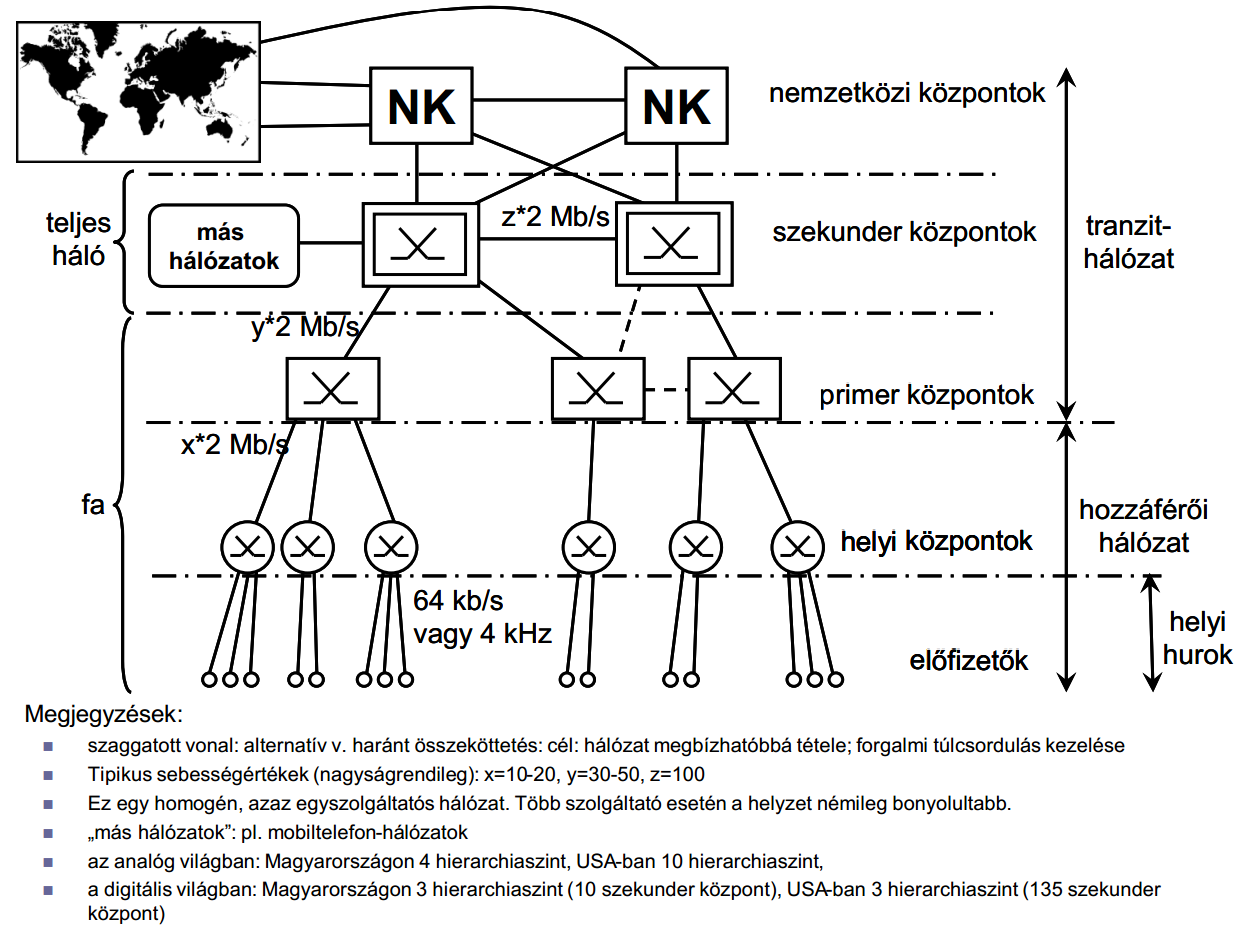
Távközlő hálózatok

Mai távközlő rendszerek architektúrája:

Szereplők:  
Végberendezések: pl. telefonkészülék, fax, modem   
Kapcsolóközpontok: egymással hierarchikusan összekötve   
Átviteli utak:   
 előfizetőtől az első központig: előfizetői hurok, helyi hurok, local loop  
 tipikusan egy réz érpár  
 központok között: trönk, trunk   
 egy vagy néhány átviteli csatornára (pl. koax, mikrohullámú rádiós átvitel, fényszál) sok beszédcsatorna összenyalábolva.

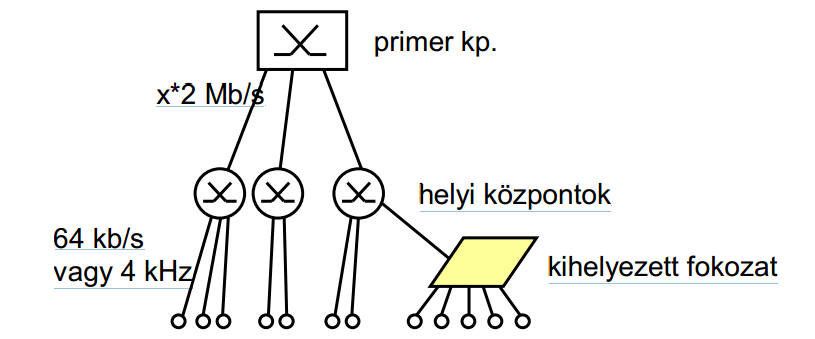
Mindez lehet analóg, ill. digitális

Tipikus homogén távbeszélő hálózati hierarchia (kb. 5 éve):



Ehhez képest ma:  
 Egy primer két szekunderhez kötve: redundancia   
 Primer és helyi kp-ok egybeépültek: egy kp-ban mindkét funkcionalitás  
 Kevés helyi központ, sok kihelyezett fokozat.

Kihelyezett fokozatok:



Egy kisebb közösséghez (pl.: lakóépület, lakópark) tartozhat egy kihelyezett fokozat. Ide egy, vagy néhány érpáron egyszerre nyalábolva jut el sok beszélgetés, de összesen kevesebb, mint ahány előfizető csatlakozik a kihelyezett fokozathoz, hiszen úgysem beszél mindenki egyszerre.

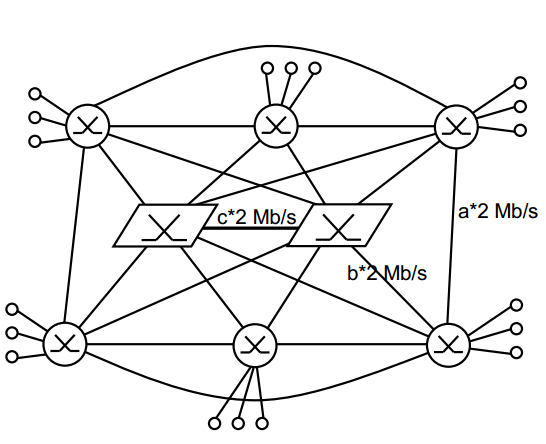
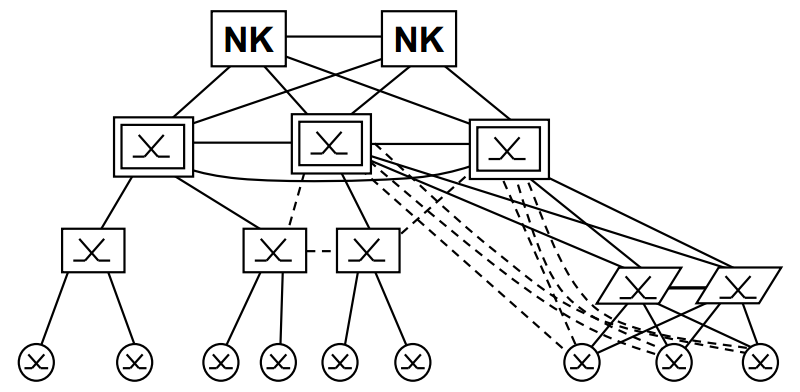
Ez jelentős költségmegtakarítást jelent, mivel nem kell minden előfizetőhöz külön érpárt kötni.

Képes lehet kapcsolásra a hozzá tartozó előfizetők között, ugyanakkor nem önálló központ, a vezérlést távolról, a helyi központból kapja.

Ezt a képességét nem igen használják ki, számlázási okokból jobb felküldeni a központnak, viszont vele a központról való leszakadás esetén vész üzemben megvalósíthat helyi kapcsolásokat.

Tipikus sebességérték: egynéhányszor 2 Mb/s

Országos és nagyvárosi (budabesti) topológia:



(a: kb. 5-10 b: kb. 20 c: kb. 50-100)

Primer körzethez egy primer központ tartozik saját körzetszámmal.  
Tandem központok (rajzon a paralelogramma):  
 Logikailag a helyi központok hierarchiaszintjén vannak.  
 Van bennül helyi központ, tandem központ is.  
 A helyi központok a két tandem központtal egy primer körzetet alkot primer központ nélkül.  
Budapesten:  
 20-30 helyi központ, 2 tandem központ, 2 nemzetközi, szekunder és helyi központ egyben.  
Magyarországon:  
 10 szekunder központ (5+5 a Duna két oldalán, ebből 2 Budapesten), 54 primer központ, kb. 60 helyi központ (max. néhány tízezer előfizető/központ), kb. 1300 kihelyezett fokozat

Analóg és digitális beszédátvitel   
Emberi fül hallása: kb. 20 Hz – 20 kHz   
A beszédjel felső határa : 6-7 kHz

Érthetőség és beszédminőség az átvitt frekvencia függvényében:   
500 - 1000 Hz: rossz  
500 - 1500 Hz: tűrhető  
400 - 2000 Hz: kielégítő   
300 - 2500 Hz: megfelelő   
300 - 3400 Hz: jó (3,1 kHz + védősávok = 4 kHz széles lesz egy beszédcsatorna)  
 Ez van használatban PCM, PSTN-nél (lent)  
200 - 3500 Hz: igen jó

### PCM (Pulse Code Modulat­ion) kodek

### Mintavétel: 8 kHz A maximális frekvencia duplája (Nyquist tétele - tökéletesen visszaállítható)

### Kvantálás: 8 bitre logaritmikus karakterisztikával (az emberi fül is ilyen) USA: μ törvényű kvantáló Európa: A törvényű kvantáló

### Sebesség = 8 bit \* 8kHz = 64 kbit/s

### Kimeneti sávszűrő szerepe: jel simítása

### Analóg vs. Digitális jelátvitel:

### Analóg: sávszélesség: 4 kHz jel/zaj tűrés (S/N igény): kb. 60 dB

### Digitális: sávszélesség: 64 kB/s ehhez határozottan szélesebb sáv kell, mint 4kHz jel/zaj tűrés (S/N igény): kb. 20 dB (10-6 bithiba-arányhoz)

### Digitális technika további előnyei: A jel/zaj viszony független a hálózat méretétől (csak a bithiba-arány függhet tőle). Megvalósítása egyszerűbb, megbízhatóbb, karbantarthatóbb és napjainkban már olcsóbb is. Magasabb fokú hálózati intelligencia valósítható meg. A digitális berendezések gyártása nem igényel egyenkénti beállítást. Kisebb helyigény. Alacsonyabb tápigény. Sokkal kifinomultabb jelzésátvitel lehetséges. Kapcsolás megvalósítható mozgó alkatrészek nélkül.

### Analóg távbeszélő hálózatok FDM (Frequency-division multiplexing) nyalábolás. Egyetlen koax kábelen 1920, ill. 2700 beszélgetés. Mechanikus, elektromechanikus kapcsolás. Már nem használják. Digitális távbeszélő hálózatok TDM (Time Division Multiplexing) nyalábolás. Általános célú digitális átviteli hálózatok, nem csak telefonhálózatok jeleire (pl. PDH, SDH, IP) Helyi kapcsolóközpontban történik meg az A/D – D/A átalakítás.

### Számozás Hívószám: Eredetileg az előfizető helyét (címét) azonosította. Mostani tendencia szerint az előfizetőt magát (nevét) azonosítja. ITU (International Telecommunication Union) E.164 ajánlása alapján. Egy nemzetközi telefonszám max. 15 számjegy, ebből 1-3 jegy az ország-hívószám. A telefonszámok mindig prefix kódok.

### Rövidszámok pl.: 107, 104, 105, tudakozók Előtétszámok pl.: 00 - nemzetközi előtét, 06 - belföldi előtét, 131 - hívószám kijelzés hívásonkénti tiltása Belföldi rendeltetési számok pl.: +69 - Mohács, +20 - Telenor, +80 - "zöld" szám, +71 - üzleti hálózat

### Nyílt számozás (magyar hálózat): Nem kell mindig a belföldi rendeltetési számot tárcsázni (pl. Budapesten csak 7 jegy elég) Sok esetben rövidebb a hívott szám, de nem egyértelmű, máshonnan másképp kell Zárt számozási rendszer (magyar mobil): Mindig kell a belföldi rendeltetési szám Nem kell viszont a belföldi előtét (0, vagy Magyarországon 06) 2010. jan. 15. óta kell a belföldi előtét is. Sok európai ország tért át erre (Franciao., Olaszo.) főleg az 1990-es évek közepétől, végétől.

### ISDN (Integrated Services Digital Network) 1987-től Elődje a PSTN (Public Switched Telephone Network) avagy POTS (Post Office Telephone Service / Plain Old Telephone Service)

### Végig digitális: beszédkodek a távbeszelő készülékben A központok, átviteli utak már digitálisak

### Több integrált szolgáltatás egy hálózaton:

### PSTN-nél jobb beszédminőség videotelefonálás hívószámkijelzés konferenciahívás

### hívásátirányítás hívásvárakoztatás hívásátadás gyorsabb adatátvitel

### PSTN modemes adatátvitel analóg törzshálózat esetében: PSTN modemes adatátvitel digitális törzshálózat esetében: ISDN adatátvitel:

### Amíg a törzshálózat analóg volt, a modem A/D, D/A átalakító funkciója elkerülhetetlen volt Később viszont digitális törzshálózatnál D/A/D/A/D átvitel nem hangzik túl jól 64 kb/s helyett csak kb. 33 kb/s vihető át (letöltésnél esetleg 56 kb/s) *(később bőveben)*

### Az ISDN megoldást jelent. Beszédkódolás a végberendezésben történik

### ISDN Modem szerepe: SDN jelzések: kapcsolat felépítése, bontása Adatátvitel illesztése

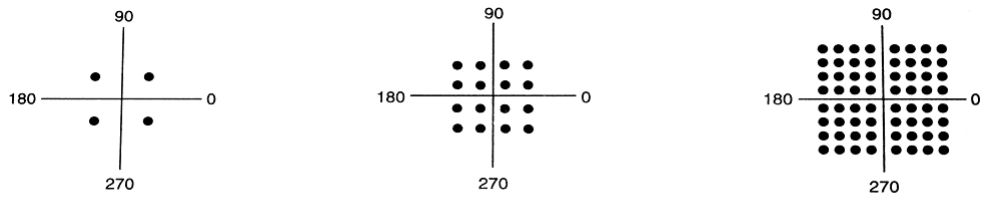
### ISDN megvalósítása Meglévő előfizetői hurkokon (egy érpáron)

### B csatorna: 64 kb/s, ezen megy a beszédátvitel vagy az adatok átvitele vagy kódolt videó... D csatorna: 16 vagy 64 kb/s: jelzések átvitele (pl. hívás, kapcsolat bontás, stb.)

### Két megengedett megvalósítás: BRA/BRI (Basic Rate Access/Interface), Alap sebességű hozzáférés. 2B+D16 2 csatorna (pl.: 1 beszéd, egy fax) 144 kb/s nettó (keretezés, stb. nélkül) 1 érpár. PRA/PRI (Primary Rate Access/Interface) - Primer sebességű hozzáférés. 30B+D64 - az Európában 23B+D64 - USA - ban, Japánban 23 vagy 30 csatorna 1984 kb/s nettó, kb. 2 Mb/s bruttó Tipikusan 1, 2 vagy 3 érpár. Nagyvállalati szféra.

### Zsákutca? Mindössze 10% körüli elterjedtség a vezetékes telefonok piacán Több, mint 100 millió B csatorna világszerte Broadband (széles sávú) ISDN Sikertelen próbálkozás. TV műsorok közvetítése, videók letöltése. Gyors és garantált minőségű Internetelérés, jó minőségű videotelefon, stb. A 80-as - 90-es évek fordulóján sok hasonló technológia. A gyorsabb IP marad fenn.

Moduláció  
Digitális modulációk:  
 ASM (Amplitude-Shift modulation) - amplitúdóeltolásos modulácó  
 FSM (frequency-Shift modulation) - frekvenciaeltolásos modulácó  
 PSM (Phase-Shift modulation) - fáziseltolásos modulácó  
 QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) - 4 szavas fáziseltolásos moduláció  
 QAM (Quadrature amplitude modulation) - fázis és amplitúdó modulácó  
 pl.: QAM-16, QAM-64



**QPSK: QAM-16: QAM-64:**

### IP hálózatok elérése telefonvonali modemekkel PSTN Internet akusztikus modemek A kapcsolat felépítése, bontása kézzel történik. 300 vagy 1200 b/s

### 1970-es évek, ’80-as évek eleje Érdekes: a mai telefonmodemek egy részével együtt tudnak működni

### PSTN Internet elérés „Betárcsázós internet” (dial-up) (de két előfizető között is felépíthető modemes kapcsolat)

### A PCM kódolás után egy 64 kb/s csatornán megy a jel, ez az elméleti felső határ. Az D/A/D/A/D átalakítások okozta pontatlanság miatt gyakorlatilag kb. 33 kb. (QAM kódolás, PCM kódolás, PCM dekódolás…)

### 

### Ha a tartalomszolgáltató digitálisan éri el a hálózatot Csak letöltési sebesség kb. 56 kb/s -ra növelhető. (nincs QAM kódolás, eggyel kevesebb D/A/D)

### 

### ISDN Internet elérés *(képet lásd korábban: ISDN adatátvitel)* 2B+D: 128 kbps max. (telefonálás mellett csak 64 kbps) Időarányos díjazású ADSL megjelenése óta nem vonzó

### PC-s modemek (modem: modulator-demodulator) Csatlakozás: Belső kártya (ISA, PCI busz) Külső soros csatlakozással (serial port) Külső USB csatlakozással stb.

### ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) - aszimmetrikus digitális előfizetői vonal Cél: Az előfizetői hurok kihasználtságának maximalizálása

### Telefonbeszélgetés (analóg vagy ISDN) és adatátvitel egyidejűleg DMT (Discrete Multitone Modulation) FDM (frequency-division multiplexing) 1,1 MHz-es frekvenciatartomány 256 csatorna, egyenként 4,3125 kHz max 8 Mb/s letölsési sebesség, max 1 Mb/s feltölsési sebesség, 2,5 km-ig nagyon jó, 5 km-től nagyon rossz (csillapítás főleg a letöltési sávban)

### 0. csatorna 0-4 kHz PSTN (beszéd) 1.-5. csatorna 4-25 kHz védősáv maradék 25-160 kHz feltöltési sáv maradék 200 - 1100 kHz letöltési sáv

### Minél nagyobb a távolság és a frekvencia annál nagyobb a csillapítás is. Ha emiatt rossz az átvitel egy adott csatornán, akkor azt nem használják.

### ADSL topológia Adatátviteli útból a beszédkodek kihagyva (analóg: tel. központ; ISDN: végberendezés) DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) - digitális előfizetői vonal hozzáférési nyaláboló Modem ellenpárja. A/D átalakítást végez a DMT (Discrete Multitone Modulation) szerint. Nyalábol is: sok modemmel tart egyszerre kapcsolatot, de csak egy (néhány) kimenete van. BRAS (Broadband Remote Access Server) - szélessávú (távoli) hozzáférésű kiszolgáló Bejelentkezések kezelése, sávszélesség korlátozás. Ez az Internet szolgáltatónak egy speciális router-e.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ADSL | ADSL2 | ADSL2+ |
| sávszélesség | 1,1 MHz | 1,1 MHz | 2,2 Mhz (csak letöltési sáv bővül) |
| adatseb. le | max. 8 Mb/s | 8-12 Mb/s (jobb modulációs eljárás) | 16-25 Mb/s (nagyobb sávszélesség) |
| adatseb. fel | max. 1Mb/s | max. 1Mb/s | max. 1Mb/s |
| hatótáv | 2,5 km-ig nagyon jó | kicsit bővül (kb. 200 m) | 1,5 km-ig nagyon jó |
|  |  | Energiatakarékos üzem. Átmenetileg beszédcsatornát is használhatja. | (magasabb frekvenciájú csatornákon nagyobb a csillapítás) |

xDSL  
A következő technológiák összefogó neve:

SHDSL (Symmetric High-speed DSL)   
 2,3 Mbit/s max. mindkét irányban.  
 Maximum 3 km-ig.  
 Beszédátvitel nincs.  
 Inkább üzleti, mintsem lakossági felhasználóknak ajánlott.  
 VDSL (Very high rate Digital Subscriber Line)   
 13 Mb/s - 55 Mb/s (le), 1-3 Mb/s (fel)   
 Vagy 26-26 Mb/s szimmetrikusan.  
 300 - 1500 méter sodort rézpár, onnan optikai átvitel.  
VDSL2  
 100 Mb/s mindkét irányba   
 30 MHz-es frekvenciatartomány   
 DSLAM kompatibilis az ADSL modemekkel

Triple Play   
Egy üzleti modell, mintsem egy technológiai szabvány.   
Marketing elnevezés egy IP alapú szolgáltatásra, mely magába foglalja a következő három funkciót: Internet (5 Mb/s a cél legalább)   
 Televízió (legalább 3 TV csatorna egyidejű vétele)  
 Telefónia (VoIP)

A hordozó közeg egyenlőre lehet bármilyen vezetékes megoldás (pl. ADSL, koax, Ethernet...), de a jövőben akár vezeték nélküliátvitel is elképzelhető.

Egy Home Gateway osztja el a szolgáltatásokat.

Kábeltévés Internet-elérés  
HFC (Hybrid Fiber Coax) - fényvezető/koax hibrid rendszerek  
 Fényvezető szálak a nagy távolságok áthidalására.  
 Koaxiális kábel az előfizetőkhöz.  
 Fényvezető csomópont (Fiber Node: FN)   
 Elektro-optikai átalakító a fényvezető és villamos rész közötti csatolásnál.

Internet a kábeltévén  
A kábelhálózat üzemeltetők elkezdték bővíteni a szolgáltatásaikat.  
Át kell alakítani a hálózatot.  
 Az egyirányú erősítőket kétirányú erősítőre kell cserélni mindenhol.  
 A fejállomás egy buta erősítő helyett már egy intelligens digitális számítógéprendszer.

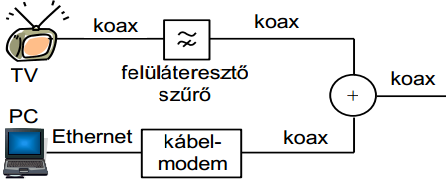
Míg a telefonhálózatban mindenki rendelkezik saját érpárral (előfizetői hurok), a koax kábel osztott közeg, több előfizető egyszerre használja.  
A TV műsorok elosztásánál ez nem fontos, hiszen ott üzenetszórás van, viszont internetezésnél a felhasználók osztoznak a közegen.

Erre a megoldás, hogy több darabra osztunk egy hosszú kábelt, és minden szakaszt közvetlenül egy fényvezető csomóponthoz kötünk, ami nagy sebességgel kommunikál a fejállomással.

Spektrumkiosztás  
Európa:   
 Internet fel: 5 - 65 MHz  
 TV csatornák: 65 – 550 MHz  
 Internet le: 550 MHz felett

8 MHz széles TV csatornák   
 Szabvány: PAL (Phase Alternating Line) és  
 SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire)  
 Felbontás: 768 x 576  
 Képfrissítés: 29.97 fps

USA, Kanada:  
 Internet fel: 5 - 42 MHz  
 TV csatornák: 54 – 550 MHz  
 Internet el: 550 MHz felett

 6 MHz széles TV csatornák   
 Szabvány: NTSC (National Television System Committee)   
 Felbontás: 720 x 480  
 Képfrissítés: 29.97 fps

Topológia lakáson belül:   
A TV-készülék zavaró alacsonyfrekvenciás jeleket bocsátanak ki a feltöltési sávban, ezért egy felül-áteresztő szűrőt kötünk a TV készülékek elé.

Moduláció  
Minden 6-8 MHz-es csatorna - QAM-64 (jó minőségi kábel esetén QAM-256)

Egyedül a feltöltési csatornán használnak QPSK modulációt.  
 Itt a felszíni mikrohullámú rendszerek (CB-rádiók, stb.) miatt túl sok a zaj a QAM-64-hez.

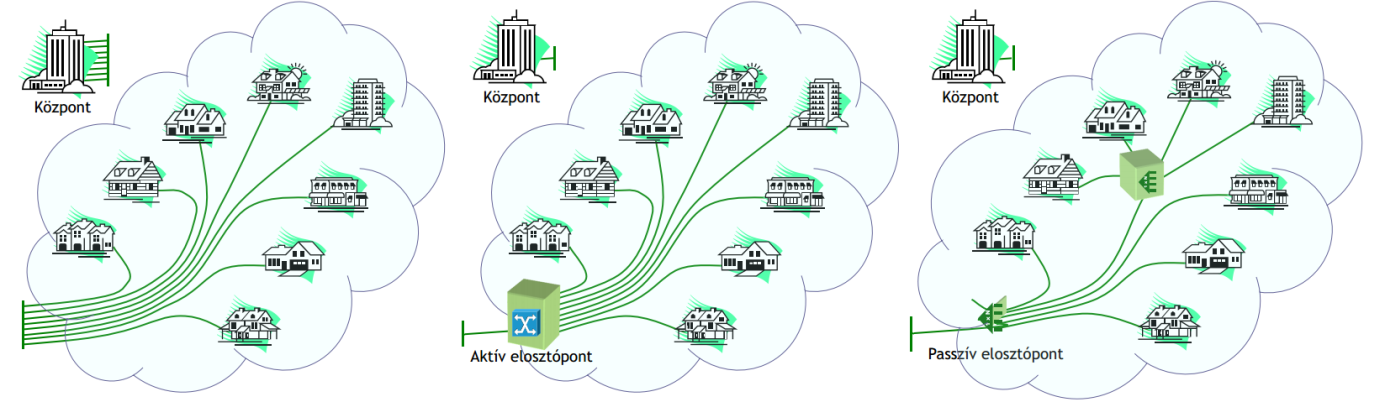
Kábelmodem   
Két interfész, egy a PC (Ethernet kábel, néha USB) és egy a kábelhálózat felé.

A kezdetekben minden hálózatüzemeltetőnek saját modemje volt.  
 Nyílt szabvány kellett, melyet a CableLabs, alkotott meg:  
 DOCSIS/ EuroDOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification)

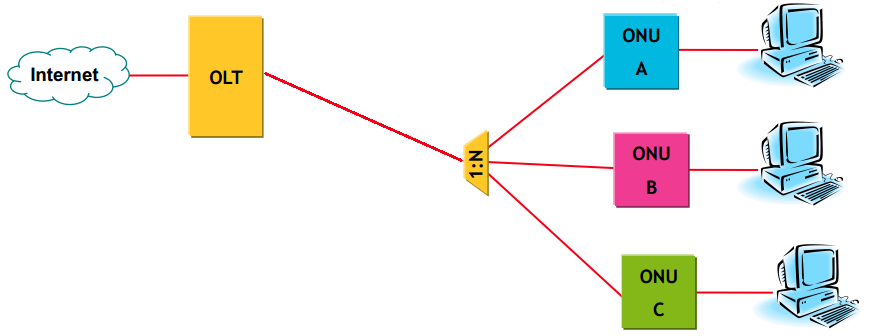
Kábel vs. DSL

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ADSL(2+)** | **TVs Internet** |
| Közeg | Sodrott érpár | Koax |
| Elérés (csak az első routerig) | Dedikált sávszélesség | Osztott közeg |
| Tipikus sávszélesség | Néhány Mb/s | Néhányszor 10 Mb/s |
| Sávszélesség növelése | Fizikai akadályok | Kisebb szakaszok: nagyobb sávszélesség  (még van tartalék a rendszerben) |
| Lefedettség | Tel. kp. közelében | kiépített kábel-TV területen |
| Adatbiztonság | Fizikai elválasztás | Titkosítás |
| ISP (Internet Service Provider) | Gyakori | Ritkább (Magyaro.-on nincs igazán verseny) |

Optikai hozzáférési hálózatok  
Nagy sávszélesség   
 Célkitűzés előfiz. hálózatban: 1Gb/s, de lesz ez 10 is...  
Kis csillapítás  
 Kis teljesítmény elég  
 Nagy távolság áthidalható  
Drága  
 Új infrastruktúra, ezért magas beruházási költségek.  
 Főleg a telepítés a drága, nem maga az optikai szál

Hálózati architektúrák  
Pont - pont összeköttetések:  
 Kapcsolatonként egy fényvezető-szál (gerinchálózati átvitelben irányonként külön fényszál) N kapcsolat: 2N optikai adó-vevő  
Aktív optikai hálózat:  
 N kapcsolat: 2N+2 optikai adó-vevő  
 Megvalósítás: Ethernet  
 Felhasználók felé tipikusan 100 Mb/s Ethernet  
 Központ felé gigabit Ethernet  
Passzív optikai hálózat - PON (Passive Optical Network):  
 Kültéren csak passzív, áramellátást nem igénylő elemek vannak.  
 N kapcsolat: N+1 optikai adó-vevő

Pont - pont összeköttetések Aktív optikai hálózat Passzív optikai hálózat

PON architektúra  
OLT (Optical Line Termination)  
 optikai vonalvégződés  
ONU (Optical Network Unit) avagy más néven ONT (Optical Network Termination)  
 optikai hálózatvégződés

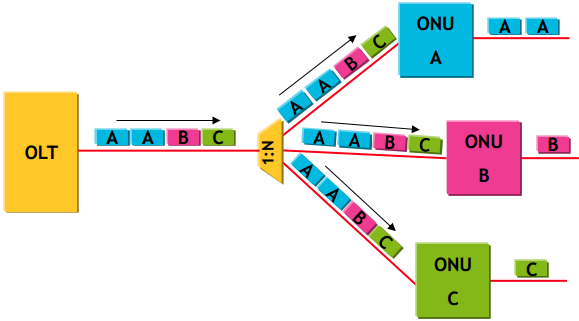
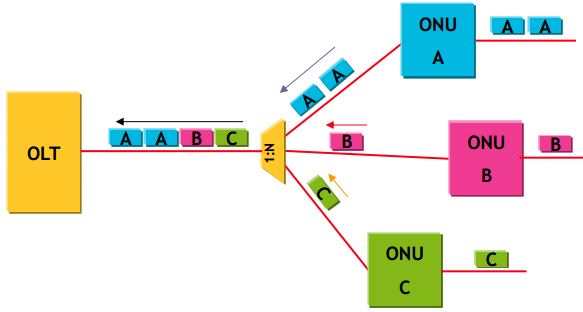
N kettő hatványa   
N elvi maximuma 256   
N gyakorlatban tipikusan 32, 64   
 egy vagy több szintből összerakva, pl. 4x8

Többszörös hozzáférés PON architektúrában

Felfele irányban a splitter és az OLT közötti szakaszon ütközés léphet fel. Ez problémát jelent  
Két megoldás lehetséges:

WDMA/FDMA PON (Wavelength/Frequency Division Multiple Access)  
 A forgalom frekvencia szerint osztása.  
 Egyelőre nincsenek szabványok  
 Nagy sávszélesség, nagy áthidalható távolság  
 TDMA PON (Time Division Multiple Access)  
 Jól szabványosítottak.

Több hullámhosszt használnak (tipikusan 2, 3).  
 Limitált áthidalható távolság és osztásarány.  
 Letöltés:  
 Üzenetszórás jelleg: önmagában nem biztonságos, titkosítás kell.  
 A címzéseket a keretszervezésben elhelyezett fejrészek hordozzák.  
 Feltöltés:  
 A forgalom meghatározott időrészekre osztása. (ütközések elkerülése miatt)  
 Ranging (távolságmérés) alkalmazása, megfelelő adási időzítéssel.  
 Az egészet az OLT vezérli.



TDMA letöltés TDMA feltöltés

GPON  
Európában és az USA-ban használt szabvány.  
Ma használt aggregált sebesség:  
 lefele irányú: 2,5 Gb/s   
 felfele irányú: 1,2 Gb/s   
Ez pl. 32 részre osztva felhasználónként:   
 Fel: 37 Mb/s   
 Le: 78 Mb/s XG-PON:  
GPON kompatibilis  
Aggregált sebesség:  
 lefele irányú: 10 Gb/s   
 felfele irányú: 2,5 Gb/s

EPON  
Ázsiában használt szabvány

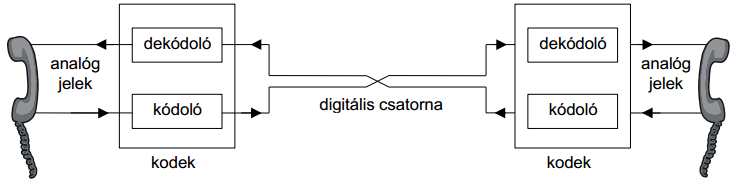
VoIP (Voice over IP) - beszédátvitel IP felett  
Alapötlet: felesleges két hálózatot fenntartani.

Gerinchálózat  
 Kapcsolás csomagkapcsolt, IP alapú a teljes gerinchálózat.   
Hozzáférői hálózatban  
 PSTN végberendezések IP eszközökhöz csatlakoznak, amik a PSTN/VoIP átjárást végzik.  
 Kábelmodem  
 ADSL Home Gateway  
 PC kártya  
 IP router PSTN interfésszel  
 IP alapú végberendezések

Softphone - VoIP szoftver (pl. Skype, MSN, ICQ, stb.)

VoIP négy funkcióhalmaza  
1. beszédkódolás és dekódolás  
2. beszédcsomagok szállítása  
3. jelzési feladatok  
4. együttműködés más VoIP/PSTN hálózatokkal (gateway funkciók)

1. Beszédkódolás és dekódolás  
Kodekek (COder - DECoder) végzik  
 pl.: PCM  
Kodekek mindig négyhuzalos berendezések: 2 érpár - 1 bemenő, 1 kimenő



Kodek jellemezhető  
Sebesség  
 Kodek kimenete/bemenete egy kb. 2,4 - 64 kb/s sebességű bitfolyam.  
Beszédhangminőség   
 MOS (Mean Opinion Score) - ötfokozatú átlagolt véleménypontok (lásd: PCM)

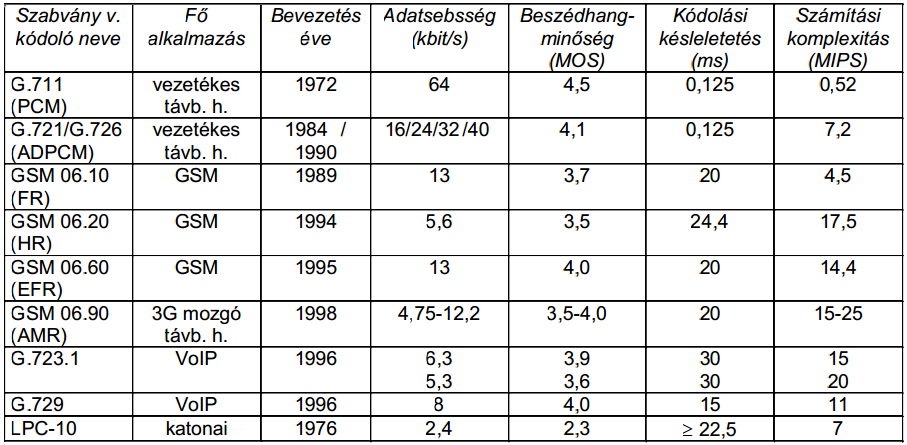
Késleltetés  
 Nagy időszeletek, tömörítés növelik  
Tandemezhetőség és átkódolhatóság

Hogyan tűri önmagával vagy más kodekkel történő egymás után csatolást?  
Számítási komplexitás  
 Mértékegység: MIPS (Million Instructions Per Second ) - millió utasítás másodpercenként  
Hibajavító képesség  
Átlátszóság

DTMF (Dual Tone MultiFrequency) - kéthangú többfrekvenciás jelzésátvitel lehetséges-e?   
Adaptivitás  
 Nagy terhelés esetén változik-e a jelsebesség?

Kódoló típusok   
Hullámforma kódoló   
 Analóg jel alakjának a megőrzése   
 Jó minőség, nagy sebesség, átlátszóság   
Vokóder  
 Adó oldalon: beszédből jellemző paraméterek kiszűrése   
 Vevő oldalon: ezek alapján beszéd szintetizálás   
 Kis sebesség, eredetire nem nagyon hasonlító hang   
Hibrid kódoló   
 Előbbiek keveréke

Legjobb minőség-bitsebesség függvény

  
 FR (Full Rate) teljes sebességű  
 HR (Half Rate) félsebességű   
 EFR (Enhanced Full Rate) javított teljes sebességű  
 AMR (Adaptive Multirate) adaptív többsebességű

2. Beszédcsomagok szállítása  
Tipikusan UDP csomagba ágyazott RTP csomagban

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| IP fejrész (20 byte) | UDP fejrész (8 byte) | RTP fejrész (12 byte) | Beszéd-információ  (4-100 byte) |

Minél nagyobb IP csomag, annál kisebb overhead, de annál nagyobb késleltetés.

3. Jelzési feladatok   
Legfontosabb: kapcsolat felépítése, bontása.  
Sok jelzésrendszer ajánlott. A két legelterjedtebb:   
 H.323 - ITU (International Telecommunication Union)  
 SIP - IETF (Internet Engineering Task Force)

4. Együttműködés más VoIP/PSTN hálózatokkal (gateway funkciók)  
Kell egy átjáró, amelyik beszéli a PSTN és VoIP hálózatok nyelvét is.  
Gateway funkciók: Mindhárom fenti funkció átvitele VoIP és PSTN között mindkét irányba.

IMS (IP Multimedia Subsystem) - IP multimédia alrendszer Fix és mobil hálózatok IP alapú gerinchálózatának a megvalósítására való architektúra.  
 Az adatok IP csomagokban közlekednek.  
 Más hálózatok felé konvertálni kell az adatok formátumát és a jelzéseket is.  
 Különböző funkciók megvalósítása pl.: konferenciabeszélgetés.

QoS (Quality of Service) - szolgáltatásminőség VoIP hálózatokban  
IP, UDP, RTP Best Effort - „legjobb szándék” típusú szolgáltatást nyújt.  
 Nem garantálják a csomagok minőségét és a csomagvesztés számát.  
 Alacsony késleltetés-ingadozás (nincs újraküldés).

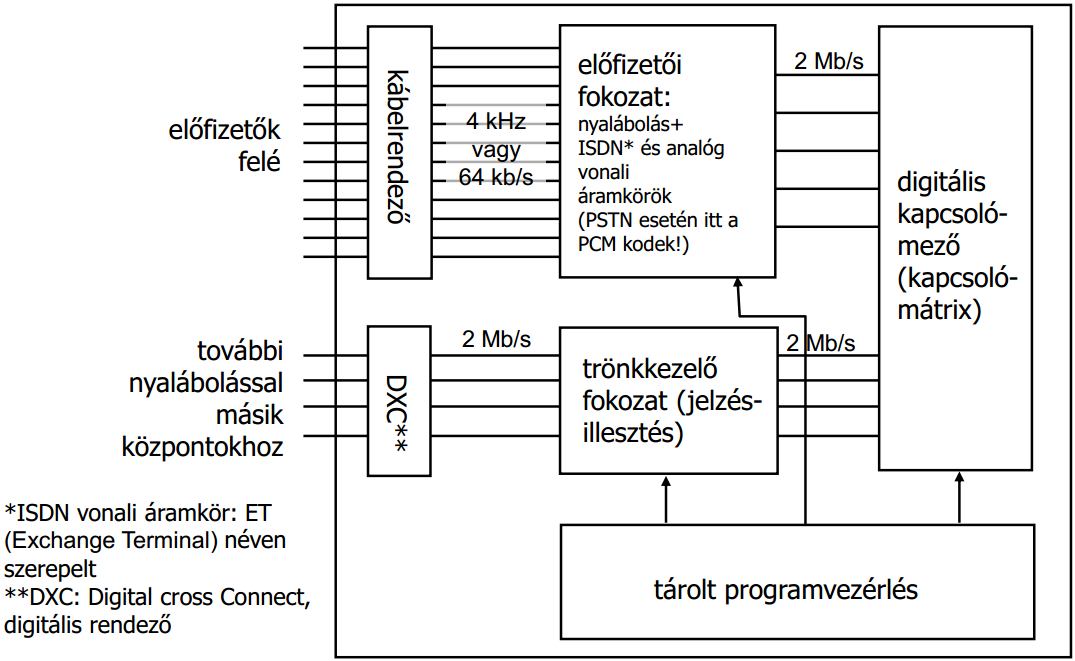
Megoldások:  
 Csomag prioritások, hálózat túlméretezés.  
 Minőségi garancia itt sincs, csak prioritásos kezelés.  
 Csak zárt, korlátozott belépéssel rendelkező hálózatokban működik.  
 Az Interneten általában nem.  
 CAC (Call Admission Control) – Hívásbeengedés.  
 Csak adott számú VoIP hívás léphet be a rendszerbe.  
 Csak akkor értelmes, ha megoldottuk, hogy pl. egy letöltés nem szorítja ki az összest.

Nehéz elérni a zárt hálózatú mobil rendszerek (pl. GSM/UMTS) és az áramkörkapcsolt PSTN/ISDN hálózatok megbízhatóságát. A VoIP térhódítása mégis egyértelmű.

2/4 huzalos rendszerek  
Négyhuzalos rendszer: Két érpár. egy érpáron egyirányú jeláramlás.  
Kéthuzalos rendszer: Ugyanazon az érpáron kétirányú jeláramlás.

Duplex kommunikáció egyetlen érpáron   
Adatmennyiség:  
 PSTN esetben: 2 x 4 kHz egy érpáron   
 BRA ISDN esetében: 2 x 144 kb/s egy érpáron   
Megoldási lehetőségek:  
 FDD (Frequency Division Duplexing) - szétválasztás frekvenciatartományban  
 Használják pl. ADSL-ben is, azonban PSTN/ISDN-ben előfizetői hurkon nem.  
 TDD (Time Division Duplexing) - szétválasztás időtartományban Egyes esetekben használják ISDN esetén az U interfészen (előfiz. hurok).  
 A két különböző irányú jel szuperponálása, majd szétválasztása  
 Más néven: villaáramkör, alias hibrid Analóg (PSTN) előfizetői hurokban ez használatos  
 ISDN esetében is leggyakrabb ezt használják az U interfészen (előfiz. hurok). kiegészítik az echotörléssel:  
 A keletkezett visszhangot kiszűrik, hogy ne zavarja a digitális kommunikációt

Kapcsolástechnika  
Digitális TPV (tárolt programvezérlésű) központ



PSTN előfizetői vonaláramkör (az előfizetői fokozatban fent) funkciói  
 **B** attery feeding: Távtáplálás   
 **O** vervoltage protection: Túlfeszültség védelem  
 **R** inging: A hívott vonal csengetése  
 **S** upervision/**S**ignaling: A hurok zárásának figyelése (kézibeszélő felemelése)  
 **C** oding, decoding: PCM - A/D, D/A átalakítás *(korábban tárgyaltuk)* **H** ybriding: 2/4 huzalos átalakítás *(korábban tárgyaltuk)*  
 **T** esting: Az előfizetői hurok igény szerinti ellenőrzése

Battery feeding: távtáplálás   
A hőskorban LB (local battery) - helyi telep a távbeszélő készülékek.  
Manapság kizárólag CB (central battery) - központi telep használata.  
 Egyszerűbb így a felhasználónak.  
 A távbeszélő szolgáltatás alapszolgáltatás, nem támaszkodik más szolgáltatásokra.

20-100 mA (A régi szénmikrofonokhoz kellett ekkora áram)  
48 V DC (egyenáram)  
 Minél nagyobb feszültség, annál nagyobb lehet a fenti áramhoz az előfizetői hurok ellenállása, azaz annál vékonyabb, olcsóbb rézdrót használható.  
 Viszont túl nagy feszültség veszélyes az emberre.  
 A 48 V jó kompromisszum.  
 A földhöz képest ez -48 V, ami megakadályozza a korróziót, ha megsérülne a vezeték.

Overvoltage protection: túlfeszültség védelem (ember, gép védelme)  
Tipikus veszélyek és megoldásaik:   
 villám: a rendezőben légréses védelem, kb. 750 V-nál átüt  
 zárlat: elektronikus megoldások  
 kívülről indukált: szimmetria (sodort érpár/érnégyes)

Ringing: a hívott vonal csengetése  
75-100 V, 200 mA, 16,6 - 25 Hz, (országonként változik)   
 Ma már túlzás, anno a fizikai csengetéshez kellett az áram.   
 Ettől a nagy feszültségtől a kodeket és más érzékeny áramkört meg kell védeni.

Supervision/signaling: a hurok zárásának figyelése   
A hurok zárása/nyitása volt régen minden előfizetőtől érkező jelzés:   
Alapesetben kb. 100 ms-onként „néz rá” a rendszer.  
Hívó félnél:  
 Hurok zárása (kézibeszélő fel): hívás kezdeményezés jelzése  
 Periódikus zárás-nyitás: hívószám tárcsázása   
 Hurok nyitása (kézibeszélő le): beszélgetés vége   
Hívott félnél:  
 Nyitott hurok: előfizető szabad, hívható  
 Zárt hurok: előfizető foglalt   
 Hurok zárás: válasz a hívásra   
 Hurok nyitás: beszélgetés vége  
 (de analóg esetben ő nem szakíthatja meg a felépült kapcsolatot!)  
Kapcsolat vagy kapcsolat-felépítés közben:  
 Rövid ideig nyitjuk, majd újra zárjuk az áramkört (flash, hook-flash)  
Valamit szeretnék a központtól pl. konferenciahívás, visszahívás, stb.

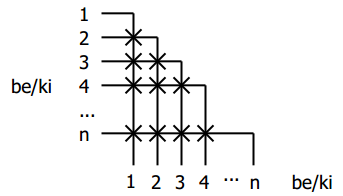
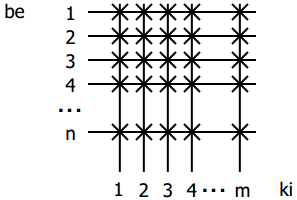
Testing: előfizetői hurok ellenőrzése  
Vonal állapotának felmérése, esetleges hibák megállapítása

Kapcsolás vs. digitális rendezés  
Feladatuk a bemenetek és a kimenetek összekapcsolása.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **kapcsoló** | **rendező** |
| vezérlés | előfizető (jelzéssel) | hálózatmanager (operátor) |
| gyakoriság | gyakran (pl. másodperc) | ritkán (pl. hetente, havonta) |
| sebesség | gyors (s, ms) | lassabb (sec) |
| kapcsolt áramkörök száma | 1 | sok (pl. több tízezer) |

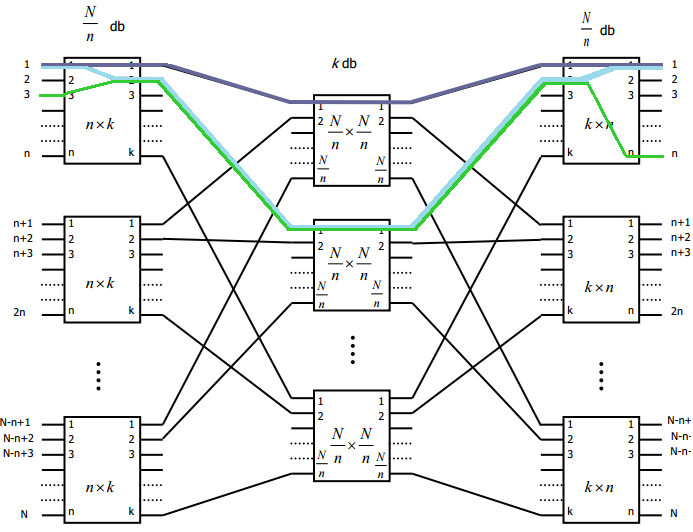
Digitális kapcsolómező (kapcsolómátrix)  
Valós, összeköttetés alapú áramkörkapcsolást valósítanak meg  
Egyidejű összeköttetések elkülönítésének elvei:   
 Térosztásos  
 Időosztásos  
 Frekvenciaosztásos (gyakorlatban nem használják)  
 Kódosztásos (gyakorlatban nem használják)

Térkapcsolás kapcsolás (Space Division Switching, „S”)  
**Egyfokozatú kapcsolás:**



be != ki be = ki  
n\*m kapcsolópont: túl sok, túl drága. (n \* (n-1)) / 2 kapcsolópont

Nincs blokkolás, azaz ha szabad a kimenet, akkor kapcsolható.

**Többfokozatú kapcsolás:**(példa a 3 fokozatú térkapcsolásra)

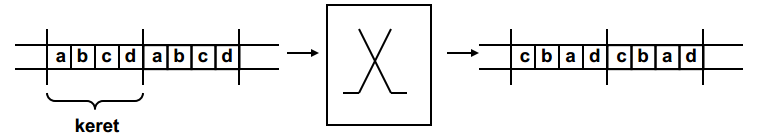
Egy kapcsolat felépítésére több lehetőség is van.  
(lila, kék vonal)

Egy új kapcsolat felépítésére egy középső fokozatot kell találni, amelyiknek szabad a megfelelő ki és bemenete is.  
(lila, zöld vonal)

Egy kapcsolat felépítése nem triviális többé:  
 Útkeresési algoritmus: Több lehetőség közül az optimális kiválasztása.  
 Megjelenhet a blokkolás:   
 Szabad a kimenet, de a kapcsolat mégse épülhet fel, mert nincs elég belső erőforrás.  
 Feladat a belső központok minimális számának (k) meghatározása,  
 amire biztos nem lehet a rendszerben blokkolás.   
 k=2n-1

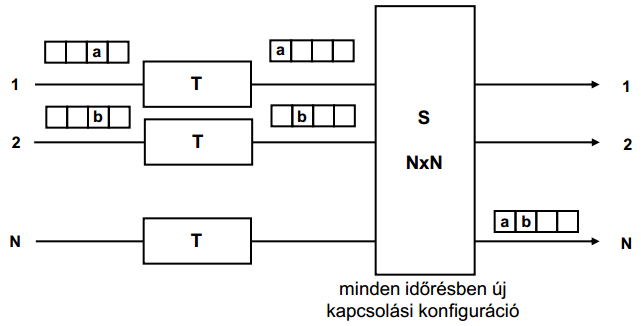
A térkapcsolás digitális megvalósításai multiplexerrel/demultiplexeléssel történik.

Időosztásos kapcsolás (Time Switching, „T”)

Megvalósítás: memória (olcsó)  
 Soros beírás, nem soros („random”) kiolvasás  
 Nem soros beírás, soros kiolvasás  
Hátrányai:  
 1 keretnyi késleltetés   
 Ráadásul a memória sebessége véges.

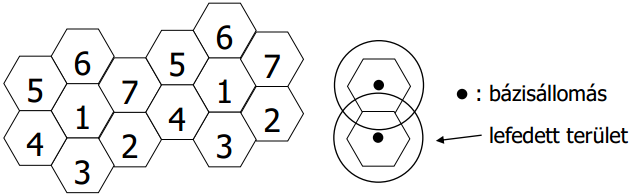
Tér- és időkapcsolás

TS kapcsolás:



A gyakori kapcsolás segítségével jobban kihasználjuk a térkapcsolópontokat.  
Az egészhez egy központi vezérlés tartozik (TPV), amely irányítja a T, S elemeket.  
Egy meglévő kapcsolatot annak a lebontásáig már nem helyezünk át.  
Itt is felléphet blokkolás.  
Blokkolásmentes kapcsolás megoldható: TST, STS, TSSST(TST, de három fokozatú térkapcsolóval).

Földfelszíni mobil távközlő hálózatok  
Frekvenciatartomány felosztva több (pl. ábrán 7) részre.  
Azonos frekvencia csak két cella távolságban lehet, így nincs interferencia. Két zóna közti áthaladás esetén nem szakad meg a vonal.



Kisebb cellák használata esetén több bázisállomásra van szükség viszont kisebb adóteljesítménnyel elég adniuk az egyes bázisállomásnak, és adott területen nagyobb forgalom bonyolítható.

Első generációs mobiltelefon-hálózatok  
1970-es évek vége, 1980-as évek eleje.  
Analóg rendszerek.  
Sok, egymással nem kompatibilis hálózat.  
Viszonylag nagy, 30-50 km átmérőjű cellák.  
Gyenge beszédátviteli minőség.  
Kevés szolgáltatásfajta  
 pl.: NMT (Nordic Mobile Telephone System) Skandináviában 1981-től   
 Hazánkban 1990-től 2003-ig (Westel 0660)

2G: második generációs mobil távbeszélő rendszerek 1990-es évek elejétől.  
Digitális rendszerek.  
Legelterjedtebb az európai tervezésű GSM.  
 Persze vannak más 2G rendszerek is (pl.: USA D-AMPS: Digital AMPS)

GSM (Global System for Mobile Communications, eredetileg Groupe Spécial Mobile)  
FDMA+TDMA (Frequency/Time Division Multiple Access) -  
frekvencia-, időosztásos többszörös hozzáférés

Elterjedtségének okai   
A kutatás-fejlesztés kellő időben, gyorsan (4 év alatt) történt.  
Nyílt, továbbfejleszthető szabvány (ETSI).  
Kezdettől közös rendszer Európában (az USA-beli 2G rendszerekre ez nem volt jellemző).  
Egységes, átjárható rendszer (roaming).  
A SIM kártya koncepció (előfizető adatai készülékfüggetlenek).  
Hívó fél fizet csak (USA-ban ez nem így volt).  
Előre fizetés (pre-paid) lehetősége nagyon népszerűvé tette.

Inkrementális fejlesztés  
Első fázis (1991)  
 beszédátvitel SIM koncepció  
 SMS nemzetközi barangolás (roaming), beszéd titkosítása 9,6 kbps adatátvitel  
Második fázis (1995) visszafelé kompatibilitás elve hívószámkijelzés  
 hívástartás hívásvárakoztatás  
 konferenciabeszélgetés félsebességű kodek  
 stb.  
2+ fázis (1998)  
 főleg az adatátvitel továbbfejlesztése (HSCSD, EDGE, GPRS)  
 push-to-talk virtuális magánhálózatok  
 SIM továbbfejlesztése javított teljes sebességű kodek  
 stb. UMTS felé biztosított az átjárás

Digitális átvitel  
Beszédkodek a végberendezésben.  
Integrált szolgáltatású hálózat: adatátvitel, beszédátvitel egyaránt lehetséges.

Sugárzási teljesítmény  
Max. 2 W  
Adaptív: a minimális szükséges teljesítménnyel ad a végberendezés. (2/sec gyakorisággal)  
 Telep kímélése   
 Élettani kockázat minimalizálása   
 Ne zavarjon más cellákat

Cella átmérője  
0,5 – 35 km (Tervezői döntés az adott tartományon belül)  
Függ a frekvenciától, forgalomsűrűségtől, terjedési viszonyoktól.

GSM 900 (Primary-GSM, P-GSM)   
Bázisállomás 935-960 MHz Mobil adó: 890-915 MHz   
Kisebb frekvencia, kisebb csillapítás, kisebb teljesítményt. Ezért a mobil adóé az alsó sáv .

max. 35 km cellaátmérő: a 900 MHz körüli hullámok valamelyest követik a földfelszínt.  
 Emiatt országos lefedésre alkalmas a technológia

összesen: 25 MHz-es sáv   
Egy vivő: 200 kH ->(FDMA)-> 25MHz/200kH ~ 124 vivő  
Hazánkban 3 szolgáltató -> 124 vivő / 3 szolgáltató ~ 40 vivő/szolgáltató  
Vivőnként 8 db időrés -> (TDMA)-> 40 vivő/szolg.\*8 időrés = 320 csatorna/szolg.  
Hazánkban 10 frekvenciaosztású cella -> 320 cs./sz. / 10 cella = 32 csatorna/cella/szolg.

Kb. 32 beszéd vagy adatátviteli csatorna. Kevés?  
Egy szolgáltatótól, egy cellában beszél ennyi ember egyszerre.  
A cellák egymással átfednek, így egy nagy, de kis helyen lévő forgalom több cella közt oszolhat meg.   
Half Rate kódolás: kétszer annyi csatorna, de rosszabb minőség.  
Ez így együtt már jobban hangzik, de még mindig kevés. Megoldás: GSM1800

A konkrét csatorna kiosztását a hálózat (BSC, ld. nemsokára) végzi.   
 Beérkező hívás esetén egy közös jelzés csatornán értesíti erről a végberendezést.  
 Kimenő hívás esetén egy másik közös jelzéscsatornán kezdeményez a mobil.

GSM 1800   
Bázisállomás: 1805-1880 MHz Mobil adó: 1710-1785 MHz  
Kisebb frekvencia, kisebb csillapítás, kisebb teljesítményt. Ezért a mobil adóé az alsó sáv.

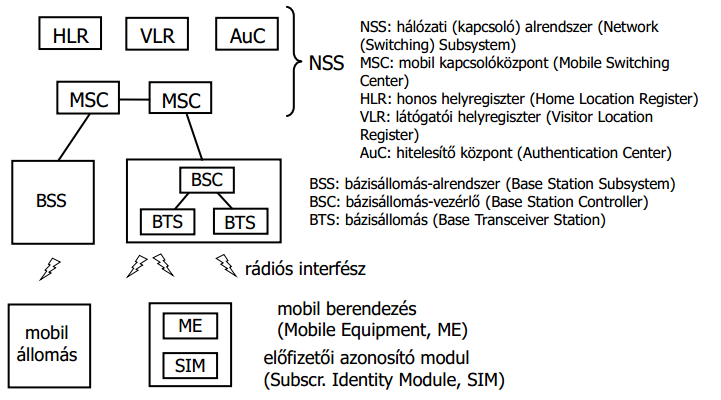
75 MHz-es sáv: Háromszoros kapacitás  
Rosszabb a hullámterjedése: Gyorsan csillapodik.  
 Emiatt országos lefedésre nem, csak nagy forgalmú kis területek ellátására alkalmas.

Kétnormás készülékek, automatikusan váltanak frekvenciatartományt   
Újabban elterjedtek a háromnormás (900/1800/1900) és négynormás (850/900/1800/1900) készülékek is.

GSM átadás  
Ha a mobil végberendezés átmegy egy másik cellába: átadás (handover v. handoff) történik .  
 Eközben nem szakad meg a kapcsolat

Megvalósítás módjai:  
 A mobil végberendezés irányításával:  
 Készülék méri, mikor erősebb egy másik cella jele, és az dönt az átadásról.  
 A hálózat irányításával:  
 A hálózat dönt a jelerősség és esetleg más információk (pl. cella terheltsége) alapján.  
 A hálózat irányításával, a mobil készülék segítségével: GSM ezt használja  
 A hálózat megkéri a végberendezést, hogy küldjön jelerősségi információt, de a döntést a hálózat hozza .

GSM hálózatok felépítése



Bázisállomás (BTS)  
 Egy vagy több elemi adó/vevő (elementary transmitter/receiver)   
 Átkódoló és sebességillesztő egység (Transcode/Rate adapter Unit, TRAU)

Bázisállomás-vezérlő (BSC)   
 Egy vagy több bázisállomást vezérel   
 kapcsolás   
 rádiócsatorna-hozzárendelés   
 hívásátadás-vezérlés

Mobil kapcsolóközpont (MSC)   
 Egy „hagyományos” kapcsolóközpont mobil-specifikus bővítésekkel   
 Autentikáció, Helyzetnyilvántartás, Hívásátadás BSC-k között, Barangolás, stb...

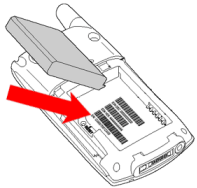
Honos helyregiszter (HLR)   
 Előfizetőre vonatkozó adatok, szolgáltatási jogosultságok, aktuális tartózkodási hely.  
 Egy HLR hálózatonként

Látogatói helyregiszter (VLR)   
 Elvileg földrajzi területenként (location area) egy-egy VLR.  
 Gyakorlatilag az MSC-vel egybeépítve: egy MSC körzete egy földrajzi terület .  
 A HLR információinak egy részét tárolja ideiglenesen az ott tartózkodó mobil állomásokról. (ami a hívásfelépítéshez szükséges)

Azonosítók GSM-ben  
MSISDN (Mobile Station ISDN Number) - mobil állomás ISDN szám  
 Mobil telefonszám  
 Egyedi a világon   
 MSISDN = országkód (Mo.: 36) + hálózatkijelölő szám (Mo:20/30/70) + előfizetői szám

IMSI (International Mobile Subscriber Identity) - nemzetközi mobil előfizető azonosító  
 A GSM hálózatokban elsősorban ez azonosítja az előfizetőt  
 A SIM kártyához van rendelve   
 Egyedi a világon   
 IMSI = mobil országkód (Mo: 216) + mobil hálózati kód (Mo.:01/30/70)  
 + 10 jegyű mobil előfizető azonosító szám

(Szolgáltató váltásnál az MSISDN maradhat, de a SIM kártyát és ezzel együtt az IMSI-t cserélni kell.)

IMEI (International Mobile Equipment Identity) - nemzetközi mobilkészülék-azonosító   
 A végberendezést azonosítja   
 Egyedi a világon   
 IMEI = 8 jegyű készülékazonosító + 6 jegyű gyári szám  
 + 1 ellenőrző számjegy + szoftver verzió

Lekérdezése: \*#06# (Minden GSM telefonon működik)   
Rá van nyomtatva az akkumulátor alá is.  
 Ha a kettő nem azonos, a telefon valószínű lopott!

MSRN (Mobile Station Roaming Number) - barangoló szám   
 Egy VLR-hez tartozó helyi címtartományba tartozó telefonszám, amit az arra járó GSM készülék ideiglenesen használ.  
 A felhasználó számára transzparens, nem látszik.  
 Ez teszi lehetővé, hogy a szám utaljon a földrajzi helyre: ebből a számból már tudni, hogy merre kell keresni az adott készüléket, ha felhívja valaki.

EIR (Equipment Identity Register) - készülékazonosító regiszter   
 Adatbázis az IMEI-kből   
 fehér lista: a készülék használható, nem lopott.  
 fekete lista: a készülék letiltva, nem használható.   
 szürke lista: a készülék használható, de valamilyen okból megfigyelés alatt áll.

Végberendezés helyének Location Area szerinti nyilvántartása   
Néhány (tipikusan 20-30) cella együttese.  
Cellák közt való áthaladáskor nincs helyzetfrissítés, csak Location Area váltáskor.  
Bejövő híváskor/SMS-kor broadcast keresési üzenet (paging) a Location Area-ban.  
Alapból ennél pontosabban nem tárolja a hálózat, hogy hol vagyunk.

GSM szolgáltatások  
Beszédátvitel  
 Kodek sebessége 13 kb/s (később: 5,6 kb/s)  
SMS (Short Message Service) - rövid üzenet szolgáltatás   
 160 karakter max.  
 Adatátvitel   
 Alapesetben 9,6 kb/s, később 14,4 kb/s .  
HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) - nagy sebességű áramkörkapcsolt adatátvitel  
 Adatátvitel továbbfejlesztése: több 14,4 kb/s csatorna összefogása.  
 Elvileg max 8 gyakorlatilag max 4, hogy beférjen egy 64 kb/s csatornába (PDH)   
 43,2; 57,6 kb/s a tipikus sebességértékek.  
 Drága.  
EMS (Enhanced Messaging Service) - kibővített üzenetküldő szolgáltatás  
 Egyszerűbb képüzenetek is. (Hamar kihalt.)  
MMS (Multimedia Messaging Service) - multimédia üzenetküldő szolgáltatás   
 Multimédia üzenet: kép, írott szöveg, hang együtt.  
 2002-től elérhető szolgáltatás, mai napig használatos.  
WAP (Wireless Application Protocol) - vezetéknélküli alkalmazás protokoll  
 Leegyszerűsített Web-szerű alkalmazás. (Mára nagyjából kihalt.)  
Helymeghatározás  
 Viszonylag pontatlan. (Nem nagyon nyújtanak ilyen szolgáltatást a szolgáltatók.)

GPRS (General Packet Radio Service) - általános csomag alapú rádiós szolg.  
2001. óta elérhető szolgáltatás.  
Komoly hálózatfejlesztést igényelt.  
Internet elérés, (WAP elérés)  
A GSM kiegészítése csomagkapcsolt adatátvitellel.  
 Jobb kihasználtság  
 Fizetés KB alapon, nem perc szerint   
 Sebesség: kezdetben max. 56 kb/s  
 elvi max: 8 x 20 = 160 kb/s   
 tipikusan 60-80 kb/s lefele, 20-40 kb/s felfele

EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution) -  
továbbfejlesztett adatsebesség a GSM fejlődésért   
2003. óta elérhető.  
Javított modulációs eljárás. 8PSK (GSM/GPRS: 2PSK)   
Az adatátvitel gyorsítására használható:  
 Csomagkapcsolt esetben: Enhanced GPRS (E-GPRS)  
 sebesség: kb. 150-180 kb/s  
 Áramkörkapcsolt esetben: Enhanced Circuit Switched Data (ECSD)  
Kisebb mértékű hálózatfejlesztést igényel.  
Csak EDGE-képes végberendezéssel működik.

3G  
ITU: IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) szabvány  
 Eu: UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)  
 Japán: FOMA (Freedom of Mobile Multimedia Access)  
 USA: CDMA2000 (Code Division Multiple Access)

UMTS  
2000 körül a koncessziókat (piacra lépési engedély) árverésre bocsátották.

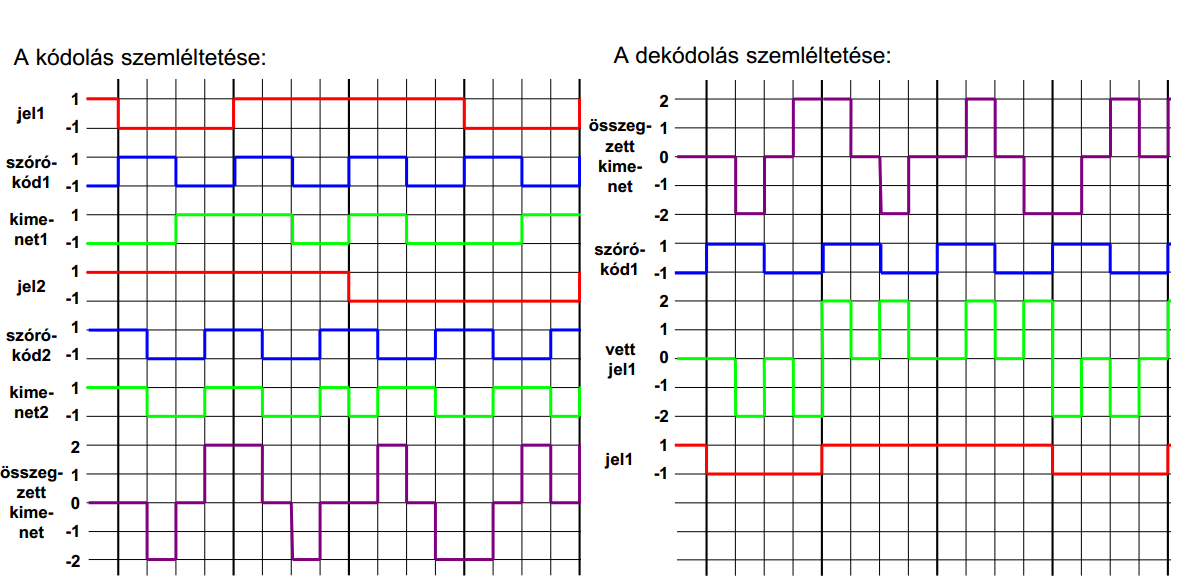
UMTS célok  
Jobb beszédhangminőség (PSTN-t elérő)   
Jobb spektrumkihasználtság (földi és elvben műholdas is)   
Nagyobb adatátviteli sebesség  
GSM kompatibilitás

UMTS szolgáltatások  
Beszédátvitel  
 AMR (Adaptive MultiRate) kodek  
 4,7 – 12,2 kb/s   
Adatátvitel, Internet elérés   
 Városban tipikus max. 384 kb/s   
 Vidéken tipikus max. 144 kb/s   
 Helyi rendszerben max. 2 Mb/s   
Multimédia szolgáltatások  
 Video-telefonálás  
 TV adások közvetítése   
 Rádió hallgatás   
 MMS  
Duplexitás kezelés UMTS-ben  
Feladat: fel- és lefele irányú adatok elkülönítése  
FDD: Frequency Division Duplexing   
TDD: Time Division Duplexing   
 előnye: a fel/letöltés aránya dinamikusan változtatható az aktuális igények függvényében (ping-pong módszer)  
Mindkettőt használják UMTS-ben (de nem egyszerre)

Rádiós közeg 1885-2025 és 2110-2200 MHz:   
 TDD: 1885-(1900-)1920 Mhz (1900 alatt: DECT) és 2010-2025 MHz   
 FDD: 1920-1980 (fel) és 2110-2170 (le)   
 Műholdas (tervezett): 1980-2010 MHz (fel) és 2170-2200 MHz (le)

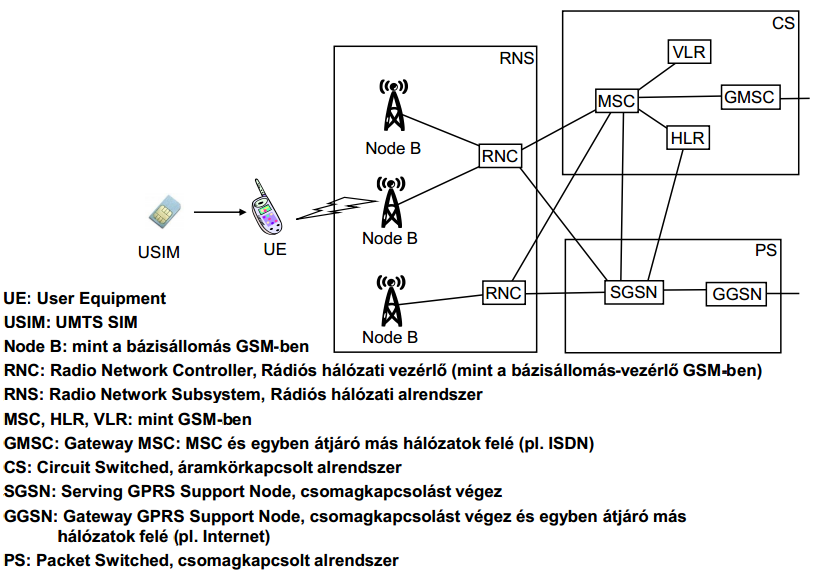
Nagy frekvencia: csupán pár (3-5) km átmérőjű cellák.  
A frekvenciákat 5 MHz-es csatornákra osztják, melyekben CDMA-t használnak.

UMTS kódosztás  
A kódolás két menetben történik:  
 Csatornázási kód (channelisation code)  
 Keverő kódolás (scrambling)

Csatornázási kódolás:  
Célja az adóberendezéseken (végberendezések, cellák) belüli adatfolyamok elkülönítése  
DS-CDMA (Direct Sequence - Code Division Multiple Access),  
közvetlen sorozatú kódosztásos többszörös hozzáférés  
 A digitális jelet összeszorozzuk több ún. szóró kóddal (spreading code), és ezt sugározzuk ki.   
 A szórókód sebessége (chiprate) a bitsebességnél sokkal nagyobb (kb. 100x).  
 A szórókódok ortogonálisak: egy bitidőre átlagolva két szórókód szorzata 0.  
 A chipkódok igényelnek szinkronizációt.

E kód a keskenysávú bemenő jelet szélessávúvá alakítja. A kiterjesztési faktor (SF - spreading factor) chipkódok hossza, és egyben darabszáma.  
 Változik 4 és 512 között. (2 hatványai)  
 A chipsebesség viszont mindig fix: 3 840 000 chip/sec = 3,84 Mc/s  
 Bitsebesség= chipsebesség/ kiterjesztési faktor

Keverő kódolás  
Célja az adóberendezések (végberendezések, cellák) megkülönböztetése.  
Csak kvázi ortogonálisak egymásra, ugyanakkor önmaguk időbeli eltoltjára is kvázi ortogonálisak. Nem igényelnek szinkronizációt a források között .  
 A vevő az egyik forrás jelének dekódolásakor a többi forrás jelét zajnak érzékeli.  
 A cella kapacitását az szabja meg, hogy meddig nem zavaró még ez a zaj.  
Nem növeli a sávszélességet.

Az UMTS hálózat  
*(fenti (GSM) ábra kiegészítése  
csomagkapcsolt alrendszerrel(PS))*

Hívásátadás áramkörkapcsolt esetben  
Kemény hívásátadás (hard handover) GSM  
 A végberendezés pillanat alatt vált a bázisállomások közt.  
 Az átadás olyan gyors, amilyen gyors csak lehet.  
Puha átadás (soft handover) UMTS  
 A végberendezés egyszerre több bázisállomással tart fenn kapcsolatot (max. 3-mal)  
 Mindezt a kódosztás teszi lehetővé

MS központok közti valamint 2G-3G átadás csak kemény átadással valósulhat meg.

UMTS teljesítményszabályozás  
Nem tökéletes az alkalmazott keverő kód ortogonalitása.  
Emiatt egy adott mobil eszköz jelét figyelve a bázisállomáson a többi mobil jele zajként jelentkezik.  
Ezért az kell, hogy minden mobil jele kb. egyforma teljesítménnyel érkezzen a Node B-hez.  
Különben az erősebb jel elnyomja az összes gyengébbet.  
 Megoldás: Node B felszólítja a mobil eszközt a teljesítmény növelésére/csökkentésére.  
 1500/sec gyakorisággal

A mobil eszköz a puha átadásban lévő Node B-ktől különböző parancsokat kaphat.  
 Megoldás: Min. teljesítménnyel adni, hogy egyik cellában se tegyük tönkre a kommunikációt.  
 Az alkalmazott szabály: Ha bárki csökkentésre utasítja, csökkenteni.  
 Amúgy, ha bárki szinten tartásra utasítja, szinten tartani. Amúgy növelni.

UMTS cellalégzés  
Több felhasználó egy cellában: Nagyobb háttérzaj.  
 Megoldás: A cella mérete változik a forgalomtól függően, ez a cellelégzés

HSPA (High-Speed Packet Access) - nagy sebességű csomagkapcsolt hozzáférés  
UMTS része, annak részben továbbfejlesztése.  
3,5G néven is emlegetik.  
Cél a nagyobb adatsebesség elérése.  
2 protokoll közös neve:   
 HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) - nagy sebességű letöltési hozzáférés  
 akár 14 Mb/s   
 HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) - nagy sebességű feltöltési hozzáférés  
 akár 5,76 Mb/s

A következő lépés: HSPA+ Elvi max: Le: 42 Mb/s Fel: 22 Mb/s

A közeljövő: teljesen IP alapú UMTS gerinchálózat

LTE (Long Term Evolution) - Hosszú távú fejlődés  
4G (A következő lépés)Friss szabvány   
Elvi max: Le: 100 Mb/s Fel: 50 Mb/s   
Teljesen átdolgozott rádiós hálózati rész.  
Teljesen IP alapú gerinchálózat.

Műholdas mobil információközlő hálózatok   
„Bázisállomás” a műholdon  
Nagy földfelszíni lefedettség  
Nagyobb késleltetés   
Nagyobb teljesítményű adást igényel  
Drága

Hálózatrészek   
Gerinchálózat : Földi, rögzített állomások, nagy adatsebességgel.   
Hozzáférési hálózat: Mozgó állomások, kisebb adatsebességgel.

Pálya alakja: Kör vagy ellipszis, aminek egyik gyújtópontban a Föld.  
Pálya földfelszín feletti magasság: Légkörön kívül  
 LEO (Low Earth Orbit) - alacsony földkörüli pálya  
 400 km - 1200 km magasság.  
 MEO (Medium Earth Orbit) - közepes földkörüli pálya   
 1200 km - 35 786 km magasság.  
 GEO (Geosynchronous Orbit) - földszinkron pálya  
 35 786 km magasság. Műhold körbeforgási ideje pont 1 nap.  
 GSO (Geostationary Earth Orbit) – geo-stacionárius pálya  
 Egyenlítő körüli GEO. Mindig a felszín egy pontja felett áll.  
 HEO (High Earth Orbit) - magas földkörüli pálya  
 35 786 km felett.

Inmarsat (International Maritime Satellite Telecommunication) -  
nemzetközi tengerészeti műholdas rendszer 4 db GSO műhold.  
 Globális lefedettség.  
 Elsősorban nem kézi készülékek.  
 Beszédátvitel   
 Adatátvitel: max. 492 kb/s

Iridium  
 66 db műhold, LEO pálya.  
 Globális lefedettség.  
 Eredetileg: 77 (innen a név: 77-es rendszámú irídium), (66: diszprózium)  
 Kézi készülékek elsősorban beszédátvitelre.  
 Adatátvitel: 2,4 kb/s  
 2000. márciusában (másfél év után) csőd.

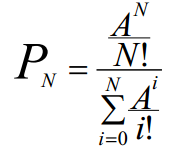
Globalstar  
 48 db műhold, LEO pálya.  
 Kézi készülékek, elsősorban beszédátvitelre.  
 Adatátvitel: 9,6 kb/s  
 A kézi készülékek ha lehet, földi rendszert (pl. GSM) használnak, ha nem, akkor a műholdast.  
 Nincs műhold-műhold kapcsolat.

Thuraya  
 1 db GEO műhold.  
 Európát, Afrikát, Ázsia nagy részét fedi le. Kézi készülékek, elsősorban beszédátvitelre.   
 Adatátvitel: 9,6 kb/s, (csomagkapcsolt)  
 GSM/műholdás átkapcsolás   
 Központ: Egyesült Arab Emirátusok   
Mobil, zárt célú hálózatok  
Készenléti szolgálatok részére: tűzoltók, rendőrség, mentők, katasztrófavédelem, stb.  
(Részben professzionális polgári alkalmazások, pl. szállítmányozás)

Megnövelt igények a GSM-mel szemben:  
 Kisebb hívásblokkolás   
 Hívásprioritások (fontos hívások megszakíthatják a kevésbé fontosakat)   
 Diszpécserszolgáltatás   
 Csoporthívás (automatikus fogadás és kihangosítás)   
 Nagy megbízhatóság  
 Nagy adatbiztonság

Távbeszélő-hálózatok forgalmi jellemzése  
Cél: legkevesebb hány áramkörkapcsolás kell, hogy a blokkolás adott érték alatt maradjon?

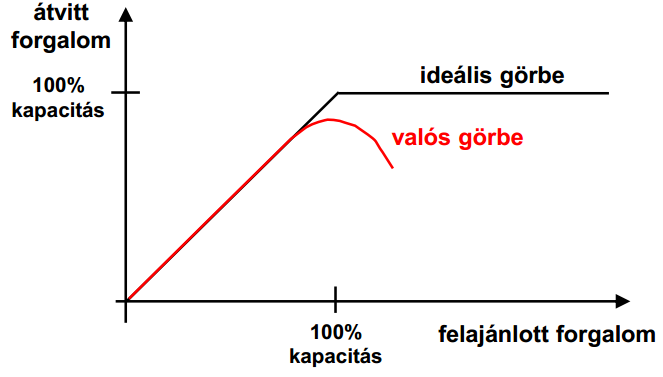
Forgalmi statisztikák  
 X(T) – [0,T] intervallumban beérkezett hívások száma  
 Y(T, t) – a hívások tartásideje:   
 Két dimenziós eloszlás sűrűségfüggvénye, ahol egy hívás T-től (T+t)-ig tart.

 λ - hívásgyakoriság [1/óra]  
 h - átlagos tartásidő [perc]  
 A - forgalomintenzitás [Erl] (Erlang – valójában nem rendes mértékegység: (1/t)\*t=1)  
 A = λ · h

Erlang modell   
Annak valószínűsége, hogy mind az N vonal foglalt lesz: PN

Ha lényegesen kevesebb az előfizető (pl. kisvállalati központot kell méretezni), akkor az Erlang modell nem használható, ekkor a precízebb, de bonyolultabb Engset modell alkalmazandó.

Csomagkapcsolt hálózatok forgalmi jellemzése   
Sokféle követelmény:  
 e-mail, telefonálás, videotelefonálás, film megnézése valós időben, stb.  
TCP/IP hálózatméretezés nagyon bonyolult feladat (Tudománya még gyerekcipőben jár)  
 Módszerek:  
 tapasztalatok, mérés alapján  
 túlméretezés (overprovisioning)

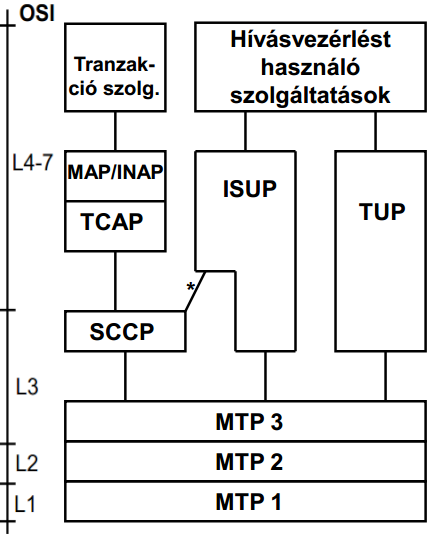
Hálózatok teljesítőképessége  
Cél: A hálózatot a maximális átvitel munkapontjában megtartani.

Módszerek:  
 Torlódásmenedzsment (pl.: TCP)  
 A kialakult torlódást kezeli   
 Torlódáselkerülés  
 (pl.: CAC - Call Admission Control)

Jelzésrendszerek  
Csoportosítás  
Jelzésrendszerek a hálózatbeli helyük szerint lehetnek   
 előfizetői jelzésrendszer: végberendezés-központ között (User-network interface, UNI)   
 hálózati jelzésrendszer: központok között (Network-to-Network Interface, NNI)  
Jelek kódolása lehet  
 analóg (pl. hangfrekvenciás jel)   
 digitális üzenet (hasonlóan a Szg.H. protokolljaihoz)   
Jelzés helye szerint lehet   
 beszédúthoz kötött (CAS - Channel Associated Signalling)   
 beszédúttól független (CCS - Common Channel Signalling)

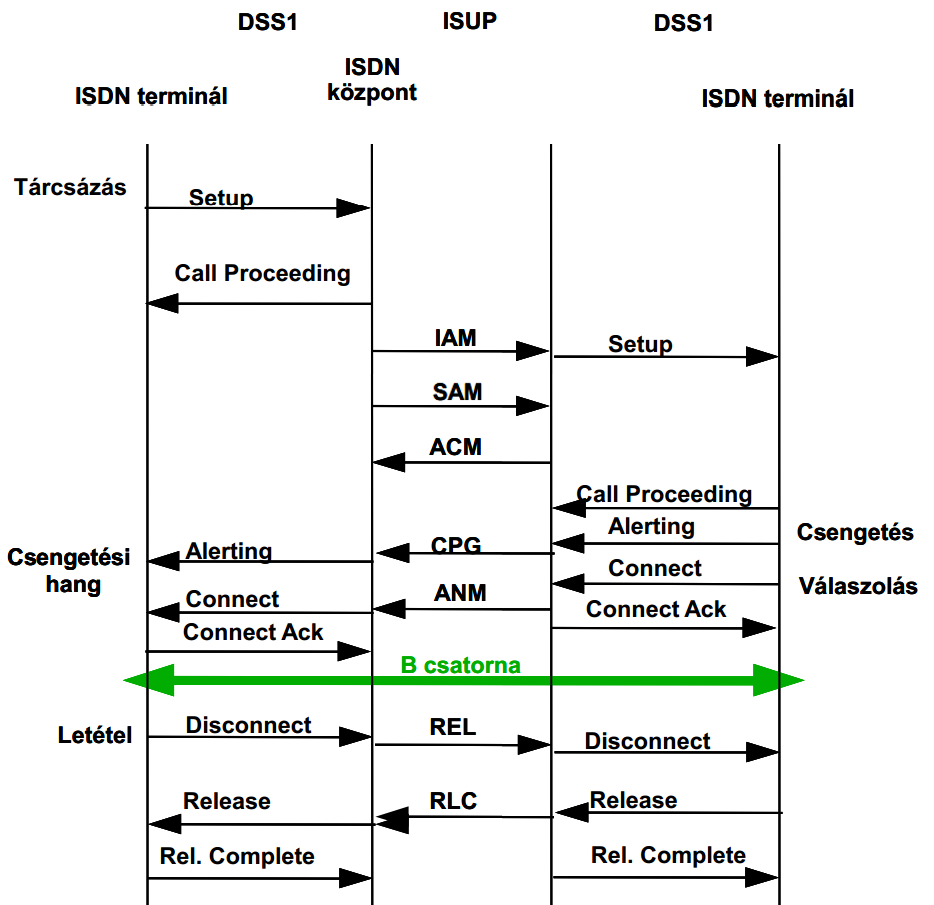
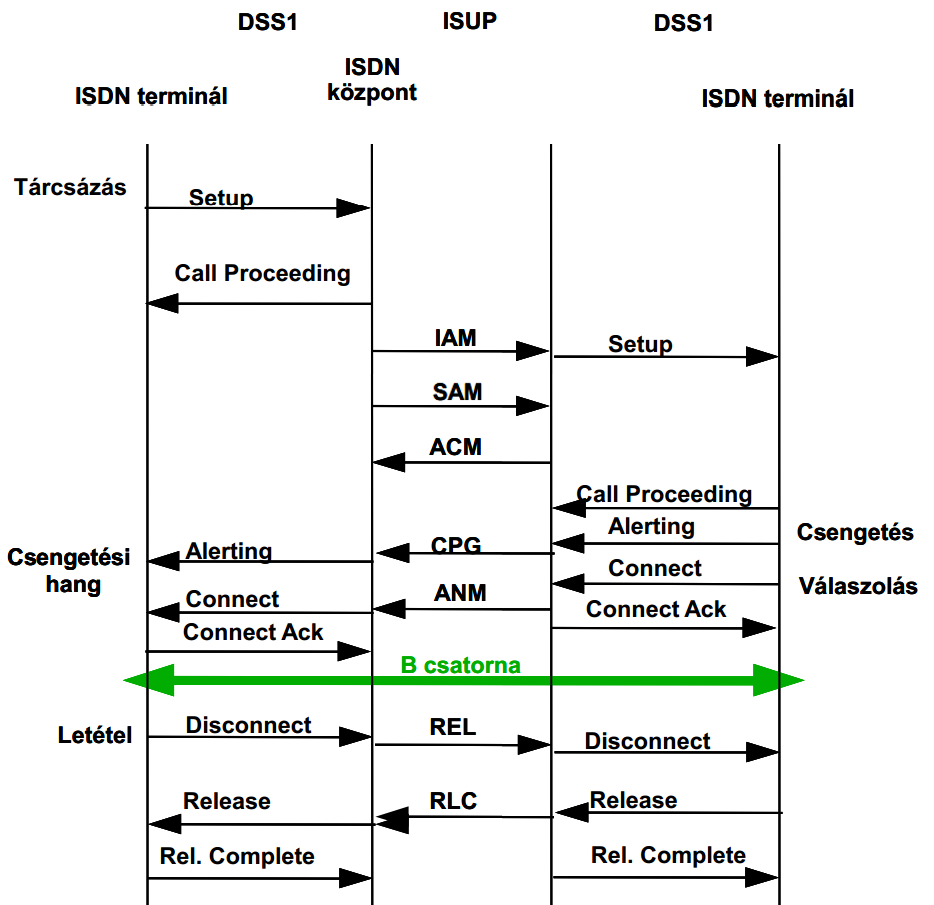
Az előfizetői jelzésrendszerek  
Frekvencia szerint (PSTN)  
 Beszédsáv alatti:  
 Csengetés  
 Beszédsávban (in-band signaling):  
 DTMF (Dual Tone Multi Frequency) gombnyomás-frekvencia  
 Hívószámkijelzés  
 Vezetékes SMS  
 Beszédsáv feletti:  
 Tarifa impulzus  
Digitális végberendezés (ISDN)  
 DSS1 (Digital Subscriber Signaling System No. 1) - digitális előfizetői jelzésrendszer 1  
 Réteges szervezés:  
 1. Fizikai Az ISDN D csatornában (2B+D16, 30B+D64)  
 2. Link Access Procedure  
 Címzés, hibamentes átvitel  
 3. DSS1  
 Hívás felépítés/bontás jelzésüzenetekkel

Központok közötti jelzésátvitel  
Beszédúthoz kötött (CAS - Channel Associated Signalling)  
 A jelzésátvitel „csak” annyira védett, mint az adatátvitel.  
 Limitált jelzésátviteli képesség.  
 Egyszerűbb, olcsó rosszabb  
Beszédúttól független (CCS - Common Channel Signalling)  
 Bonyolultabb, drágább (dedikált jelátviteli csatorna), jobb  
 külön jelzéshálózat

SS7 (Signaling System No. 7)  
A maghatározó közös csatornás (beszédúttól független) jelzésrendszer Réteges felépítés: *csak a az ISUP fontos itt*  
 MTP (Message Transfer Part) - üzenettovábbító egység 1. - fizikai réteg - 64 kbit/s  
 2. - szomszédos pontok közötti hibamentes átvitel (nyugtázás), forgalomszabályozás   
 3. - egy jelzéshálózaton belül (nem globálisan)  
 az üzenetek célba juttatása, forgalomirányítás, hibavédelem, torlódásvédelem

ISUP (ISDN User Part) - ISDN felhasználói egység   
 Hívásfelépítő/bontó üzenetek.

(TUP elavult, többi mobil jelzésrendszer)

  
DSS1 (központ-előfizető) +  
ISUP (központ-központ)  
hívásfelépítés

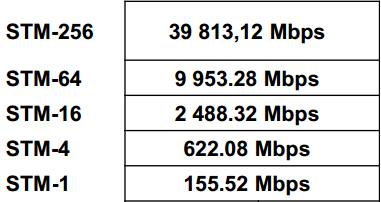
IAM (Initial Address Message)  
 első címüzenet   
SAM (Subsequent Address Message)  
 következő címüzenet   
ACM (Address Complete)  
 cím teljes   
CPG (Call Progress)  
 hívás folyamatban   
ANM (Answer Message)  
 hívott válaszol   
REL (Release)  
 bontás   
RLC (Release Complete)  
 bontási nyugta

Gerinchálózati technológiák  
PCM/PDH  
PDH (Plesyochronous Digital Hierarchy) - Pleziokron digitális hierarchia  
4 különböző sebességszint:  
 E1 = 2 048 kbit/s (32 PCM csatorna) E2 = 8 448 kbit/s  
 E3 = 34 368 kbit/s E4 = 139 264 kbit/s

Sok különböző órajel (Nem kell terjeszteni a szinkronjelet a hálózatban)  
A védelem nehézkesen oldható meg.

SDH/SONET  
Beszéd- és adatátvitel (adatátvitelre nem eléggé, majd a next gen. SHD lent)  
SONET (Synchronous Optical NETwork)  
SDH (Synchronous Digital Hierarchy)  
 Beszéd- és adatátvitel  
 Változatos hálózati topológiák  
 3 réteg: egy Path (teljes átviteli út) =  
 több Line (nyaláboló szakasz) =  
 több Regenerátor section (jelfrissítő szakasz)  
 Szinkron: berendezések órajele összehangolva  
 Kis késleltetés: max. 32 µs   
 Hierarchikus: 5 szint, pontos négyszereződés minden szinten  
 Nagy sávszélesség: max. 39 813,12 Mbit/s  
 Rögzített keretméret: minden keret 125 µs-ig tart minden hierarchiaszinten  
 nincs dinamikus útvonalválasztás   
 nincs kapcsolás (nincs vezérlősík)

„ng” (next generation) SDH/SONET  
SDH/SONET kompatibilis: Nem kell minden eszköznek támogatnia az új képességeket: Lassú átmenet  
gyakorlatilag SDH/SONET 3 kiegészítéssel:  
 GFP (Generic Framing Procedure) - általános keretezési eljárás  
 Hálózati és fizikafüggő réteg közt.  
 Vcat (Virtual Concatenation) - virtuális összefűzés  
 Jobb erőforrás-kihasználtság, nagyobb sávszélesség.  
 LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) – szakasz - kapacitás állító módszer  
 Átállítja a rendszer út-kapacitásait megszakítás nélkül az alkalmazások igényeihez.

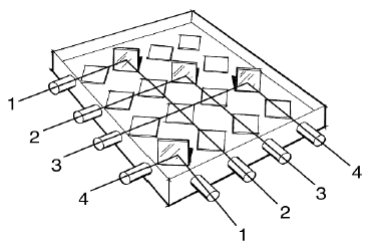
SDH névleges sebességek:

OTN (Optical Transport Network) - Optikai szállítóhálózat  
Együttes hullámhossz ÉS időosztásos nyalábolás.  
FEC: Reed Solomon kódú hibajavítás  
Használja a ngSDH/SONET kiegészítéseit  
OTN leegyszerűsítve: (TDM+FEC) + (WDM+Mngmnt) = OTN  
 OTN + GFP + VirCat + LCAS + Ctrl → jelentősen jobb jelátvitel

Optikai technológia  
Többmódusú üvegszál  
 Step Index éles törésszint változás  
 Graded Index törésmutató lassú átmenete  
Monomódusú üvegszál egy részecske szélességű kábel (drágább, jobb)

Optikai nyalábolási technikák Térosztásos (OSDM) Független fényszál   
Hullámhosszosztásos (WDM) Különböző hullámhosszon működő adó és vevő párok   
Időosztásos (OTDM) Nagyobb szinkron időrések, esetleg aszinkron csomagok   
Kódosztásos (OCDM) Osztott közeg többszörös hozzáférése   
Frekvenciaosztás (OOFDM - Optical Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)

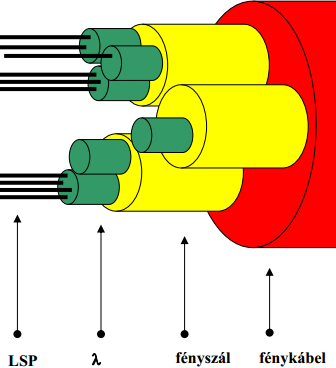
ASON: Automatically Switched Optical Network Összeköttetés Típusok  
 Állandó Permanent  
 „Lágy-állandó” Soft – Permanent   
 Kapcsolt Switched

Optikai Rendezők:  
 EOXC (Electro-Optical Cross Connect) - Elektro-optikai rendező  
 Olcsó, elektronikus térkapcsoló mag  
 Nem transzparens  
 Teljes hullámhossz-konverziós képesség  
 OXC (Optical Cross Connect) - Optikai rendező  
 Tisztán optikai  
 Transzparens  
 Nincs hullámhossz-konverziós képesség  
 OXC teljes hullámhossz-konverziós képességgel   
 Drága OXC korlátozott hullámhossz-konverziós képességgel

Rendezés technológiai megvalósítása  
2D MEMS (2D Micro Electro-Mechanical Systems)  
 Elektromágnesek változtatják a tükrök állását  
3D MEMS (3D Micro Electro-Mechanical Systems)  
Egyéb: Buble-switch, Prisma-switch, Thermo-optical, Liquid Chrystal, Accusto-optical Piezo-electric…

Egy rétegű hálózat:   
Gyenge granularitás:  
 1 fényszál: 1-10 Tbit/s (DWDM: 100-200 λ)  
 1 λ csatorna: 2.5 vagy 10 Gbit/s

Több rétegű hálózat:  
Bonyolult vezérlés és Menedzsment  
 Útvonalválasztás (Routing)   
 Forgalomterelés (TE: Traffic Engineering) Hibatűrő képesség (Resilience)  
Kétszerezett vagy többszörözött funkciók

GMPLS/ASTN  
 (Generalised Multiprotocol Label Switching) /  
 (Automatic Switched Transport Network)

Dinamikus (Kapcsolt) és Többrétegű  
GLS (Generalised Label Stacking) - Általánosított „felülcimkézés”   
Routing, Traffic Engineering & Resilience:  
 Manapság: Kliens-szerver megoldás  
 Részben kézzel  
 Cél: Integrált, automatikus, elosztott

OBS/OPS  
 (Photonic Time Slot Switching) - időrés kapcsolás /  
 (Optical Packet Switching) - optikai csomagkapcsolás

Börsztös forgalomra (rövid ideig nagy sávszélesség)   
 Nincs idő összeköttetés-felépítésre   
 Nem érdemes lefoglalva tartani az erőforrásokat

Optikai időrés-kapcsolás   
 vezérlés fejrész alapján

Meghibásodás okai (gyakorisági sorrendben)  
Harmadik fél, Rágcsáló, Rongálás, Anyag öregedése, Természeti csapás, Létesítési hiba

Pár feladat

PCM  
Egy 2000 Hz-es periodikus jel egy teljes periódusából a távközlésben használt PCM kódolás során hány mintát veszünk? Egy teljes periódust ennek megfelelően hány bittel kódolunk?

a) Hány mintát vesz egy periódusból?  
 8kHz-es órajel 2kHz-es jelből 8/2 = 4 mintát vesz 1 periódus alatt. (f = 1/T)

b) Hány biten történik egy periódus kódolása?  
 4 \* 8bit = 32bit-en kódol egy periódust.

STS kapcsolás  
Adott egy STS kapcsoló 10 bemenettel, bemenetenként 30 időréssel. A kapcsoló blokkolásmentes, de a szűk keresztmetszeti erőforrások számát eggyel csökkentve már blokkolásos lenne.

a) Hány időrés van az első fokozatának a kimenetén? Miért? (Rövid indoklás elég.)  
 STS kapcsoló szűk keresztmetszete: T száma.  
 A blokkolás mentesség határán van, tehát T-ből 2N-1 db van,  
 ami jelenleg 2\*10-1=19. S-t 19 T-vel kötjük össze, összekötésenként 30 időrés:  
 19\*30 időrész az első fokozat kimenetén.

b) Hány időkapcsoló van a középső fokozatában? Miért? (Rövid indoklás.)  
 Az előzőben kiszámoltuk, hogy 19 db, mert ez a minimális blokkolás nélküli szám.  
 k=2N-1

TST kapcsolás  
Adott egy TST kapcsoló 10 bemenettel, bemenetenként 30 időréssel. A kapcsoló blokkolásmentes, de a szűk keresztmetszeti erőforrások számát eggyel csökkentve már blokkolásos lenne.

a) Hány időrés van az első fokozatának a kimenetén? Miért? (Rövid indoklás.)  
 TST kapcsoló tehát 10 bemenet az 10 db T. A szűk keresztmetszet S-nél van,  
 L=2C-1 időrésre van szüksége a blokkolásmentességhez:  
 2\*30-1=59/bemenet.  
 Összesen 590 időrés van az első fokozatkimenetén.   
b) Hány időkapcsoló van a harmadik fokozatában? Miért? (Rövid indoklás.)  
 10 db T lesz,  
 mert az S kapcsoló ugyanannyi fele dobja szét az üzeneteket, mint ahányon az bejött.

#### Többfokozatú kapcsolás 3 fokozatú kapcsolásnál 128 bemenet és 128 kimenet, az első fokozatban 8 db 16 menetű kapcsolómátrix van, mi kell középre, hogy ne legyen blokkolásmentes? Miért?

2Nk+\frac{k*N^{2}}{n^{2}}N = 128  
n = 16  
Blokkolásmentes, tehát k = 2n - 1  
Eredmény: 2\*(8\*16\*(32-1))+31\*8^2

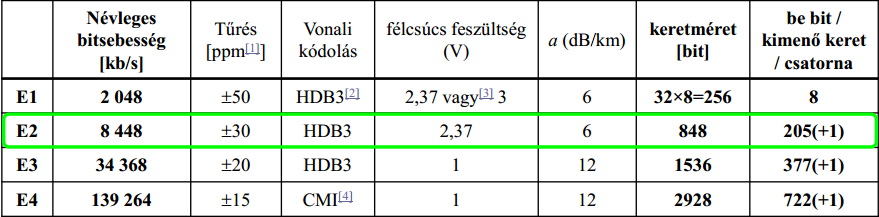
#### Hány kapcsolópont van így? (Elég a képlet)

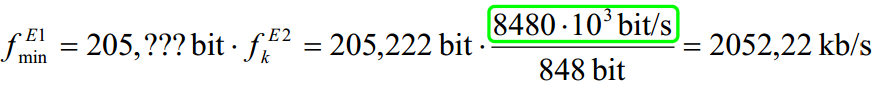
#### N^{2} = 128*128Hány kapcsolópont lenne amúgy? (2p?)

#### Mi az előnye és a hátránya a többfokozatú kapcsolómátrixnak?

előny: nagyobb kihasználtság,  
 kevesebb kapcsoló

hátrány: blokkolás előfordulhat (k=2n-1 esetén nem)

PDH  
A vizsgált E1 jel sebessége 2 052,22 kbit/s, míg az E2 szakasz jele 32 kbit/s-al nagyobb a névlegestől.  
Milyen gyakran kerül sor beékelésre.



SHD  
Két szolgáltató (A és B) külön órára szinkronizált SDH hálózatát

A szolgáltató órája pont a névleges sebességen működik  
B szolgáltatóé nem: B hálózatból érkező keretek szállítására minden 80. STM-1 keretnél eggyel növekszik a pointer értéke.

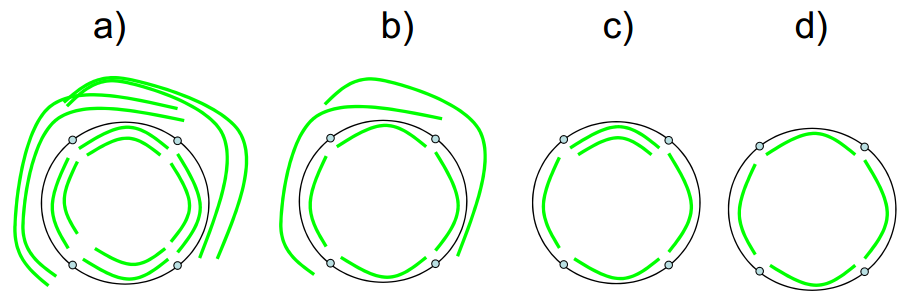
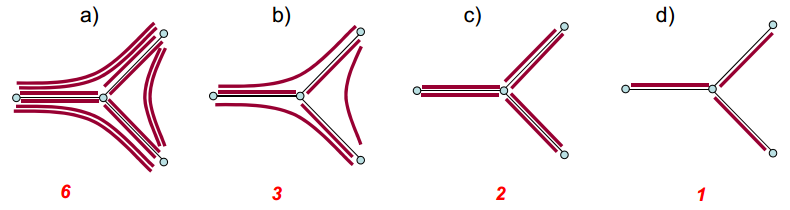
Az STM-1 névleges sebessége 155 520 000 bit/s

B mennyivel lassabb?  
8000 keret/s / minden 80-adik keretben -> 100 csúszás/s  
100 csúszás \* 24 bitet/keret -> 2400 bit/s

Maximum?  
8000 keret/s / max minden 4. keretben -> 2000 csúszás/s  
2000 csúszás \* 24 bitet/keret -> 48000 bit/s

Forgalomkötegelés  
Egy 4-csomópontos csillag/gyűrű topológiájú hálózatban szeretnénk minden pontpár közt egy egységnyi összeköttetést kialakítani.  
Szemléltesse a kialakítandó hullámhossz-utakat a következő négy esetre és tüntesse fel, hogy melyik esetben hány különböző hullámhosszra van szükség szükségünk szakaszonként!

a. minden hullámhossz-út (csatorna) kapacitása 0,5 egységnyi  
b. minden hullámhossz-út (csatorna) kapacitása 1 egységnyi  
c. minden hullámhossz-út (csatorna) kapacitása 2 egységnyi  
d. minden hullámhossz-út (csatorna) kapacitása 3 egységnyi



Optikai átvitel:  
törésmutató: n  
fénysebesség vákuumban: c ≅ 3\*108 m/s  
fény sebessége n törésmutatójú közegben: v = (1/c) \* c

pufferelendő időréseink: t  
késleltető szakaszok: s = v\*t