

Távközlő hálózatok és szolgáltatások

IP hálózatok elérése kábel-TV hálózatokon

*Németh Krisztián
BME TMIT
2017. márc. 13.*



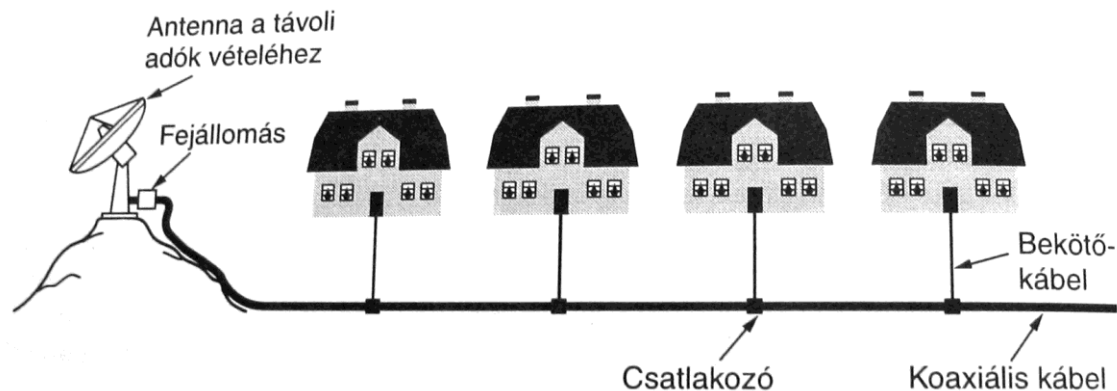
A tárgy felépítése



- 1. Bevezetés
- **2. IP hálózatok elérése távközlő, kábel-TV és optikai hálózatokon**
 - 2.1 Telefonvonalali modemek
 - 2.2 ADSL, xDSL
 - **2.3 Kábeltévés Internet-elérés** ←
 - 2.4 Optikai hozzáférési hálózatok
- 3. IPTV, Internet TV
- 4. VoIP, beszédkódolók
- 5. Mobiltelefon-hálózatok
- 6. Jelzésátvitel
- 7. Gerinchálózati technikák

Korai kábeltelevíziós rendszerek

- Ötlet az 1940-es évek végén (USA)
 - Jobb vétel a külvárosokban és a hegyek között élőknek
- Községi antennás televízió
 - Community Antenna Television – CATV
 - Egy dombtetőn elhelyezett nagy antenna
 - Egy erősítő: fejállomás (head end)
 - Koaxiális kábel
- Családias üzletág, bárki telepíthetett ilyen szolgáltatást
 - Ha több előfizető csatlakozik: újabb kábelek és erősítők
- Egyirányú átvitel, a fejállomástól a felhasználók felé

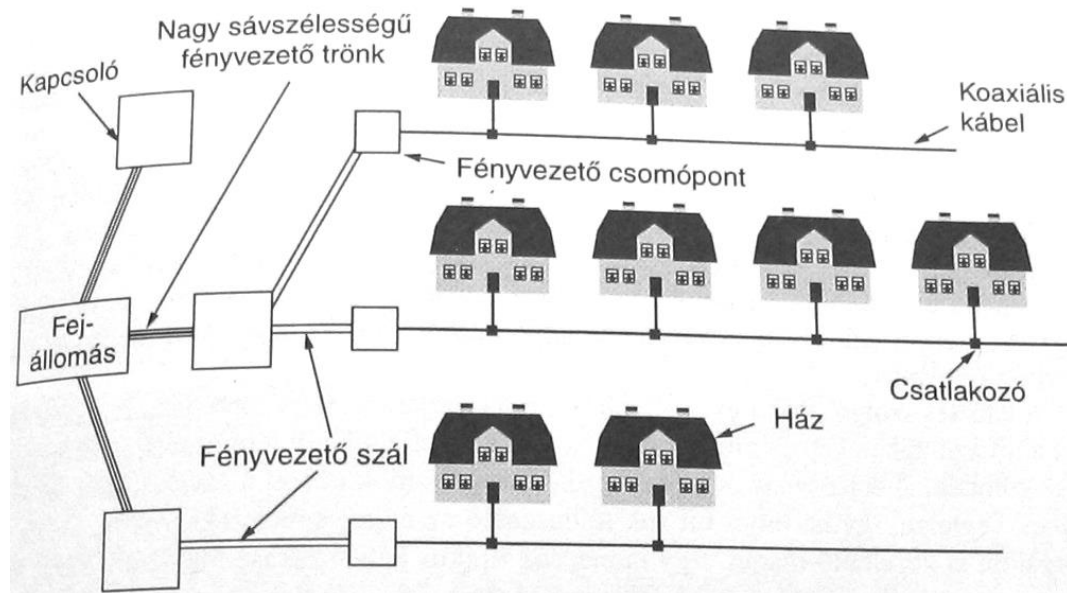


A kábeltévé fejlődése

- 1970-re több ezer független rendszer (USA)
- 1974-ben elindul az HBO, kizárólag kábelen
 - Több új kábeles csatorna – hírek, sport, főzés, stb.
- Nagyvállalatok elkezdik felvásárolni a létező kábelhálózatokat, új kábeleket fektetnek le
 - Kábelek a városok között a hálózatok egyesítésére
 - Hasonló ahhoz, ahogy a távközlő iparban a század elején összekötötték a helyi központokat a távolsági hívások végett
- Később a városok közötti kábeleket nagy sávzélességű fényvezető szálakra cserélik

HFC rendszer

- HFC - Hybrid Fiber Coax (fényvezető-koax hibrid)
 - Fényvezető-koax hibrid rendszer
 - Fényvezető szálak a nagy távolságok áthidalására
 - Koaxiális kábel az előfizetőkhez
 - Fényvezető csomópont (Fiber Node: FN)
 - Elektro-optikai átalakító
 - a fényvezető és villamos rész közötti csatlakozásnál



Internet a kábeltévén

- A kábelhálózat üzemeltetők elkezdtek bővíteni a szolgáltatásaikat
 - Internetelérés
 - Telefonszolgáltatás (VoIP)
- Át kell alakítani a hálózatot
 - Az egyirányú erősítőket kétirányú erősítőre kell cserélni mindenhol
 - A fejállomást fel kell fejleszteni
 - Egy buta erősítőből egy intelligens digitális számítógéprendszer
 - Nagysebességű optikai szálakat csatlakoztat egy ISP hálózatához
 - (Új név: Cable-Modem Termination System (CMTS) – nem kell tudni)

Internet a kábeltévéen

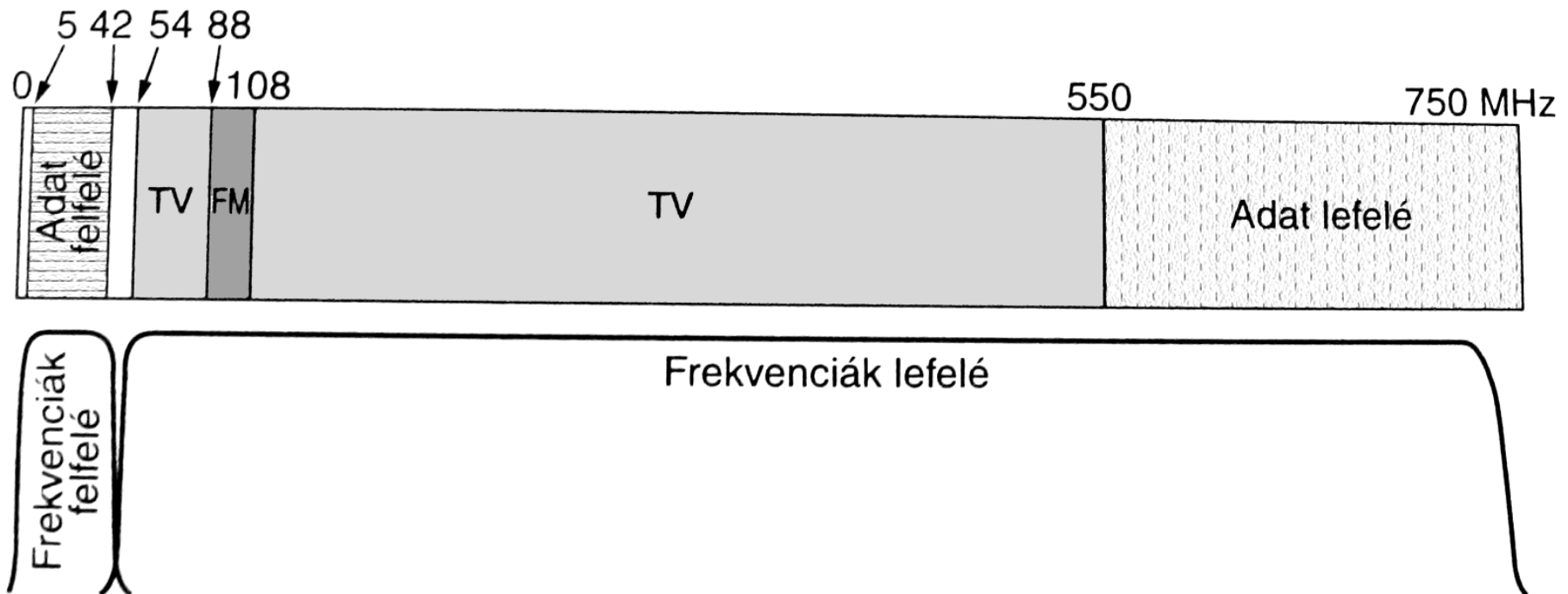
- A koax kábel osztott közeg, több előfizető egyszerre használja
 - A telefonhálózatban mindenki rendelkezik saját érpárral (előfizetői hurok)
 - A TV műsorok elosztásánál ez nem fontos
 - üzenetszórás van (broadcast)
 - Internetezésnél a felhasználók osztoznak a közegen
 - Verseny a felhasználók között
 - Másfelől a koax kábel sokkal nagyobb sáv szélességet biztosít, mint a csavart érpár
- Megoldás: több darabra osztunk egy hosszú kábelt
 - Minden szakaszt közvetlenül egy fényvezető csomóponthoz kötünk
 - A fejállomás és a fényvezető csomópontok között a sáv szélesség nagyon nagy
 - Ha nincs túl sok felhasználó egy szakaszon, a forgalom kezelhető marad
 - Tipikusan párszáz előfizető egy szakaszon

Spektrumkiosztás

- A kábelhálózatot nem lehet (egyelőre) kizárólag internetezésre használni
 - Több a tévénéző mint az internetező ügyfél
 - Hatóságok szabályozzák mi mehet a kábelen, a tévészolgáltatás kötelező
 - Fel kell osztani a frekvenciákat az (analóg) TV és az internetelés között
- Európa
 - TV sávok alsó határa 65 MHz
 - 8 MHz széles csatornák
 - PAL és SECAM rendszerek nagyobb felbontása miatt
 - (PAL - Phase Alternating Line)
 - (SECAM - Séquentiel Couleur à Mémoire)
 - Felbontás: 768 x 576, 25 fps
- 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

Spektrumkiosztás

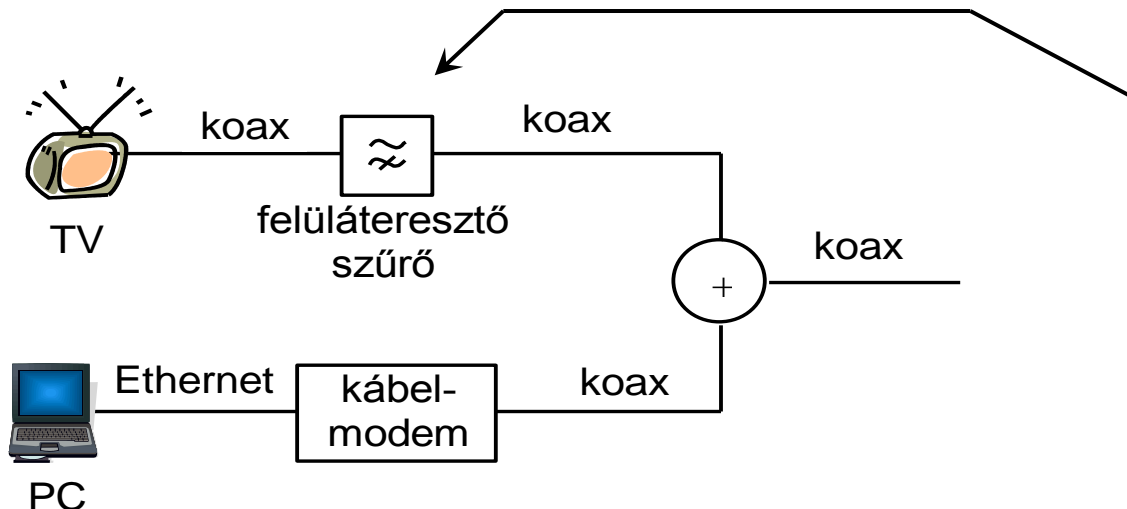
- Modern kábelek 550 MHz felett is működnek, gyakran 750 Mhz felett is
 - Megoldás: feltöltés 5 - 65 MHz (ez Európában, USA: 5 – 42 MHz között)
 - A magasabb frekvenciák a letöltéshez



Frekvenciakiosztás (USA)

Aszimmetrikus átvitel, házon belüli topológia

- A TV és rádió mind lefele halad
 - A fejjállomástól a felhasználó felé
 - Felfele olyan erősítők melyek az 5-42 MHz-es tartományban működnek
 - Lefele az 54 MHz feletti tartományban működő erősítők
 - Aszimmetrikus rendszer, nagyobb letöltés sebessége mint a feltöltésé
 - Ezt itt műszaki okok befolyásolják, nem úgy mint az ADSL-nél!
- Topológia lakáson belül:
 - a régi TV-készülékek zavaró alacsonyfrekvenciás jeleket bocsátanak ki



Splitter, felüáteresztő szűrő

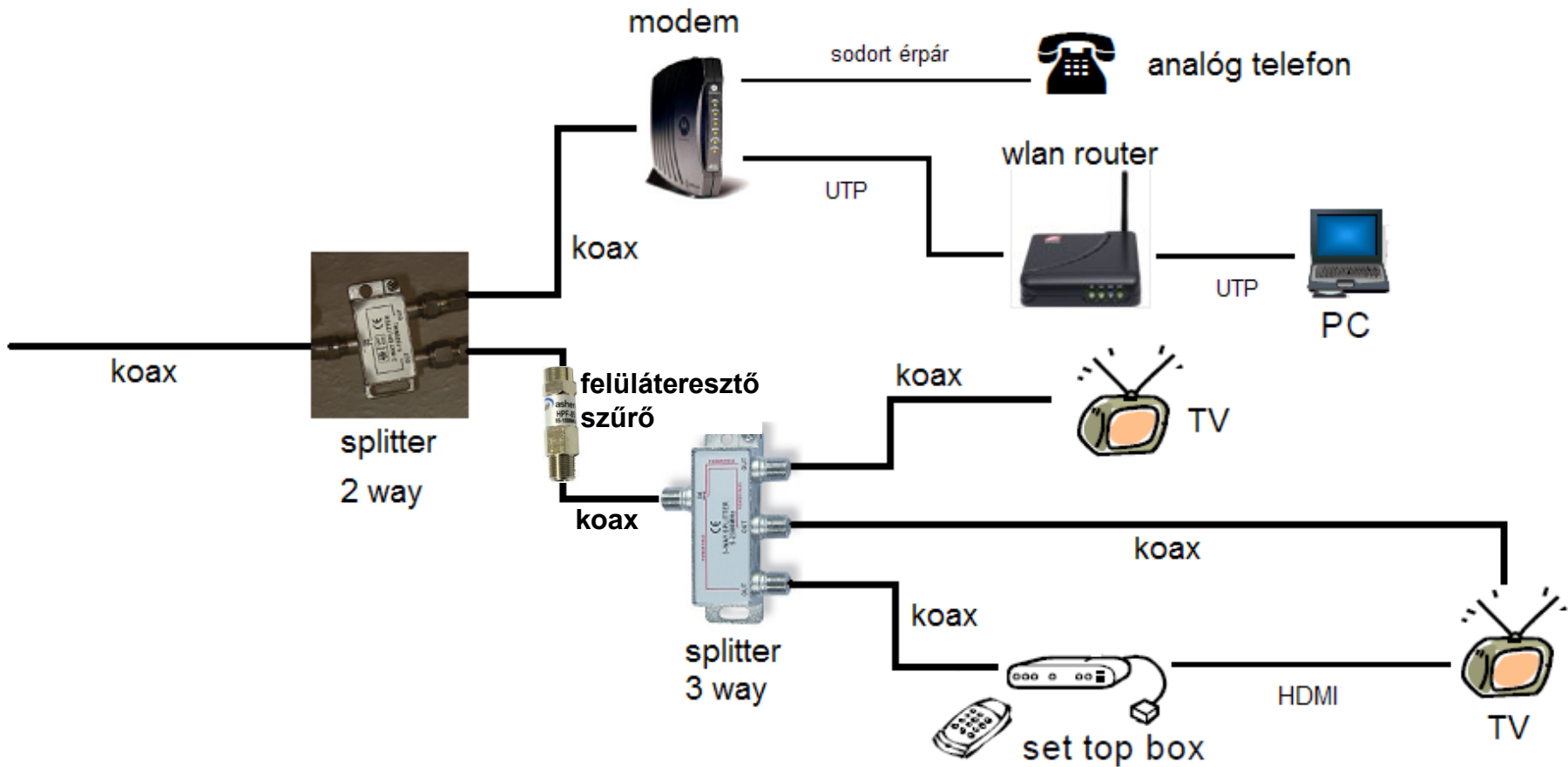
- A splitter itt a teljes bemeneti jelet továbbítja a kimeneteire
 - Némileg kisebb teljesítménnyel (-6 dB)



Splitter, felüáteresztő szűrő



3play kábeltévén (példa)



- A fenti elrendezés csak egy példa, nyilván nem muszáj pont 3 részes osztó az analóg TV ágba
- A fenti megoldásban a digitális TV jeleit egyes analóg csatornák helyén szállítják (digitális, de nem IP feletti az átvitel)
- A példában az alsó TV készüléken analóg és digitális TV csatornákat is lehet nézni
- Más megoldások is léteznek, pl. digitális TV jel átvitele IP felett

Moduláció

- Koax kábel, szükség van modulációra
- Minden 6-8 MHz-es csatornát QAM-64-el modulálnak
 - Quadrature Amplitude Modulation
 - Ha kivételesen jó minőségű kábel, akkor QAM-256
- 6 MHz-es csatornán QAM-64-el: kb. 36 Mbps
 - A fejlécek nélküli sávszélesség 27 Mbps
 - QAM-256-al nettó kb. 39 Mbps
- 8 MHz-es európai csatornán arányosan több
- A feltöltési csatorna a QAM-64-hez nem elég jó
 - Túl sok zaj a felszíni mikrohullámú rendszerek, CB-rádiók, stb. miatt
 - CB = Citizen Band, „magyarul” walky-talky
 - QPSK moduláció
 - Quadrature Phase Shift Keying
 - Csak két bit szimbólumonként (a QAM-64-nél 6, a QAM-256-nál 8)
 - Sokkal nagyobb a feltöltés és letöltés közötti különbség

Kábelmodem, DOCSIS

- Két interfész – egy a PC és egy a kábelhálózat felé
 - A modem és a PC között Ethernet kábel, néha USB
- A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modemje, 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
 - Aktuális verziók:
 - DOCSIS 3.0 (2006 aug.) magasabb adatsebességek a korábbiaknál, IPv6 támogatás
 - DOCSIS 3.1 (2013 okt.)
 - még magasabb sebességek 4096 QAM használatával
 - 6/8 MHz csatornák helyett 20-50 kHz-es csatornák feletti OFDM, max 200 MHz-es blokkokban



Kábelmodem



Kábelmodem



Biztonságos kommunikáció

- A kábel egy osztott közeg
 - Bárki megnézheti a mellette elhaladó forgalmat
- Hogy a szomszédod ne hallgatasson le, a forgalom kódolva mindkét irányban
 - Meg kell egyezni a modem és a fejállomás között egy közös titkosítási kulcsban
 - Két „idegen” között, egy osztott, lehallgatható közegen

Kábel vs. DSL

	ADSL(2+)	kábel-TVs Internet
közeg	sodrott érpár	koax
elérés (csak az első routerig...)	dedikált sáv szélesség	osztott közeg
tipikus sáv szélesség	néhány Mb/s	néhányszor tíz Mb/s
sáv szélesség növelése	fizikai akadályok	kisebb szakaszok: nagyobb sáv szélesség: még van tartalék a rendszerben
lefedettség	tel. kp. közelében	kábel-TV területen bárhol
biztonság	fizikai elválasztás	titkosítás
több ISP	gyakori, törvény is, de Magyaro-n így sincs igazán árverseny	ritkább

Kábel vs. DSL

- Összességében:
 - nagyon különböző technológiával hasonló szolgáltatások
 - ADSL volt kicsit előbb
 - Kábel-TVs (ma már) hazánkban olcsóbb
 - Kábel-TVs (ma már) gyorsabb

- Jelenlegi trendek:
 - optikai szálak mind nagyobb térhódítása, pl:
 - FTTC/FTTCab
 - = Fiber to the Curb/Cabinet: optikai szál az aknáig, elosztódobozig, azaz max. kb. 300 m-re a végberendezéstől, pl. VDSL2
 - FTTH
 - = Fiber to the Home (optikai szál a háztartásig), pl. GPON: Gigabit Passive Optical Network (gigabites passzív optikai hálózat)
 - mobiltelefonos Internet térhódítása
 - várhatóan nem a vezetékes hozzáférés helyett, hanem mellette