

elterjedésének oka:

- egyrészt, IP protokoll alapú ábrítási technológia általánosodása
- hálózatok konvergenciája  
(régén: 1 háló - 1 szolg. / most: 1 háló - sok szolg.)

# Vezetékes telefontrendszerek

## Elemek

→ lehet analóg / digitális

### 1. VÉGBERENDEZÉSEK

- telefonkészülékek  
(+ modem, + fax)

### 2. KAPCSOLÓKÖZPONTOK

- egyenlő hierarchikus összeköttetés

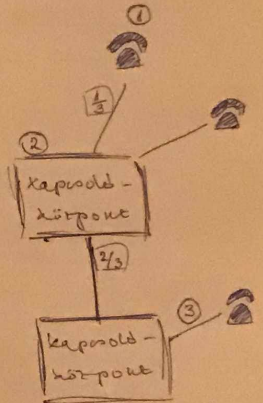
### 3. ÁTVITELI UTAK

1/3 local loop (= előfizetői körz.)

↳ előfizető + 1. központ közti összeköttetés

2/3 trunk (= török)

↳ központok közti összeköttetés



NA MAZ  
MESETE NEM!  
ILYEN!

## NGN (= Next Generation Networks)

(= új generációs hálózatok) ↳ fokozatosan bevezetett világviszonylatban

### ALAPÖTLÉT:

- egyetlen csomagkapcsolt, IP alapú gerinc-hálózat + különféle szolgáltatások, korlátozott adatok
- felhasználók különféle eszközökön használják

### LÉNYEGE:

→ szegmensek, csomagalapú protokollal működő hálózat HEHET!

! csomagkapcsolt IP alapú hálózat ✓

vezeték nélküli  
módozat

↳ rugalmas, univerzális felhasználó hozzáférést

# Mobil számmal kezdés

• 2010 január 15:

→ mobilszámok "kezdése" Magyarországon

mobilek csak a hálózatkijelölő számmal együtt hívható!

pl. 06(20)-555-1234 vagy +36(20)-555-1234  
Telefon



vagyis, sima: 555-1234 szám

még Telefont (20-as)

telefonról nem hívható,

mindig kell elé a 06!

# Számok

→ számoképítés-hálózatonál: címzés (addressing, numbering)

• HÍVÓSZÁM: eredetileg az előfizető helyét / címét azonosította

↳ most: magabiztosan az előfizetőt (nevet) azonosítja

• mobiloknál trükkös

• nemzetközi telefonszám max 15

számszámjegyből áll → abból 1-3 számszám

az ország hívószáma.

[BRSZ]

• országban belül: BELFÖLDI RENDELTELTETÉSI SZÁM + ELŐFIZETŐI SZÁM. [ESZ]



[BRSZ]

• körzeti szám (pl. Eötvös: 33)

• hálózatkijelölő szám (pl. Telefon: 20)

• szolgáltatáskijelölő szám (pl. emeltdíjas: 90)

• a telefonnumerek mindig TRÉFIX KÓDOK!

→ nem lehet egyik a másik folytatása

→ egymennél + logikus

# Számok telefonhálózatokban

# Számrendszerek

→ 2 féle van:



## NYÍLT SZÁMOZÁSI RENDSZER

• nem mindig kell BRSZ-t is betárcsázni (pl. 06-n 7 jegy elvég)

• sok esetben rövidebb a hívó szám

• nem egyértelmű, máshonnan máshogyan kell (pl. kell elé a 06)

• ilyen a Magyar hálózat is! (kivéve: mobil)



## ZÁRT SZÁMOZÁSI RENDSZER

• mindig kell a BRSZ-t is tárcsázni!

• nem kell beföldi előtét (06 vagy 00)

• egyszerű és egyértelmű!

• nem lehet "mönidíteni" számon belül nem! (de: telefonmemóriából tárcsázva nem para!!!)

• sok európai ország hálózata is ilyen (1990-től) (Norvégia, Francia, Dánia...)

# Digitális technika kiterjedése + távbeszélő hálózatok

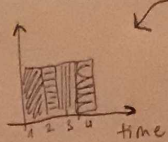
- megjelent II. VH alatt/után
- előnyösebb mint az analóg!!
  - egyszerűbb
  - olcsóbb
  - megírhatóbb
  - kisebb helyigény, tápegység
  - magasabb fázis stabilitás intelligenciára
  - jel/zaj független a hálózat méretétől
  - kapacitás: megvalósítható nagyobb alkatrészek nélkül is!
  - sokkal biztonságosabb jelátvitel
  - adat-és beszédjelek egyaránt kezelhetők
- hatalmas átalakítás volt a hálózatban (digitálizálni a beszédjelet + átvitelt)

## Digitális táv. hálózatok

- 1960-70-as években fejték országonként ↑ (MO-n: 2000-ben)
- ma már az átvitelt IP csomagokban megcsinálják
- [→ kivétel: vezetékes végberendezések nagy része analóg maradt]

MINDEN fizikai közegen megjelenő jel "analóg"!

- akkor digitális, ha annak értelmezése:
  - ↳ leggyen néhány digitális állapot, amikor viszonyítónak (nem feltétlen csak 2)
- akkor analóg, ha annak értelmezése:
  - (pl. zene hangszórójelek)



**TDM:** the complete channel BW is allotted to one user for a fixed time slot. It means each user can use the full BW available, but for a fixed time. So the division is in time not in frequency.

## Analog beszédátvitel

- végberendezés: hanghullám ↔ analóg elektronos jel
  - emberi fül: 20Hz - 20kHz - 1 hall. üreg
  - beszédjel felső határa: 6-7kHz
- cél csupán az érthető beszéd átvitel volt a koridisztoronán + gazdaságosság!
- FDM: korai nyelvből trónból használták
  - ↳ minél keskenyebb sávok → annál több fűr rd a trónra valóra.
- ↳ Na: TDM, IP → digitális átvitel (itt is számít a bitsebesség!!)
  - ↳ arányos az átvitelt sebességével!!

Frequency Division Multiplexing

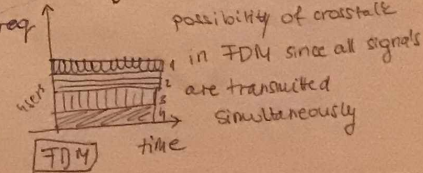
⇒ érthető beszédminőség: 300 - 3400 Hz : jó  
 döntés ⇒ (0,3 - 3,4 kHz)

↳ 3,1 kHz + védősávok  
 4 kHz széles csomag beszédátvitelre

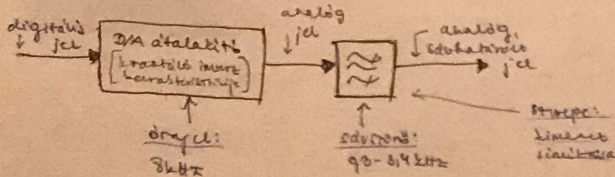
## Analog telefonrendszerek

- kezdetben: végponttól végpontig analóg átvitel
  - ↳ analóg végberendezések
  - ↳ "nyelvből a trónra" : FDM
  - ↳ elektromechanikus kapcsolat, galvanikus kapcsolat felépítése a kapcsolón belül (központra)

**FDM:** all users use the same common channel at the same time. ~~the~~ BW is divided among users not time. There is possibility of crosstalk in FDM since all signals are transmitted simultaneously



(D/A)  
PCM dekodolás:



Feldolgozás:

Audio CD -hez is PCM van



- mintavétel: 44.100 Hz
- kvantálás: 16 bit (65.536 szint)
- sávszűrő: 20 kHz
- bitsebesség:  $\approx 176,4 \text{ kB/s}$   
( $44.100 \cdot 16 \cdot 2 = 1.411.200 \rightarrow 1,41 \text{ MB/s}$ )

analog jel digitális reprezentációja!  
jellel annak többesével mutat vezérlés, szinkronizáció elvégzése.  
→ az egy tömörített adat.

**PCM** = Pulse Code Modulation  
Impulzus kód moduláció

- #1. + ma is elterjedt beszéddigitalizálás (kódolás - dekodálás - kodek)
- ma A/D átalakítás alapja
- kiváló hangminőség + viszonylag nagy adatsebesség per gond
- cél: bitarózat előállítás → melyből előlítható az eredetihez nagyon hasonló jel.

**kvantálás: beszédjelhez illesztés**

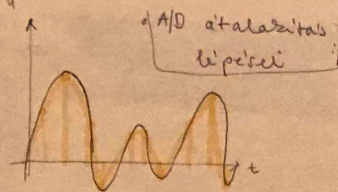
**PCM**

= Pulse Code Modulation

⇒ trükk, hogy a kvantálási szintek is eredetihez lapinál

- kvantálási szintek: azonos mértékűek az amplitúdóval
- jelentősen befolyásolja a hang érzékelését
- hisz amplitúdó szinten mindig kvantálási szintek vannak

- 8kHz mintavételi freq. (8000 minta/s)
- max. jelfreq. duplája hisz mintavétel.



- A/D átalakítás lépései:
- 1) sávszűrés
  - 2) mintavétel
  - 3) kvantálás
  - 4) kódolás

- D/A átalakítás lépései:
- 1) D/A átalakítás a kvantálási hurok karakterisztikáján
  - 2) sávszűrés (szűrés)

→ minél több mintát veszünk, annál jobban megközelítjük az eredeti jelet.

⇒ van olyan, hogy elég kicsi a tökéletes rekonstrukcióhoz

→ minél több szintet használunk, annál jobban megközelítjük az eredeti jelet.

⇒ van olyan, hogy elég kvantálási szint a tökéletes rekonstrukcióhoz

↳ NINCS !!, mindig marad hiba = kvantálási torzítás/zaj

NEGOLDA'S: azaz egyenletes kvantálás

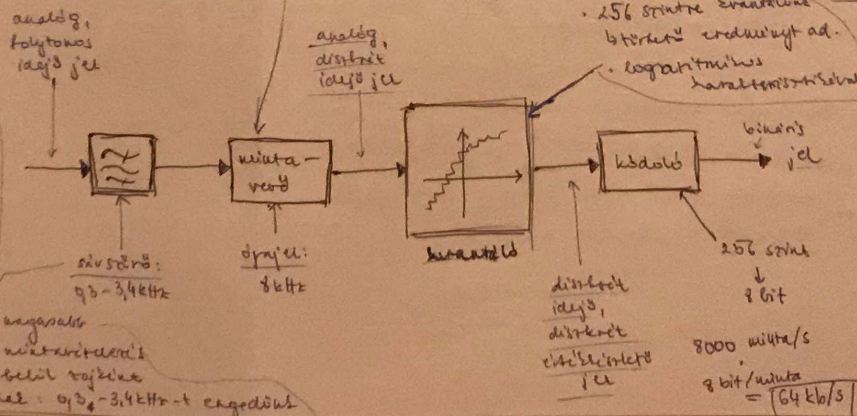
LOL GEL MILEN :0 ÖTLET

logaritmikus karakterisztikával (csalóni fél is ilyen)

- USA: A-law
- EU: A-law

↓  
offeredat kell azonnal!

(A/D)  
PCM kódolás:



ha sok a kv. szint → jobb minőség  
ha kevés a kv. mint → nagyobb torzítás

! általában mindig kompromisszum kell!

# Tipusok

→ 3 faja van belőlük:

## HULLÁNTYŰZÉS

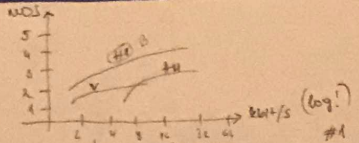
- analóg jel alakjának megőrzése (:-)
- jó minőség (:-)
- nagy bitsebesség (:-)
- átlátszóság (:-)

## VOKÓDER

- ad: kóddal jelképez paraméterek állása
- vevő: ezek alapján visszaalkotja a hangot
- kis sebesség (:-)
- eredetire nem igazán hasonlít a hang (:-)

## HIBRID

előbbi elvű  
[hullántyűzés + vokóder]



# AMR-WB

= Adaptive Multirate, Wideband

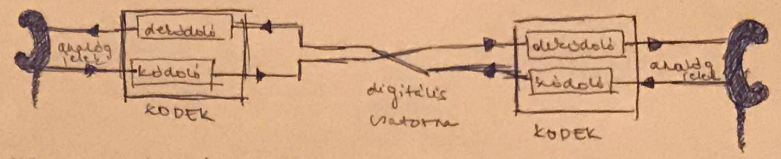
- kb 10 éves szabvány, utóbbi időben kezdtek bevezetni
- 3 sávszélességű, 36 modulációval
- 16 kHz sávszélesség + női hangok a felsőben

↓  
nagyobb adatszélesség + jobb minőség

Kódoló neve	FB alkalmazás	Adat-sebesség (kb/s)
PCM	vezetékes távb. h.	64
(GSM) FR full rate	GSM	13
(GSM) HR half rate	GSM	5,6
(GSM) EFR enhanced full rate	GSM	13
AMR	36 modulációval távb. h.	4,75 - 12,2
AMR-WB	36 modulációval távb. h.	6,6 - 20,85

# ? honnan, mi

• kódolási algoritmusok: KODEK (KÓDOLÁS, DEKÓDOLÁS)

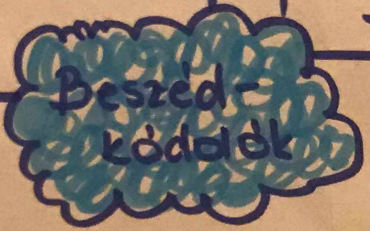


- ugyanaz a szabvány mindkét oldalról
- KODEK: wcdma, GSM, etc.

# Jellemzők

- bitsebesség: 2,4 - 64 kb/s
- beszédhangminőség: nehéz objektíven mérni
- MOS (Mean Opinion Score: átlagolt véleménypontok)
  - ↳ 1-5 pontonál az emberész
  - ↳ 4 felett: nagyon jó minőség (wow...)
- kódolási időtartam: 9,125 - 80 ms
  - ↳ minél nagyobb időtartamot dolgozunk fel egy sorban, annál jobban tüntethetünk → nagyobb bitsebességű áramlók!

- komplexitás: számítógépes, MIPS (= Million Instructions Per Second)
- hibabiztonság: hiba esetén  $\emptyset$  ide újraindítás! :-)  
 rádiós átviteli hibaráta  $\approx 10^{-3}$   
 ↓  
 hibajavító kódolás: FEC (Forward Error Correction) → előremerésben javít!!!
- tartósság: öntárolás / női kódokkal egyenlő után csatlakozás
- átlátszóság: DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) : sin( ) jellegű jel, de kell a call centerrel működéshez...
- adaptivitás: tényleg csak 2-3 sebesség!  
 ↳ hálótarték helyettesítésével!!! :-)



# Cella's elv

- frekvenciatartomány felosztása pl. 7 részre
- lefedés (bőve nem is) ! [lent] :)
- interferencia elkerülésére: két cella távolság az atomos frekvenciánál

~  
 Et mind más az elv,  
 a gyakorlatban nem pont ilyenek  
 (pl. bázisállomás nem körpén...)

→ Kérdés: mekkorák legyenek a cellák?

Kisebb cellák előnyei, hátrányai:

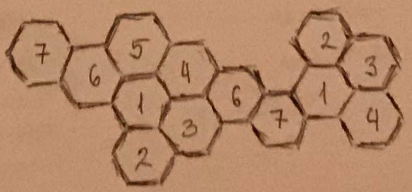
## ELŐNYÖK:

- kis adóteljesítmény  
 & elegendő  
 ↳ kisebb elektromos  
 terhelés ↓  
 ↳ kisebb fogyasztás ↓
- nagyobb forgalom  
 bonyolultabb adást  
 terhelés (forgalomnövekedés ↑)

## HÁTRÁNYOK:

- széles bázisállomás kell azaz  
 bázisállomás ↑  
 költsége is

Abra a cellák elv  
 bemutatására:



- : bázisállomás
- : lefedett terület
- ⬡ : a cella maga
- 1-7 : frekvenciatartomány felosztása 7 részre

# Mobiltelefon-hálózatok + 1G

0G  
 1G már támogatja az automatikus  
 cellaváltást + mátr elvvel úgy lehet tervezni  
 hogy kapcsolható legyen a vezetékes  
 telefonhálózatokhoz.

1970-es évek végétől,  
 1980-as évek elejétől...

# 1G rendszerek

(= első generációs mobil távközlési rendszerek)

- analóg rendszerek!
- sok, egymással nem kompatibilis hálózat

~450MHz körüli frekv. táv

- 30-50 km átmérőjű cellák (er. nagy!!!)
- gyenge beszédátviteli minőség → kevés szótag fajta!

pl. Amerika: AMPS (= Advanced Mobile Phone System) Bell Labs-től

Európa: NMT (= Nordic Mobile Telephony)

↳ Mo: Wester 0660 1990-től

- roaming támogatás
- miniatűr távközlési

## HÁTRÁNY:

a szelvény nem lett elég  
 kapacitást!!!  
 ↳ bárki lehagyhatott  
 bázist. :)

DNS (= Data and Messaging Service)

↳ két NMT hálózat közötti szöveges üzenet  
 váltható vele

(de sose terjedt el igazán.) RIP

GB: TACS (= Total Access Communication System)

# GSM (= Global Sys. for Mobile com.)

eredetileg: Groupe Spécial Mobile  
 rövidítés: = Global System for Mobile Communications

• létrehozásán számos olyan pontról indult ki, amelyekről  
 ↓  
 ma már vissza gondolhatunk vissza  
 az a rendszer.

• GSM hálózatok 4 hálózati szint redukálására  
 összpontosított ⇒ egyszerűsítés:  
 300kHz és 1200kHz  
 csomagok

• 5 hálózati szint redukálására definiált

↳ levegő közvetlen közvetlen közvetlen  
 ↳ levegő közvetlen közvetlen közvetlen

• GSM hálózati szint redukálására definiált

(= Subscriber Identity Module)  
 ↳ azonosítás, hálózat, azonosítás azonosítás  
 ↳ hálózati szint redukálására definiált  
 háló azonosítás, hálózati szint redukálására definiált  
 személyes azonosítás (pl. SMS-ek)

• azonosítás azonosítás azonosítás : 15 byte-os globális azonosítás  
 (= International Mobile Subscriber Identity)

• azonosítás azonosítás azonosítás (FUDU!)

[ma sepiig kb. világban mindenhol működik] azonosítás!

# 2G rendszerek

(= második generációs mobil telekommunikációs rendszer)

• digitális rendszerek! (⇒ 1G)

(⇒ GSM legelterjedtebb)

↳ a digitális rendszerek azonosítás azonosítás azonosítás ⇒ azonosítás azonosítás azonosítás  
 az analóg rendszerek azonosítás azonosítás azonosítás

• kapacitás azonosítás azonosítás

(mind hálózati szint redukálására definiált)  
 hálózati szint redukálására definiált

azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás  
 ↓  
azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás

ma már a globális azonosítás azonosítás azonosítás  
 engedélyez meg azonosítás azonosítás azonosítás  
 ↓  
azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás

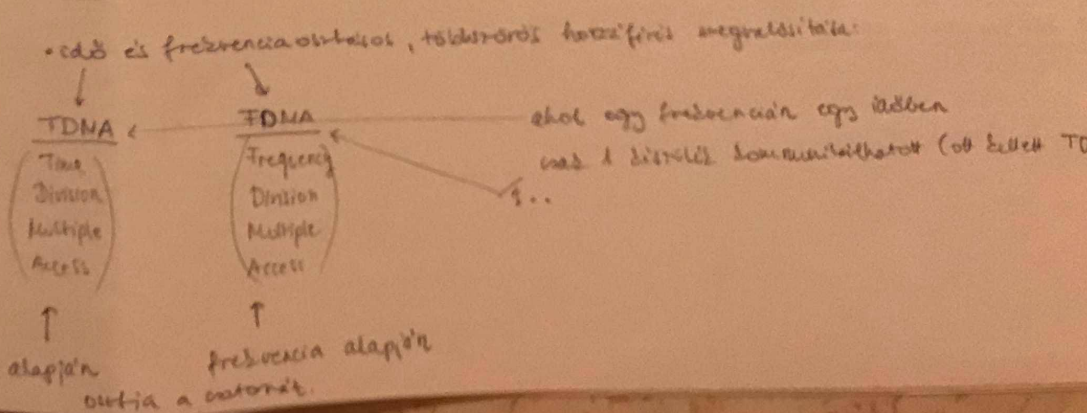
• digitális azonosítás (ofc)

↳ azonosítás azonosítás (A/D azonosítás) azonosítás  
 ↳ azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás

• azonosítás azonosítás azonosítás (max 2W)

• azonosítás azonosítás azonosítás az a azonosítás azonosítás azonosítás!

↳ telefon azonosítás  
 ↳ azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás  
 ↳ azonosítás azonosítás azonosítás azonosítás



# GSM 1800

- mobil adó kb. 1800MHz
- bázisállomás kb. 1800MHz
- 75MHz-es sáv (+ 3x-os kapacitás!)

rosszabb hálózathírelés!  
(egyszeresen kényes, gyorsan csúszhat)

WOW, vajon ez is honnan jöhetett, ... kreatív



emlék: ORSZÁGOS LEFEDÉSRE NEM ALKALMAS TECHNOLOGIA!

• megjelentek a kétnormális létesítmények  
↓  
automatizált váltás a freq. tartományok között.  
(kiseb 3-4 normál létesítmény)  
(900/1800/1800 és 850/900/1800/1800)

# GSM átadás

GSM: valódi áram-átviteli

→ ha a mobil hívás átmenet egy másik cellába → átadás! (handover / handoff)

→ szóval nem szabad nagy a kapacitás

(mobil vég. irányítás)

→ mikor egy másik áll. jelle erősített

↓  
háló dönt: ez + más (pl. terheltség) alapján melyik lenne jobb.

→ akkor kötelező  
szigorú engedély  
és a létesítmény  
átviteli

# GSM 900 (= Primary-GSM / P-GSM)

- mobil adó kb. 900MHz
  - bázisállomás kb. 900MHz
- ! → wow, vajon honnan a neve...

→ ebben a tartományban:

→ kiseb freq. kisebb csúszást szenved :)

↳ kisebb teljesítmény igényel → mobil adó az alsó sáv.

• 25MHz sáv + egy vör 200kHz : 124 vör (FDMA)

↳ összes helyi szolgálható állomás rajta

(No. kb 40 vör / szolgálható)

- vörökent 8 csatorna (TDMA)

$$\Rightarrow \frac{40 \cdot 8}{10} = 32 \text{ csatorna / cella}$$

→ egyféle cella van

- cellák egymással átfednek

↓  
nagy forgalom és helyen több cella szét megoszlik

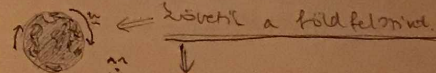
→ KEVESE!  
-gyors!

- Half Rate kódolás: kétszerannyi csatorna ↑2x

↓  
mindig ↓ :

→ max átmérő: 35km

900MHz-s hálózati valamilyen



↓  
széles a föld felület.

emlék:

ORSZÁGOS LEFEDÉSRE  
ALKALMAS TECHNOLOGIA!



# Azonosítók

**MSISDN** (= Mobile Station ISDN Number)

- a jól ismert mobilszám
- egységi a világon
- = országkód (+36) + hálózati előző szám (20/30/70) + előfizetői szám
- szolgáltatónál maradhat.

**IMSI** (= International Mobile Station Identity)

- GSM hálózatban elengedhetetlen az azonosítási az előfizetőt
- ↳ adatbázisok ezzel indexelve!
- SIM-kártyákhoz van rendelve
- egységi a világon
- = országkód (246) + mobil hálózati kód (01/30/70) + 10jegyű mobil előfizetői azonosító
- szolgáltatónál SIM + IMSI vezet is kell!!!

**IMEI** (= International Mobile Equipment Identity)

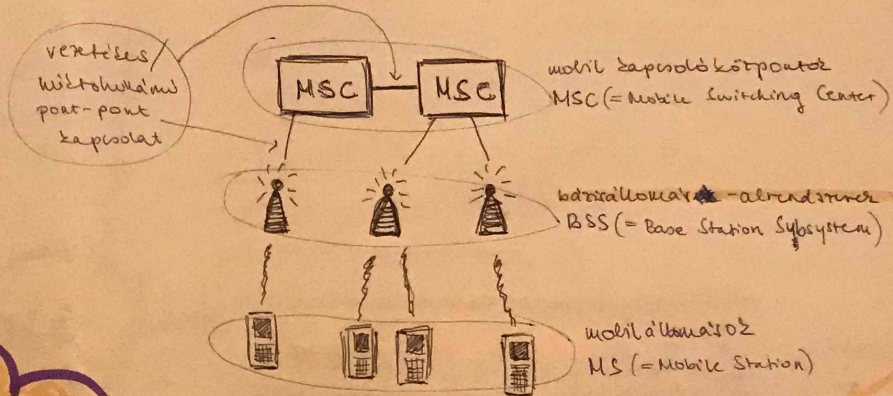
- végberendezést azonosítja
- egységi a világon
- = kisulcs azonosító + gyári szám + előadó részjelvény

**MSRN** (= Mobile Station Roaming Number)

- barátkozós szám
- felhasználónak nem látható, transparent
- 1 VLR-hez tartozik (telefonosim), amit az ország GSM-kiszolgáló ideiglenesen használ.

↓  
 emiatt utalhat orra a hálózati helyre  
 ↓  
 ismerkedni tudni, hogy merre kell keresni az adott kártyát és ide felhívja.

# Ábrával röviden



# GSM felépítése

## GSM szolgáltatók

• **Bevezető**  
 ↳ kezdet sebessége: 13kb/s  
 ↳ frekvenciák: ↑ (nagyobb 5,6kb/s)

• **SMS** max 160 char

• **Adatátvitel**  
 ↳ kezdetben: 9,6kb/s, majd 14,4kb/s...↑

• **MMS** kép, hang, videó együttes (2002-től)  
 (vagyis: WAP)

## Bázisállomás-alrendszer (BSS)

- **Bázisállomás (BTS)**  
 ↳ 1/több elemi adó/vevő
- **Bázisállomás-vezérlés (BSC)**  
 ↳ 1/több bázisállomást vezérel  
 ↳ kapcsolás (szükség esetén átkapcsolás)  
 ↳ rádiócsatorna-határolás  
 ↳ hívástartás-vezérlés

## Hálózati alrendszer

- **Mobil kapcsolóközpont (MCC)** → tartalmazza:  
 • "hagyományos" teleközpont  
 • mobil-specifikus kiegészítéssel (autentikáció, roaming, helytartás, hívástartás BSC-től stb.)
- ↳ **helyi regiszter (HLR)**  
 • előfizetőre vonatkozó adatok, jogok, hely  
 • egy HLR hálózaton
- **AuC** hitelesítő központ (Authentication Center)

↳ **utazó regiszter (VLR)**  
 ideiglenesen tárolja HLR információit egy régióért

## GSM/EDGE

[= 2,75G] ?

(= Enhanced Data Rate for Global/GSM Evolution)

• javított modulációs eljárással

↳ eredetileg 1 bit/simbólum → EDGE: 3 bit/simbólum

↳ csak jobb jel/taj /  
erősen működés

3x-as adatátviteli  
sebesség

• adatsebesség ≈ 150-180 kb/s

(telefonon fűl az E jel → nem olvás nekünk)

## GPRS, EDGE

## GSM/GPRS

[= 2,5G] !

(= General Packet Radio Service)

• csomagkapcsolt adatátvitel → GSM létesítései

• ELŐNY:

↳ jobb zihasonáltsáig ü

↳ hírtel: kb alapon (4 perc!) ü

• komoly költségteljesítést igényel!

• adatsebesség ≈ 60-80 kb/s !!

## Árnyéktervezés

(= "vonalkapcsolás")

• klasszikus telefonhálónban van ilyen

• végponttól végpontig garantált minőségű csatlakozás!

• hívásfelépítés: kommunikációs elbűt

• kezdés: kommunikációs utca

• utazás: csak hívó + hívott hálóművelete → new beötlés: új csatlakozás

• lehet átviteli sebesség 1 átviteli, átviteli sebesség = csatlakozás

↑↓ az alapján működik !!

## Csomagkapcsolás

→ átviteli adatmennyiség ü  
alapján működik

• statikus gép-hálózatok újdonsága volt

• átvitel infó és csomagok közötti szétválasztás

• nincs hívásfelépítés és befejezés!!!

• ELŐNY: statisztikus multiplexelés

↳ ha nincs konm. → más is használhatja a utazást

↳ nagyobb forgalom elnyelhető ugyanakkora csatlakozás

↳ alacsonyabb ü

• ÁTRALY: nincs garantált minőség!

↳ a statikus hálók minőség (QoS) biztosítása és a feladat!

# UMTS kódolása

⇒ 2. menetben!

- 1) csatornákód (bitstream) (= channel coding)
- 2) átviteli kódolás (= scrambling) (utána rádiófrekv. es modulálás, kódszózat)

## CSATORNÁKÓD:

- működés: DS-SSMA (= direct sequence CDMA)
- ↳ digitális jel + szűrés kód → kódszózat
- NOT(XOR(k1, k2))

↳ kódszózat jel kódszózattal: több adó által végzett kód

- szűrés kód bitsebesség nagyobb (~100x)
- szűrés kódok ortogonálisak - különböző átlagolva 2 szűrés kód között nulla!

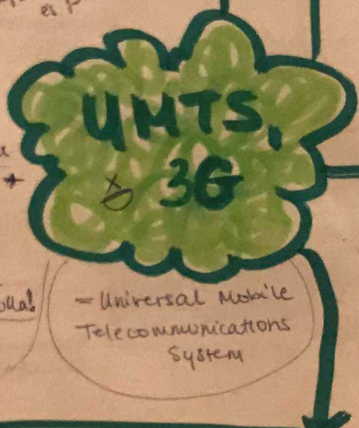
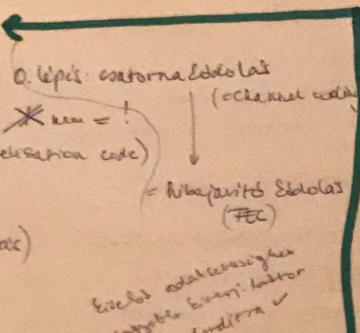
→ teljesen ortogonális csatornák WSSMA kódolás (OFDM)

orthogonális, különböző frekvenciájú csatornák között  
 csak akkor keveredik ha pontosan egy frekvencián vannak a kódok  
 (csatornák) → nem a szűrés kódok → nem a kódok

gyakorlatban: azonos adó két különböző csatornánál elválasztásuk lehetetlen

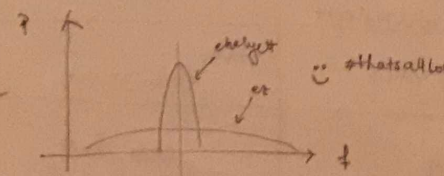
Node B: kód utóberendezésnek mind jelek elküldésére  
 ellen: jelzés + adatjel elküldésére

szűrés faktor: 4-5x2 szűrés  
 ↳ károsítása a chipsebesség a bitsebességnek  
 chipsebesség: 2.340.000 chip/sec Heps



# Rádiós környék

- CDMA (= Code Division Multiple Access)
- ugyanaz a freq., ugyanaz az adó, más kód (pl. ugrás váro: csatornák)
- minden jel "szűrés" a teljes spektrumban, DE! kis teljesítmény!
- Cél: jobb spektrum kihasználtság!



# UMTS szolgáltatások

- Bevitel: ~ 4,7 - 12,2 kb/s AMR kód
- Adatvitel:
  - színes 3G internet elérés
  - bitsebesség ~ 384 kb/s
  - videó ~ 144 kb/s
- Multimédia szolgáltatások: IP nélküli 3G fellet
  - ↳ videó: nem olyan hatékony
  - ↳ TV adás: szűrés, rádióhálózati, film, zene letöltés → nem ritka be...

# Duplexitás kezelése

- Feladat: fel- és lefelé irányú adatok elküldésére
  - ↳ időben TDD } Megoldás van!
  - ↳ frekvencián FDD
- mindkettő használható UMTS-ben, DE! nem egyszerre!
- ⇒ TDD (= Time Division Duplexing)
  - ↳ fel + lefelé időben váltóké ugyanabban a freq. sávban
  - ↳ ELŐNY: fel + lefelé irányú átvitel dinamikusan változtatható aktuális igényekhez mére! 😊
- ⇒ FDD (= Frequency Division Duplexing)
  - ↳ nagyobb freq. lefelé irányban (nagyobb csillapítás → nagyobb teljesítmény)
  - ↳ nagy frekvencia: 3-5 km átmérőjű cellák
  - ↳ 5MHz: csatornák között: CDMA-t használhatunk benne

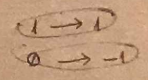
- UMTS céljai:
- GSM-nél jobb beszédminőség
  - - - frekvencia kihasználtság
  - - - nagyobb átviteli sebesség
  - GSM kompatibilitás

# diadecima

\*1  
CSATORNAZÁSI KÓD  
[KÓDOSÍTÁS]:

kódolás:

1) A szórási kódok az előzőekben látnak adatait is reprezentálják:



error:  $\text{NOT}(\text{XOR}(a,b)) = a \cdot b$ , vagyis

$\rightarrow 1 * 1 = 1$	$\rightarrow (-1) * 1 = -1$
$\rightarrow 1 * (-1) = -1$	$\rightarrow (-1) * (-1) = 1$

2) Végtelenül el a szórási kód öltetése miatt kiderül az adatok:  
 ↳ szórási kód öltetése kinyitja a szórást az adat egy adott értékével → jelentősen megnöveli a felbontást ↑

3) Előrejelzés az egyszerűsített jelet a zérus freq.-ca.

Decódolás:

1) vett jelet (3) összege \* add szórási kódjához bitjei sorban  
 ↳ aha egy bitet kiderülve van, annyiszor imittelt!

2) értéket átlagoljuk!

3) átlag:  $\boxed{1} = \text{előző} \cdot 1$ ,  $\boxed{-1} = \text{előző} \cdot 0$

4) imittelt minden verőre

2) Keverő kódolás:

• az erős ortogonális egymással  
 bármelyik időbeli eltolásra is érvényes

• Gold-kód ún. pseudo-noise „alt-saj”

• cell: adatok előkészítése  
 jelekre: Node B (cella) előkészítés ↓  
 jelekre: vegyes előkészítés ↑

• X cell szinkronizáció a forrás szint  
 ↳ szinkronizáció nem teljes ortogonális!

• cella kapacitása: meddig tarthat mind egy raj  
 a decódolásban.

↓  
! nem fix kódot!!  
 (GSM-ben fix volt)

•  $\text{NOT}(\text{XOR}(a,b))$  bitenként (1 bit előző adatok előkészítés 1 bit a előző)

• előrejelzés hossza: ↓ 38.400 bit  
 ↑ 38.400 bit / 256 bit

↓  
 Node B speciális  
 verővel rendelkezik  
 (más verő)

	CSATORNAZÁSI KÓD	KÉVERŐKÓD
cell	forrásból <u>előre</u> <u>adatok</u> <u>előre</u> <u>előre</u> <u>előre</u>	forrásból <u>előre</u> <u>előre</u> <u>előre</u> <u>előre</u>
kódhossz	4-256 chip ↑ 4-512 chip ↓	38.400 vagy 256 chip ↑ ↑ 38.400 chip ↓
kiterjesztés	✓, <u>növeli</u> az <u>adatok</u> <u>előre</u> <u>előre</u> <u>előre</u> <u>előre</u>	—
ortogonalitás	töbilités	nem <u>töbilités</u>
szinkronizáció	Kell	nem kell

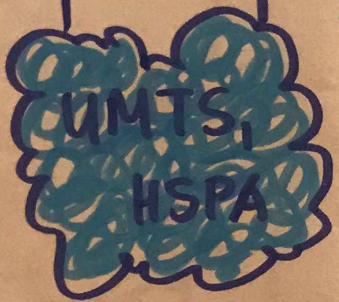
# UMTS cellaéghzés

→ megnévték a teret! ;)

- több felhasználó a cellában
  - ↳ nagyobb "hálózat" → mind nem teljesen ortogonálisok van. (közös csatorna)
  - ↳ kisebb cella használható csak effektíven
    - ↳ többi állomást szűrték ki
  - ↳ a cella mérete változik a forgalomtól függően! - "cellaéghzés"

# UMTS átviteli sebesség

- jobb beszédminőség
- gyorsabb internetezés
- CDMA
- újabb verzióban: all-IP core network!
- ↳ megemelték az óraműködését gerinchálózat.



⇒ 3,5G

# HSPA

(= High-Speed Packet Access)

- UMTS továbbfejlesztése nagyobb adatsebesség felé
- HSDPA + HSUPA = HSPA (két protokoll közös név)
  - ~ 14 Mb/s    ~ 5,76 Mb/s
- UMTS hálózata, aminek továbbfejlesztése

→ kör: HSPA+ ⇒ 3,75G

max. 42 Mb/s ↓  
22 Mb/s ↑

# LTE fejlődése

• rövidek távolságok: max. 5 km

• cellák sugara: 1-5 km

• OFDMA-t használ (-Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

• adatszsebesség:

↓ 100-300 Mbps	↓ 1-3 Gbps	↓ 3 Gbps
↑ 50-75 Mbps	↑ 0,5-1,5 Gbps	↑ 1,5 Gbps
LTE	LTE-A	LTE-A Pro
max (20 MHz)	max (5 MHz) (5-20 MHz)	max (32 MHz) (5-20 MHz)

• <sup>vívó</sup> aggregáció:

# MIMO

(Multiple In, Multiple Out)

• adatszsebesség növelése az adathozzárt felhasználóknál

• több antenna kiterjesztésére + kiterjesztés

• nagyobb freq. + több, más adatfolyam!

• Massive MIMO: 8-aszt több antenna

• Multi User MIMO: MU-MIMO egy időben több kérészt megold

• Beamforming: mobil / wifi életem tudatja helyre irányítottan az energiát

↓  
pi. csomag  
kiterjesztés

# Technikák

• nagyobb adatszsebesség (OFDMA alapú, MIMO, Beamforming)

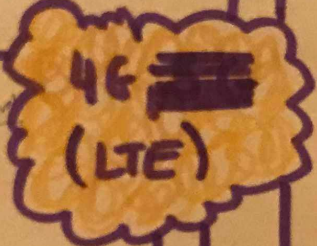
• több felhasználó kiterjesztése: MU-MIMO

• fedezettség + helyi adatszsebesség:

↳ cella a cellában  
↳ Relay Node B - társas, jelátvitel

• biztonságos + nagyobb adatszsebesség VoWiFi

→ DE! kiterjesztésmozgás: több technológiát (MIMO, MU-MIMO, Beamforming)



↑  
interoperáció  
tehetsége  
↑  
többféle csomag  
szállítás

# LTE (= Long Term Evolution) 4G

• IP alapú, csomagkapcsolt hálózat!

• nagy sebességű internet biztosít

• val internet! hangátvitel: VoLTE!

(3 fő szabvány: LTE, LTE-Advanced, LTE Advanced Pro)

Motivációk között:

→ felhasználói igény:

- gyorsabb mobilinternet!
- multimédia tartalmak kiterjesztése (video pl)

→ operátorok igénye:

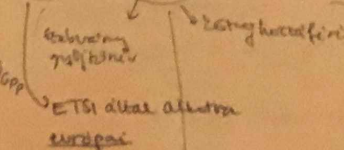
- új szolgáltatások, jobb szolgáltatás
- több előfizető kiterjesztése
- gazdaságosabb

→ gyártók igénye:

- új eszközök kiterjesztés eladása

# LTE világsterte

• GSN ↔ CDMA szabványok hálóján



• különböző frekvenciák vannak  
! az azonos frekvenciák  
szükséges minden  
frekvenciát!

• mobilis az Európában kiterjesztés exponenciál! ;)

↓  
GSM SIM alapú  
felhasználó

↓  
CDMA  
NW alapú  
felhasználó

} LTE: egyike szabvány: SIM alapú!

# Követelmény

• All-IP csomagkapcsolt hálózat

• 100Mbps gyorsan mozgó / 1Gbps  
vagy mozgó felhasználónál

• csúszás: 5-20MHz választható  
egy időben 26/36-vel!!!

↳ LTE Advanced feljött  
majd:  
"igaz 4G"

MIMO  
↓  
75-100  
MHz

# Vezérlés

## 1) VEZÉRLŐSÍK:

• irányítás útvonala: 4G User - eNodeB - MME - SGW - PGW

## 2) FELHASZNÁLÓI SÍK:

adat

• irányítás útvonala: 4G User - eNodeB - SGW - PGW - Előző hálózat (pl. GSM)

# Handoverek

## → hard handover:

- nehézes a vivő struktúrájú OFDMA miatt
- controller node idő hiány miatt

→ mobil észlelés ~~idő~~ mérés alapján az eNodeB dönt

## → Handover típusok:

### Intra-eNodeB Handover

→ cellarálts eNodeB-n belül

freq. váltás

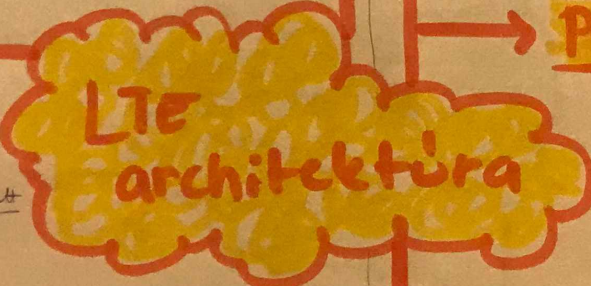
### Inter-eNodeB X2

→ közvetlen interfész (X2) kell az eNodeB-s közt

MME változatlan,  
SGW változhat

**SI** → ha nincs közvetlen X2 interfész

→ MME + SGW változhat



# eNodeB (= LTE korszakomai)

- nincs előző controller
- háló összeillesztés

# SGW (= Serving Gateway)

- IP adatok ad átvitel felhasználó + előző háló
- mobilitás kezelés algoritmus szerepe !

# PGW (= PDN GW) Packet Data Network Gateway

- előző háló post előző háló hálóz felé
- IP  cím allokáció
- statisztika alkalmazás
- charging kezelés

# MME (= Mobility Management Entity)

- felhasználó kezelés + paging
- előző háló ön kezelés ! (előző háló funkciók LTE-ben)
- mobilitás kezelés
- handover algoritmus
- SGW választás
- autentikáció kezelés (HSS)

# HSS (= Home Subscriber Server)

• felhasználó adatok

# LTE hordozók

- logikai csatlakozás a felhasználói hálóra (UE) + PGW közt
- adott végpontok / szolgáltatás kapacitása

## VoLTE:

- ↳ IMS hálón a multimedia szolgáltatás
- ↳ SIP vezérlés protokoll + RTP médiaszállítás

miért is ez kell juttatni az LTE generációhoz az IMS-be!

hogyan?

használnak, mint az internet végpontját

DE! : 1. hálónak más QoS követelményei vannak

## 2 típus:

### 1 Default alap

QoS nem garantált!

- ↳ hálóra csatlakozáskor épül fel (Attach procedúra)
- ↳ felautomatizált megmarad a hozzáférése (Detach)
- ↳ több is létrehozható különféle szolgáltatásokhoz!

### 2 Dedicated

garantált QoS!

- ↳ ideiglenesen épül fel → végén felbontás! (audio/video hívások)
- ↳ mindig valamilyen default hordozókat követhet!

- Quality of Service

# Voice over LTE

QCI = QoS Class Identifier

UE + PGW szinkronizáció a QoS-t

- prioritás, sávszélesség / forgalom
- forrás / cél IP + port valamint protokoll alapján

## VoLTE + 2G/3G

ICS = IMS centralized services

↳ multimedia szolgáltatás IMS-nél 2G/3G-n is!

## VoLTE

→ hang átvitele LTE felől

↳ hanghívás bevitelére nagy határyada stím

• cél:

- jobb minőségű hangátvitel (+D VoLTE, ↓ késleltetés)
- energiatakarékosság
- gazdaságosabb hálóra üzemeltetés

VoIP vs VoLTE → VoIP = VoLTE?

• IP alapú átvitel → garantált minőség

VoLTE = LTE + IMS?

• IMS = IP Multimedia Subsystem

↳ alkalmas (Sipri) szerver / média szerver üzemeltetésére

egyetlen standard multimediais szolgáltatás LTE-re!

## Feltételek

- hálózati támogatás
- specialis chipset
  - ↳ 2 kábeli funkcióra (internet + IMS)
  - ↳ media codec támogatás
- VoLTE feature eltarthatóság
- telefonbeállítások

→ Attach kell 2G/3G-ről 4G-hoz

CSFB (= Circuit Switched Fall Back)

↳ hívásindításkor: fallback 2G/3G-re

↳ függőleges: „paging” LTE-n

↳ adatkapcsolat

↳ megmarad hálón végig 2G/3G-re kerül

SRVCC (= Single Radio Voice Call Continuity)

↳ hálóközt: 4G-ről 2G/3G-re

↳ megmarad hálón!

↳ SRVCC: 2G/3G-ről 4G-re vissza.

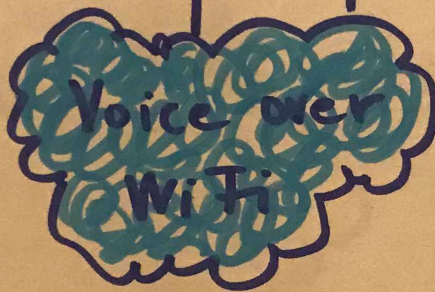
• UE Attach során jelet:

támogatja-e SRVCC-t



# VoWi-Fi architektúra

"untrusted"



# VoWi-Fi

- otthoni hálózati lefedettség → VoLTE problémás :)
- 4G cella's + freq. használat növekedése ↓ (offload)

Megoldás: VoWi-Fi ☺

- LTE femtocella's (3G femtocella's verzió)

## VoWi-Fi

↳ kiegészítő szolgáltatás

↓ stb. folyamatosan Wi-Fi hálózatra @ wow

↓ ↓ telőnkel támogatnia kell

## ELŐNYÖK:

meglévő infrastruktúra

- nem kell külön alálómarás ☺
- meglévő hálózatok újító
- átváltási: 2G/3G/VoLTE/Wi-Fi módok
- eseten: folyamatosan LTE-VoWi-Fi / Wi-Fi-Wi-Fi módok handover
- azonos szolgáltatás mint VoLTE eseten
- nincs roaming díj!

1) **Trusted**: ugyanaz az operátor biztosítja a mobil és Wi-Fi hálózatokat.

2) **Untrusted**: testőleges Wi-Fi hozzáférési pont használata

## EPDG (= evolved Packet Data GW)

- biztonságos csatlakozás 4G hálózatra
- SGW-steri funkció
- PGW-vel együtt

## mobilitás

(Trusted eseten más funkció EPDG helyett)

## AAA (= Authentication, Authorization, Accounting)

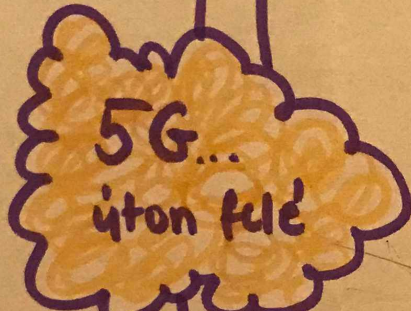
- biztonságos bejelentkezés

## HSS

- felhasználói adatok

# Alkalmazások

- okos járművezés
- robotok
- médiaszolgáltatások (szól helyen)
- infrastruktúra vezetése



## CUPS

(Control and User Plane Separation)

reális + felhasználói adat-  
folyam elválasztása

- skálázhatóság, pontosság

# Jellemzők

• < 1ms vég-vég késleltetés

• "Hálózatba kapcsolt társadalom"

→ nem csak mobilok,  
hanem más  
eszközök is!

• Élettérig hatékony

↓ kisebb átviteli költség ↓  
↓ kisebb energiafogyasztás ↓

• nagy sebességű adatátvitel : 1-10 Gbps

új rádiós (NR)  
interfész

: 6-100 GHz sáv

→ 10x spektrális  
hatékonyság

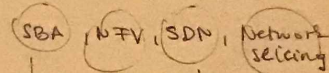
## EGYEBEK (másra)

- 2016/2017 - 5G teszt
- szabványosítás folyamatban
- 2019-ben: kezdeti bevezetés vezető operátoroknál

→ LTE-nél már látott megoldások, azok továbbfejlesztései: Access Network

## Core Network:

↳ Stateless & telekomunikációs  
szolgáltatás → IT!



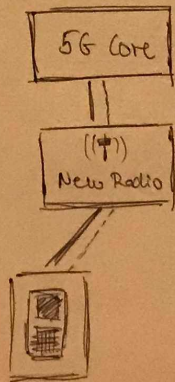
Itten  
közg. sz.  
elérés  
HTTP API-n

NFV  
licenstől

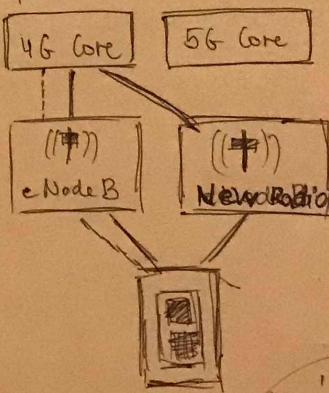
hálózati  
kiszolgálók  
virtualizáció,  
softver

ipari  
alapvető  
működés:  
széleskörű  
gyorsítás

Option #2



Option #3



felhasználói sík

vezető sík

# Forgalmi mintázat

## 1) ON-DEMAND tartalom:

- ↳ prefetch: rövidebb időtartamú előtöltés (5-15s)
- ↳ media tartalom nagyobb darabokban előre (chunk)
- ↳ TCP protokoll!

## 2) ELŐ tartalom:

- ↳ rövidebb előtöltés (100-500ms)
- ↳  folyamatos forgalomra (nem chunk, fix csomagok)
- ↳ TCP vagy UDP/RTP protokollal!

# Szolgáltatások

- elő TV, rádió adás továbbítás IP hálón
- DRM (= Digital Rights Management)
- EPG (= Electronic Program Guide)  műsorjelség
- Teletext
- elő adás felvétel (streaming) (streaming)
- kup a szíven (PiP)
- Time shifting
- ugy időben több felvétel + elő adás
- programozott felvétel műsorjelség alapján
- video on Demand
- alkalmazásról futtatás

# IPTV rendszerek

# IPTV ≠ Internet TV

IPTV	Internet TV
	elő adás
	igény szerinti tartalom
	országos, regionális
menedzsett hálózat	globális
	publikus internet

# Valós idejűség

→ IP hálózatokban megjelent valós idejű hálózati jelentős része korábban dedikált hálózati infrastruktúrára működött.

→ dedikált hálózat művelet paraméterei a szolgáltatás jellegéhez igazítottak → magas rendelkezésre állást biztosítanak!

## MEGOLDÁS:

FIFO helyett!: előre definiált forgalom típusok igényeihez dinamikus kiértékelés

⇒ QoS

• Az IP protokoll best effort jellegű átvitelt valósít meg!

## nem garantált:

- úgy minden darabja megérkezik
- sörtendő
- alacsony mértékű + ingadozó az átvitel bizelhetősége teljes ívönként. (end-to-end)

→ bedarabos kiértékelés szolgáltatás

→ rugalmas konfigurálhatóság

hálózat: legnagyobb interaktív szolgáltatás ma már IP felel meg.

cdl: átviteli garancia vég-végig.

# Multicast IP címek

- úbitoválkításra: D-bitális csatározás (224.0.0.0/4)
- Multicast cím csomópontok 1 jól definiált csoportját azonosítja: Multicast csoport
- csoporttagok: dinamikus
- IPTV rendszerben 1 multicast IP-cím 1 adott TV csatorna aktív nézőit azonosítja a hálón.
- TV-nélson médiafolyamát a hálón keresztül D-bitálisan IP-címekmel rendelkező csomópontokhoz továbbítja a hálón.

# IPTV felépítés

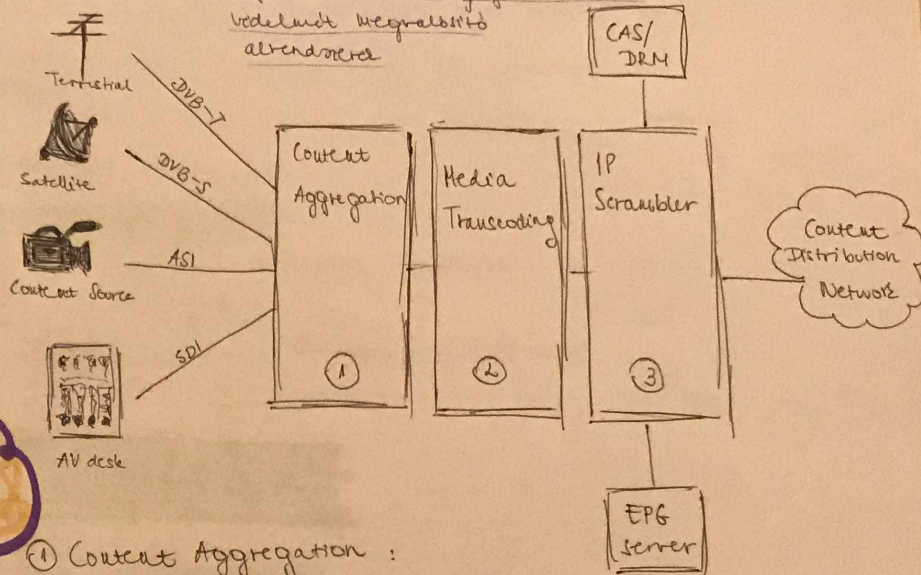
IPTV  
⇒ protokoll listát:

- IPv4/IPv6
- IGMPv3/MLDv2/PIM
- UDP
- RTP/RTCP (TS)
- MPEG-2 Transport Stream
- PES

Mediareszelés:

- # 264/# 265 (video)
- MPEG AAC (hang)

# Rajz



## 1 Content Aggregation:

↳ műsorfolyamok összerajzítása más-más forrásokról

(több technológiával juttatható el IPTV-hoz: DVB-T földfelszíni TV digitális, DVB-S műholdas TV digitális, SDI - Serial Digital Interface, ASI - Asynchronous Serial Interface)

## 2 Media Transcoding:

↳ médiafolyamok (víp, hang) újra kódolása [IPTV követelményekhez] megfelelően

- átviteli sebesség: 16-2,2 Mbit/s
- teljes videóáram sebességére vagy több 7-9 Mbit/s
- felbontás: 720 x 576 px (standard) vagy 1920 (1440) x 1080 px (high)

## 3 IP Scrambler:

↳ az újra kódolt médiafolyamokból IP hálón továbbítható adatcsomagok készítése (IP/UDP/RTP/MPEG-2 TS/ES csomagolás)

# PIM

→ Multicast IP útválasztás (3 félé van)

(= Protocol Independent Multicast)

- 1. sparse mode (SM)
- 2. dense mode (DM)
- 3. source-specific multicast (SSM) → IPTV rendszerek SSM + SSM

• nem 1 protokoll, hanem multicast útválasztási protokoll család!

1) SPARSE MODE: (PIM-SM) → <sup>útválasztó</sup> <sup>igazl. pont</sup> RP (rendezés-pont)

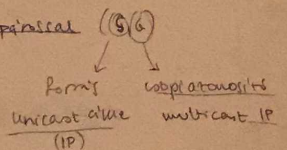
- multicast fut explicit módon építi fel IGMP kikérde!
- ≈ WAN háló érzékenyebb → Pull modell!

2) DENSE MODE: (PIM-DM)

- multicast forgalmat elterjedési irányba <sup>interaktív</sup> <sup>sávszélesség</sup> továbbítja teljes hálóra
- ↓
- <sup>intenzív</sup> <sup>sávszélesség</sup> <sup>igény</sup> észlelt: IGMP önré alapú fogorrasztás fel a továbbított oda, ahol nincs aktív résztvevő.
- implicit felépítés! <sup>korps</sup> <sup>határozatlan</sup> <sup>hála</sup> <sup>szálvezetés</sup> !

3) SOURCE-SPECIFIC MULTICAST: (PIM-SSM)

- speciális elvű def. forrás spec.
- multicast csoporthoz: forrás-specifikus <sup>anonim</sup> párosítás (S/G)
- explicit megadás az ellenléte a feladatok jogszabályai formáit!



# Mi az?

→ kommunikációs protokoll

(= Internet Group Management Protocol)

- multicast csoporthoz menedzselésre hálóra belül (*specialized multicast*)
- IGMP űtválasztás: IP útjpontról + helyi útválasztó közti
- OSI szintok: IP protokoll szintjén helyezkedik, helyezkedik közvetlenül hálóra
- IGMP host - IGMP querier

# IGMP alkalmazásai:

- IP útjpontról + útválasztó menedzselésére a multicast csoporthoz
- ön szervezési IPv4 csomagok dokumentáció

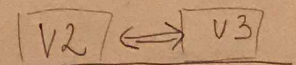
# Query / Report

## 1 Membership Query:

- szervező multicast csoporthoz szervező le!
- helyhez kapcsolódó útválasztó csinálja (IGMP querier)

## 2 Membership Report:

- tagok jelentkeznek a multicast útválasztó felé! <sup>elő!</sup>
- szervező szintje
- szervező szintje feliratkozni egy multicast csoporthoz



- V2 csoporthoz jelentkezik az IGMP querier le! (Leave Group üzi)!
- V3 forrás-specifikus multicast csoporthoz jelentkezik → megkérdezi az IGMP querier le! (include mode, exclude mode)
- szervező szintje megkérdezi az IGMP querier le! (include mode, exclude mode)

multicast router  
 alacsony állé  
 le hogy állé  
 a forrás  
 a szervező szintje  
 az IGMP querier le!

# MPEG-2 TS

(= MPEG-2 Transport Stream)

- szabványos konténer formátum hang, kép, program info, szolg. info örv. multiplexelt továbbításra

→ alkalmazása:

- DVB
- IPTV

• 1 TS több elemi mediafolyam

• több hangra, képre továbbítás

• elemi folyamok közt: szinkronizáció (hang, kép, felirat)

• PID (packet ID)

↳ minden elemi folyam egyedi azonosítóval van ellátva

⇒ információs táblák: (TV csatorna = Program)

• PAT (= Program Association Table)

↳ transport stream kidőt csatorna azonosító táblája

• PMT (= Program Map Table)

↳ program tartalmát elemi folyamok PID-jeit táblája

• ETB (= Event Info Table)

↳ EPG átrendszert EIT alapján csinál üzeneteket

• PCR (= Program Clock Reference)

↳ elemi folyamok szinkronizációjára váls referencia-óra

# Mi az? RTP

(= Real-time Transport Protocol)

- dedikált transport protokoll videó, kép, audio mediatípusok átvitelére

→ alkalmazása:

- VoIP
- IPTV
- Videokonferencia
- Streaming audio + video

# Szolgátlatások (RTP)

• haladó csomag átrendezés szel

• időben átrendezés megfelelő időben történet újratöltés

• hang + kép tartalmát kiszéles alkalmazás ! 😊 YEEY!

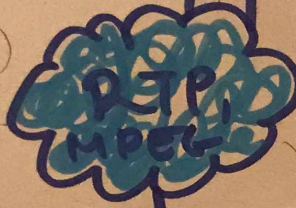
• IP multicast átvitel !

• alkalmazás - szintű keret átvitel ALF (= Application Level Framing)

⇒ fejlesztés

• szórási idő = 16-31/ig (0. Bit offset + csomag hossza)

• időben idő = 0-31/ig (32-es Bit offset : időben idő)



# Media-kódolás

• időben idő kódolás !

① CBR időben idő

(= Constant Bitrate)

- media kódolás időben idő időben
- időben idő időben időben időben
- időben időben időben időben időben

↳ időben időben időben időben

időben időben időben időben időben

② VBR időben időben

(= Variable Bitrate)

- media kódolás időben időben időben időben
- időben időben időben időben időben

# Szolgáltatás minőség

→ a minőség a csatorna minőségét befolyásoló IP-szintű elemi hálózati metrikák:

- késleltetés
- csomagvesztés
- hálózati késleltetés (jitter)
- csomagok áttérési ideje
- átviteli teljesítmény

→ a minőség a csatorna minőségét befolyásoló csatorna hálózati metrikák:

• NDI szintű metrika



→ egyéb szolgáltatás minőségét befolyásoló metrikák:

- csatorna minőség
- EPG beállítások

Méretezők:

- meghatározott ráta / képképfrekvencia / adatközlési sebesség
- adott sorrendben



Videó-hangszolgáltatás:

- hálózati minőség miatt adódik nem fix késleltetés
- nem garantált sorrendben

→ képképfrekvencia

⇒ csatorna minőség csökkentése

• 2. GOP (GOP) tartalmú képképfrekvencia

• 2. GOP csatorna minőségét csökkenteni

• 2. GOP-ban megjelölt csatorna minőségét nem lehet csökkenti

# Jellemzők

- vestfészes túlszámított elvárás!
- csatorna/változó sávszélesség (GBR/VBR)
- max. ro. blokkok (MB)
- FM0, AS0
- I-slice, P-slice, B-slice
- 1. épképfrekvencia több szekción osztható
- MB: diszkrét cost transzformáció alapú (DCT) épképfeldolgozás egysége, valószínű elvárt!

# CSATORNAVA'LTA'S

(2xP Time)

- valós idejét meghatározó paraméterek:
- csatorna minőség
- multicast átviteli sebesség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése

# H.264

(H.264 szabvány)

# folymakódolás

• meghatározható, hogy adott IP csomagon milyen típusú videószerkezet tartalmaz.

• GOP blokkokra osztható!

(= Group of Pictures)

mindig I-frame-mal kezdődik!

(azaz azonnal sorrendben P és B frame-ek következnek!!!)

• 1. I-frame: első GOP kezdetét jelöli!

# Keret típusok

• I-frame: (intra coded frame)

↳ épképfrekvencia elvárt paraméterek nem létezik korlátozás észt!  
= kezdő keret

• P-frame: (predictive coded frame)

↳ korlátozás I/P keret hasonló referenciával  
↳ valószínű meghatározható keret

• B-frame: (bi-predictive coded frame)

↳ korlátozás + elvárt I/P keret is felhasználható referenciaként.

# Picture-puffer

- picture minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése

- csatorna minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése
- csatorna minőség csökkentése

• IPTV set-top-box  
→ csatorna minőség csökkentése  
(80-200 ms)

# Címke elosztó mechanizmusok

- LSP létrehozás
- LSR tároló tábla

- különböző címkéosztó protokollok

↳ **BGP** (= Border Gateway Protocol)  
 - autonóm AS  
 - MPLS technika

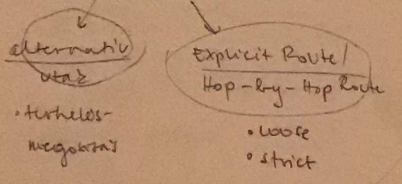
↳ **RSVP** (= Resource Reservation Protocol)  
 - címkéosztó: RSVP-nél  
 - RSVP-TE technika

↳ **LDP** (= Label Distribution Protocol)  
 - IETF definíciója a célra  
 - CR-LDP (= Constrained Routing)

## MPLS-TE

(= MPLS-Traffic Engineering)

- forgalomterelés
- IP: shortest path = least-hop path!
- MPLS: tetszőleges út választás!



# Adatkapcsolati réteg

## L2 (= LINK LAYER)

→ feladata: ~~adatok~~ <sup>(adatgram)</sup> ~~átvitel~~ <sup>egys. adaptív</sup>  
 átadása / szállítás / szomszédos LSP-nél

• **LLC** (= Logical Link Control)  
 - logikus csatl. vezérlés  
 - felad. átvitel ↑

• **MAC** (= Media Access Control)  
 - fizikai csatl. vezérlés  
 - adata átvitel ↓

→ (ARP, DHCP, PPP, Ethernet, WLAN, MPLS)

## MPLS

(→ L2.5 megoldás)

(= MultiProtocol Label Switching)

- egyedi IP/MPLS vezérlés
- egyenlő útv. ATM ~ ATM
- növekvő átvitel (FEC)

→ header: 32 bit (4 byte)  
 → label: 20 bit

- QoS
- topológia / forgalom centrális elhelyezés
- TE + VPN alkalmazás

• Label Swapping, Stacking (stripping) → sz. réteg lehet "vélem" által  
 → hierarchikus LSP beépítés

- **LER** perem címkéosztó
- **LSR** címkéosztó
- **FEC** növekvő átvitel
- **LSP** címkéosztó út
- **Label Swapping**

LER	VS	LSR
• IP alapú útvonalválasztás		• LER router LSR tároló tábla it. felé
• címkéosztó protokoll (egye- be minden routerba)		• egyedi csatl. és adat link interfész a tároló tábla alapján
• címké feladás		• címkéosztó állítás számára tábla alapján
• utolsó lépés elválasztás		

## SLA

(= Service Level Agreement)

- mi a forgalom / minőségi jellemző
- ↓
- megvalósítás (pl. 4 osztály)

WDM...  
→



# 1 módusú, több módusú üvegszál

⇒ **SMF** (= Single-Mode Fiber)

- 8-10 μm mag
- drágább, de jobb!!!
- 1 terjedési módus
- nagyobb táj. sávosság!

⇒ **MMF** (= Multi-Mode Fiber)

- 50-85 μm mag (→ Maxwell egyenlet)
- SiO<sub>2</sub> alapú anyag
- 3 alacsony szilícium-dioxid sáv ("modes")

↓ 0,8   ↓ 4,3   ↓ 1,55 μm

# BWDM és CWDM

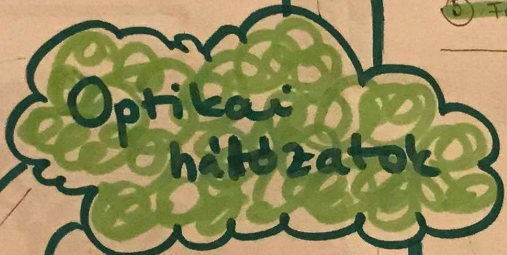
freq. grid   wave length grid

⇒ **DWDM**

- 193 THz sáv
- (~150 csatorna) 100 GHz-es távolság
- 100 GHz-es távolság

⇒ **CWDM**

- nagyobb sáv csatornák között (vonal)
- észlelhetetlen pontosság, széles sáv spektrális
- olcsóbb
- nagyobb bitsebességek



# Nyalábolási technikák

1. **TEROSÍTÁSOS (OSDM)**: • Helyi frekvencia
2. **HULLAMHÉNYTES (WDM)**: • additív - levő párosítás hullámhosszok
3. **IDŐSELTÁRSOS (OTDM)**: • nagysebességű frakcionálás időben csomagok
4. **KÓDSELTÁRSOS (OCDM)**: • ártólagos kódolás többcsatornás hálózaton (pl. passzív optikai csatlakozás)
5. **FREKVENCIASELTÁRSOS (OOFDM)**:
  - több vörös
  - alacsony
  - nagy sáv
  - spektrum + adatszámítás
  - skálázható + flexibilis
6. **Nyquist WDM**

# AWG

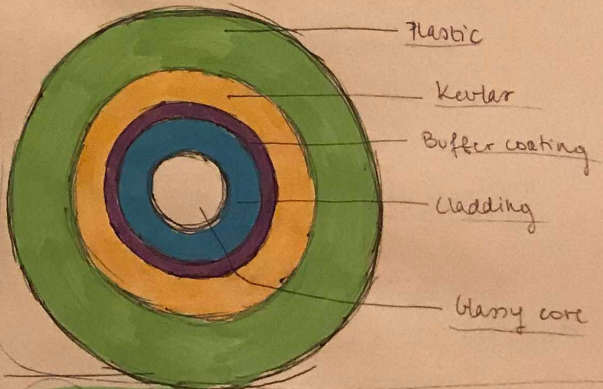
(= Arrayed waveguide grating)

- jól skálázható
- alacsony veszteség
- konfigurálható

# OPTIKAI ERŐSÍTÉS, JELTRISSÍTÉS

- **OR**: Re-Amplification, Re-Shaping, Re-Timing (tiszta optikai úton?)
- **SOA** (= Semiconductor Optical Amplifier)
- **EDFA** (= Erbium Doped Fiber Amplifier)
- **Raman Amplifier**

# Fényvezető keresztmetszet



# GMPLS / ASTN

= generalised multi-protocol label switching = automatic switched transport network

- FSC
- L2
- TSC
- RSC
- WBSC
- FSC

→ dinamikus (kapcsolat) + többfunkcú

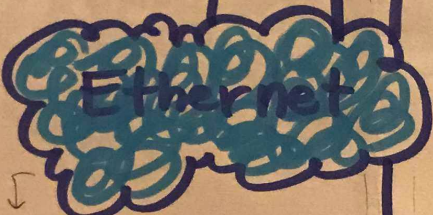
# ARP Poisoning

(MITM attack)

- ARP tábla lejárt! (MAC-hoz IP rendelés)
- gyakran gép szereli át ARP cache bejegyzést! (addor is ha nem lett észlelve semmi)
- MITM támadást lehetőségre teszi (= Man-in-the-Middle)
  - ↳ védekezés: nem fogadok újat! ha nem látom érvényes.

# Ethernet Switch

(kapcsoló)



- adatkapcsolati Hálógépi eszköz: aktív!
  - ↳ tanúsítja + küldi Ethernet csomagokat (store, forward)
  - ↳ vizsgálja eljövő szűrt MAC címet

- átlátszó (transparent)
  - ↳ számítógépek nem tudnak a kapcsolóról!

- öntanuló (plug-and-play)
  - ↳ nem kell konfigurálni

- helyére csatlakozott gépeknek közvetlen kapcsolatot van a kapcsolóhoz

- keret: kapcsoló pufferek
- nincs átjárás: full duplex

• kapcsolás: A-A', B-B' egymással szembe fordított, átjárás nélküli

• kapcsolási tábla: 

MAC	interfész	időbélyeg
-----	-----------	-----------

  
 ↳ routing tábla felépítés

## KERETEZÉS lépés:

- 1) MAC cím bejegyzés (észlelés)
- 2) kapcsolótáblát MAC címekkel indexeli
- 3) ha van már bejegyzés rd:
  - + ha ugyanott, eldobja
  - ha új, újat, eldobja
  - ha új, újat, eldobja
  - ha új, újat, eldobja
  - ha új, újat, eldobja

amíg: "hátsó" → mindenképp továbbítja, eldobja

# Tulajdonságok

- eredeti bitsebesség: 2,94 Mbit/s
- legújabb bitsebesség: 400 Gbit/s

- vezetékes LAN-os adatkapcsolati technológiák közül!
- olcsó!!! + egyszerű!!!
- #1 elterjedt LAN megoldás!
- bitsebesség növekedés: [10 Mbps - 1000 Gbps] LOLGEC nap

LAN → MAN → WAN

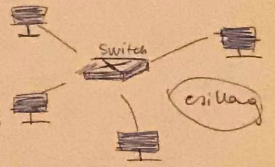
# Fizikai topológia

↳ busz (körös elvű csatlakozás)



↳ minden gép ugyanarra az átviteli tartományon beszél!

↳ csillag (ma dominál)



↳ csillagot aktív (=kapcsoló)
 

- ↳ minden gép külön sávot (nem átviteli!)

## KERETSZERKEZET:

- szűrt adapter: IP datagramot [redacted] test
- [redacted]: 3 byte
- [redacted]: 6 byte MAC cím + cél
- [redacted] magasabb rétegi protokollal azonosítja
- [redacted] hibakezelés (vethi oldalon)

# Milyen?

- 1) összeköttetésmentes: "két fogás" add-ve szűrt
- 2) megérkezett: vevő NIC nem nyugtat / idez, ha nem éppot nem
  - ↳ ha 1 keret odavestett, más magasabb protokoll nélkül átutaztat helyre / nem is állítható

# Link Aggregation

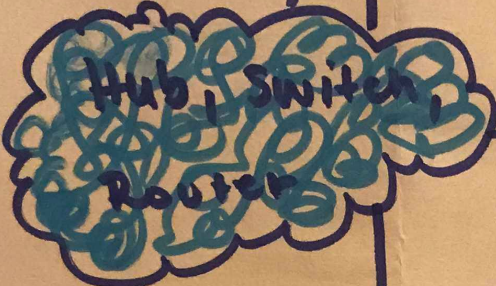
(= szabványosított)

(1-3) több párhuzamos kábel: összekötés összekötés

- kapacitásnövelés
- redundancia
- inverte MUX
- port trunking
- link bundling
- NIC teaming
- Ethernet/network / NIC bonding

• Link Aggregation Group: LAG

• Link Aggregation Control Protocol: LACP



## Hub

- sima kábelcsatlakozás
- egyike 1 szegmens

## Switch

→ adatszoph. relérendszer!

- szegments
- megtanulja a portokat
- osztott közeg közelem
- MAC alapján tábla

## Router

→ halibrati relérendszer!

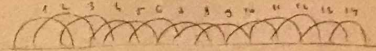
- egyike feljelölti relérendszer működés
- IP címek alapján tábla

## VLAN

(Virtual Local Area Network)

- **port alapú VLAN** switch portok csoportosítása
  - 1 fizikai switch egy működés, mint több virtuális
  - forgalom elválasztás! (port helyett MAC-cel is lehet VLAN-determinálás)
  - dinamikus "tagging": portokat dinamikusan át lehet helyezni VLAN-ok között.
  - VLAN-ok közt: társítható: routelés csak!
    - minden esetben kapcsolók között
- **trunk port** • több fiz. kábelre átterjedő VLAN beállítás megoldása

# Tulajdonsárok



•  $\Delta f = 5 \text{ MHz}$  (14 sub)

↳ ha 6.-at használjuk: 4-5 és 7-8 használhatatlan :(

• DSSS, OFDM

• 3 csatorna: 1, 6, 11

↳ nagyobb freq. → nagyobb energia, rövidebb távolság

• channel bonding → csatornaösszetfogás (max 50MHz -n, 2,4GHz-n NEM!)

2014 Január:

• max 50MHz, 2,4GHz NEM!

• növekvő sávszélesség! ↓

↓ de!  
bps ↑ !!!

• csatornaösszetfogás: max 8

• max 8x8 MIMO

• WiFi-elektronika kompatibilitás

• beam forming:

↓  
↳ selektív  
kártyaerősítés

• MU-MIMO

↓  
↳ 8 párhuzamos jel  
↳ 4 különböző csatorna felé

kevesebb  
adatok sebesség.

↓  
kevesebb  
türelmet!



# IMS

már volt VoLTE-nél

(= IP Multimedia Subsystem)

- vezeték + mobil hálózat IP alapú gerinchálózatra megvalósítására való architektúra
- adatok: IP csomagban rutin át
- szöveg átvitel:
  - jelzés és szöveg
  - más hálózat felé konverziósára
  - funkciók megvalósítására

# Kihívások

- meg kellett teremteni:
- magas rendelkezési állás!
  - alapsan testelt protokollok
  - hálózati biztonság (betörésvédelem)
  - garantált szolg. minőség!
  - testelt stb.

# VoIP (Voice over IP)

## Miert jó?

- alapötlet: lehetőleg 2 hálózat fenntartani! ... ja ... at ...
- (hálózati + IP hálózat)
- hálózati terheltség: nagyon keveset szükség (IP csomag)
- csökkenthető terheltség ☺
- hang, integrált adat-, kezelés is egyben! (pl. URL kóddal beszélgetés kezelés)

## VoIP architektúrák

- kezdeti megoldás: trón IP-re szélesítés, kapcsoló szélesítés maradna
- mostanra: kapcsoló szélesítés is IP-re szélesítés! YEEY! (NGN!)

### Funkciók:

- 1) beszéd szélesítés + dekompozíció:  
= kódolás, sebesség: 5-64 kb/s
- 2) beszéd csomagok szélesítés:  
• UDP csomagok ágyazott RTP csomagként
- 3) jelzés feladat: kapcsoló felépítés + trón (H.323, SIP)
- 4) egyszerűsítés más VoIP / PSTN hálózat  
• áthívás, amely mindeket nyelhet beszél  
(PCM, SDH, PSTN, jelzés)

### Nagyon IP csomag

- kevesebb overhead
- nagyon elsteltetés

↓  
trón hálózat 15ms alatt  
áthívás trón  
100ms felett szélesítés!

## ADSL 2

- jobb modulációs hatékonyság
  - ↓ max. 12Mbps
  - ↑ max. 1,3Mbps
- ~200m-re legjobban hatótáv
- átmenetileg használható a bevitelatomák!!!
- energiatakarékos, hőszelvény-c forg.

## ADSL 2+

- max. freq.: 2,2 MHz
- max. letöltési sebesség: 24Mbps-ra nő ↓  
↑ 1,4Mbps

• 1,5 km-n belül

## xDSL

• ötlet: = hogyan

• VDSL (= very high rate digital sub...)

- ↓ 13Mbps - 55Mbps
- ↑ 1-3Mbps
- maximális: 26-26Mbps ↑ ↓ szimmetrikusan

• VDSL 2: ↑ ↓ 100Mbps

- ↳ freq. tartomány: 30MHz
- ↳ DSLAM szupercsatlós ADSL modemmel
- ↳ xDSL = ezek együtt.

# ADSL

= Asymmetric Digital Subscriber Line

## Triple play

- marketingnevű IP csatló-ra:
  - Internet: 8Mbps
  - Televízió: 3TV csatorna
  - Telefon: VoIP
- újabb ötlet: modell
- standard szolg. felett: VoIP/Ethernet-ADSL

## ADSL-en

- 2 telebből csak 1 van egy szerver, a home gateway-en átmenő.
- besicid, várj prioritást elvet! adatforgalom felett
- home gateway: IP/PSTN átjáró is

## Hogyan?

- idk: végtelen telefonos előfizetői hálózat
- szimuláltághoz maximálisan → \$
- ↳ a leggyorsabb értéke → csere, drágább!!
- magától a telefonközpontok közti tranzitállomások kitágulni az adatátviteli útvonal → telefonmodemes problémák többlete ✓
- telefonbeszélgetés: egyidejűleg

## Működése

- 0-4 kHz: beszéd
- 4-25,8 kHz: rádiósalv
- 25,8-138 kHz: felhívócsalv
- 138-1104 kHz: letöltési csálv

→ sebesség: aszimmetrikus! (szimmetrikusan)

- ↑: 16kbps - 1Mbps
- ↓: 9,1 - 8Mbps

↳ távolsághoz (2,5km ↓ ✓, 5km ↑ ✓)

## Topológia

- DSLAM (= Digital Subscriber Line Access Multiplexer)
  - ↳ modem elterjedés
  - ↳ sok modemmel tart egy szerver kapcsolatot, de csak néhány szimmetrikusan
- BRAS (= Broadband Remote Access Server)
  - ↳ szerveroldali kezelés, IP címszámok
  - ↳ Internet szolgáltatók specialis routerei: 1. router az úton
  - ↳ adatátviteli útvonal bevitelénél szimmetrikusan

# Spektrumkiosztás

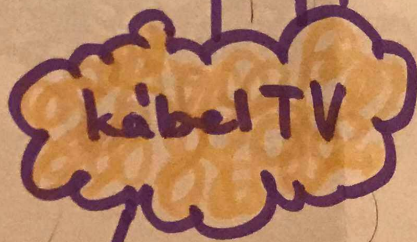
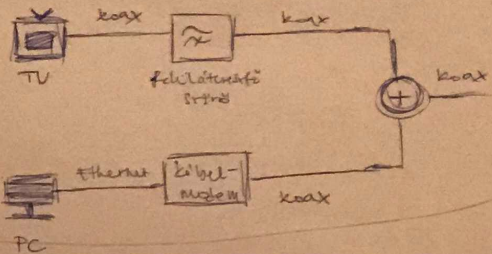
• modern kábeltelevízió is működik (550 MHz felett is, gyakorlatilag 750 MHz felett)

↳ megoldás: <sup>upload</sup> ↑ 5-65 MHz (EU) | 5-42 MHz (USA)  
 kábeltelevízió freq. ↓ <sup>download</sup> <sub>kanál!</sub>

# Topológia

(→ aszimmetrikus átvitel!) → nagyobb letöltési sebesség → miként azok miatt, nem úgy mint ADSL-nél

- fejdobozástól felhasznált felek
- ↑ erősítőz. 5-42 MHz tartományban
- ↓ 54 MHz feletti tartomány: erősítőz.



# Biztonságos kommunikáció

• kábel = osztott közeg

↳ bárki megértheti a mellett elhaladó forgalmat

• szűrés nélkül minden lehallgatható ⇒ forgalomvédelem  
 minden irányban ↻!  
 ↓  
 fej + modem együtt zárt rendszer

# HFC rendszer (Hybrid Fiber Coax)

• fényvezető szálak: nagy terhelési kapacitással!

# Internet a kábelTV-n

• szolgáltatás-biztonság: → Internetelés  
 → Telefon-szolgáltatás (VoIP)

itt kell alaphitani a hálózatot! ;)

↓  
 1 irányú erősítő helyett 2 irányú mindenhol

↓  
 fejállomáshoz fejlesztés kell.  
 ↳ több erősítőből intelligens digitális szűrőrendszer

• coax kábel: osztott közeg → több felhasználó egyidejűleg

↳ mindenkinek van saját csatlakozása (csatlakozási pontok)

TV működéshez nem fontos → broadcast van

Internetelésnél osztott a létező

MEGOLDÁS: több adatra osztás 1 kábeli kábelre

↳ minden csatlakozást biztonságosan kell fényvezető

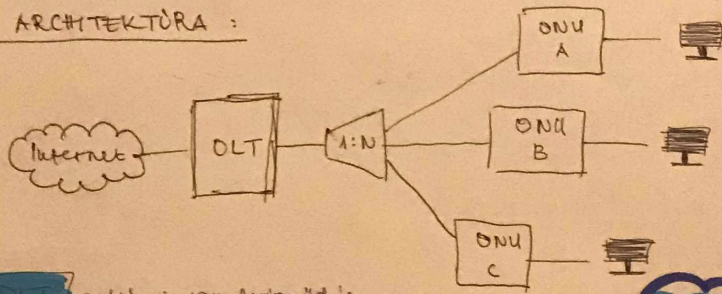
! fejállomáshoz + fényvezető csatlakozás szükséges nagyon nagy

(ma pár száz csatlakozás 1 szálalapon is)

# PON

(= Passive Optical Network)

ARCHITEKTŰRA:



**DLT** optikai vonalvezető

**ONU** optikai hálózati végpont/elem vagy (ONT)

→ N 2 hatvány

→ max 256

→ gyakorlatban: 32 / 64

# Pro - Contra

ELŐNY (+)      HÁTRÁNY (-)

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• nagy adásterjedés</li> <li>• kis csatlakozás: 2x teljesítmény! elég</li> <li>• kis csatlakozás: nagy táv tárolhat!</li> <li>• kis kábelköltség</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• magas beruházási költség (új infrastruktúra)</li> <li>• telephely drága! (nem az optikai soró)</li> </ul> |
|--|--|

**Optikai hálózatok**

# Hálózati architektúrák

• **point-to-point architektúra**

N kapcsolat:  
2N optikai  
add-vezető

egyszerű, stabilizált, jól bevált technológia

kapcsolatvezető: 1 fémvezető kábel

• **optikai hálózat** → megvalósítás: ETHERNET!

külön kezelője van:

szálkaszál

egyszerű, stabilizált, jól bevált

• **optikai megoldás**: **Fiber to the Building**

olcsó elosztás beépítésnél

• **de: túl nagy veszteség** csak optikai szálakat használva

• **optikai hálózat**

egyszerű, stabilizált, túl az 1. telephelyen

szálkaszál

külön az a párosított vezetőkábel

• **de: túl nagy veszteség** csak optikai szálakat használva

N kapcsolat:  
N+1 optikai  
add-vezető



# UTP, STP

UTP (= Unshielded Twisted Pair) → gyakran használt

STP (= Shielded Twisted Pair)

→ fő felhasználás: Ethernet! (100 Mbps - 1 Gbps - 10 Gbps)

- otthon, irodában tökéletes ✓
- pár 10 - 100 m távolságra

→ sokszor elpatas kábelkategoriók:

- Cat3 (keszletkínálók, mobiltelefonok, 10 Mbps Ethernet percek) 100m
- Cat5: 100 Mbps Ethernet, 100m
- Cat5e: 1 Gbps Ethernet, 100m
- Cat6 / 6a: 10 Gbps Ethernet, 100m
- vertikális kompatibilitás

→ olcsóbb  
→ egyszerűbb  
→ elég jó

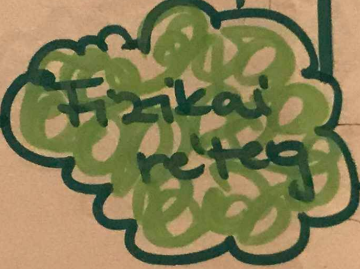
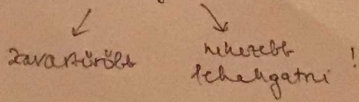
# Optikai szálak

• alapötlet: nem elektromos jelet → fényt továbbítunk

→ szílon belül marad a fény

ELŐNYÖK:

- hatalmas sávszélesség (több mint THz) + sebesség!
- kis csillapítás
- vékony, könnyű, olcsó
- nem kelt elektromágneses sugárzást és nem is melegszik! ☺



# Elektronikus információvitel

→ milyen távolságra? : attól függ milyen vezeték

- távolsággal nő:
- elektromos ellenállás
  - hirtelenség (zaj)
  - csillapítás

→ mi zorra ér át a jel?

kb. 200.000 km/s (c/3) - fénysebesség

→ milyen gyorsan lehet kábelben?

függ átviteli közegetől, távolságtól!

• átviteli karakterisztika:

[pl. 5 csatorn. ~ 19, 910 Hz (elvirág) (20.000-90) freq. (legnagyobb átv. freq. legkisebb átv. freq.)]

# Sávszélesség ↔ jelzési sebesség

• sávszélesség + információ:

↳ ott tudsz infót átadni, ahol a sávszélesség átengedi! (attól a tartománytól!)

• minél nagyobb a jelzési sebesség → annál nagyobb az adatsebesség!

↳ nagy sávszélesség (Hz) = nagy adatseb. (bit/s)

• 1 csatorn. = 1 kommunikációs csatorna ⇒ elterjedt! (UDP-nél is)

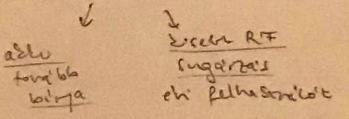
↳ nagy távra: 5-7 km kábeltáv

- sávszélesség: ~ 1 MHz
- adatátvitel: ~ 5-10 Mbps

# UHF

(= ultra high frequency)

- (ISM) sőt 2,4MHz is itt van
- industrial scientific medical
- nagyobb freq. → nagyobb csillapítás
- kisebb adóteljesítmény felel meg nekik



# Radiohullámok terjedése

# Radiofrekvencia (= RF)

- elektromágneses spektrum egy része!
- ~ 10kHz - 100GHz
- frekvenciával változik: rövidebb hullámok → csillapítás
- tartomány nem nagy: mindenképp wireless akar kommunikálni
- ! interferencia: egy időben, egy helyen, egy freq. több adó!

RF  
↳ stabilizációs kettős!

- rádióhullámok terjedése: 3 f.
  - 1) talajhullám
  - 2) felhullám
  - 3) egyenes vonalú terjedés

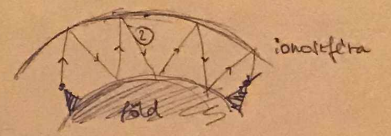
## Ground Wave Propagation (1) TALAJHULLÁM: (pl. AM rádió)

- Eszter a föld felületén
- 2MHz alatti freq.
- vízszintes hullám



## Sky Wave Propagation (2) FELHULLÁM:

- ionoszféránál visszaverődés
- földnél visszaverődés
- több 1000km áttérési távolság



## Line-of-Sight Propagation (LOS) (3) EGYENES VONALÚ TERJEDÉS: above ~30MHz

- fény is ilyen
- adóval, vevővel látni kell egymást!
- visszaverődés, ellipszis, azadályon áthaladás

