



Hálózati Technológiák és Alkalmazások

Vida Rolland, BME TMIT

2021. szeptember 13.



Miért DSL?



- Telefon ipar (dial up) – 56 Kbps
 - Más technológiák, más szolgáltatók – jóval nagyobb sebességek
 - Lépni kellett az internetezők megtartása érdekében
- Megjelenik a „szélessávú” (broadband) hozzáférés
 - Inkább reklám mint technológiai tartalom
 - Nem egyértelmű mit értünk szélessávon
- xDSL – különféle DSL változatok
 - Digital Subscriber Line

Mitől gyors a DSL?



- **Miért lassú a dial-up?**
 - A telefonhálózatot beszédátvitelre optimalizálták
 - A helyi központban egy sávszűrő
 - Csak a 4 KHz-es beszédsáv marad
 - Az adatok is ezt a sávot használhatják csak
- Az **xDSL** előfizető vonalát egy olyan kapcsolóra kötik át, amelyen **nincs szűrő**
 - Kihasználhatóvá válik az előfizetői hurok teljes kapacitása
 - Függ a hurok hosszától, a kábelköteg vastagságától, és a minőségétől
 - Optimális viszonyok: új vezetékek, vékony kötegek, rövid hurok
- Ha nagy sebességet akarunk, sok helyi központot kell telepíteni
 - Ha valaki túl messze lakik, költözzön közelebb?
 - Minél alacsonyabb a sebesség, annál nagyobb a hatótávolság – több lehetséges előfizető
 - Minél alacsonyabb a sebesség, annál kevesebb érdeklődő, olcsón tudom csak eladni

ADSL



- ITU-T G.992.1 szabvány (1999)
- Asymmetric DSL – több downstream mint upstream csatorna
 - a webes böngészés igényeire szabott technológia
 - maximális letöltési sebesség 8 Mbit/s
 - általában 512 Kbit/s – 1 Mbit/s
 - maximális feltöltési sebesség 1 Mbit/s
 - általában 64 Kbit/s – 256 Kbit/s
- A helyi központtól max. 3 km-es távolságig

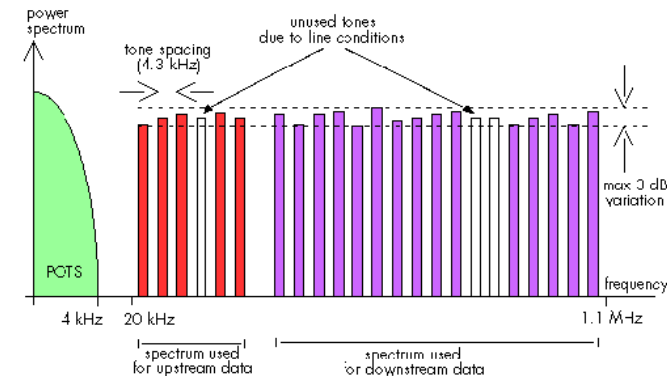
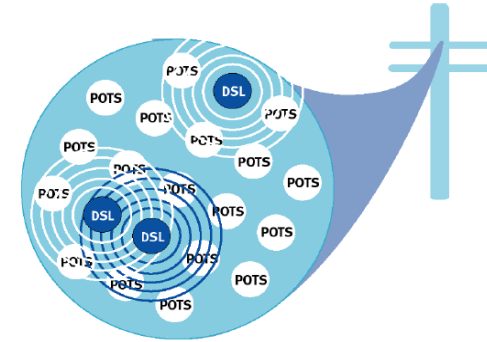


- 1.1 MHz-es frekvenciatartomány
- 256 csatorna, egyenként 4.3125kHz
 - 0 csatorna – POTS (hang)
 - 1-5 csatorna – biztonsági sáv (üres)
 - A hang és adatátvitel közötti interferenciák elkerülésére
 - a maradék 250 csatornából 1 az upstream, 1 a downstream jelzése
 - a többi a felhasználói forgalomé
- Frekvenciák felosztása ADSL-nél
 - 0-4 kHz – hang
 - 4-25 kHz – biztonsági sáv
 - 25-160 kHz – upstream sáv
 - 200 kHz - 1.1 MHz – downstream sáv

ADSL



- Átvitel minden csatornán, párhuzamosan, az átviteli paraméterek függvényében
 - Csillapítás a magasabb frekvenciákon
 - Interferenciák
 - Áthallás (crosstalk) a kábelkötegben
- **A kapcsolat felépítésénél tesztel minden csatornát**
 - A jel/zaj viszony alapján több/kevesebb bit/csatorna
 - Esetleg más moduláció (x-QAM)
 - Ha túl zajos a csatorna, nem küldünk rajta



ADSL architektúra



A szolgáltatónál

■ POTS Splitter

- Frekvenciaosztó a beszédjel és az adatok szétválasztására
 - A beszéd a hagyományos POTS switch-hez irányítva
 - A 25 KHz feletti rész a DSLAM-hoz

■ DSLAM – DSL Access Multiplexer

- AD / DA átalakító
- Több előfizető adatforgalmát multiplexeli egy közös nagysebességű digitális kommunikációs csatornára

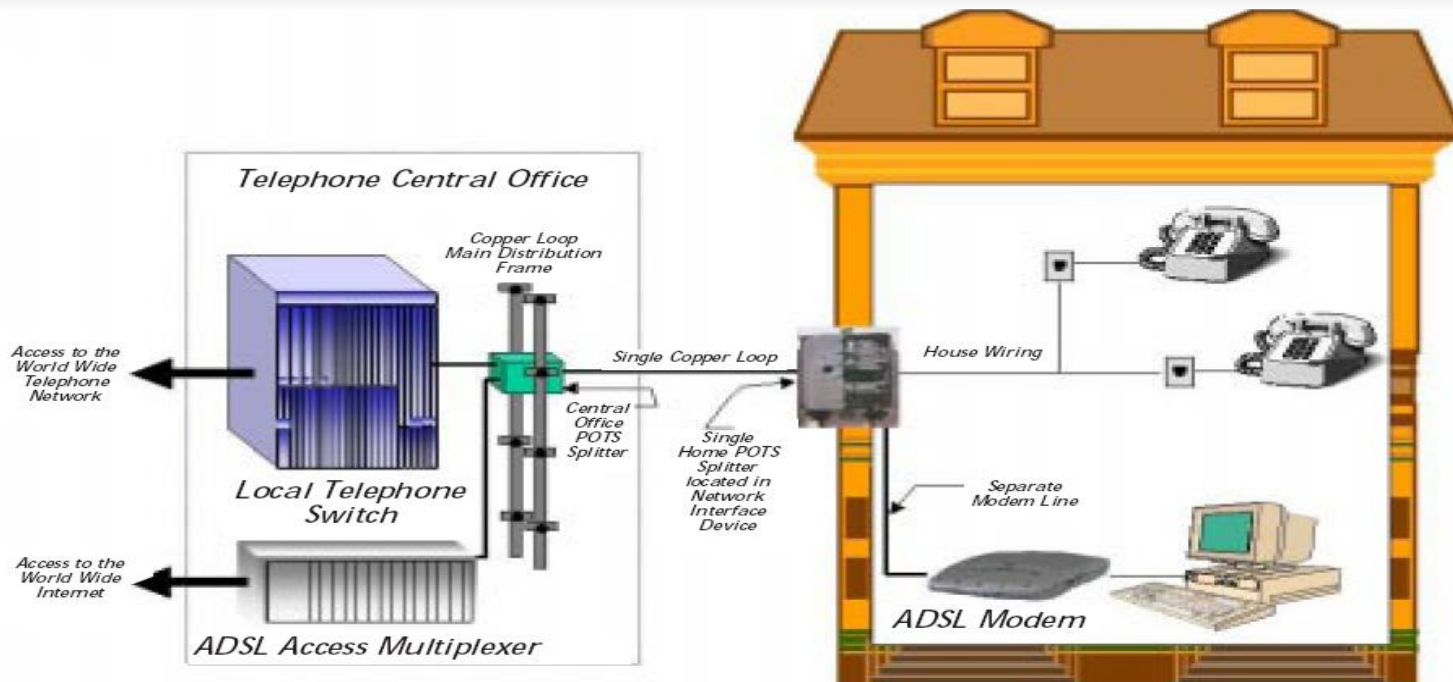
■ BRAS – Broadband Remote Access Server

- Csatlakoztatja a DSLAM-okat egy internetszolgáltató hálózatához

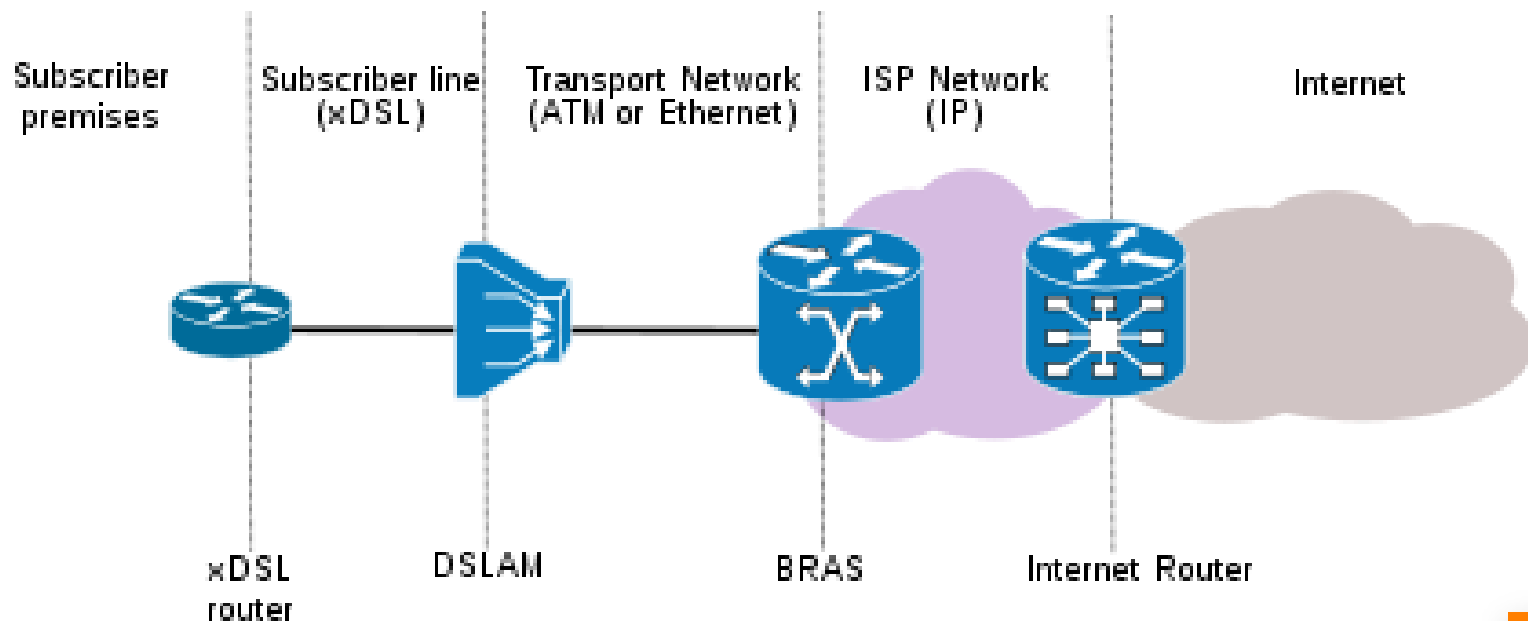
Az előfizetőnél

- POTS Splitter
- **ADSL modem**
 - Digitális jelfeldolgozó (DSP)
- Nagysebességű (Ethernet) összeköttetés a PC-vel

ADSL architektúra



ADSL architektúra



ADSL2

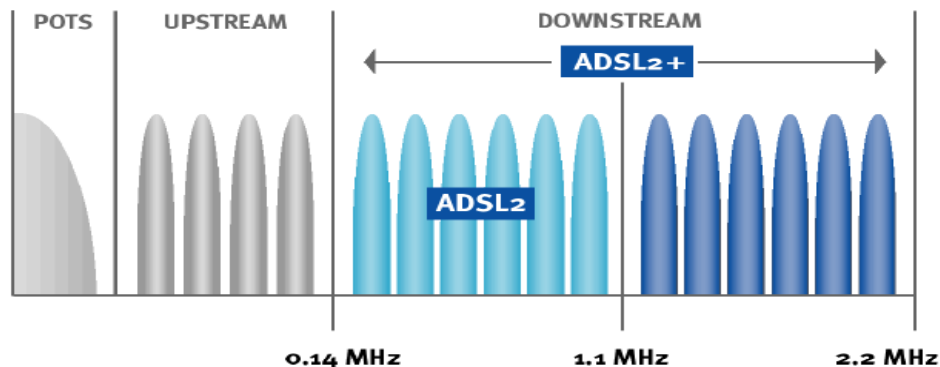


- ITU-T G.992.3 szabvány (2002)
- A hagyományos ADSL technológiát bővíti ki
 - A maximális adatátviteli sebesség 12 Mbit/s-ra nő
 - Az elérhetőségi távolság kb. 500 méterrel bővül
 - A hosszú vezetékeken tapasztalható interferenciák kiszűrésével
- Az ADSL2 átmenetileg átválthat „teljes digitális” módba
 - átadja a hangátvitelre elkülönített csatornákat is az adatátvitel számára
- Automatikus átviteli sebesség adaptáció
 - **Seamless Rate Adaptation (SRA)**
 - Menet közben tud változtatni a csatornákon, kiiktatja a zajosakat
 - Az ADSL-nél ez csak a kapcsolat megszakításával működött

ADSL 2+



- ITU-T G.992.5 szabvány (2003)
- Növeli a sávszélességet a használható frekvenciatartomány bővítésével
 - a hangátvitelre, illetve az adatfeltöltésre használt frekvenciák nem változnak
 - a letöltési csatorna maximális frekvenciája 1.1 MHz-ről 2.2 MHz-re bővül.
 - A maximális letöltési sávszélesség 8Mbit/s-ról 16 Mbit/s-ra nő
 - 1.5 km-es távolságon belül.



2021. 09. 13.



- **Symmetric High-speed DSL**
 - ITU-T G.991.2 (2001)
- 2.3 Mbit/s maximális átviteli sebesség mindkét irányban
 - A sebesség 3 km-es körzetben biztosítható
 - e távolságon felül az átviteli paraméterek fokozatosan gyengülnek

Üzleti SDSL alkalmazások



■ Web hosting

- Olyan alkalmazások ahol a felhasználó egy web server-t üzemeltet egy DSL kapcsolaton keresztül
- Nagy upstream sávszélességet igényel

■ Videokonferencia

- Egy videokonferencia szolgáltatás adat, text, hang és videó csomagok átvitelére épül
- Mivel egy kétirányú szolgáltatás, egy szimmetrikus DSL kapcsolat (SDSL) jobban megfelel

■ VPN (Virtual Private Network) szolgáltatások

- Magánhálózat a publikus telekommunikációs infrastruktúra felett
- Az adatforgalom biztonsága (privacy) alagutazással és kódolással garantálva
- VPN kapcsolatok SDSL felett egy cégcsoport irodáinak összekötésére, ott ahol egy optikai kábeles megoldás nem elérhető, vagy túl drága

■ Remote LAN Access

- Távmunka (teleworking) vagy SOHO (Small Office Home Office) esetén a vállalati hálózat elérésére

Otthoni SDSL alkalmazások



■ Internet Gaming

- Egy otthoni felhasználó egy game szerver vagy más otthoni felhasználók ellen játszik
- Nagyon fontos a jó minőségű (upstream) kapcsolat

■ Residential Gateway Access

- Egy olyan CPE (Customer Premises Equipment) melyen keresztül több otthoni szolgáltatás is elérhető (Internet hozzáférés, otthoni videofelügyelet, intelligens otthon)

■ Peer-to-peer alkalmazások

- Fájlcseré, alkalmazás rétegbeli multicast
- Szimmetrikus kapcsolat előnyt jelent a letöltési sebességnél
 - BitTorrent - Ha te is tudsz feltölteni másoknak, hasznos peer leszel, jobb lesz a letöltésed

VDSL

- **HDSL (*High bit-rate DSL*)** – ITU-T G.991.1 (1998)
- **VDSL (*Very-high-data-rate DSL*)** - ITU-T G.993.1 (2004)
- Lényegesen nagyobb sebességű adatátvitel kis távolságokon
 - 52 Mbit/s downstream, 16 Mbit/s upstream
 - Lehet szimmetrikus is (26-26 Mbit/s)
 - 12 MHz sávszélesség
 - Max. 1 km hatótávolság
 - Inkább 300 méter
- Leginkább optikai hálózatok épületeken belüli kiterjesztésére javasolják, mintsem vidéki szétszórt felhasználócsoportok szélessávú bekötésére
 - Az optikai kábelek épületeken belüli telepítése a számos hajlítás szükségessége miatt nehezebb
 - A sodrott érpárt használó VDSL vonalak jó kiegészítést jelentenek

VDSL2



VDSL2 = VDSL sebesség ADSL/2+ hatótávolsággal

Triple Play

- Marketing kifejezés 3 párhuzamos IP alapú szolgáltatásra
 - internet
 - TV - Video on Demand (VoD) vagy Live Streaming
 - Telefon - Voice over IP (VoIP)
- Inkább egy üzleti modell, mint egy technológiai szabvány

VDSL2

- ITU-T G.993.2 (2006)
 - 100 Mbit/s downstream és upstream
 - 30 MHz-es frekvenciatartomány
 - 3 km-es hatótávolság
 - A nagy sebesség és a nagy hatótávolság egyszerre nem teljesíthető
- 8 meghatározott profil, különböző szolgáltatási szinteknek
 - Más és más sávszélesség igény régióként
- ADSL kompatibilis (a VDSL nem az)
 - Könnyen telepíthető, vonzó technológia a szolgáltatók részére

ADSL kompatibilitás



1. fázis:
Nagy, létező
ADSL/2+ bázis



2. fázis:
DSLAM upgrade
CPE-k változatlanok
(Customer Premises Equipment)



3. fázis:
Szelektív upgrade
a CPE-k oldalán a
választott szolgáltatástól
függően

VDSL2 QoS

Alkalmazás	Érzékenység a késleltetésre	Érzékenység a csomagvesztésre
Adat	/	Igen
Video	Nem	Igen
Hang	Igen	Nem
Gaming	Igen	Igen

- A VDSL-ben nincs QoS (Quality of Service) támogatás
 - A VDSL2-ben van
 - Szükséges a triple-play szolgáltatásokhoz
- Az alkalmazásoknak különböző igényeik vannak
 - Voice
 - Késleltetés – max. 150ms end-to-end
 - BER (bit error rate) – 10^{-5} és 10^{-2} között, a kodektól függően
 - Video
 - Késleltetés – másodpercek! VoD vagy live streaming esetén
 - Csatornaváltás, pufferelés
 - BER – 10^{-7} -től (videotelefon) 10^{-13} –ig (HDTV)
 - High Definition Television

VDSL2 QoS

- Különböző forgalom típusok
 - Voice
 - Kis csomagok (100-400 byte/csomag)
 - Konstans sebességgel generálva
 - Video
 - Nagy csomagok
 - Változó sebességgel generálva (börsztös forgalom)
- „dual path - dual latency” támogatás a VDSL2-ben
 - Forgalom típusonként dedikált sáv szélesség
 - A börsztös videó nem zavarja a voice forgalmat

G.fast

- A legújabb DSL szabvány (2014)
 - Előbb 106 MHz-es, majd 212 MHz-es frekvenciatartomány
 - 150 Mbit/s-től 1 Gbit/s-ig
 - Néhány száz méter, FTTB kiegészítésre
- A korábbi xDSL szabványoktól eltérően nem FDD-t hanem **TDD**-t használ az upstream és downstream szétválasztásra
 - 90/10 és 50/50-es profilok kötelezőek
 - Mivel a TDD nem egy folyamatos üzemmód, akár hosszabb időre is kikapcsolhatunk egy adót és egy vevőt
 - Ha nincs küldendő adat, lehet energiát spórolni
- Fast Rate Adaptation – 1 ms alatt képes újrakonfigurálni a csatornákat

Más DSL megoldások

- HDSL (*High bit-rate DSL*)
- IDSL (*ISDN DSL*)
- MSDSL (*Multirate Symmetric DSL*)
- RADSL (*Rate-Adaptive DSL*)

- Nem terjedtek el igazán