

Tokaj-Hegyalja
Egyetem

Hálózati Architektúrák és Protokollok

4. Fizikai réteg

Fizikai réteg

- A fizikai réteg célja az, hogy egy bitfolyamot szállítson az egyik géptől a másikig.
- A tényleges átvitelhez különféle fizikai közegeket használhatunk fel.
- Mindegyiknek megvan:
 - a maga alkalmazási területe,
 - sáv szélesség,
 - késleltetés,
 - költség,
 - a telepítés,
 - valamint a karbantartás nehézsége szerint.
- A közegeket durva közelítéssel két csoportba oszthatjuk:
 - **vezetékes közegekre**, mint például a rézvezeték vagy az üvegszál,
 - **vezeték nélküli közegekre**, mint például a levegőben terjedő rádió vagy lézer.

Mágnes hordozó

- Adatok egyik gépről a másikra való átvitelének egyik legismertebb módja:
 - amikor az adatokat a forrásgépen, mágnesszalagon vagy lemezen rögzítjük
 - majd e szalagot vagy lemezt a célgéphez visszük, és az adatokat beolvassuk.
- Ez a módszer nem kifinomult
 - de sokszor gazdaságosabb, mintha mondjuk földkörüli pályán levő távközlési műholdakat használnánk,
 - különösen olyan alkalmazásoknál, amelyeknél a bitenkénti átviteli ráfordítás kulcsfontosságú,
 - hiszen a mágneses hordozó többször felhasználható ezáltal csökkentve az egy bit átvitelére jutó költséget.
- Természetesen a mágneses hordozó nem sorolható a számítógépes hálózatok átviteli közegeihez.

Sodrott érpár

- A legrégebbi, de még ma is a legelterjedtebb átviteli közeg a **sodrott érpár (twisted pair)**.
- A sodrott érpár két szigetelt rézhuzalból áll, melyek tipikusan kb. 1 mm vastagságúak.
- A huzalok a DNS-hez hasonlóan spirálszerűen egymás köré vannak sodorva.
- A sodrás oka az, hogy két párhuzamos huzal kiváló antennaként működik.
- Amikor a vezetékeket összesodorják, az egyes sodrott huzalokból érkező hullámok kioltják egymást, tehát az eredményül kapott huzal kevésbé sugároz.
- A jel általában az érpár két huzalának feszültségkülönbségeként kerül átvitelre.
- Ez kevésbé érzékeny a külső zajra, hiszen a zaj mindkét huzalt ugyanolyan mértékben befolyásolja, viszont a különbséget változatlanul hagyja.

Sodrott érpár

- A sodrott érpárt leggyakrabban a telefonrendszerekben használják.
- Szinte majdnem minden telefonkészüléket sodrott érpár köt össze a telefontársaság (telco) telefonközpontjával.
- Mind a telefonhívások, mind pedig az ADSL-internetforgalom szintén ezeken a vonalakon keresztül bonyolódik.
- A sodrott érpár akár több kilométeres szakaszon is erősítés nélkül használható, de nagyobb távolságok esetén már szükség van erősítőkre.
- A sodrott érpár alkalmas mind analóg, mind digitális jelátvitelre.
- A vezetékek sávszélessége a vastagságától és az áthidalt távolságtól függ
 - de sok esetben néhány Mb/s sebességet is el lehet velük érni pár kilométeres távolságon belül.
- Megfelelő teljesítményüknek és alacsony árúknak köszönhetően a sodrott érpárokat széles körben használják

Sodrott érpár

- Többnyire 4 érpár van egy kábelben. Lehet:
 - árnyékolatlan (UTP, Unshielded Twisted Pair)
 - árnyékolt (STP, Shielded Twisted Pair),
 - együttesen árnyékolt (FTP) felépítésű.
- Könnyen szerelhető, strukturált, egyszerűen bővíthető.
- Az adatátviteli kábel-specifikációk különböző kategóriákat (osztályokat) különítenek el,
 - elsősorban a LAN technológiáknál használatos hosszúság (100m) esetén elérhető maximális frekvenciában különböznek

Sodrott érpár

Kategória (USA)	Osztály (EU)	Frekvencia	Sebesség
Category 3	Class C	16 MHz	10 Mbps
Category 5/5e	Class D	125 MHz	100 Mbps / 1000 Mbps 4 érpáron
Category 6	Class E	250 MHz	1000 Mbps 2 érpáron
Category 6A	Class EA	500 MHz	10.000 Mbps
Category 7	Class F	600 MHz	10.000 Mbps

Sodrott érpár

Twisted pair (TP) screening

UTP
Unshielded



FTP
Foiled



STP
Shielded, unfoiled



SF/TP
Shielded, foiled



Sodrott érpár

- UTP kábeleknél általában az RJ-45 típusjelű telefoncsatlakozót használják a csatlakoztatásra.
- A LAN hálózatokban a kábelek neve 10BaseT (100BaseT, 1000BaseT), ahol a T a sodrott (twisted) szót jelöli.



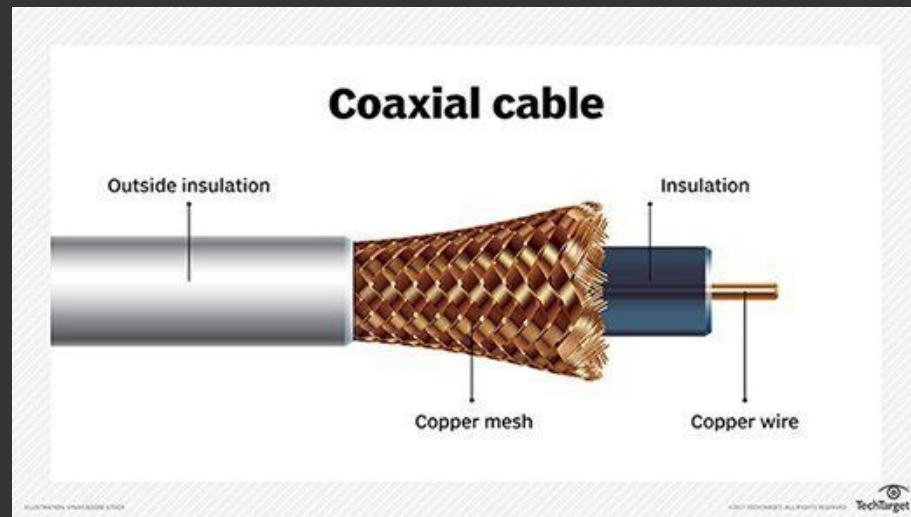
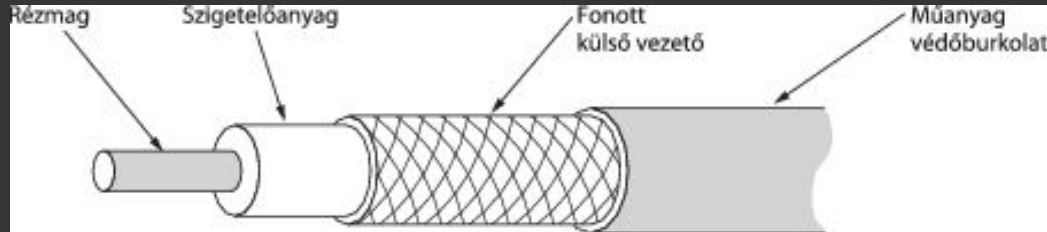
Koaxiális kábel

- Egy másik, széles körben használt átviteli közeg a **koaxiális kábel** (coaxial cable),
 - a kedvelői egyszerűen csak „koax”-nak hívnak.
- **Felépítése:**
 - Középen tömör rézhuzal,
 - ezt egy szigetelő réteg veszi körül,
 - majd erre egy árnyékoló fémréteg jön (általában szigeteletlen huzalokból fonják össze = "harisnya"),
 - majd egy újabb szigetelő.
- Mivel ez jobb árnyékolással rendelkezik, mint a sodrott érpár, ezért nagyobb sebességgel nagyobb távolságot lehet vele áthidalni.

Koaxiális kábel

- Jellemzője a **hullámimpedancia** (lezárás ellenállása)
- 30–300 Ohm tartományban gyártanak ilyen kábeleket. Szabványos értékek:
 - 50 Ohm
 - 75 Ohm
 - 93 Ohm
- A számítógépes hálózatokban kétfajta koaxiális kábelt használnak:
 - Az egyik az 50 Ω -os alapsávú koaxiális kábel, amelyet **digitális átvitel**re alkalmaznak,
 - a másik a 75 Ω -os szélessávú koaxiális kábel, amelyet pedig **analóg átvitel**hez használnak.
 - Ez utóbbival azonban alapsávúként is találkozhatunk, főleg akkor, ha a hálózat alapsávúként és szélessávúként egyaránt működhet.

Koaxiális kábel



Koaxiális kábel

- A LAN-ok leggyakrabban **50 Ohm**-os kábelt használnak
- Egy kábelszegmensre maximum 100 gép csatlakozhat
- A hálózat több szegmensből is állhat, ilyenkor a szegmenseket erősítő eszközökön keresztül lehet összekötni
- **Átviteli sebessége 10- 100 Mbit/sec**
- Hosszabb kábeleket is használhatunk, csak akkor az átviteli sebesség csökken
- Koaxiális kábeleket elterjedten használnak távbeszélőrendszerekben is, nagyávolságú adatátvitelre
- Előnye a nagy sáv szélesség, nagy távolság, zajérzékletlenség.
- **Viszont lehallgatható, rendkívül sérülékeny és nehézkesen szerelhető.**

Koaxiális kábel

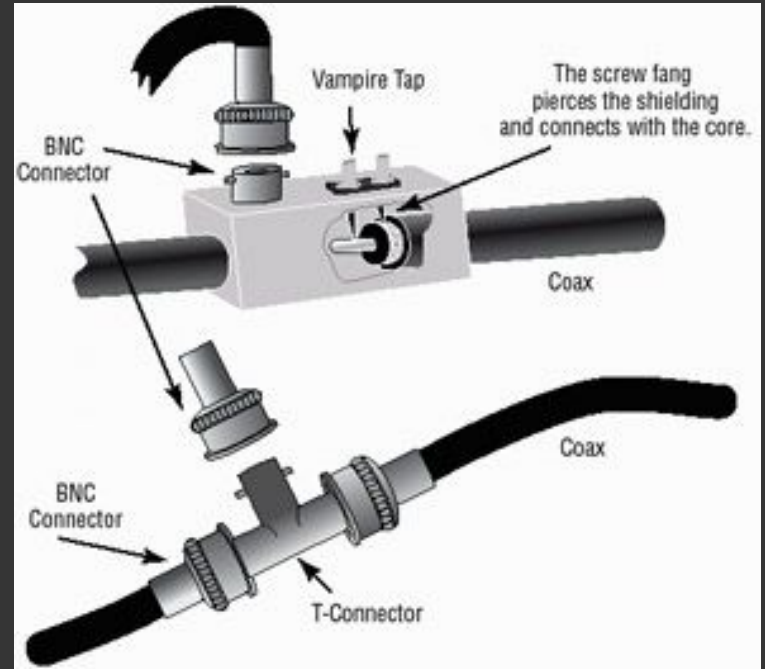
- A kábelek közel 100 km-es távolságig 300 MHz-es (időnként 450 MHz-es) jelek átvitelére alkalmasak.
- Digitális jelek analóg hálózaton keresztüli átviteléhez minden interfésznek tartalmaznia kell egy konvertert
 - a kimenő digitális jeleket analóg jelekké,
 - és a bemenő analóg jeleket digitális jelekké alakítja át (kábelmodem)
- Ennek a konverternek a típusától és árától függően 1 bit/s 1 és 4 Hz közötti sávszélességet foglal el.
- Egy 300 Mhz-es kábel tipikusan 150 Mbit/s-os adatátvitelt tesz lehetővé.
- A szélessávú rendszereket általában több csatornára osztják.

Koaxiális kábel

A számítógépeket kétféleképpen lehet egy koaxiális kábelhez csatlakoztatni:

- Az első módszer szerint a kábelt egyszerűen kettévágjuk, majd egy ún. **T-csatolót** illesztünk be:
 - amely a két kábelvéget ismét összekapcsolja, továbbá egy harmadik vezetékkel a számítógép csatlakozását is megoldja.
- A másik módszer az ún. **vámpír-csatlakozás** használja:
 - egy rendkívül pontos mélységű és szélességű kábelbe fúrt lyuk.
 - A lyuknak a rézmagban kell végződnie.
 - Ebbe a lyukba kell becsavarni egy speciális csatlakozót, amelynek végül is ugyanaz a célja, mint a T-csatolónak, csak nem kell elvágni a kábelt.
- A koaxiális kábel csatlakozója az ún. **BNC (Bayone-Neil-Councilmann)** szabvány szerinti dugó ill. aljzat.

Koaxiális kábel



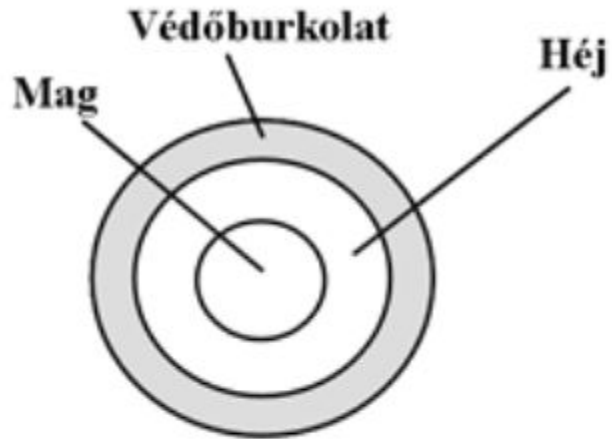
Optikai kábel

- A legújabb optikai kutatások eredményeképpen vált lehetségessé az adatok fényimpulzusokkal való átvitele.
- A fényimpulzus a logikai 1-et, míg az impulzus hiánya a logikai 0-t jelezheti.
- Egy optikai adatátviteli rendszer sávszélessége potenciálisan óriási.
- Egy optikai átviteli rendszer három komponensből áll:
 - az átviteli közegből,
 - a fényforrásból
 - és a fényérzékelőből
- Az átviteli közeg hajszálvékony, üvegből vagy szilikátból készült szál.
- A fényforrás vagy **LED (Light Emitting Diode** - fényemittáló dióda) vagy lézercióda.
 - Mindkettő villamos áram hatására bocsát ki fényimpulzusokat.
- A fényérzékelő egy **fotódióda**, amely fény hatására villamos jeleket állít elő.

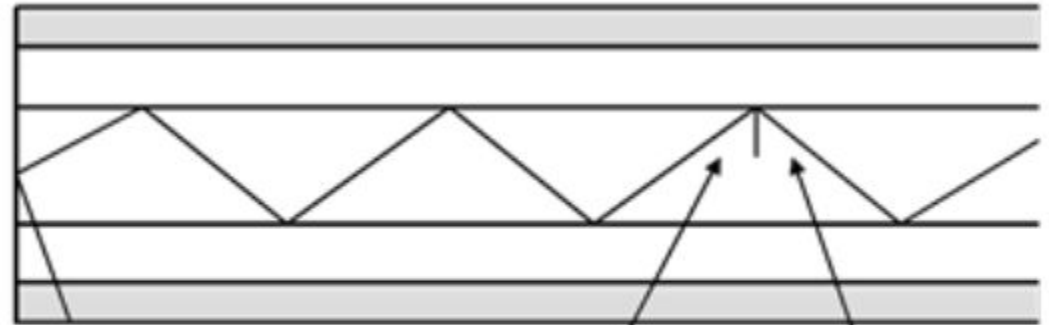
Optikai kábel

- Amikor a fénysugár az egyik közegből a másikba lép át, pl. az üvegből a levegőbe, akkor a sugár a határfelületen (üveg/levegő) megtörik.
 - A törés mértéke a két közeg tulajdonságaitól függ.
- Ha a beesési szög elér egy kritikus értéket, akkor a fénysugár már nem lép ki a levegőbe, hanem visszaverődik az üvegbe.
- Ezt használják ki az optikai száznál, melynek felépítése:
 - a kb. 50 mikron vastagságú magot egy olyan üvegeköpeny veszi körül, melynek törésmutatója kisebb,
 - ezáltal tükröző felületként a fénysugarat a mag belsejében tartja.
- Erre kerül a műanyag védőburkolat, a fizikai behatások elleni védelem érdekében.

Optikai kábel



Optikai szál



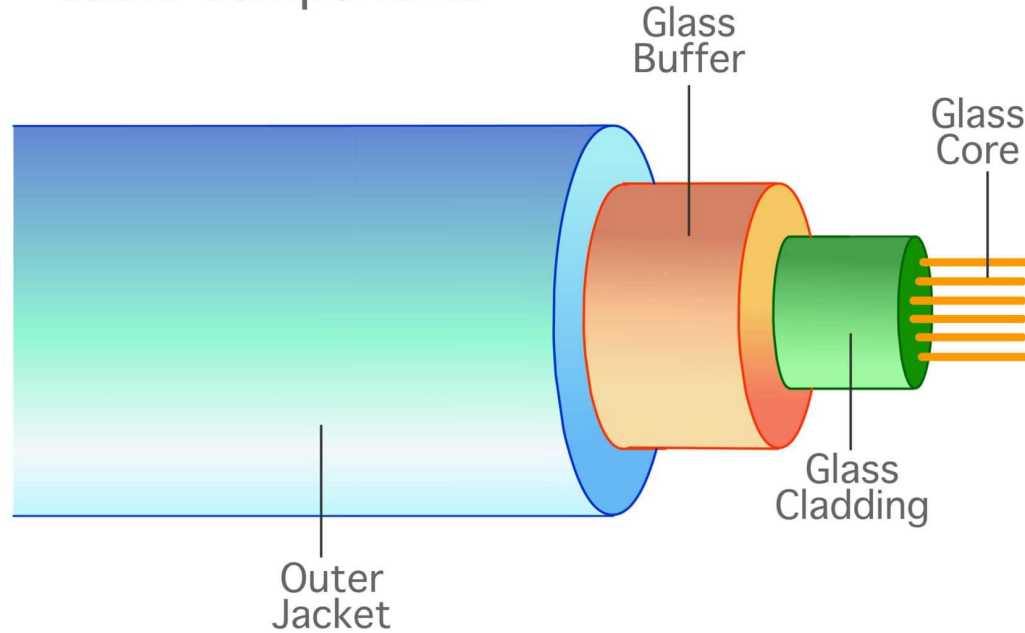
A kritikus szögnél
kisebb szögben
becsapódó fény-
sugarat elnyeli a
bevonat

Becsapási
szög

Visszave-
rődési szög

Optikai kábel

Fiber Optic Cable Components



Optikai kábel

Típusai:

- **Egymódusú szál (SingleMode):** A mag átmérőjét csökkentve a hullámhossz nagyságrendjére csak a tengelyirányú fénysugár jut át.
 - A fényimpulzusok nem torzulnak, nagyobb adatátviteli sebesség érhető el. Jellemzők: 9/125 μ m átmérő; 1310nm, 1550nm hullámhossz.
- **Többszámú szál (MultiMode):** A fényforrásból különböző szögben kilépő fénysugarak különböző szögben verődnek vissza a két optikai közeg határáról
 - ezért különböző utat tesznek meg különböző idő alatt.
 - Ezért a fényimpulzusok torzulnak. Emiatt az adatátviteli sebesség csökken. Jellemzők: 50/125 μ m ill. 62.5/125 μ m átmérő; 850nm, 1310nm hullámhossz.
- **Többszámú, emelkedő törésmutatójú szál (MultiMode Graded):**
 - A mag anyagának törésmutatója a tengelytől távolodva növekszik.
 - Ez mintegy fókusálja a fényt. E típus tulajdonságai az előző kettő közé tehetők.

Optikai kábel

- Az optikai szálak kis teljesítményveszteség mellett **nagy sáv szélességgel** rendelkeznek,
 - több Gbps több 10 km-en
 - így ismétlők nélkül is nagyon nagy távolságokat képesek áthidalni
- **Zavarérzékenységük szinte minimális:**
 - nem hatnak rájuk sem a villamos,
 - sem más külső források által keltett elektromágneses terek,
 - nem korrodálódnak, stb.
- **A szálakat nehéz összekötni**, de megcsapolni is.
- Nem bocsátanak ki elektromágneses hullámokat, egyirányúak, és interfészeik is sokkal drágábbak.
- Egy üvegszálban egyszerre csak egy irányban mehet az információ, ezért a duplex összeköttetéshez két szálra van szükség.

Optikai kábel

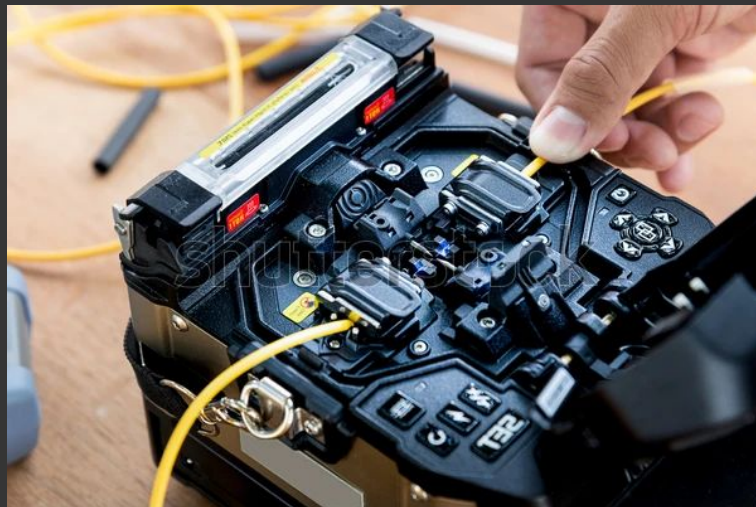
A fényvezető szálakat háromféleképpen lehet egymáshoz csatlakoztatni:

1. A fényvezető szál végeit megfelelő csatlakozókkal látjuk el, majd ezeket dugjuk össze.
 - Az így szerelt kábelek könnyen illeszthetőek, de a csatlakozásoknál a veszteség elérheti akár a 20%-ot is.
2. A szálakat mechanikusan egymáshoz illesztjük:
 - mindkét szálát meghatározott szögben elvágjuk, majd a végeket összeillesztve egy szorítóval egymáshoz préseljük.
 - Az illesztés pontossága javítható, ha szerelés közben fényt bocsátunk keresztül a szálon,
 - majd az illesztendő részt mozgatva megkeressük azt a pozíciót, ahol a kijövő fény intenzitása a legnagyobb.
 - Ez a módszer maximum 10%-os veszteséget okoz.

Optikai kábel

3. A két kábelt összeforrasztjuk: majd ezeket dugjuk össze.

- az ezzel a módszerrel kapott kábel majdnem olyan jó mint a gyárilag húzott szál.
- A forrasztáshoz lézert használnak, a forrasztási törzs körül kialakulhat némi csillapítás ill. Interferencia



Vezeték nélküli átvitel...

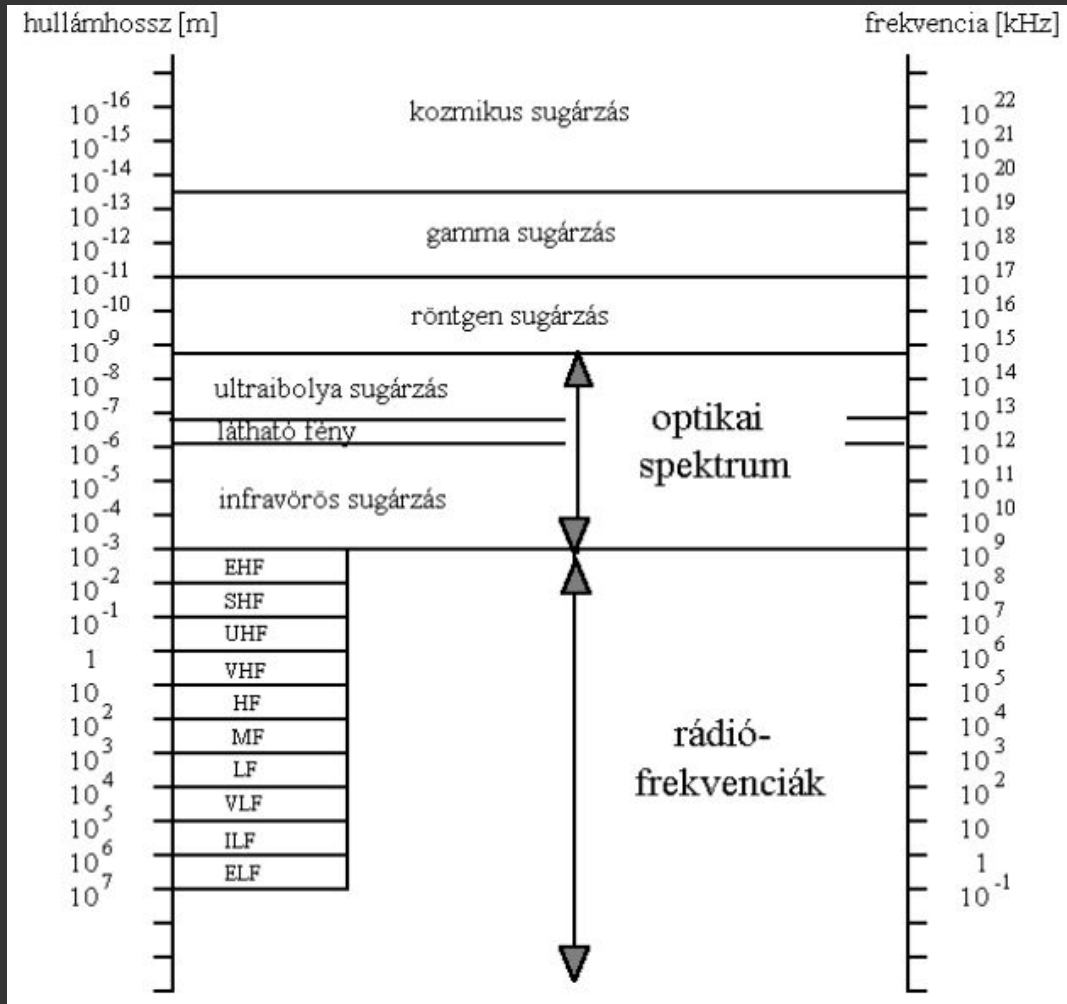
Vezeték nélküli átvitel

- **A vezeték nélküli hálózat mozgási szabadságot ad**
 - lehetővé teszi, hogy az alkalmazások különböző épületekbe, városrészekbe, vagy a világ szinte bármely pontján elérhetőek legyenek,
 - kábelek, és hozzájuk tartozó hálózati eszközök kiépítése nélkül.
- Gyakran adódik olyan helyzet, amikor vezetékes összeköttetés kialakítása lehetetlen.
 - Utcákat kellene feltörni, árkokat ásni, sokszor forgalmas, sűrűn beépített területen.
- A vezeték nélküli kommunikációs rendszerek számos típusa létezik már
 - kézi rádió adó-vevő készülékektől az infra-, vagy rádióhullámokkal működő távvezérlőkön,
 - valamint a vezeték nélküli fejhallgatókon át a mobiltelefonokig

Vezeték nélküli átvitel

- A lefedett fizikai terület méretétől függően különböző csoportokba sorolhatók:
 - Vezeték nélküli személyi hálózat (PAN)
 - Vezeték nélküli lokális hálózat (LAN)
 - Vezeték nélküli nagyvárosi hálózat (MAN)
 - Vezeték nélküli nagy kiterjedésű hálózat (WAN)
- Kábel nélküli kommunikációra az elektromágneses spektrum valamelyik tartományát használjuk.

- a nagyobb hullámhosszú, azaz alacsonyabb frekvenciák tartománya a rádióhullámokhoz
- míg a rövidebb hullámhosszú, azaz nagyobb frekvenciájú tartomány már a fényhez tartozik.



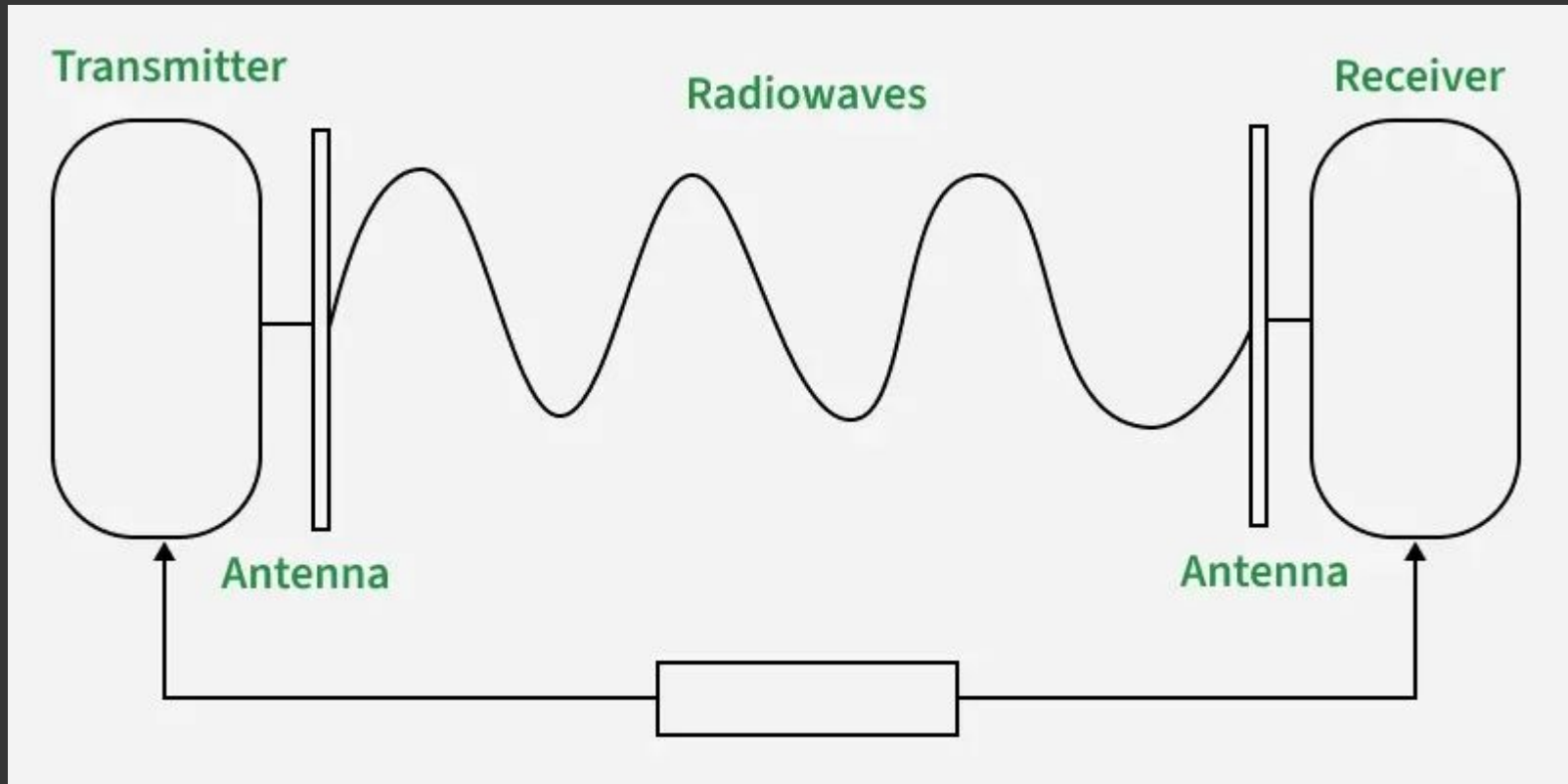
Vezeték nélküli átvitel

- Kábelnélküli kommunikációra mind a rádióhullámok, mind pedig fényhullámok alkalmasak.
- Az elektronok mozgásukkor elektromágneses hullámokat keltenek maguk körül, amelyek a szabad térben tovaterjednek.
- Ilyen hullámokat elsőként **Heinrich Hertz** német fizikus állított elő.
 - Ezért róla kapta a mértékegységének nevét
- Az elektromágneses hullám másodpercenkénti rezgésszáma a **frekvencia**.
- A vákuumban minden hullám a frekvenciájától függetlenül fénysebességgel terjed.

Vezeték nélküli átvitel

- A teljes elektromágneses spektrum fő hullámsávjai:
 - röntgensugarak, gamma sugarak
 - ultraibolya sugarak
 - látható fény
 - infravörös sugarak
 - mikrohullámok és rádióhullámok
- Ebben a sorrendben növekszik a hullámhossz és fordítottan arányos a frekvencia.
- A rádióhullám, a mikrohullám, az infravörös hullám és a látható fény a spektrumnak az a része, amely alkalmas információtovábbításra.
- Az ultraibolya, a röntgen- és a gamma sugarak a nagyobb frekvencia miatt még jobbak lennének az információtovábbításra,
 - minél szélesebb a frekvenciatartomány, annál nagyobb az adatátviteli sebesség érhető el,
 - de az előállítás körülményessége, és káros élettani hatásuk miatt nem alkalmazzák.

Vezeték nélküli átvitel



Az elektromágneses sugárzás rádiófrekvencia sávjainak elnevezései

Extrely Low Frequency	ELF	3Hz-30Hz	Fém keresés
Super Low Frequency	SLF	30Hz-300Hz	Elektromos áram, Tengeralattjárók
Ultra Low Frequency	ULF	300Hz-3kHz	Telefon
Very Low Frequency	VLF	3kHz-30kHz	Navigáció
Low Frequency	LF	30kHz-300kHz	Rádió vivők, repülés meteorológia
Medium Frequency	MF	300kHz-3MHz	AM műsorszórás
High Frequency	HF	3 MHz-30MHz	Rövid hullámú műsorszórás
Very High Frequency	VHF	30MHz-300MHz	TV ,FM rádió, légiirányítás
Ultra High Frequency	UHF	300MHz-3GHz	TV, Radar, Mobil telefon
Super High Frequency	SHF	3GHz-30GHz	Műhold, radar
Extremly High Frequency	EHF	30GHz-300GHz	Távérzékelés, rádió csillagászat

Infravörös átvitel

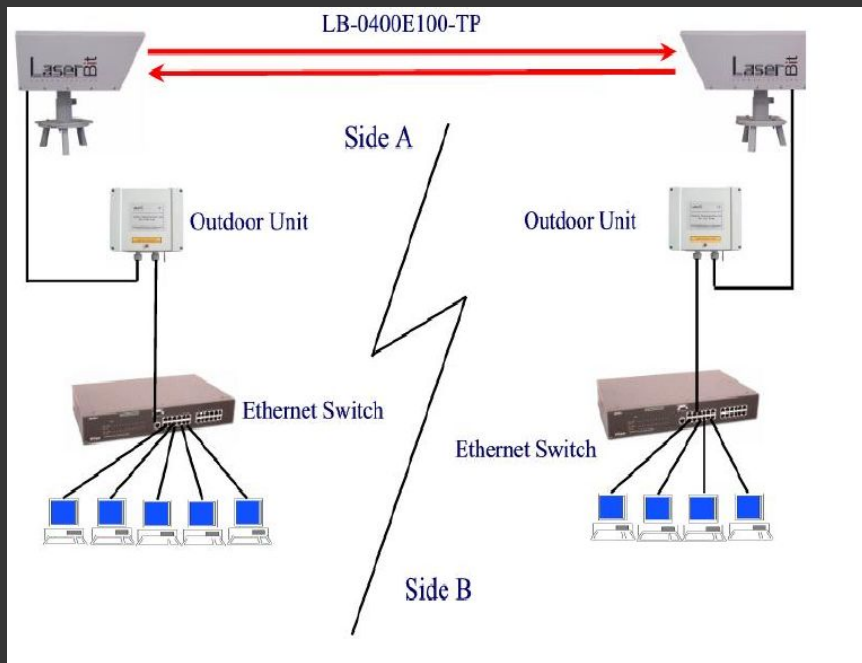
- A számítógépek egyszerű kommunikációs megoldására kézenfekvő megoldást kínál már régóta alkalmazott infravörös fény.
 - a háztartási szórakoztató berendezések távirányítói
- Az infravörös fény spektrumában igen nagy sáv szélesség áll rendelkezésünkre,
 - a szóródás viszont nagymértékben rontja az átviteli jellemzőket,
- így a megvalósítható **átviteli sebesség mintegy 1 Mbit/s nagyságrendű.**
- A szóródásos technika további hátránya, hogy az átviteli távolság is korlátozott, **max 10-12 m.**
- Ha a fény nem szóródásos, hanem irányított módon terjed, a távolság jelentősen megnövelhető,
 - de ezt általában csak kültéren használják, és a fényforrás pedig lézer.

Infravörös átvitel

- A kilencvenes évek elején el is készültek az első ilyen berendezések,
- De szabványok nélkül ezek csak saját típusaikkal tudtak kommunikálni.
- Ekkor alakult meg az **IrDA** csoportosulás és szabványosította az infravörös kapcsolatokat több különböző rétegben.

Lézeres adatátvitel

- A lézeres átvitelt alkalmazó adó- vevő párokat **pont-pont közötti adatátvitel**re használhatjuk.
- A **kommunikáció teljesen digitális**, a lézerfény irányított energiakonzentrációja néhány km áthidalását teszi lehetővé.
- Az illetéktelen lehallgatás, illetve külső zavarás ellen viszonylag védett.
- **Az időjárási viszonyok azonban befolyásolják fény terjedését,**
 - eső, a köd, a légköri szennyeződések zavarként jelentkeznek
- Felhasználható lokális hálózatok, telefonközpontok összekötésére.
- A megvalósított adatátviteli sebesség jelenleg 2 és 155 Mbps között van hosszabb (3,5 km) távolságok áthidalására,
 - rövidebb távolság esetén (300-400 m) elérhető akár 1,5 Gbps átviteli sebesség is.



Adatátvitel rádióhullámokkal

- A rádiófrekvencia kifejezés:
 - olyan tulajdonságú váltóáramra utal, amelyet ha antennába vezetünk, akkor elektromágneses tér keletkezik,
 - és ez alkalmas vezeték nélküli kommunikációra.

Mikrohullámú átvitel

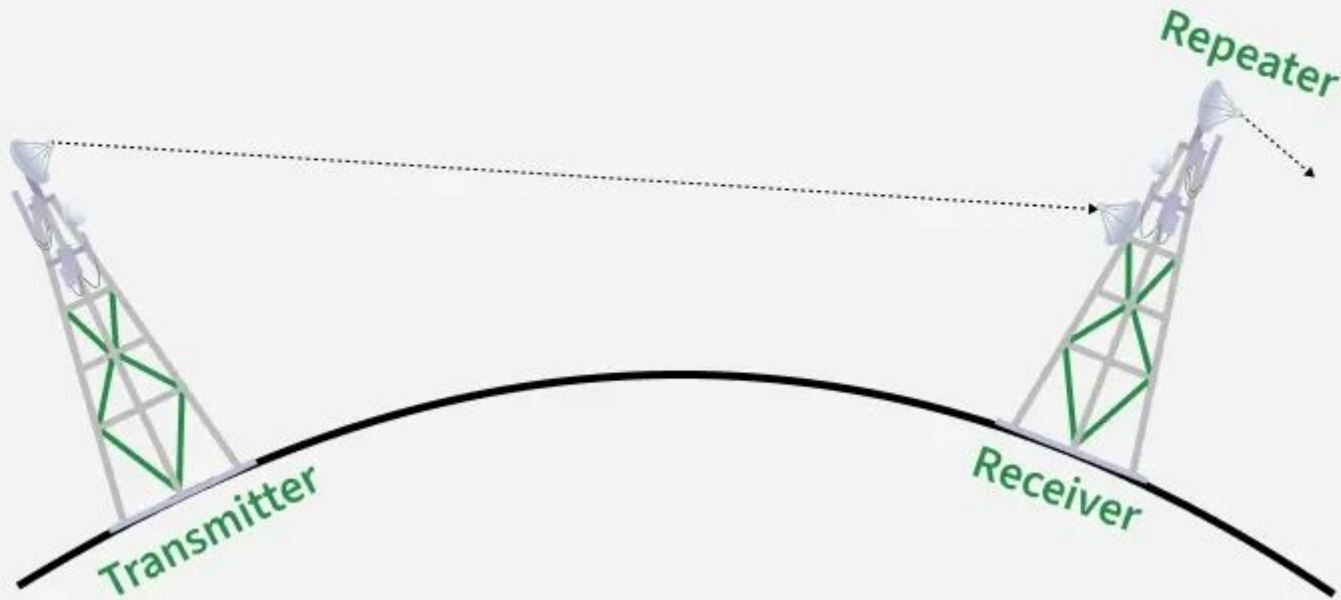
- A mikrohullám az elektromágneses spektrum **3 GHz-től 300 GHz-ig** terjedő tartománya.
- Ebből a 3-40 GHz közötti tartományt elsősorban pont-pont közötti összeköttetésre használják
- Az optikai kábelek megjelenése előtt az ilyen mikrohullámú rendszerek jelentették a nagytávolságú távbeszélőrendszerek alapját
- 100 MHz felett az elektromágneses hullámok egyenes vonal mentén terjednek, és jól fókuszálhatók
- Problémát jelent ezért a földfelszín görbülete, így az adótornyok távolsága korlátozott

Mikrohullámú átvitel

- Minél magasabbak az adótornyok, annál messzebbre lehetnek egymástól
- Összeköttetés mintegy 100 km távolságig létrehozható (a láthatóság feltétel!)
- Ez a technológia viszonylag olcsóbb lehet, mint hasonló távolságra fényvezető kábel lefektetése.
- A frekvenciasávok kiosztása átgondolt tervezést igényel, és hatósági feladat

Mikrohullámú átvitel

Microwave Transmission



Szórt spektrumú átvitel

- A vezeték nélküli lokális hálózatok (**WLAN**) működésének alapvető kihívása:
 - hogy a kommunikáció egy közös, zajos és interferenciákkal terhelt rádiós közegben történik.
- A rádiós átvitel során a jel számos zavaró hatásnak van kitéve, például:
 - más eszközök által okozott interferencia,
 - többutas terjedés (multipath fading),
 - elektromágneses zaj,
 - illetéktelen lehallgatás lehetősége
- A problémák kezelésére a korai WLAN rendszerek egyik kulcsfontosságú technológiája: a **szórt spektrumú sugárzás (spread spectrum transmission)**

Szórt spektrumú átvitel

Szórt spektrum alapelve:

- az információt hordozó jelet nem egy szűk frekvenciasávban továbbítják
 - hanem azt egy lényegesen szélesebb frekvenciatartományban osztják szét.
- Ez a megközelítés első pillantásra pazarlónak tűnhet a spektrumhasználat szempontjából
 - azonban jelentős előnyöket biztosít a rendszer megbízhatósága és zavartűrése terén.
- A jel szétszórása következtében egy adott frekvenciatartományban jelentkező zavar csak a teljes jel energiájának kis részét érinti,
 - így a vevő oldalon az eredeti információ nagy valószínűséggel helyreállítható marad
- **A módszer további előnye:**
 - a megfelelő kódolás alkalmazásával több felhasználó is képes ugyanazt a frekvenciasávot egyidejűleg használni
 - anélkül, hogy egymást jelentős mértékben zavarnák.

Szórt spektrumú átvitel

Feldolgozási nyereség (Processing Gain)

- A szórt spektrum egyik fontos fogalma a feldolgozási nyereség (G_p),
- Megmutatja, hogy mennyivel növekszik a jel ellenállása a zajjal szemben:

$$G_p = B_s / B_d$$

ahol:

- B_s : a szórt jel sávszélessége
- B_d : az eredeti adatjel sávszélessége
- Minél nagyobb ez az arány, annál hatékonyabban képes a rendszer ellenállni a zajnak és az interferenciának
 - mert a vevő oldalon a hasznos jel „összegyűjtése” során a zaj egy része kiszűrhető.

Szórt spektrumú átvitel

- A WLAN rendszerekben két alapvető szórt spektrumú technika terjedt el
- Közvetlen szekvenciás szórt spektrum:
 - **Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS**
 - Az eljárásnál az adatjelet egy nagyobb sebességű, pszeudovéletlen jellegű kódsorozattal kombinálják.
 - Ennek hatására minden egyes adatbit több kisebb időegységre, úgynevezett chipekre bomlik
 - és ezek együttesen hordozzák az eredeti információt.
 - A kisugárzott jel így szélesebb frekvenciasávot foglal el, miközben redundáns módon tartalmazza az adatot.
 - A vevő oldalon ugyanennek a kódsorozatnak az ismeretében történik a jel visszaalakítása,
 - amely során az eredeti adatjel visszanyerhető.
 - Ez az eljárás különösen hatékony a keskenysávú zavarokkal szemben,
 - mivel azok csak a jel egy részét érintik, és a redundancia miatt a teljes információ nem vesz el.

Szórt spektrumú átvitel

- Frekvenciaugrásos szórt spektrum:

- Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS
- a jel nem egyszerre foglal el széles frekvenciasávot
 - időben változtatja a vivőfrekvenciáját egy előre meghatározott, pszeudovéletlen sorrend szerint.
- A teljes rendelkezésre álló frekvenciasáv kisebb csatornákra van felosztva,
- az adó, illetve a vevő szinkronizált módon, azonos ugrási mintát követve változtatja ezeket a csatornákat.
- Ennek következtében egy adott frekvencián csak rövid ideig történik adatátvitel
 - így ha az adott frekvenciát zavar éri, az csak az átvitel egy kis részére van hatással.
- A módszer különösen ellenálló a zavarásokkal és a szándékos interferenciával szemben,
- ugyanakkor megköveteli az adó és a vevő pontos időbeli szinkronizációját, ami a rendszer megvalósítását bonyolultabbá teszi.

Műholdas átvitel (VSAT)

- A műholdas kommunikáció a távközlési rendszerek egyik fontos területe
- **Lehetővé teszi nagy távolságok áthidalását földi infrastruktúra kiépítése nélkül.**
- **A technológia alapja:**
 - a Föld körül keringő mesterséges holdak rádiófrekvenciás jelek továbbítására szolgálnak,
 - és közvetítő állomásként működnek két vagy több földi végpont között.
- **A műholdas rendszerek különös szerepe:**
 - olyan területeken ahol a hagyományos vezetékes vagy földi vezeték nélküli hálózatok kiépítése gazdaságilag vagy műszakilag nem megvalósítható.

Műholdas átvitel (VSAT)

- A távközlési célokra leggyakrabban **geostacionárius** pályán elhelyezkedő műholdakat alkalmaznak
 - a Föld forgásával azonos szögsebességgel keringenek 36.000 km magasságban
 - így a Földről állónak látszanak, a felszínről nézve állandó pozícióban látszanak
 - ez jelentősen leegyszerűsíti a földi antennák kialakítását, mivel azok fix irányba állíthatók
- A GEO műholdak a világűri közvetlen tévéadók, és a nagy sáv szélességű Internet-sugárzók.

Műholdas átvitel (VSAT)

- Az utóbbi években bevonták a műholdakat az Internet-elérési rendszerbe
 - GEO műholdakról sugározzák a nagy sebességű adatcsomagokat az előfizetőnek.
- Az előfizetők kérései egy közönséges modemés telefonos kapcsolaton keresztül jutnak el a központba
 - ahonnan a választ a műholdra lövik fel.
- Az előfizető ebben a rendszerben két internetes kapcsolatot tart fent:
 - Amikor keres valamit (felfele irány vagy **up-link**), a modemen keresztül elküldi a kérését az Internet szolgáltatónak.
 - A központ, miután összeállította a választ, fellövi a műholdra, amely kisugározza azt (lefele irány, vagy **down-link**)
 - A rendszerhez egy kis antennára, vevőegységre, különleges modemre és számítógépre van szükség.
 - A műholdtól az előfizetőig vezető úton 4 Mbit/s átviteli sebesség érhető el.
 - A két irány természetesen nem azonos adatátviteli sebességgel rendelkezik.

Műholdas átvitel (VSAT)

- A műholdas kommunikáció egyik elterjedt megvalósítása a kis apertúrájú terminálokra épülő rendszer - **VSAT**
- A Very Small Aperture Terminal értelmezése:
 - olyan földi állomásokat jelöl, amelyek viszonylag kis méretű, tipikusan néhány tíz centimétertől néhány méter átmérőjű parabolaantennával rendelkeznek.
 - Ezek a terminálok lehetővé teszik, hogy vállalatok, intézmények vagy akár magánfelhasználók közvetlen kapcsolatot létesítsenek egy műhoddal,
 - azon keresztül adatkommunikációt folytassanak.
- A VSAT rendszerek architektúrája általában csillag topológiát követ
 - amelyben egy központi állomás, az úgynevezett **hub**, kapcsolatban áll számos távoli terminállal.

Műholdas átvitel (VSAT)

- A távoli állomások a felmenő irányban a hub felé küldenek adatokat a műholdon keresztül,
- míg a hub a lemenő irányban sugározza szét az információt az összes vagy kiválasztott végpont számára.
- Ez a felépítés különösen alkalmas:
 - olyan alkalmazásokhoz, ahol sok végpont kommunikál egy központi szerverrel
 - Pl. banki hálózatok, vállalati adatkapcsolatok vagy távoli telephelyek összekapcsolása esetén.

Műholdas átvitel (VSAT)

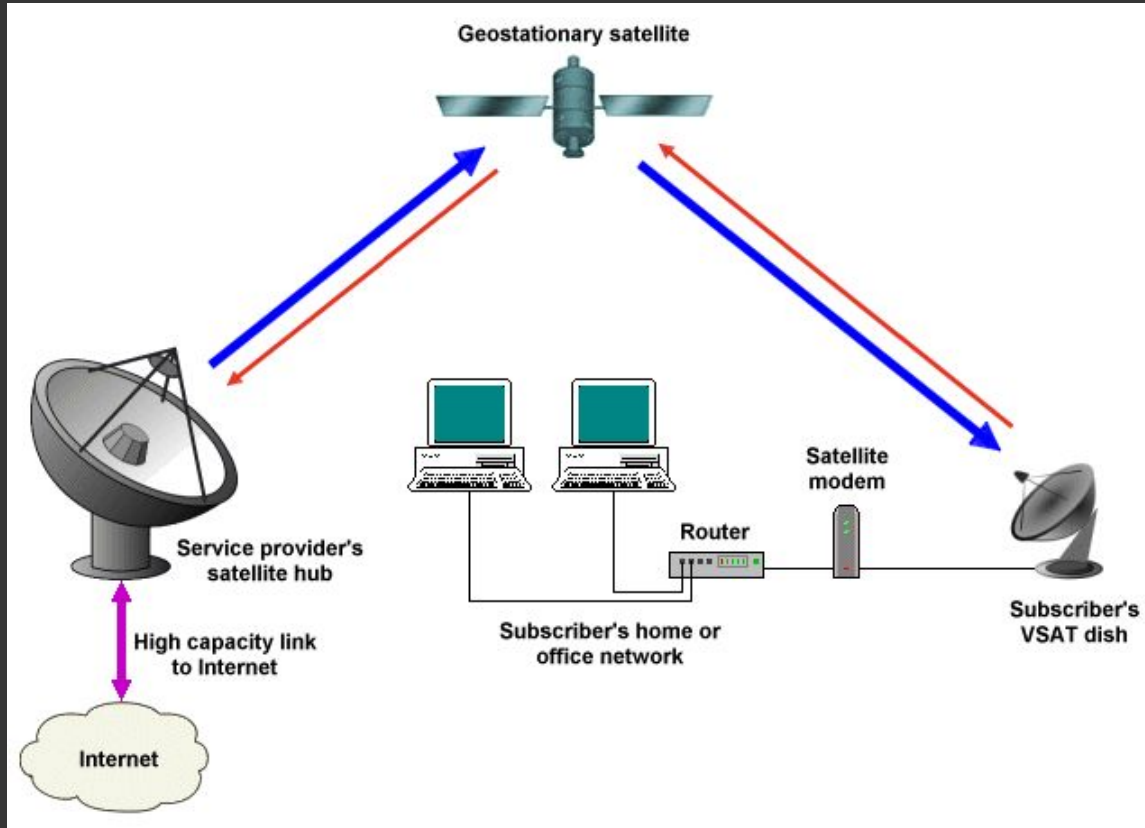
A VSAT rendszerek előnyei:

- kis méret
- flexibilis kiépítés
- könnyen beszerezhető
- könnyen telepíthető
- a rendszer minden pontja hozzáférhető
- nagysebességű, folyamatos átvitel
- megbízható összeköttetések
- alacsony hibaarány
- könnyen bővíthető
- tarifa független az áthidaló távolságtól

Műholdas átvitel (VSAT)

- A műholdas átvitel egyik alapvető sajátossága **a nagy terjedési késleltetés,**
 - amely különösen geostacionárius műholdak esetén jelentős.
- Egy jelnek a Földről a műholdig, majd vissza a felszínre történő útja több tíz milliszekundumos késést eredményez egy irányban
 - amely oda-vissza kommunikáció esetén már **több száz milliszekundumot** is elérhet.
- Ez a késleltetés hatással van a valós idejű alkalmazásokra
 - Pl. a hang- vagy videókommunikációra, valamint bizonyos hálózati protokollok hatékony működésére.

VSAT



Starlink technológia

- A modern műholdas kommunikáció fejlődésének egyik legjelentősebb iránya:
 - az **alacsony Föld körüli pályán működő műholdrendszerek**
 - egyik legismertebb megvalósítás a **Starlink** rendszer.
- Ez a technológia alapvetően eltér a hagyományos, geostacionárius műholdakon alapuló megoldásoktól
- **Célja:**
 - globális, nagy sebességű internet-hozzáférés biztosítása
 - még olyan területeken is, ahol a földi infrastruktúra hiányos vagy egyáltalán nem áll rendelkezésre.

Starlink technológia

- **Alapja:** egy nagyszámú, alacsony Föld körüli pályán keringő műholdból álló konstelláció.
- **Jellemzői:**
 - A műholdak jellemzően **néhány száz kilométeres magasság**ban helyezkednek el
 - lényegesen alacsonyabb a geostacionárius pályán található műholdak magasságánál
 - Közvetlen következménye, hogy a jel terjedési ideje jelentősen csökken,
 - A kommunikáció késleltetése sokkal kisebb, ami különösen fontos az interaktív internetes alkalmazások szempontjából.
- A rendszer architektúrája több komponens együttműködésén alapul.
- A felhasználók egy speciális földi terminálon keresztül csatlakoznak a hálózathoz,
 - amely egy elektronikus vezérlésű, fázisvezérelt antennarendszert tartalmaz.

Starlink technológia

- Ez az antenna képes mechanikus mozgatás nélkül követni az égbolton mozgó műholdakat,
 - dinamikusan váltani közöttük annak érdekében, hogy folyamatos kapcsolatot biztosítson.
- A felhasználói terminál rádiókapcsolatot létesít a felette áthaladó műholddal,
 - amely továbbítja az adatokat vagy egy másik műhold felé, vagy egy földi átjátszó állomás irányába.
- A műholdak közötti kommunikáció egyre inkább **lézeres összeköttetések**en alapul
 - lehetővé teszik, hogy az adatok a világűrben, közvetlenül a műholdak között haladjanak
 - anélkül, hogy minden esetben vissza kellene térniük a földi hálózathoz.

Starlink technológia

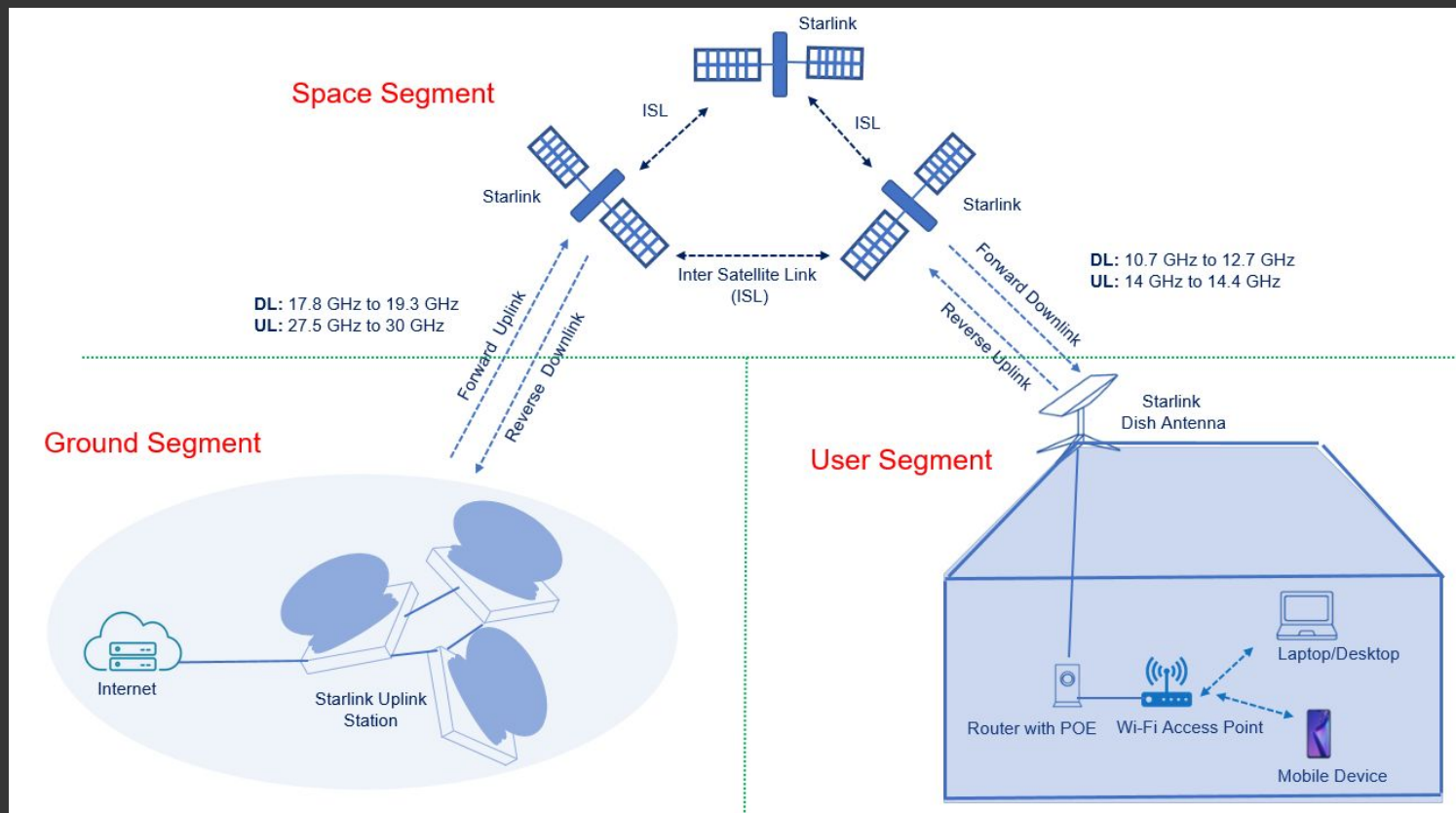
- Ez a megközelítés **csökkenti a hálózati késleltetést**, és lehetővé teszi az adatok hatékonyabb útvonalválasztását globális léptékben.
- A rendszer így nem csupán hozzáférési hálózatként működik, hanem egyfajta **globális gerinchálózati** szerepet is betölt
- A késleltetés a földi szélessávú hálózatokhoz közelítő értékre csökkenthető.
 - lehetővé teszi olyan alkalmazások használatát is, amelyek korábban nehezen voltak megvalósíthatók műholdas kapcsolaton keresztül
 - Pl. valós idejű videó kommunikáció vagy online játékok.

Starlink technológia

Hátrányai:

- Az alacsony pályán keringő műholdak gyors mozgása miatt folyamatosan biztosítani kell a kapcsolat átadását az egyik műholdról a másikra
 - **összetett hálózati és vezérlési mechanizmusokat** igényel.
- Nagy számú műhold üzemeltetése **komoly koordinációt és pályamenedzsmenetet** követel meg,
 - különös tekintettel az ütközések elkerülésére és az űrszemét problémájára
- A frekvenciahasználat és a spektrumgazdálkodás kulcsfontosságú:
 - együtt kell működnie más műholdas és földi kommunikációs rendszerekkel.
 - Az időjárási hatások, különösen a magas frekvenciájú sávokban, szintén befolyásolhatják a kapcsolat minőségét
 - a rendszer adaptív technikákkal igyekszik ezt kompenzálni.

Starlink technológia



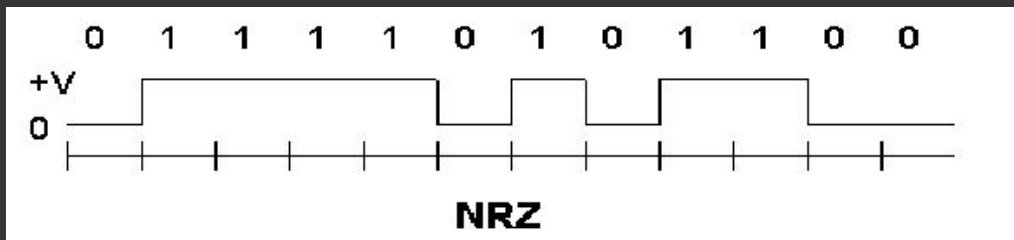
Digitális jelkódolás...

Digitális jelkódolás

- A fizikai vonalon való átvitelnél a bitek ábrázolására több lehetőség is van,
- A legegyszerűbb az, amikor minden bitet, értékétől függően két feszültszinttel ábrázoljuk.
- Szokásos az "1" állapotot **MARK**-nak, a 0-át **SPACE**-nek is nevezni.

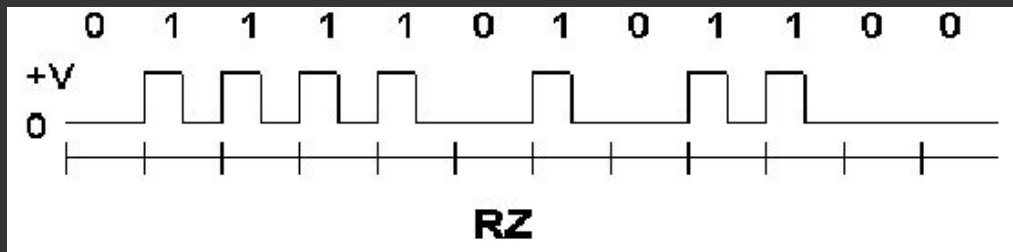
NRZ (Non Return to Zero - Nullára vissza nem térő):

- azaz mindig az a feszültség van a vonalon, amit az ábrázolt bit határoz meg.
- Ez a leginkább gyakori, "természetes" jelforma.



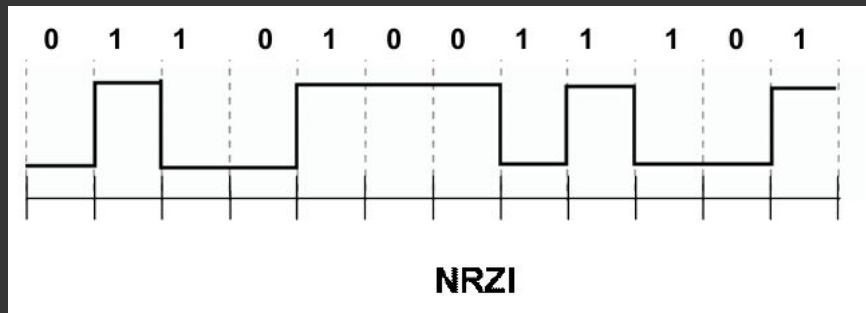
Digitális jelkódolás

- RZ (Return to Zero - Nullára visszatérő):
 - A nulla a "nyugalmi állapot", 1 bitnél a bitidő első felében a +V, a második felében a jel visszatér a 0-ra:



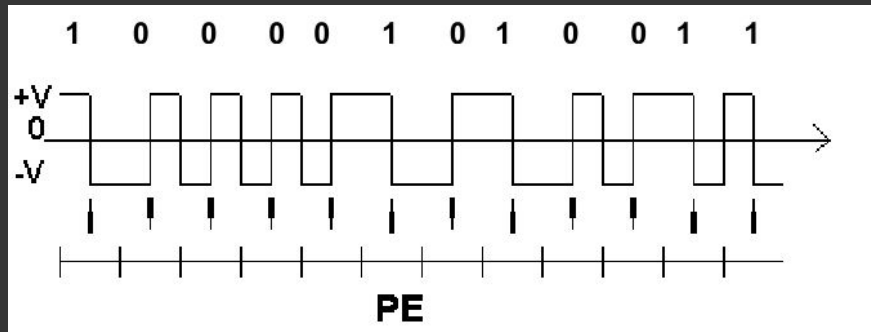
Digitális jelkódolás

- **NRZI (Non Return to Zero Invertive):** Nullára nem visszatérő megszakadással
 - Az első 0 bitnek nulla szint felel meg.
 - Az 1 értékű bithez vagy nulla vagy +V szint tartozik a következő szabály szerint:
 - ha az előző 1-eshez nulla szint tartozott, akkor +V lesz, ha az előző 1-eshez +V tartozott, akkor 0 szint lesz a bithez rendelt feszültség.
 - 0 bitet követő 1 értékű bit +V feszültségű, ha a 0 bit nulla szintű és nulla ha +V szintű.



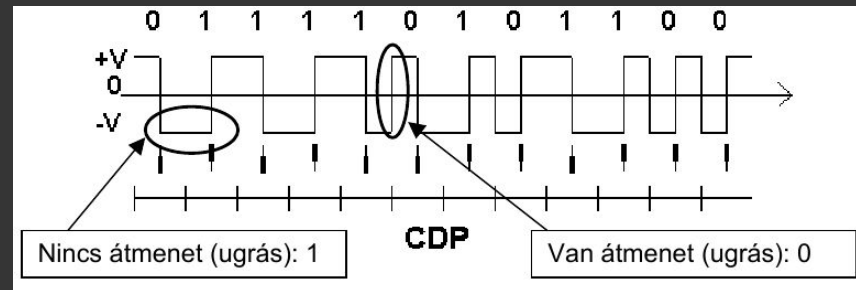
Manchester kódolás

- Manchester kódolás (PE - Phase Encode):
 - A Manchester-kódolásban minden bitperiódus két egyenlő intervallumra osztott.
 - A bináris 1 kódolásakor a bit első felében magas, második felében alacsony feszültség szint van.
 - A bináris 0 ennek éppen a fordítottja.
 - Ez a séma biztosítja, hogy minden bitidőben legyen egy átmenet, ami a vevőnek az adóhoz való könnyű szinkronizálódását teszi lehetővé.
 - A Manchester-kódolás hátránya az, hogy kétszer akkora sáv szélességet igényel, mint az egyszerű bináris jelkódolás, hiszen az impulzusok csak fele olyan szélességűek.



Manchester kódolás

- Különbségi Manchester kódolás (CDP - Conditional Diphase):
 - A különbségi Manchester-kódolás az alap Manchester-kódolás egy variánsa.
 - Itt a logikai 1-et a bitidő elején hiányzó, míg a logikai 0-t az intervallumok elején jelenlévő átmenet jelenti.
 - Középen mindkét esetben van átmenet.
 - A különbségi kódolás bonyolultabb készülékeket kíván ugyan, viszont jobb zajtűrő tulajdonságokkal rendelkezik.
 - Az első bit értéke ebben az esetben nem megállapítható.
 - Ennek kiküszöbölése érdekében vagy nem adat jellegű jelek (átmenet nélküli folytonos feszültség) után következik az első bit, vagy megállapodás szerinti értéket vesz fel.



Köszönöm a figyelmet!