

# Számítógéphálózatok

## A fizikai réteg

**Hálózatok**

**2003/2004. tanév II. félév**

**Wagner György**

# A fizikai réteg

- A legalsó réteg.
- Itt nézzük az adatok analóg és digitális jelként való továbbításának lehetőségeit
- Most folytassuk a fizikai közeggel.

# A fizikai közegek

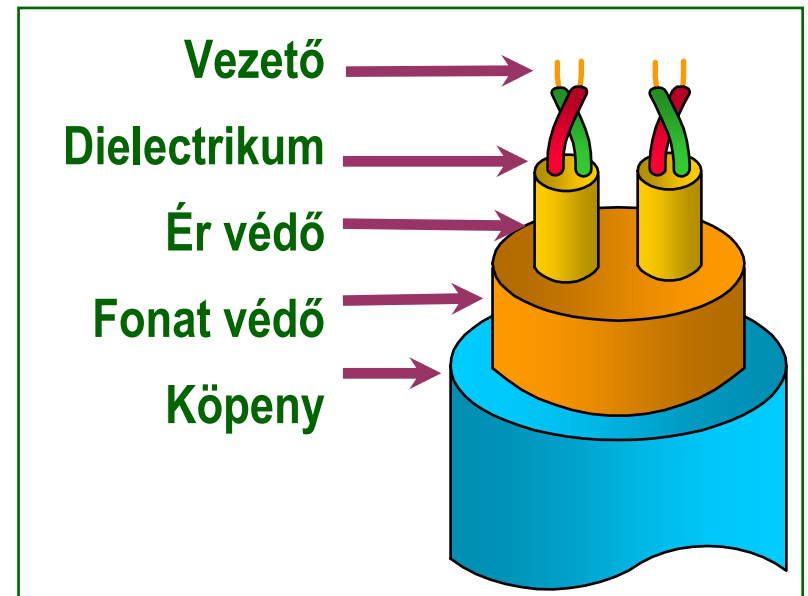
- **Az átviteli közegek. Céljuk: a nyers bitfolyam szállítása**
- **Jellemzőik:**
  - az elérhető adatátviteli sebesség
  - Az erősítés nélkül áthidalható maximális távolság,
  - a zavarvédetség,
  - megbízhatóság (mechanikai tulajdonságok),
  - üzenetszórásra, pont-pont átvitelre, esetleg mindkettőre való alkalmasság,
  - ár, költségek.

# Az átviteli közeg

- **Fémes vezetők (elektromos áram)**
  - Sodrott érpár
  - Koaxiális kábel
- **Üveg, műanyag (fényhullámok)**
  - Fiber optic
- **Vezetéknélküli átvitel (elektromágneses hullámok)**
  - mikrohullám,
  - műholdas stb.

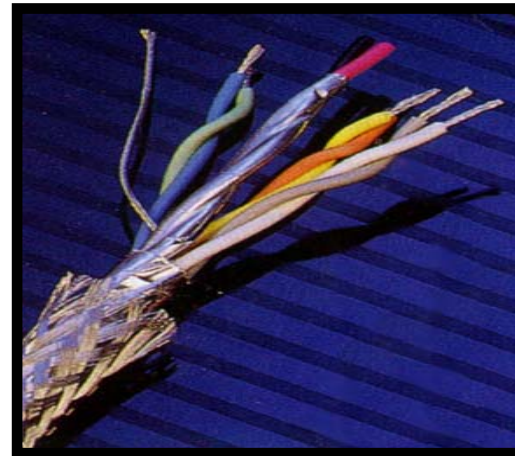
# Sodrott érpár

- Elsősorban pont-pont kapcsolatra.
- Telefondrót
  - Közeli központig (2-4 Km), modulált átvitel,
  - néhány Mbps (pl E1: 2,048 Mbps),
  - közepes zavarvédelem és megbízhatóság,
  - olcsó megoldás.
  - Sodrás: nem sodrott vezetők "antennák"; a sodrás csökkenti közöttük az interferenciát.



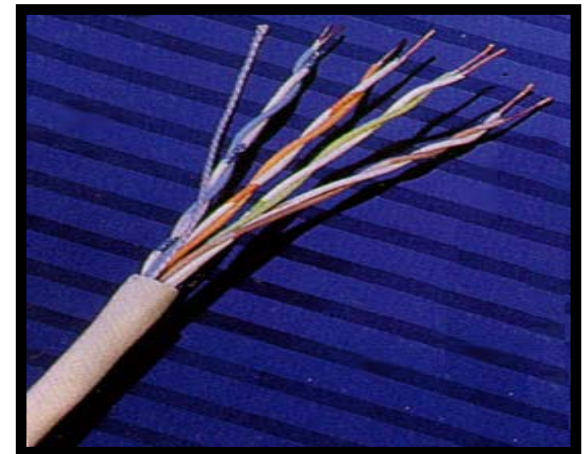
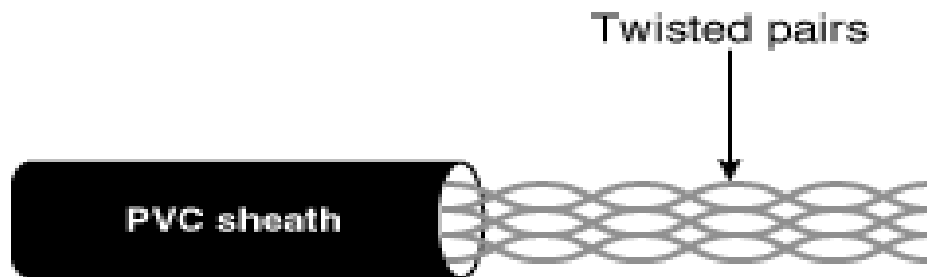
# STP

- **STP (Shielded TP) árnyékolt csavart érpár**
  - **Az ér-védő árnyékolás földként használható**
    - Csökkenti az interferenciát és áthallást (jó zavarvédelem, jó megbízhatóság)
    - Növeli (azonban) a csillapítást.
  - **Nagy sebességű átvitelnél (pl. Token Ring)**
  - **Valamivel drágább**
  - **Vastagabb kötegek**



# UTP

- **UTP (Unshielded Twisted Pair) árnyékolatlan csavart érpár**
  - Közepes zavarvédelem és megbízhatóság
  - Valamivel olcsóbb, könnyű szerelni
  - Tipikus 10BaseT Ethernet kábelezéshez
    - 4 vezeték, adás és vétel ág,
    - max 100 m, alapsávú impulzusátvitel



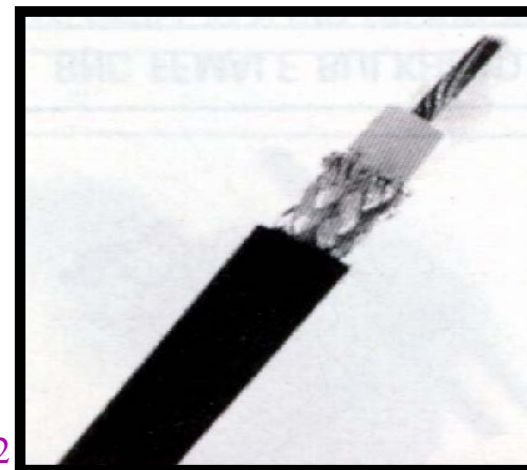
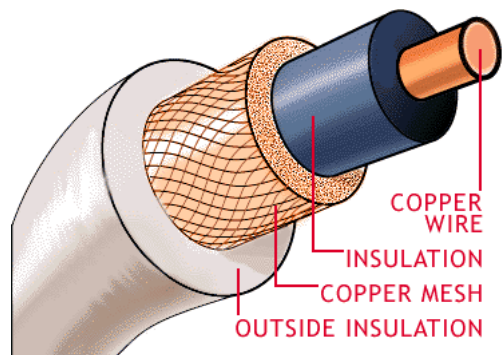
# UTP kategóriák

- **Category 1: hangátvitel, telefonok**
- **Category 2: adatátvitel, 4Mbps, 1 MHz, régi tokenes LAN**
- **Category 3: hangátvitel, és régebbi 10BaseT (10Mbps, 16 MHz)**
- **Category 4: tipikus a 10BaseT és a tokenes hálózatokban, 20 MHz**
- **Category 5: most ez a kedvelt. Képes 100 Mbps-re (Fast Ethernet), ezért a 100BaseT hálózatban használják. 100 MHz. (3-4 csavarás-inch)**



# Koaxiális kábel

- Mind pont-pont, mind üzenetszórásra alkalmas
- Tipikus TV és LAN alkalmazás. Ethernet -  
üzenetszórásos
  - 10Base5 vastag Ethernet
  - 10Base2 vékony Ethernet
- Felépítés
  - rézmag, szigetelő dielektrikum, fonott külső vezető,  
műa. burok



Wagner Ea2

# Koaxiális kábelek

- **Tipikus hullámimpedanciák:**
  - **50** : adat és rádiós kábel
  - **75** : TV koax,
  - **93** : ARCNET kábel (Novell)
- **Alapsávú átvitel esetén: 10 Mbps (Ethernet):**
  - **500 m**: vastag koax,
  - **187 m**: thin koax.
- **Moduláltan: kb. 150 Mbps, 100Km távolságig**
  - **Kábeltelevízió használja a moduláltat**
    - műsorszórás
    - Számítógép kapcsolat

# Koax kábel

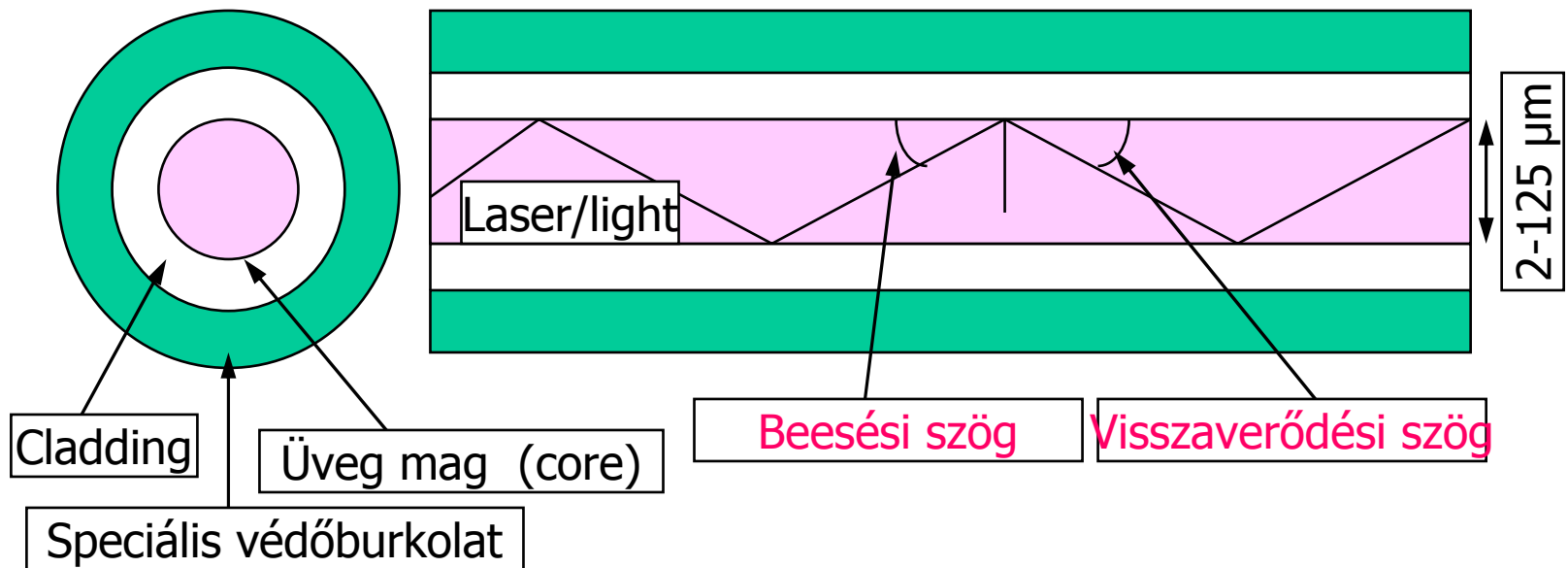
- **A koax kábel (1 ponton földelni) jó zavarvédetségű, jó megbízhatóságú.**
- **Közepesen drága (a thin E olcsóbb, mint az UTP).**
- **Üzenetszórásos csatorna (bus) kialakítás koax kábelén:**
  - **egyetlen tápvonal, a végén hullámimpedanciával lezárni.**
  - **Nagyimpedanciás csatlakozások (transiever: adó-vevő), feszültségfigyelés, áramgenerátoros hajtás.**
  - **T dugó, vagy rászúrható, „vámpír” csatlakozás (működés közben is)**

# Optikai kábel

- „Hajszálvékony” üveg (szilikát) szál, fényhullámokat "vezet"
- Kiváló zavarvédelem, jó megbízhatóság.
- 100 Mbps-2000 Mbps szinte természetes, de már demonstráltak 4 Gbps-t 10 km távolságon
- Tipikusan pont-pont kapcsolatokra.
- Magas költségek (csatlakozások, toldások, adók/vevők).
  - Csatlakozók: SMA: csavaros; ST bajonett; MIC: FDDI dupla

# Az optikai kábel

- „Hajszálvékony” üveg (szilikát) szál.
  - Mag (magasabb törésmutató), magátmérő: 2-125  $\mu\text{m}$  (tipikus: 62,5  $\mu\text{m}$ )
  - alacsonyabb törésmutató kívül (clad) (tipikus átm: 125  $\mu\text{m}$ ).

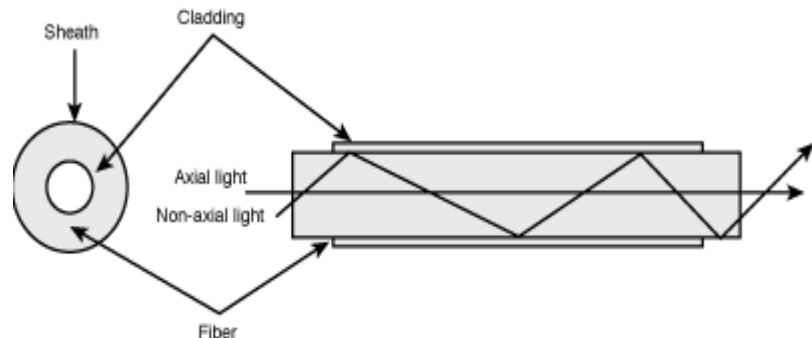


# Fénykábelek

- A fény a „kritikus szög” alatt visszaverődik, fölötte: elnyelődik
- Látható fény frekvencia: közel  $10^{14}$  MHz: potenciálisan óriási sávzélesség!
- A fényhullámhossz és a magátmérő viszonyától függően lehet
  - Multimódusú (Non Axial), vagy
  - Monomódusú (Single; Axial) üvegszálak kábel.

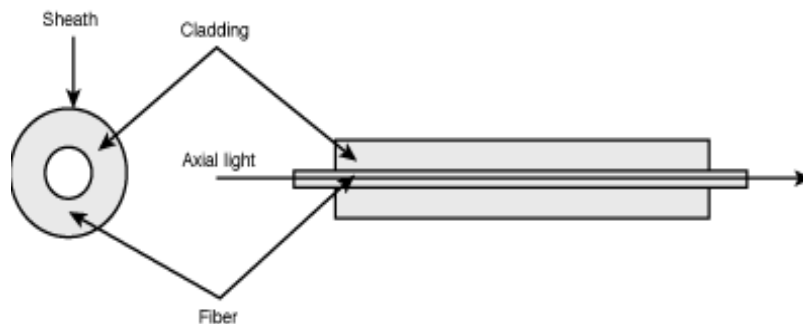
# Multimódusú szál

- **Magátmérő > fényhullámhossz**
  - A fény a határfelületeken visszaverődve halad,
  - a különböző hullámhosszú fényhullámok különböző időben érkeznek (modal dispersion).
  - Szokásosan az adó: LED (Light Emitting Diode), vörös látható (hullámhossz: 850 nm), a vevő fotodióda/tranzisztor.
  - Áthidalható < 10Km, opt. Ethernet 2 Km, FDDI
  - Adatátviteli sebesség: < 1 Gbps (eszközfüggően több is).



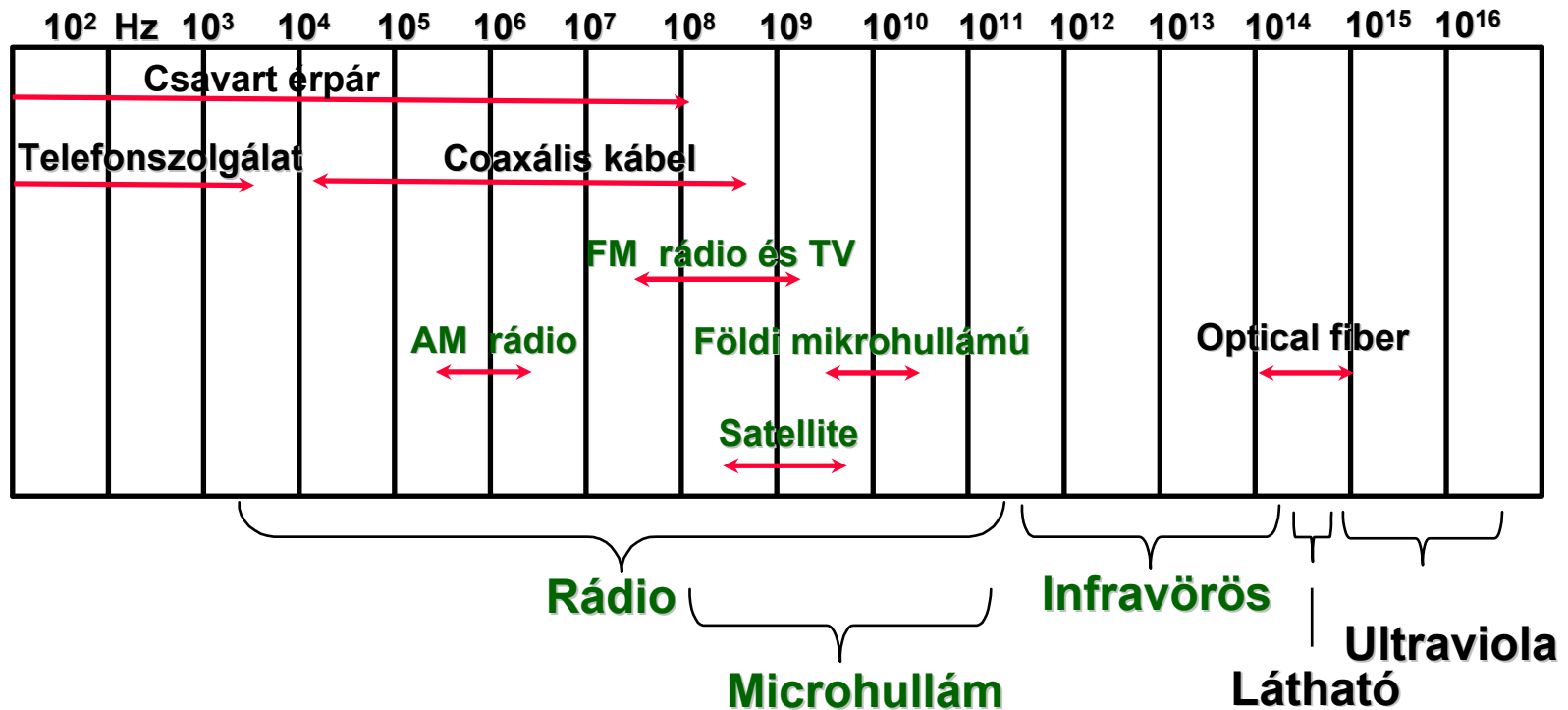
# Monomódusú (axial) szál

- **Magátmérő = fény hullámhossz**
  - hullámörző tulajdonság: a fény „elhajlik” a szállal.
  - Az adó félvezető lézer, infravörös 1300 nm hullámhossz,
  - kisebb csillapítás, nagyobb áthidalható távolság, kb. 100 Km.
  - Gyors, az adatátviteli sebesség  $< 10\text{Gbps}$  (eszközfüggően több is lehet).





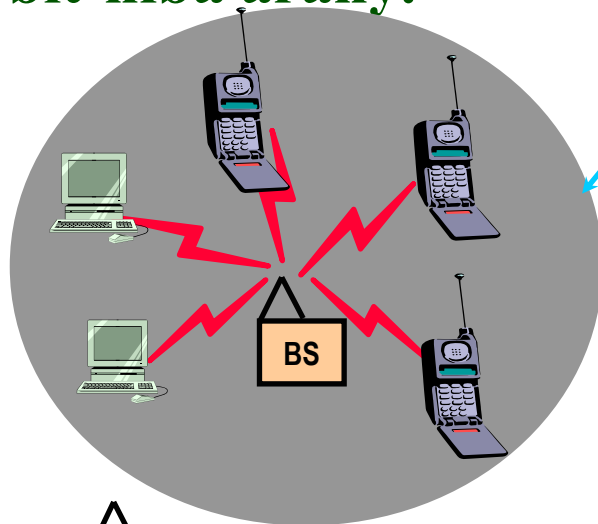
# Vezetéknélküli átvitel



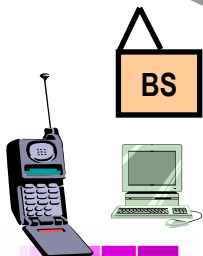
- Eletromágneses hullámok terjedése a "levegőben" (nem kell fizikai összeköttetés)
- Nagy távolságokra is

# URH rádió

- Kis távolságú, alacsony sebességű mobil összeköttetés a bázis állomás és a terminálok között.
- Kielégítő rendelkezésre állás, időjárás és pozíciófüggő bit-hiba arány.

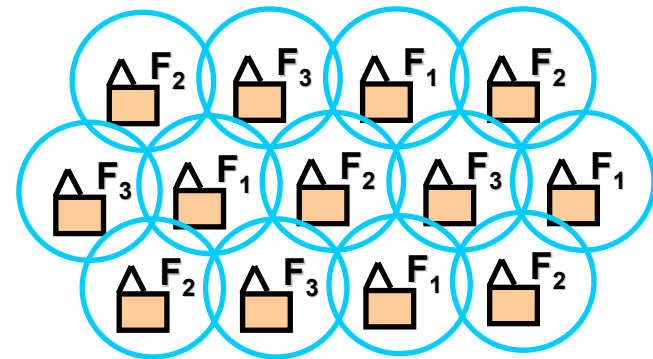


Radio field of coverage of base station



= Base station

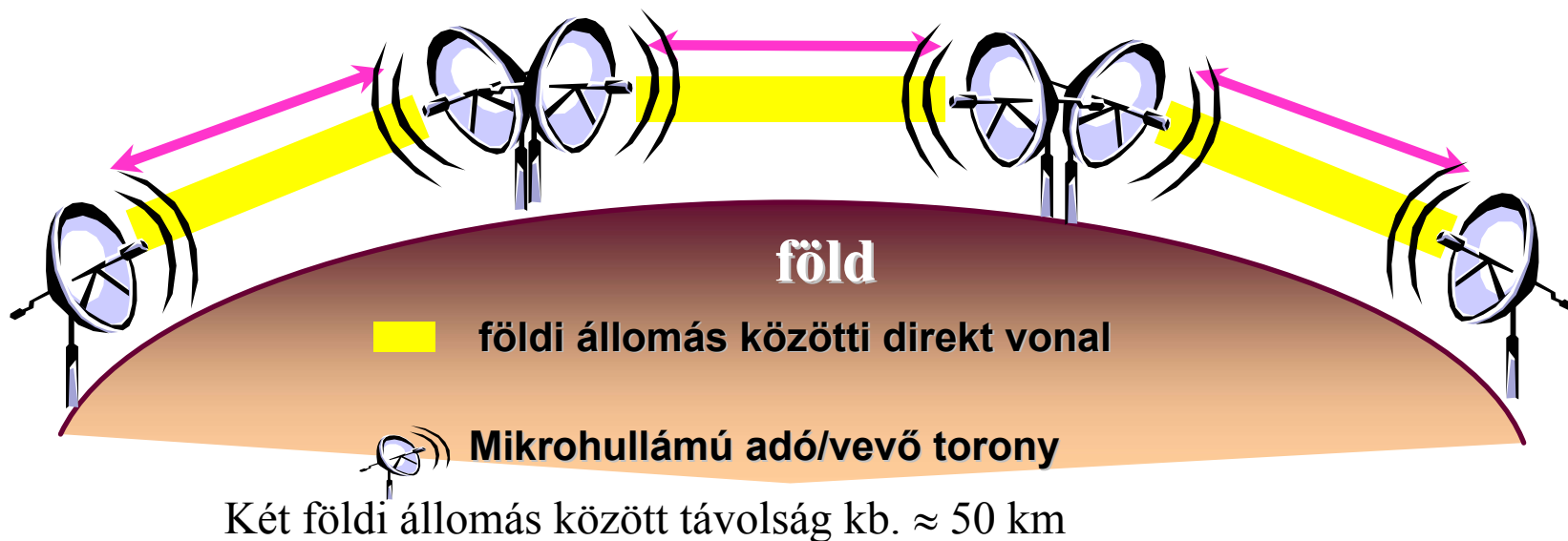
= User computer/terminal



$F_1, F_2, F_3$  = Frequencies used in cell

# Földi mikrohullámú

- Közepes, vagy nagy távolság áthidalása (költséges kábel helyett),
- stabil állomások között, ahol van „mikrohullámú rálátás”. Nagy sebesség, időjárásfüggő.



# Távközlési műholdak

- **Mikrohullámú átvitel (nagyávolságú számítógép hálózatokhoz is) földi állomás és műholdak között.**
- **nagy sebesség van (bár időjárásfüggő: az eső elnyel), gond a magas terjedési késleltetés.**
- **Transzponder: bizonyos spektrumot figyelnek, erősítenek és visszaadnak (interferencia elkerülés miatt más spektrumon, különböző polarizációval). Nemzetközi egyezmények a frekvenciasávokra. Geostacionárius műholdak kb. 36000 Km magasságban:**
  - **250-300 msec késleltetést is okozhatnak.**
  - **Három műhold az egész földet "lefedheti".**

# Műhold frekvenciák

- **Optimális az 1 - 10 GHz.**
  - Alatta atmoszférikus zajok, elektromos eszközök zajai;
  - Fölötte erős atmoszférikus csillapítás.
- **C band 4/6 GHz**
  - "fölfelé" (uplink)      5.925 - 6.425 GHz
  - "lefelé" (downlink)    3.7 - 4.2 GHz
- **KU band 12/14 GHz (nagyobb transponder érzékenységet kíván)**
  - uplink                    14 - 14.5 GHz
  - downlink                11.7 - 12.2 GHz

# Lézeres optikai

- Kistávolságú, stabil telepítésű (pl. épületek között),
- nagy sáv szélesség,
- időjárásfüggő.

# A közeg kiválasztásának tényezői

- **Sávszélesség és adatátviteli sebesség: a szükségletünknek megfelelőt válasszuk**
- **Távolság: figyelembe venni, milyen távolságot hidalhatunk át. Figyelembe kell venni a késleltetést is!**
- **Minőség: tolerálhatók bizonyos hibák, vagy sem (zavarvédelem, megbízhatóság)**
- **Üzenetszórásra való alkalmasság**
- **Költség: a közeg és az eszközök különböző költségűek**

# Hasonlításunk össze

	Földi rádiós	Lézeres	Mikrohull	Műholdas
<b>Adatátviteli seb.</b>	16 Kbps	10 Mbps	100 Mbps	500MHz több 500 Mbps
<b>Áthidalható táv.</b>	10-50 Km	1-2 Km	100 Km	kontinensre
<b>Késleltetés</b>	3 $\mu$ s/km	-	3 $\mu$ s/km	250-300 msec
<b>Zavarvédelem</b>	időjárásfüggő			
<b>Megbízhatóság</b>	közepes	jó	jó	kiváló
<b>Üzenetszórás</b>	alkalmas	pont-pont	pont-pont	alkalmas
<b>Ár</b>	magas (költséges berendezések)			



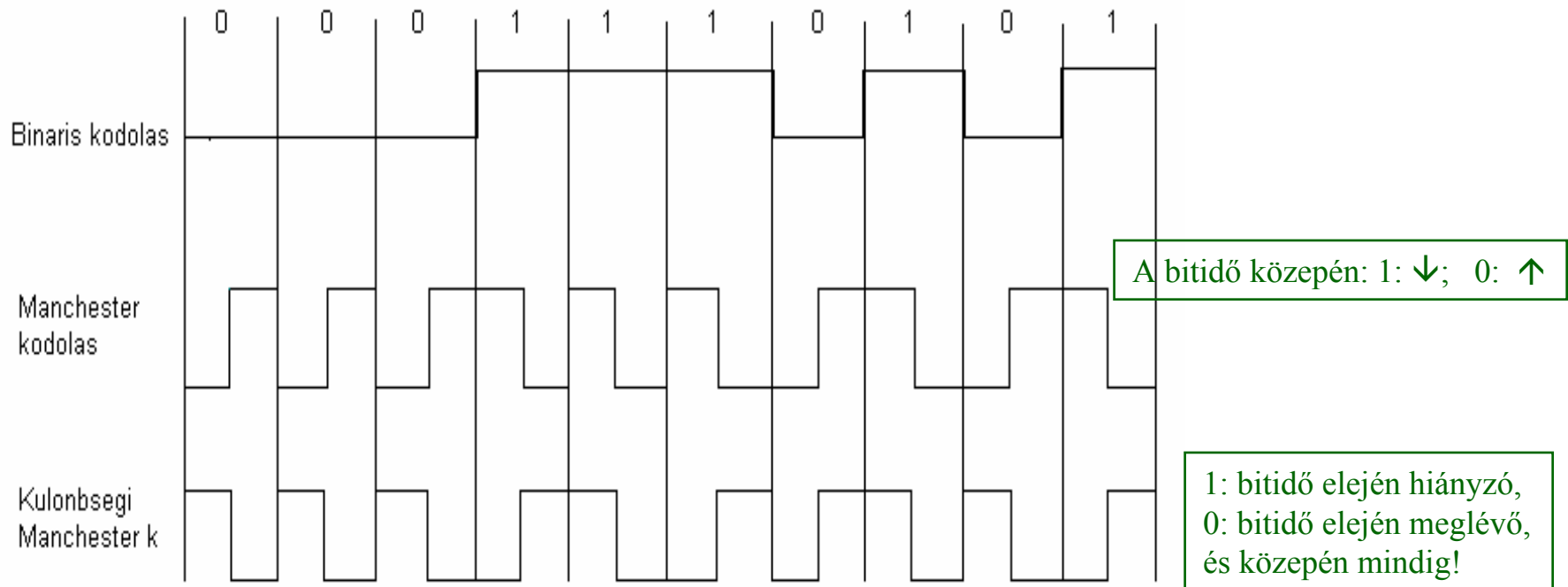
# Alapsávú impulzusátvitel: jelkódolás

- **Az átviteli módok lehetnek**
  - Alapsávú átvitel: jelkódolással
  - Szélessávú átvitel: modulálással
- **Egyszerű bináris jelkódolás**
  - bináris értékekhez a jelszintek (feszültség vagy áram):  
pl. 1: 1V; 0: 0V
  - Probléma szinkronizálás, ha csupa 0 jön (nincs jelváltozás).
  - Ezen segíthet pl. a Manchester kódolás

# Manchester kódolás

- **A Manchester-kódolás**
  - Minden bitperiódus 2 részre oszlik, mindig van átmenet:
    - 1: magas-alacsony,
    - 0: alacsony-magas átmenet.
  - Hátránya: kétszeres sáv szélesség igény (fele olyan széles impulzusok).
- **Különbségi Manchester kódolás (a M-kódolás variánsa)**
  - 1: a bitidő elején hiányzó átmenet,
  - 0: a bitidő elején jelenlévő átmenet és a
  - bitidő közepén mindig van átmenet!

# Példa 3 különböző jelkódolásra



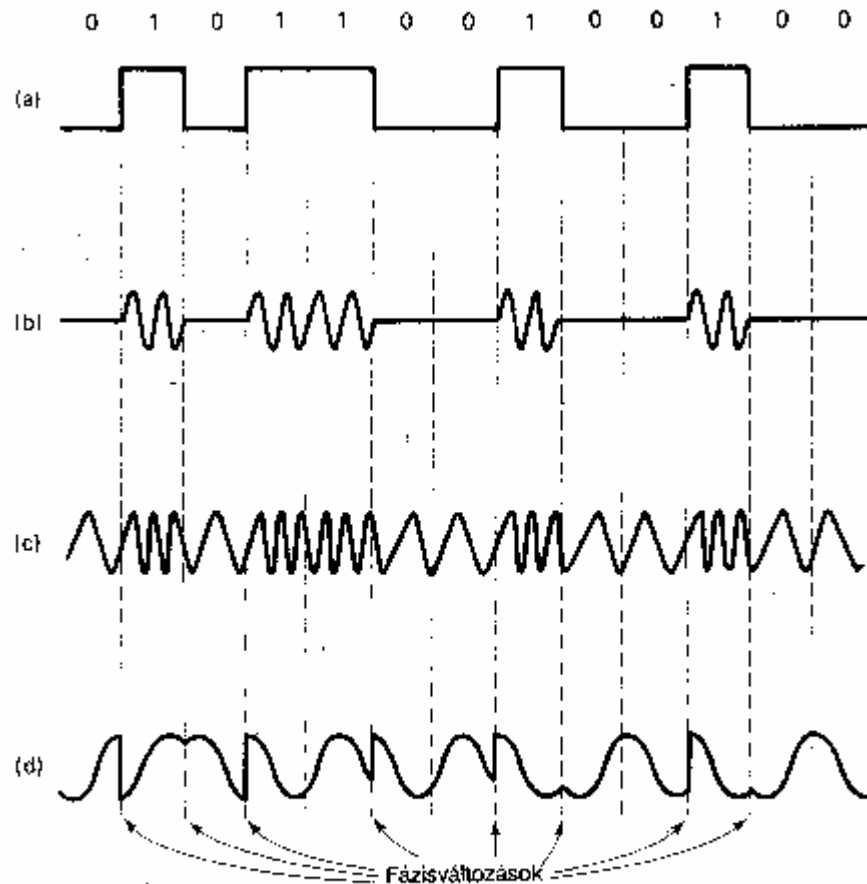
# Jelek modulálása

- Ilyen kell pl. analóg távbeszélőrendszeren való digitális jelátvitelhez
  - A távbeszélőrendszer: nyilvános kapcsolt hálózat → az egész világot behálózó (analóg) kapcsoltvonal hálózat
- Gond a digitális jelek analóg kapcsoltvonal továbbítása. Modem (modulátor-demodulátor) kell. Feladata:
  - kapcsolat felépítés és bontás (mint a telefon)
    - tárcsázás,
    - sávon belüli jelzés DTMF jelek
  - a digitális bitfolyam modulált vivőjellé alakítása (és vissza).

# Digitális bitfolyam modulált vivőjellé alakítása

- **Modulációs módszerek. A szinuszos vivőhullámon**
  - **amplitúdó moduláció: a vivőjel amplitúdóját változtatják;**
  - **frekvencia moduláció: a vivőjel frekvenciáját változtatják;**
  - **fázis moduláció: a vivőjel fázisát változtatják.**
  - **És kombinált.**

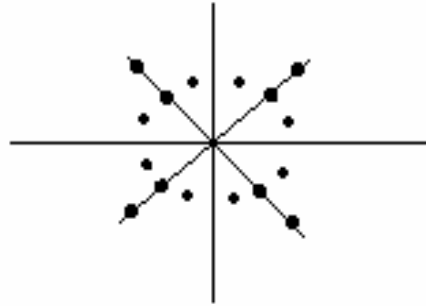
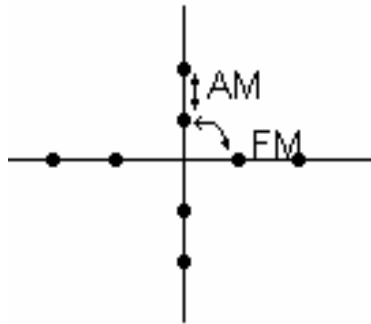
# A moduláció formái



2.11. ábra. A moduláció formái

a) egy bináris jel; b) amplitúdómoduláció; c) frekvenciamoduláció; d) fázismoduláció

# Kombinált amplitúdó és fázismoduláció



- 0, 90, 180 és 270 fokos fázisonként (4 db)
- két amplitúdószint: ez
- 8 lehetséges jelzés. Ez 3 bit/ baud-os technika.

- 30 fokos fázisváltások, ezekből 8-hoz egy, négyhez két amplitúdószint:
- 16 jelzéskombináció lehet. Ez 4 bit/ baud-os technika.
- Ez 2400 baud-os vonalon 9600 bps-t biztosít.

# Az RS-232-C interfész

- Számítógép és terminál/modem közötti interfész. Szabványos elnevezések:
  - Számítógép v. terminál: **adatvég berendezés: DTE (Data Terminal Equipment)**;
  - Modem v. **adatátviteli berendezés: DCE (Data Circuit-Terminating Equipment)**.
- Fizikai réteg protokoll:
  - mechanikai
  - villamos
  - funkcionális
  - eljárás } interfészek meghatározása.



# RS-232-C

- **Az RS-232-C az RS-232 harmadik, javított változata**
  - **Alkotója: Electronic Industries Association**  
→ EIA RS-232-C
  - **CCITT változata: V.24 (nagyon hasonló) (ENSZ szervezet a CCITT)**

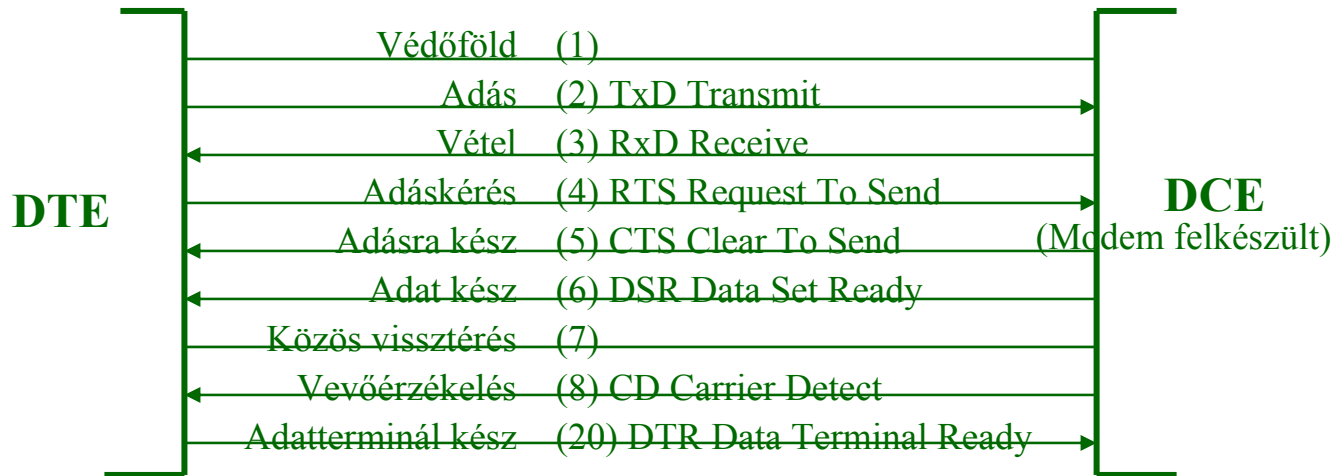
**CCITT: Comite Consultatic International de  
Télégraphique et Téléphonique**

# Az RS-232-C interfész folyt.

- **A mechanikai meghatározás:**
  - **47,04±0,13 mm szélességű 25 tűskés (D-CANNON) csatlakozó**
  - **A felső sor tűi 1-13-ig balról jobbra, az alsó 14-25-ig számozva**
- **A villamos specifikáció**
  - **-3 V-nál kisebb feszültség jelent bináris 1-et,**
  - **+4 V-nál nagyobb: bináris 0-át.**
  - **Legfeljebb 15 m kábelek,**
  - **20 Kbps sebesség a megengedett.**

# Az RS-232-C interfész folyt.

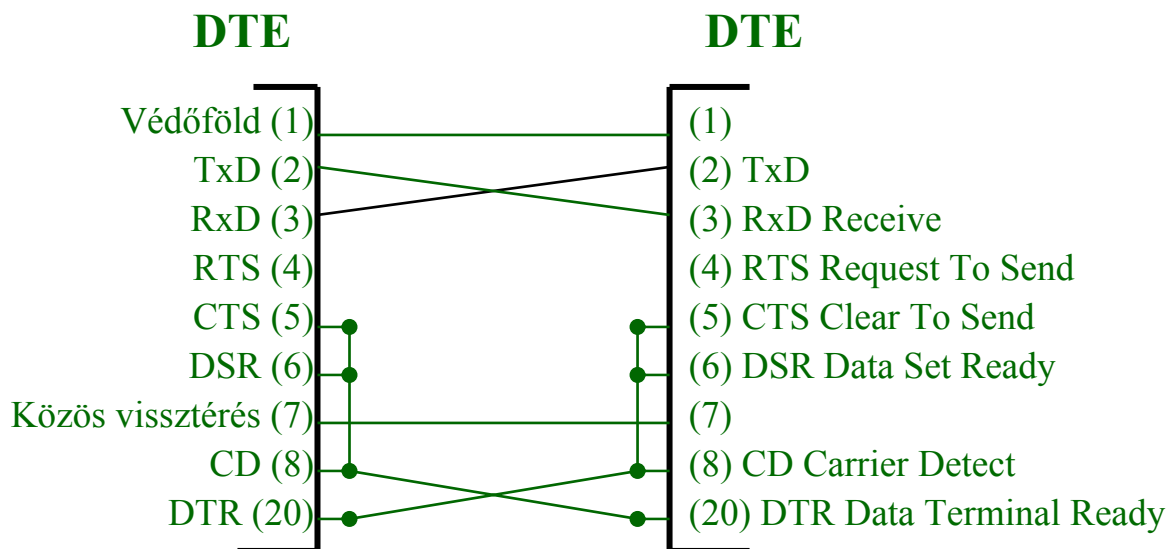
- **Funkcionális specifikáció: a tűkhöz tartozó áramkörök kijelölése és azok leírása**



A többi - fel nem tüntetett - áramkör gyakorlatilag alig használt funkciókra való (pl. adatátviteli sebesség kiválasztása; modem tesztelésére; csengető jelek érzékelésére stb.)

# A null-modem

- **DTE-DTE kapcsolatra alkalmas kábel:**
  - R - T/T - R csere és néhány átkötés (és visszahurkolás)

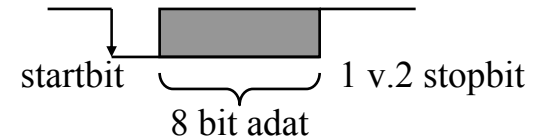


# És még ...

- **Az eljárás specifikáció: protokoll, mely az események érvényes sorrendjeit határozza meg. Akcióreakció eseménypárokon alapul.**
- **Pl. egy "eljárás":**
  - **Terminál kiad Adáskérés jelet;**
  - **Modem Adásrakész-szel válaszol (ha képes fogadni az adatokat)**
  - **stb.**

# A bitidők behatárolása

- **Aszinkron eset: start-stop bites megoldás**



- olyan pontos időzítés kell, hogy az átvitt adatok alatt ne essen ki a bitidőből
  - szabványos sebességek kellene, amiben a DTE és DCE megegyeznek (vagy kézzel konfigurálnak): 1200, 2400, 4800, 9600 stb. bps
  - A start-stop bites: veszteség (rossz csatornakihasználás)
- **Szinkron eset: külön bitidőzítés túske**
    - A DCE diktálja a vétel-adás sebességét
    - a DTE-ben nem kell sebességet konfigurálni
    - A kerethatárokhoz speciális bitminta (szinkron karakter, vagy flag).

# További szabványok

- Az RS-232 elég régi ... vannak "pajtásai" ...
- **RS-449: szabványcsoportok (mechanikai)**
  - RS-432A (aszimmetrikus átvitel)
  - RS-422A (szimmetrikus) } hozzá 2 féle villamos spec.

# Analóg jelek digitális vonalon

- A telefoniában a trónkőkön digitális átvitel van ...
- Viszont az előfizetői hurkok analógok.
- Szükséges tehát
- **kódoló-dekódoló (coder-decoder: codec):** ami analóg jeleket digitális bitsorozattá (és vissza) alakítja



# Analóg beszédcsatornán digitális adatok

- **Az analóg beszédcsatorna**
  - **0-4 KHz a sávszélesség, ez (Nyquist szerint)**
  - **8000 minta/sec-kel visszaállítható. Azaz**
  - **125  $\mu$ sec/minta (125  $\mu$ sec-enként egy keret), és ezt egy 8 bites (USA-ban 7 bites) számmá konvertálni**
  - **PCM (Pulse Code Modulation) a neve**
  - **Egy hangcsatorna  $2*4K*8 \rightarrow 64Kbps$  sebességű (Amerikában csak 7 bit  $\rightarrow$  ott csak 56 Kbps)**

Szabványos PCM sebességek	{	<b>USA, Japán (CCITT, Bell System)</b>	<b>Európa (CCITT)</b>
		$T_1$ : 1,544 Mbps $\rightarrow$ 24 PCM csatorna	$E_1$ : 2,048 Mbps : $\rightarrow$ 30PCM + 2 jelzés csat.
		$T_2$ : 6,312 Mbps	$E_2$ : 8,848 Mbps
		$T_3$ : 44,736 Mbps	$E_3$ : 34,304 Mbps
		$T_4$ : 274,176 Mbps	$E_4$ : 565,148 Mbps

# PCM vivők

- **A T1 vivő 24 PCM csatornát multiplexál**
  - egy csatornán 7 adat + 1 vezérlőbit, 56 Kbps;
  - egy keret:  $24 * 8 \text{ bit} + 1 \text{ keretképzési bit} = 193 \text{ bit}$ ;
  - 1 keret (193 bit)/ 125  $\mu\text{sec}$ : 1,544 Mbps
- **Az E1 vivő 30 PCM+2 jelzéscsatornát nyalából**
  - a 125  $\mu\text{sec}$ -os keretbe  $32*8$  bites minta;
  - 256 bit / 125  $\mu\text{sec}$ : 2,048 Mbps

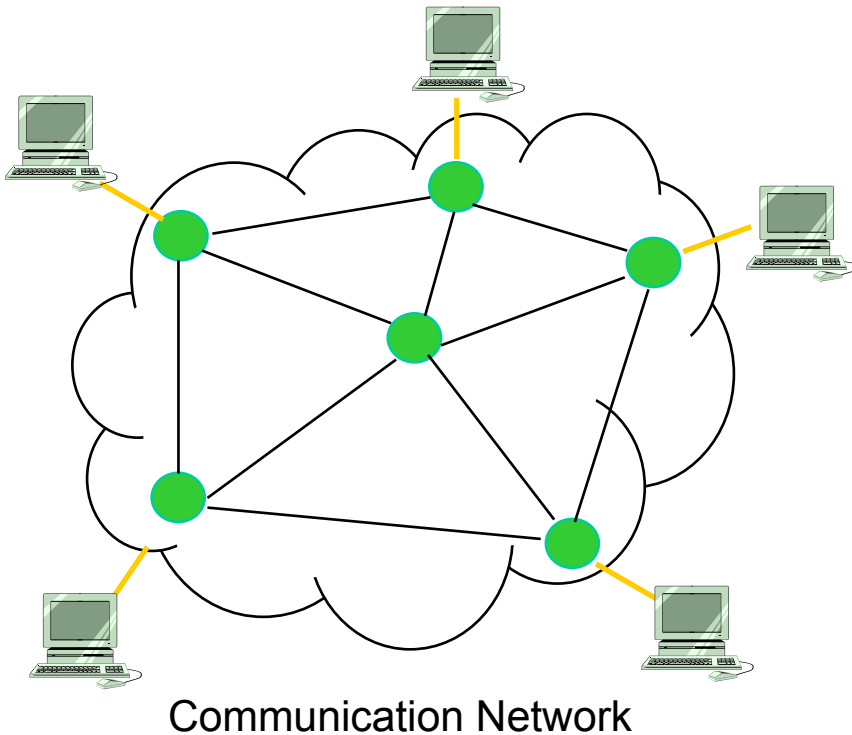
Szabványos PCM sebességek	{	<b>USA, Japán (CCITT, Bell System)</b>	<b>Európa (CCITT)</b>
		T <sub>1</sub> : 1,544 Mbps → 24 PCM csatorna	E <sub>1</sub> : 2,048 Mbps : → 30PCM + 2 jelzés csat.
		T <sub>2</sub> : 6,312 Mbps	E <sub>2</sub> : 8,848 Mbps
		T <sub>3</sub> : 44,736 Mbps	E <sub>3</sub> : 34,304 Mbps
		T <sub>4</sub> : 274,176 Mbps	E <sub>4</sub> : 565,148 Mbps

# Kódolási rendszerek

Hogy lehetne kódolással az átvíendő bitek számát csökkenteni?

- **Különbségi impulzusmodulációval (differential pulse code modulation):** az aktuális és a megelőző minta különbségét viszik át
- **Delta modulációval:** csak 1 bittel jelzik, hogy a jel nő, vagy csökken (lemaradhat)
- **Prediktív kódolással (predictive encoding):** előző néhány értékből extrapolálva megjósolják a következő értéket, majd az aktuális és a becsült érték különbségét továbbítják. A dekódoló is ugyanezzel a módszerrel becsül.

# Kapcsolt hálózatok



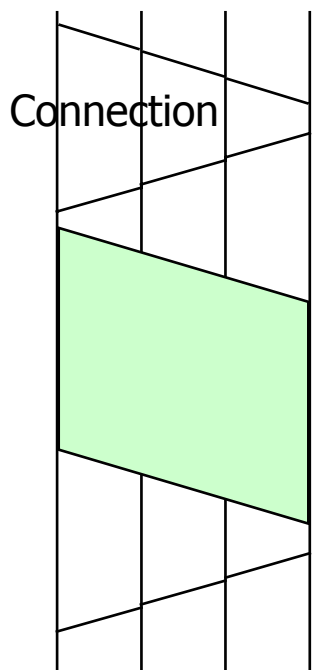
- **Kommunikációs  
csomópont  
(kapcsoló)  
Hálózati végpont**

- **A végpontok  
közötti adatcsere  
kapcsoló  
csomópontokon  
át történhet ...**

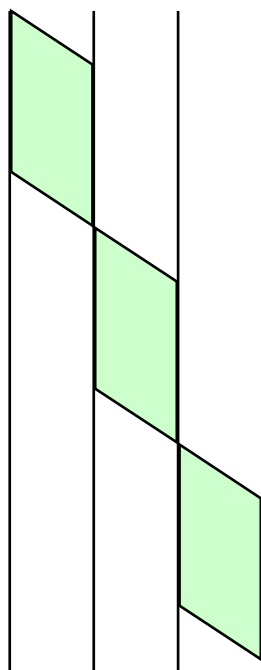
# Kapcsolási technológiák

- **Vonalkapcsolás (Circuit Switching, CS)**
- **Üzenetkapcsolás (Message Switching, MS)**
- **Csomagkapcsolás (Datagram or Packet Switching, PS)**
- **Virtuális vonalkapcsolás (Virtual Circuit Switching, VCS)**

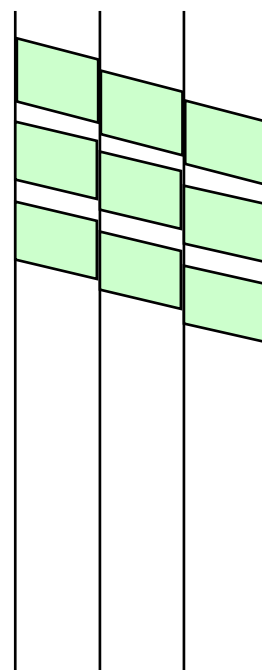
# Kapcsolási technológiák



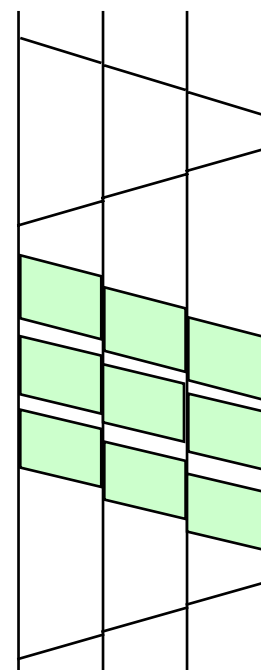
**Circuit Switching**



**Message Switching**



**Datagram Switching**



**Virtual Circuit Switching**

# Vonalkapcsolás

- **Vonalkapcsolt hálózat**
  - **Kapcsolat felépítés (connection) a végpontok között (hátrány: ez időigényes lehet),**
  - **a dedikált vonalon kommunikáció a végpontok között (előny: nincs csat. elérési késleltetés, nincs torlódás),**
  - **végül kapcsolat bontás.**
  - **Impulzusszerű (burst-ös) forgalom esetén nem kedvező (kihasználatlanság léphet fel).**
  - **Pl. a nyilvános kapcsolt telefon hálózat ilyen.**

# Üzenetkapcsolás

- **Üzenetkapcsolt hálózat**
  - Teljes üzenet feladása megtörténik,
  - a csomópontok tárolják, majd továbbítják (store-and-forward) az üzenetet.
  - Nincs korlát az üzenet méretére.
  - Nagy késleltetés (nem interaktív, nem lehet valós idejű), bár prioritások kialakíthatók, továbbá nagy tárolókapacitás igény a csomópontokon.
  - A torlódás kontrollálható, jól kihasználja a mediát,



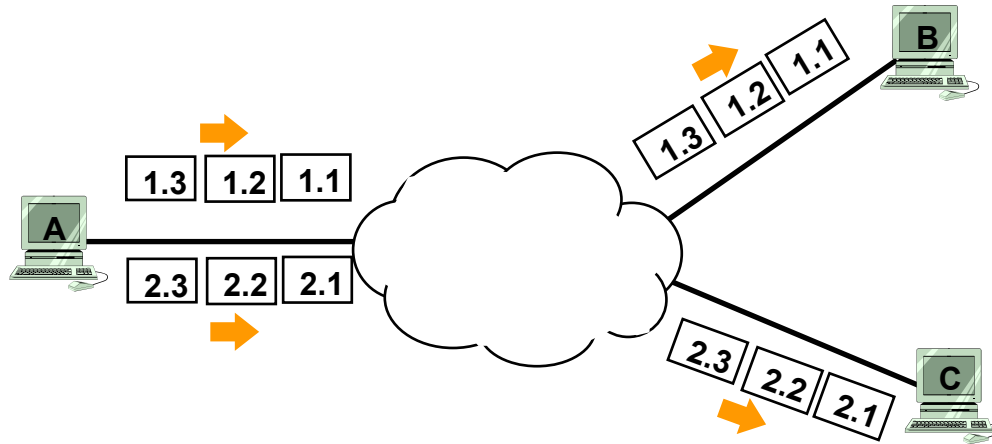
# Csomagkapcsolás

- **Csomagkapcsolt hálózat**
  - Felülről korlátos méretű csomagokat (packets) állítanak elő az üzenetek feldarabolásával.
  - A csomópontok között kapcsolaton (link-en) "dinamikusan osztoznak" a csomagok
  - Korlátos tárolókapacitás igény a csomópontokon,
  - kisebb késleltetés lehetséges (interaktív kommunikációra is alkalmas).
  - Nagyobb lehet az átbocsátó képesség.
  - Átlapolt működés valószínű (hosszabb üzenet első csomagjait már feldolgozzák, mikor a többit még csak adják).

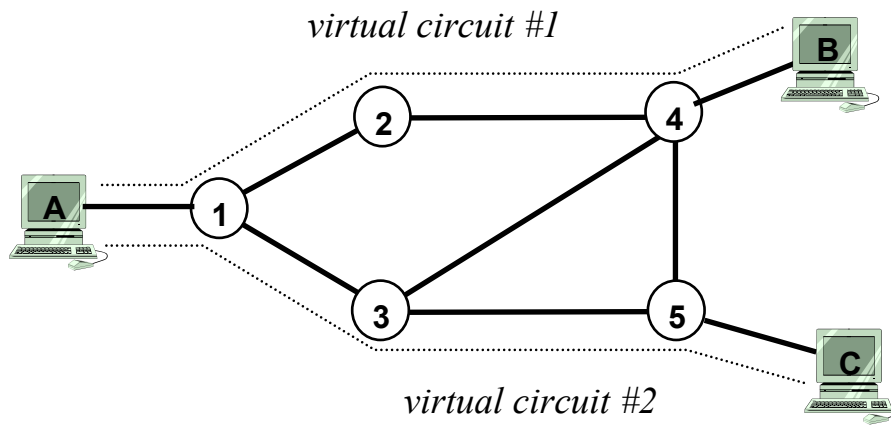
# Virtuális vonalkapcsolás

- **Csomagkapcsolás, de**
  - logikai útvonal alakul ki a végpontok között,
  - a csomagok ugyanazt az útvonalat használják (ezért feladási sorrendjükben érkeznek).
  - Hasonlít a vonalkapcsoláshoz, de az útvonal nem dedikált (más csomagok is osztoznak egyes linkeken).
  - A logikai útvonal létesítéséhez kapcsolat felépítés kell!
- **Szembeesítve a datagram kapcsolással:**
  - ennél minden csomag függetlenül továbbítódik,
  - sorrend "felborulhat" (rendező protokoll kell),
  - nem kell kapcsolat felépítés.

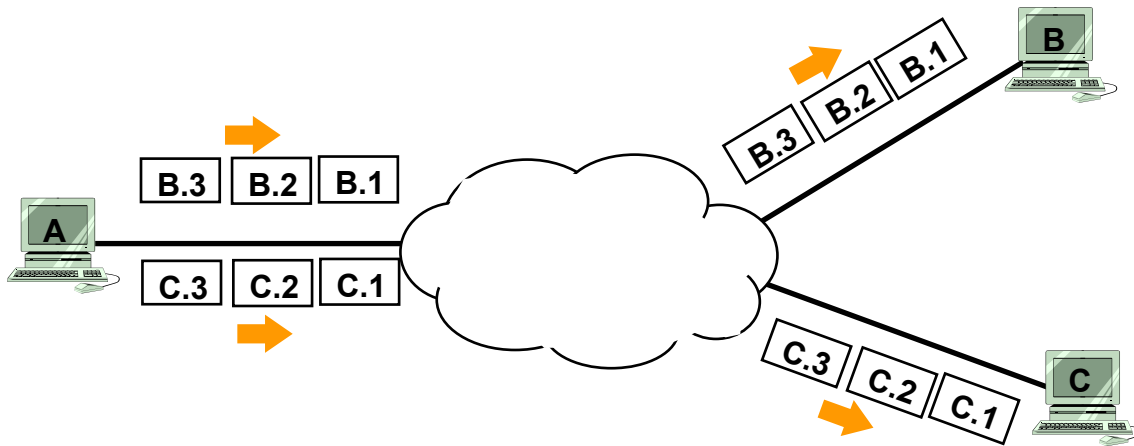
# Virtual Circuit Switching



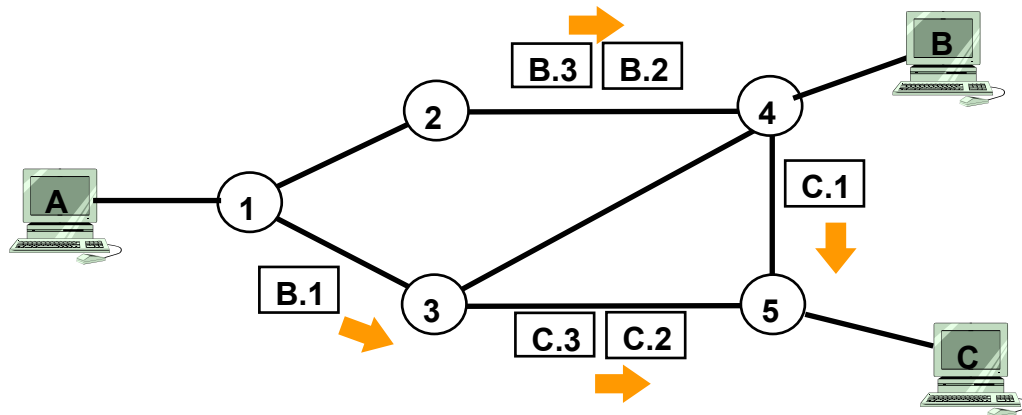
- Logikai kapcsolat (logical connection, virtual circuit: VC) létesül két állomás között.
- A csomagok a VC számmal és a sorszámukkal címkézettek



# Datagram Switching



- Minden csomag függetlenül továbbítódik
- A csomagok a cél címmel és a sorszámukkal címkézettek. Sorrendjük "felborulhat".



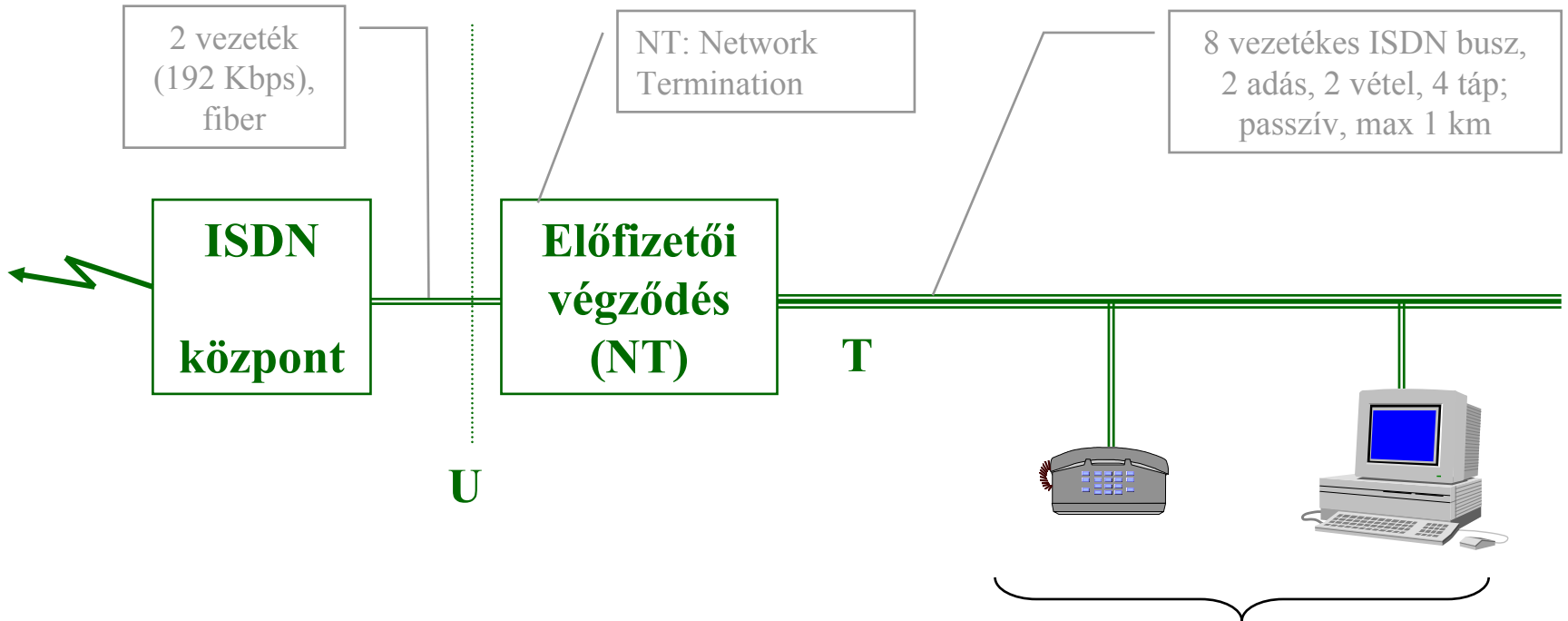
# Gyors vonalkapcsolt hálózat: ISDN

- **ISDN (Integrated Services Digital Network): integrált szolgáltatású digitális hálózat**
- **Kialakítási cél volt:**
  - integrálni a hang és a digitális átviteleket;
  - a távbeszélőrendszert újratervezni ...
  - ezért
- **a CCITT szabványosította (nem az ISO).**
- **1984-ben jóváhagyták, 1988-ban finomították ...**
- **Olyan, mint a vonalkapcsolás, csak nagyon gyorsan épít/bont ...**

# Az ISDN alapgondolata

- **A digitális bitcső (digital bit pipe),**
  - **amin a bitek mindkét irányban folyhatnak ...**
  - **Külön jelzéscsatorna a kapcsolat menedzselésére,**
  - **de ha a kapcsolat felépült, tetszőleges digitális adat (telefon, fax, digitális adat, pl. kép stb.) továbbítható.**
  - **A bitcső nyálábolható: időosztásos multiplexeléssel több független csatornát támogat.**

# A felépítés

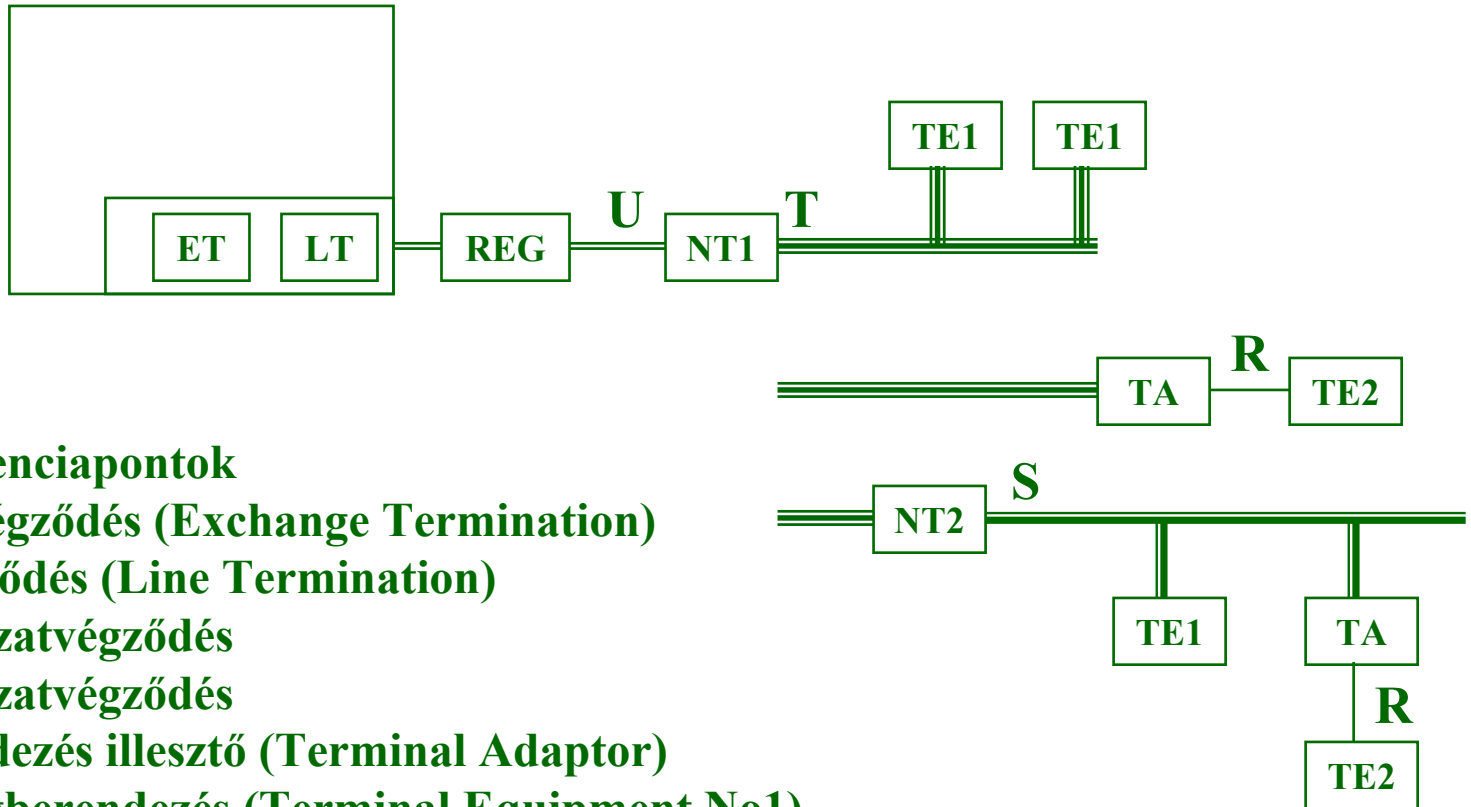


Az NT után lehet ISPBX, ami S referenciapontos eszközöket, pl LAN-t kapcsolhat ...

Címezhető ISDN eszközök  
A címeket az NT osztja ki bekapcsoláskor.

Az ISDN bitesőhöz a "hozzáférést" is az NT intézi. A T interfészhez max 8 TE1 berendezés csatlakozhat.

# A felépítés



**U,T,S,R:** referenciapontok

**ET:** Központvégződés (Exchange Termination)

**LT:** Vonalvégződés (Line Termination)

**NT1:** 1-es hálózatvégződés

**NT2:** 2-es hálózatvégződés

**TA:** Végberendezés illesztő (Terminal Adaptor)

**TE1:** ISDN végberendezés (Terminal Equipment No1)

**TE2:** Nem ISDN végberendezés

**REG:** Regenerátor



# CCITT csatornatípusok

**A: 4 KHz-es analóg telefoncsatorna**

**B: 64 Kbps PCM csatorna hang és adatátvitelre**

**C: 8 v. 16 Kbps digitális csatorna**

**D: 16 v. 64 Kbps digitális csatorna az átvivősávon kívüli jelzések számára**

**E: 64 Kbps digitális csatorna az átvivősávon belüli jelzések számára**

**H: 384 v. 1536 v. 1920 Kbps digitális csatorna**

## Szabványos kombinációk:

**1) Alaphozzáférés:  $2 B + 1 D_{16}$**

**2) Primer hozzáférés:**

**USA és Japan:  $23 B + 1 D_{64}$  (~ T1)**

**Európa:  $30 B + 1 D_{64}$  (~ E1)**

**3) Hibrid:  $1 A + 1 C$  (gyakorlatilag nem használják)**