

### 1) Mi az elméleti és a gyakorlati maximuma az átviteli sebességnek dial-up esetén? Miért?

A PCM kódolás után egy 64 Kbps csatornán megy a jel, ez a felső határ. A legtöbb rendszerben 1bitet byte-onként jelzésre használunk. Az A/D és D/A átalakítások okozta pontatlanságból fakadó kvantálási zaj miatt gyakorlatilag 33,6 Kbps a határ. (Az 56Kbps-os csatlakozásoknál csak a downstream ekkora)

### 2) Miért gyorsabb az xDSL, mint a dial-up?

A dial-up esetén a telefonhálózatot beszédátvitelre optimalizálták. A helyi központban csatlakozik a hálózatra egy sávszűrő, és csak a 4 kHz-es beszédsáv marad. Az adatok is csak ezt a sávot használhatják. Ezzel szemben az xDSL (DSL – digital subscriber line) előfizetői vonalát egy olyan kapcsolóra kötik rá, amelyen nincsen szűrő, így kihasználhatóvá válik az előfizetői hurok teljes kapacitása, amelyet befolyásol a vezeték hossza, vastagsága és minősége. A nagy sebesség elérése érdekében sok helyi központot kell telepíteni. Mivel a nagy sebesség kell az érdeklődés miatt, viszont a hatótávolság a sebesség növekedtével csökken, ezért mini központokat alakítottak ki a házakhoz közel. (Repeater és erősítők)

### 3) Frekvencia kiosztás ADSL G.dmt-ben!

0-4 kHz - hang

4-25 kHz - biztonsági sáv

25-160 kHz - upstream sáv

200-1,1 MHz - downstream sáv

Az ADSL-nél: POTS Splitter a szolgáltatónál a beszéd és adat szétválasztására, így a 26kHz feletti részeket a DSLAM-hoz (DSL Access Multiplexer) irányítja, amely a bitfolyamot csomagokra bontja és az internetszolgáltató hálózatába továbbküldi. Az előfizetőnél: POTS Splitter, modem (DSP), PC-vel való összeköttetés (Ethernet,USB...).

### 4) Mik a javulások az ADSL2-ben?

Az ADSL2 a hagyományos ADSL technológiát bővíti ki:

- Az adatátviteli sebesség 8-12 Mbit/s-ra nő
- Az elérhetőségi távolság kb. 500 m-re bővül az interferenciák kiszűrése miatt
- Energiatakarékosabb, mert különbséget tesz az adatátvitel és az ideiglenes átvitelmentes időszakok kezelése között
- Az ADSL2 rendszerek átválthatnak teljes digitális módba, ugyanis átadják a hangátvitelre elkülönített csatornákat az adatátvitel számára

### 5) Mi a Seamless Rate Adaptation?

Automatikus átviteli sebesség adaptáció:

- egy kötegben 20-25 sodrott érpár
- áthallás van a szomszédos érpárok között, de ezt az ADSL2 már kijavítja, és nem az egész kapcsolatot bontja meg, mint az az ADSL-ben lehetséges, hanem csak azt a csatornát iktatja ki, amelyiken túl nagy a crosstalk okozta zaj
- az adó és a vevő megbeszélnek egymással, melyik csatornákat használják

### 6) Mik a javulások az ADSL2+-ban?

Növeli a sáv szélességet a használható frekvenciatartomány bővítése által:

- a hangátvitelre, illetve adatfeltöltésre használt frekvenciák nem változnak
- a letöltési frekvencia maximális frekvenciája 1,1 MHz-ről 2,2 MHz-re bővül, ezáltal a maximális letöltési sáv szélesség 8 Mbit/s-ról 16 Mbit/s-ra nő

## SHDSL

2.3Mbps-os sebesség mindkét irányban, amely egy második sodrott érpár hozzáadásával 4.6-ra növelhető. 3km-en belül biztosítható. Az alacsonyabb frekvenciák használata kizárja a hagyományos hangátvitelt. (webserver üzemeltetése DSL kapcsolattal, videokonferencia, VPN, távmunka)

### 7) Miért gyors a VDSL? Milyen körülmények között használják?

Very-high-data-rate DSL.

- Lényegesen nagyobb sebességű adatátvitel kis távolságokon
  - 52 Mbit/s downstream, 16 Mbit/s upstream
  - 12 MHz sávszélesség
  - max 1 km. hatótávolság, de 300 m inkább

Leginkább optikai hálózatok épületen belüli kiterjesztésénél használják, mert az optikai kábelek épületen belüli telepítése a hajlítások miatt nem ajánlott.

### 8) Mik az előnyei a VDSL2-nek?

VDSL2 = VDSL sebesség ADSL2+ hatótávolsággal

- A nagy sebesség (100 Mbit/s downstream és upstream) és a viszonylag nagy hatótávolság (3 km) egyszerre teljesül. (30MHz-es sávszélességgel)
- 8 meghatározott profil, különböző szolgáltatási szinteken: más és más sávszélesség igény regionként
- ADSL kompatibilis (míg a VDSL nem), könnyen telepíthető

### 9) Milyen szükséges módosításokat hajtottak végre a kábel TV-nél, hogy támogassa a szélessávú internet hozzáférést?

KábelTV: jobb vétel ott, ahol az antennák nem nyújtottak megfelelő minőséget. Dombtetőre antenna, és a felhasználóhoz egyirányú adatátvitel koaxon (CATV, közösségi antennás televízió).

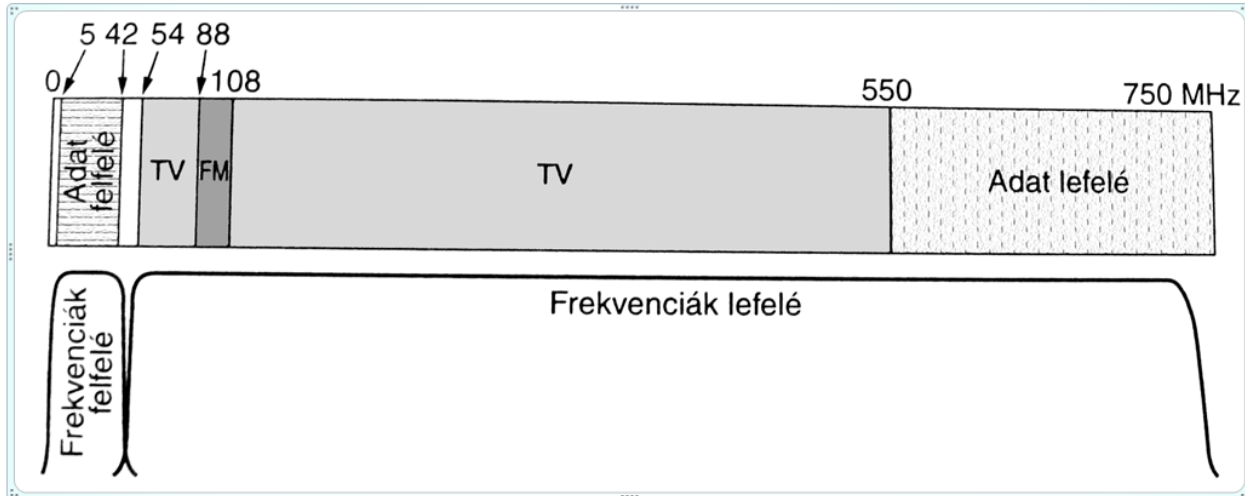
- Hálózatátalakításra volt szükség:
  - Az egyirányú erősítőket kétirányú erősítőre kellett cserélni
  - Fejállomást kellett fejleszteni: buta erősítőtől egy intelligens digitális számítógéprendszerre kellett csinálni, mely nagysebességű optikai szálakat csatlakoztat egy internet szolgáltató (ISP) hálózatához
- Mivel a koax kábel osztott közeg, ezért több darabra kellett osztani egy hosszú kábelt:
  - Minden szakaszt közvetlenül egy fiber-node-hoz kötünk
  - A fejállomás és a fiber-node-ok között a sávszél lényegében végtelen
  - Tv-nél mindegy volt h 10-en, vagy 10.000-en nézik, netnél nem, mert ha valaki letölt akkor a többinek nem marad sávszél.

### 10) Milyen a spektrumkiosztás a kábel TV hálózaton?

Nem lehet kizárólag netezésre használni a kábelt, több TV előfizető van még, a kábelen kötelező TV-t sugározni, így fel kell osztani TV és internet között a sávot.

- USA, Kanada
  - FM rádió: 88 – 108 MHz
  - kábeltévé-csatornák: 54 – 550 MHz
  - 6 MHz széles csatornák, védősávval együtt
    - NTSC - National Television System Committee
    - Felbontás: 720 x 480, 29.97 fps
- Európa
  - TV sávok alsó határa 65 MHz

- 6-8 MHz széles csatornák
  - PAL és SECAM rendszerek nagyobb felbontási képessége miatt
    - PAL - Phase Alternating Line
    - SECAM - Système Electronique Couleur Avec Mémoire
    - Felbontás: 768 x 576, 25 fps
- A sáv alsó részét nem használják
- Modern kábelek 550 MHz felett is működnek, gyakran 750-800 Mhz felett is
  - Megoldás: feltöltés 5 – 42 MHz között (Európában 5 - 65 MHz) A spektrum felső végén lévő frekvenciák a letöltéshez



### 11) Miért asszimétrikus a kábel TV hozzáférési megoldás?

A TV és a rádió is mind lefele halad a fejállomástól a felhasználó felé. Felfele olyan erősítők, melyek az 5-42 MHz-es tartományban működnek, lefele az 54 MHz feletti tartományban működő erősítők. Azért asszimétrikus a rendszer, mert nagyobb a downstream, mint az upstream, de ezt itt a leírt műszaki korlátok befolyásokják, nem úgy, mint az ADSL-nél.

### 12) Mit jelent a "ranging" kábel hálózaton, és miért van szükség rá?

A ranging távolbecslést jelent. Hasonlít a ping-re. A modem ezzel méri meg, milyen távol van a fejállomás. Az időzítések miatt van rá szükség.

### 13) Hogyan kezeli az upstream állítást a kábel hálózat?

Versenyhelyzetes feltöltés:

- A modem megméri milyen távolságban van a fejállomás
- A feltöltési csatornát az időben miniszeletekre bontják (minislot)
  - Minden felfele haladó csomag egy vagy több minislot-ban
    - A minislot-ok hossza használatonként más és más
    - Tipikusan 8 byte felhasználói adat egy minislot-ban
- A fejállomás rendszeresen bejelenti mikor új minislot-csoport kezdődik
- Ha a modem csomagot akar küldeni, szükséges számú minislot-ot igényel

Letöltésnél csak küldő van a fejállomás, így nem kell minislot, versenyhelyzet sincs.

### 14) Hogyan alakultak ki a DOCSIS standardok?

- A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modem-je volt, melyet egy technikus telepített
  - Nyílt szabvány kellett

- Versenyhelyezethez vezet a modemek piacán
- Csökkennek az árak
- Ösztönzi a szolgáltatás terjedését
- Ha a felhasználó telepíti a modemet, nem kell kiszállási költség
- CableLabs
  - A legnagyobb kábelszolgáltatók szövetsége
  - DOCSIS szabvány
    - Data Over Cable Service Interface Specification
    - EuroDOCSIS – európai változat
  - Sokan nem örültek neki
    - Nem tudták tovább drágán bérbe adni modemjeiket a kiszolgáltatott előfizetőknek

### 15) Mi a Local Loop Unbundling, és mit tud nyújtani?

- Az infrastruktúrával rendelkező szolgáltatókat kényszerítik, hogy biztosítsák más potenciális szolgáltatók részére a szabad hozzáférést a saját hálózataikhoz
  - legfőképpen a helyi előfizetői hurokhoz való hozzáférés
  - korrekt, non-diszkriminatív alapon és elérhető áron
- Többféle megoldás
  - *a helyi hurok teljes átengedése*
    - a konkurens szolgáltató teljes mértékben rendelkezik a vezetékkel, úgy a hangátvitelt mint az adatátvitelt tekintve
  - *a helyi hurok megosztása*
    - a konkurens szolgáltató vagy a helyi hurok hangátvitelt biztosító részével, vagy az adatátvitelt biztosító résszel rendelkezik
  - *bitfolyam alapú hozzáférés*
    - az incumbent szolgáltató kiépít egy nagysebességű átvitelt biztosító vonalat a felhasználóhoz, és biztosítja a konkurens szolgáltatók hozzáférést ehhez a vonalhoz
    - A vonal technikai karbantartása és a szolgáltatás üzemeltetése továbbra is az „*incumbent*” szolgáltató hatáskörébe tartozik

### 16) Mi a Universal Service Obligation? Alkalmazható szélessávnál?

- Számos országban szigorúan szabályozzák az univerzális szolgáltatási kötelezettséget a hagyományos távközlési szolgáltatásoknál
  - Universal Service Obligation, USO
  - *a szolgáltató köteles egy univerzális alapszolgáltatást nyújtani egy egységes áron bárkinek aki azt igényli, függetlenül a szolgáltatás az előfizető felé való kiterjesztésének költségétől*
- Néhány helyen a broadband-re is érvényes
- A legtöbb országban ez nincs így, több ok miatt
  - viszonylag új szolgáltatás, hiánya nem generál egyelőre jelentős szociális és gazdasági hátrányokat (ez azért már változik)
  - bevezetése nagymértékben megnövelné az infrastruktúra kiépítésének és a szolgáltatás üzemeltetésének a költségeit
  - csak erősítené a domináns szolgáltató helyzetét a konkurenciával szemben

### 17) Mik a különbségek a multi-mode és a single-mod optikai kábelek között?

- Többmódusú szál
  - A fényimpulzusok hosszanti irányban szétszóródnak a szálban
  - Egyszerre több, különböző szögben visszaverődő fénysugár halad
  - Minden sugárnak más a „módusa”
  - Olcsó megoldás, de csak kis távolságokra hatékony (500 m)
- Egymódusú szál
  - Ha az üvegszál átmérője nagyon kicsi, a fény visszaverődés nélkül, egyenesen terjed
  - Jóval drágább a szál, és nagyobb kapacitású, jobb lézereket igényel
  - Nagyobb távolságok áthidalására sokkal jobb
    - 50 Gbps 100 km távolságba erősítés nélkül
    - A transzatlanti optikai kábeleknél nagyon fontos, hogy kevés erősítő legyen
  - A gerinchálózatban csak egymódusú szálakat használnak

### 18) Különbségek az optikai kábel és a csavart érpár között!

#### ■ Optikai kábel

- Fényjelekkel működik
- Nem érzékeny az elektromágneses interferenciákra
- Ismétlők kb. 30 km után
- Kismértékű hőtágulás
- Törékeny, viszonylag merev anyag
- Kémiaiilag stabil

#### ■ Réz érpár

- Elektromos hullámok
- Érzékeny az elektromágneses interferenciákra
- Ismétlők 5 km után
- Nagymértékű hőtágulás
- Hajlítható anyag
- Érzékeny a korrózióra és galvanikus reakciókra
- Újrahasznosítható
  - Jó pénzért el lehetne adni a rézet

## 19) Egyéb

**FTTH:** hatalmas kapacitás, könnyen telepíthető -> lég és földkábelek. Külön hullámhosszon down- és upstream. Alacsony üzemeltetési és karbantartási költségek, nagy távolságok esetén is működik. Kis átmérő, érzéketlen az elektromágneses interferenciákra.

- **PON:** passive optical network. Több felh. megoszt egy fényvezetőt. Elosztásra splittereket használnak, osztott hálózat: point-to-multipoint (P2M). (OLT – splitter – ONU ~10-20 km). Mindenkinek nem éri meg kihúzni a szálát az OLT-től, elég egyet és azt passzív eszközökkel szétosztani.  
Hátránya, hogy a splitter nem intelligens, tehát hiba esetén nem könnyű végignézni h melyik a rossz.  
*Passive Star PON:* splitterek egy doboban vannak csoportosítva, így a hibaelhárítás egyszerűbb, de ha a splitter és a CO közötti sázl hibás lesz akkor leáll minden.  
*Active Star PON:* aktív elem kell, de Internet Group Management Protocol proxyként is működhet. Támogatja a multicastot, és hatékonyabb erőforráskihasználást biztosít. Könnyen menedzselhető, hibatűrő megoldás. (GPON – gigabit PON – 2.48 Gbps le, 1.244 Gbps fel)
- **Active node:** előfizetőnek saját fényvezető (P2P). Aktív csomópontok az elosztásra. (Olt-node 70 km, node – ONU 10 km)
- **Hybrid PON:** előző kettő kombinációja. (OLT – node – splitter – ONU)

**Letöltés:** splitter minden szálra kitesz minden csomagot, és az ONU csak azokat kezeli amiket neki címeztek.

**Feltöltés:** TDM alapú, OLT időszeleteket oszt ki az ONU-knak. Szinkronizált a csomagküldés, ONU kérhet plusz szeleteket.

Egy OLT-hoz több PON köthető. Olcsó passzív szűrőkön keresztül jut el az ONU-khoz. Két versenytárs *APON* és az *EPON*.

### APON:

- **SAR** (segmentation and reassembly): fix hosszú, 53 byte-os ATM cellák. Az adatok átmennek egy ATM Adaptation Layeren, amely 48 byte-osokra osztja őket + 5 byte header, majd a címzettnél összerakják az eredeti forgalmat.
- a SAR miatt alkalmas video, hang és adatátvitelre, valamint a fix hosszú cellák illeszkednek a TDMA alapú upstreamhez
  - **BPON:** egy jobb APON, nagyobb átviteli sebesség, dinamikus sávszélesség kiosztás (622 Mbps le, 155 Mbps fel)

### EPON:

- az adatok a 802.3 formátumot használják, így az adatok 64 és 1518 byte közöttiek
- fix hosszú időszeletek, melybe több csomagot be tud rakni az ONU, amely javít a hatékonyságon, de nehéz jól kitölteni az időszeletet változó hosszúságú csomagokkal.

## **ALOHANET** – kis hatósugarú rádiózás

Minden felhasználó terminálon egy rádió, egy fel- (verseny) és egy leirányú (csak központ) frekvenciával. Ha sikerült valamit elküldeni, akkor a kp. visszaküldte, ha nem jött vissza újrapróbálkozás.

*Slotted ALOHA*: csak adott időpontokban lehet küldeni

*CSMA* (Carrier Sense Multiple Access): először ellenőrzi, hogy van-e adás, és csak akkor küld ha nincs

*CSMA/CD*: leállítja a küldést ha ütközést észlel (Ethernet)

## **Ethernet**

Kommunikáció osztott közegben, a gépek adás előtt belehallgatnak a csatornába. Ha foglalt akkor vár, ha mégis ütközés akkor észlelik és zajlökettel értesíti a többieket is az ütközésről, ill. véletlen hosszú idő után újrapróbálkoznak (ez a véletlen idő többszöri ütközés után exponenciálisan nő).

Legfeljebb 1500 byte-os adatmező, minimális hossza 46 byte (túl rövid kerettel nem lehet CD-t használni). Hálózat sebességének növelésével, a minimális keretméretet kell növelni, vagy a megengedett maximális kábelhosszt.

*Carrier extension*: CRC mező után kitöltő bitsorozat

*Frame bursting*: több egymás után fűzött keret átvitelével növeli a hatékonyságot

## **Gigabit ethernet**

Pont-pont felépítésű:

- duplex: kp-i kapcsolót kötnek össze a periférián lévő gépekkel (kizárt a versengés -> nem kell CD -> nem ethernet)
- félduplex: egyszerű elosztóhoz csatlakoztatják a gépeket, lehetnek ütközések

## **HUB**

Fizikai szintű ismétlő, a bejövő csomagokat bitszinten minden interfészén kiküldi. Ütközés lehet, fa topológiába kapcsolják.

Minden állomás ütközhet a hub-ra kapcsolt más állomással, amely rontja a teljesítményt és különböző médiák nem kapcsolhatók össze (leglassabb sebességével fog adni).

## **Switch**

MAC fejléceket megvizsgálva szelektíven továbbít, ismeretlen cím esetén minden interfészén kiadja. Az ütközési zónákat elválasztja, pufferelem a csomagokat, csak a megfelelő szegmensre továbbít.

Jobban skálázható, hatékonyabb, biztonságosabb.

Adatkapcsolati réteg (MAC cím alapján)

## **Router**

Hálózati réteg (IP) alapján. Útválasztó táblákat tárol, routing protokollokat használ.

## **STP – root bridge választás**