellenpárja, ATM szinten nyálábol is
- ▶ BAS (Broadband Access Server): bejelentkezések kezelése, ATM - IP átjáró
- ▶ Adatátviteli útból a beszédkodek kihagyva (analóg: tel. központ; ISDN: végberendezés)

ADSL2



ADSL & ADSL2+ frekvencia kiosztás

- ▶ A letöltési frekvencia sáv a duplájára nőtt (1,1MHz-ről 2,2MHz-re)
- ▶ - A maximális letöltési sebesség 8Mbit/s-ról 24Mbit/s-ra nőtt
- ▶ - A maximális feltöltési sebesség ~800kbit/s-ról 1,5Mbit/s-ra nőtt

ADSL2/2+

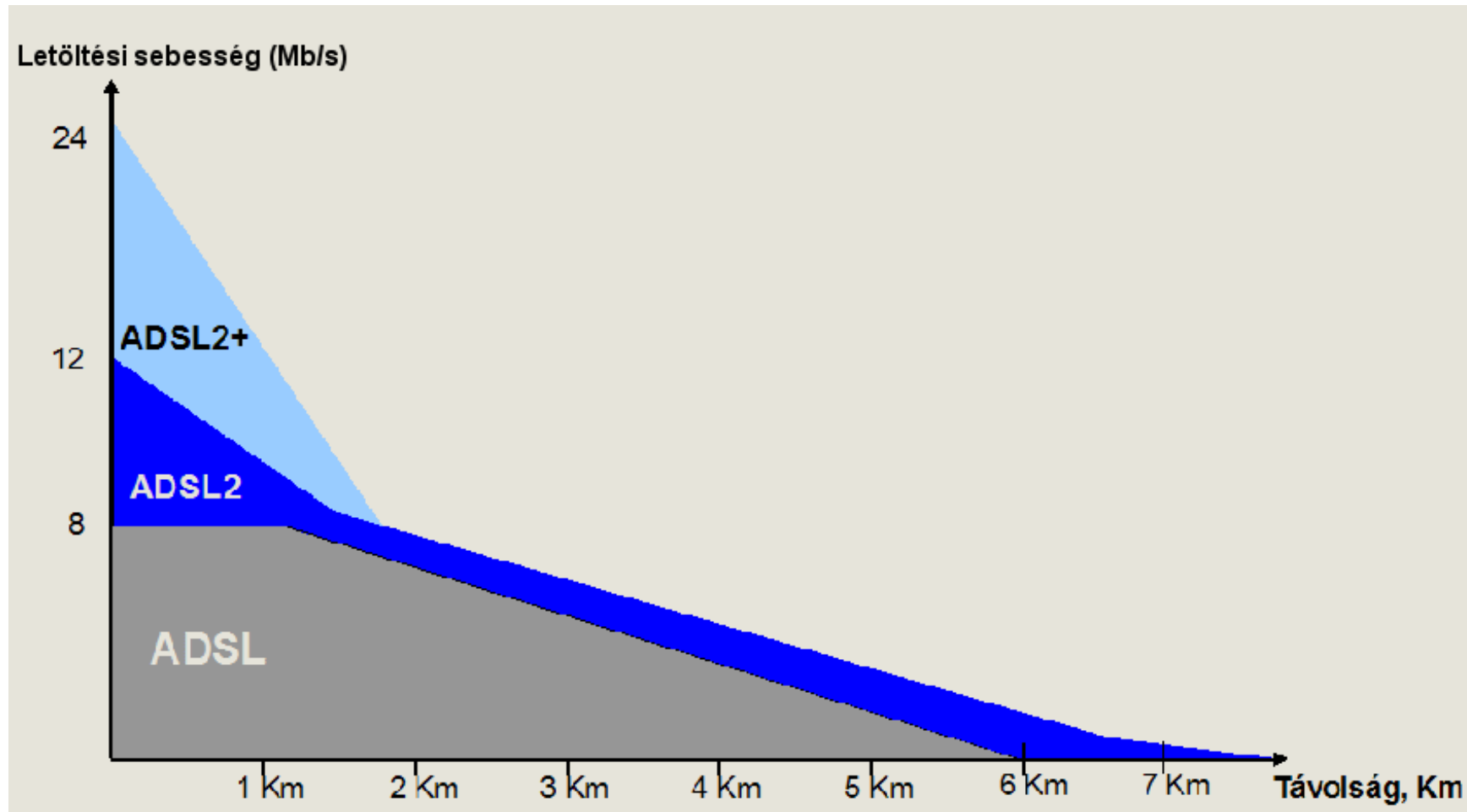
▶ ADSL2 (G.992.3)

- ▶ jobb modulációs hatékonyság, letöltés max. 8-12 Mb/s
- ▶ kb. 200 m-rel nagyobb hatótáv
- ▶ átmenetileg a beszédcsatornát is használhatja
- ▶ energiatakarékos üzem: figyelni, hogy van-e forgalom

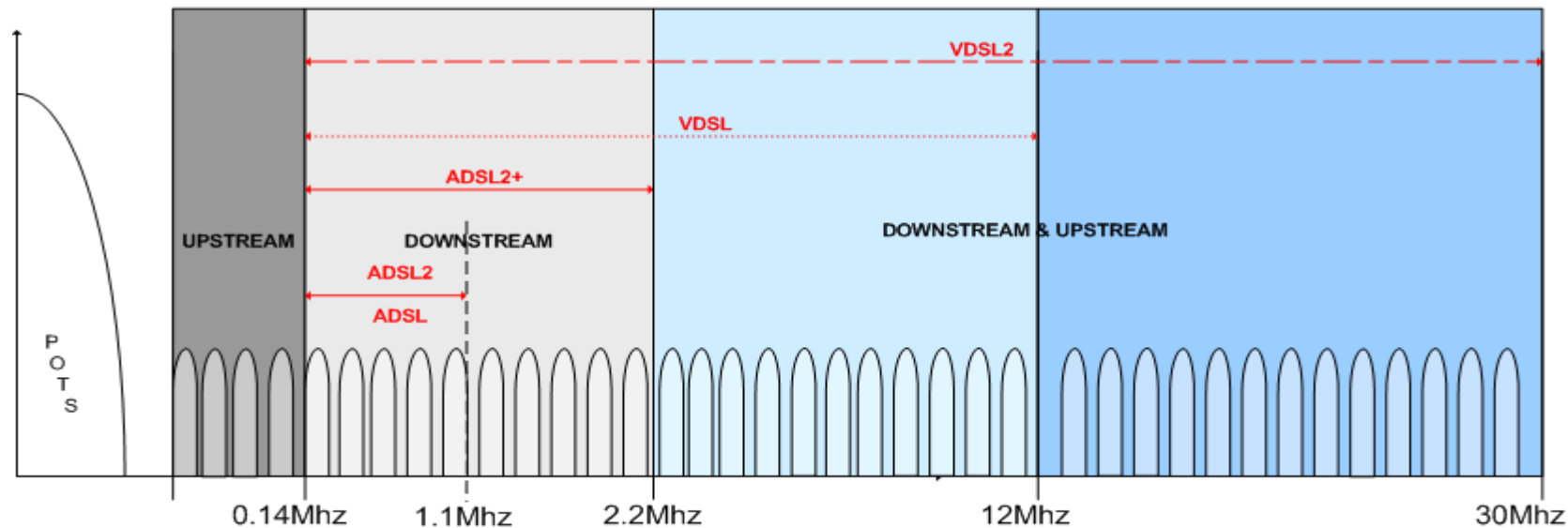
▶ ADSL2+ (G.992.5)

- ▶ a max. frekvencia 2,2 MHz-re bővül
- ▶ a hangátvitelre, illetve az adatfeltöltésre használt frekvenciák nem változnak
- ▶ a maximális letöltési sávszélesség 16-20 Mb/s-ra nő
- ▶ 1,5 km-es távolságon belül

ADSL technológiák összehasonlítása



VDSL, VDSL2



ADSL, ADSL2+, VDSL, VDSL2 frekvencia kiosztás

- ▶ A letöltési frekvencia sáv 30MHz-re nőtt.
- ▶ A maximális átviteli sebesség 100Mbit/s-ra nőtt
- ▶ Képes a szimmetrikus működésre is (maximum 100Mbit/s)
- ▶ Szabvány szerint több modulációs eljárást is támogat: QAM, DMT, FDM.
- ▶ 300-1500 m távolság
- ▶ A VDSL2 aszimmetrikus módban maximum 250Mbit/s-ot tud letöltési irányban

<u>Típus</u>	<u>Eredeti teljes név</u>	<u>Kódolás/Tech.</u>	<u>Elérés /Sebesség/ Távolság</u>	<u>Alkalmazások</u>
ADSL	Asymmetrical DSL	DMT kódolás (Diszkrét több vivős - 4kHz-es csatornák)	Aszimmetrikus Lefelé: 1,5 – 8 Mbit/s Felfelé: 16 – 640 kbit/s 1. Mbit/s.....4800m 6 Mbit/s.....3600m 8 Mbit/s.....2700m	Gyors Internet elérés távoli LAN elérés, VoD, multimédiás Alkalmazások
ADSL2	Very high bit rate DSL	=ADSL / szigorubb feltételek, rövidebb távolság.	Aszimmetrikus Lefelé: 13-52 Mbit/s Felfelé: 1,6-2,3 Mbit/s Max: 16 Mbit/s	Ugyanaz, mint az ADSL+HDTV
VDSL	Very high bit rate DSL	=ADSL / szigorubb feltételek, rövidebb távolság.	Aszimmetrikus Lefelé: 13-52 Mbit/s Felfelé: 1,6-2,3 Mbit/s 13 Mbit/s.....1350m 26 Mbit/s..... 900m 52 Mbit/s.....300m	Ugyanaz, mint az ADSL+HDTV

Triple Play

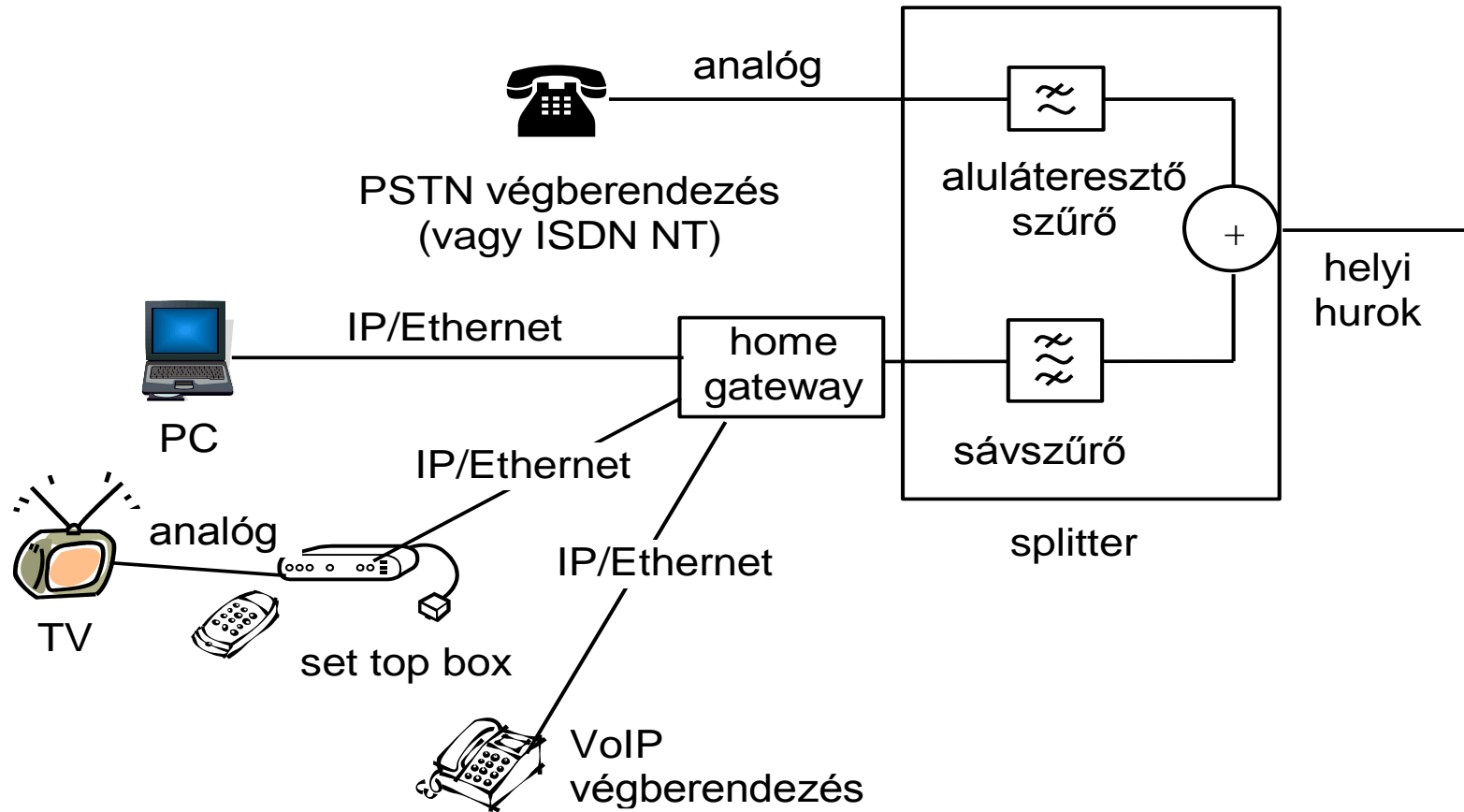
▶ Triple Play

- ▶ marketing elnevezés egy IP szolgáltatásra mely magába foglalja a következő három szolgáltatást:
 - ▶ Internet
 - ▶ 5 Mb/s a cél legalább
 - ▶ Televízió
 - ▶ jellemzően legalább 3 TV csatorna egyidejű vétele háztartásonként
 - ▶ Telefónia
 - ▶ Voice over IP (VoIP)
- ▶ Inkább egy üzleti modell, mintsem egy technológiai szabvány

▶ Quad(ruple) Play

- ▶ Ugyanez a három szolgáltatás, de vezeték nélküli közegen keresztül is

Triple play ADSL-en



- ▶ hang, videó prioritást élvez az adatforgalom felett
- ▶ pl. külön-külön ATM VC mindhárom