

Műholdas rendszer és technológiák

① Műholdas rendszer rövid története

1. első műhold: Szputnyik (1957)

- 3 hétnél hosszabb ideig működött
- text kód
- feladat: az ionoszférára elektronasíróerőt mérni
- hajtóanyag: Szputnyik
- érelőteszt: R-7
- pályahossz: földtől: 250 km ; föld távolság: 950 km

2. utolsó: Explorer (1958) USA

- pályahossz: földtől: 358 km ; föld távolság: 2250 km
- feladat: irkutatás

- közel száz a földfelszínen
- nagyszámúak, sokat tesznek a megfigyelő feladatokra → LEO pályán
- első kommunikációs műhold: Telstar (1962, USA)
 - első alacsony kommunikációs műhold
 - televízió és high-speed data
- első GEO sat: Syncom 3 (1964) USA
 - 1964-es nyári olimpia közvetítésére Tokióból az USA-ba
- első telekommunikációs műhold: Intelsat 1. ill. Early Bird (1965)
- Molnya (1965) → TV jelet közvetített: sikertelen, orosz-amerikai verseny
- GPS (1978-1994), GlobalStar (1998-), Iridium (1998-)

② Szabványozás és ajánlások

- ITU-R : International Telecommunication Union Recommendation
- WRC : World Radio Communication Conference (frekvenciasávok kiosztása)
- ETSI : European Telecommunication Standardization Institute

③ Műholdas rendszer megvalósítása:

1, Kutatás:

- Ötvenévesi története:

- meteorológiai műhold
- geográfiai tenger megfigyelésük
- mérőgépekkel, mesterséges állagot adnak felvételek
↳ azonos, megacellák melyek minőségű bűve len
- légkörkutató, ionoszférá alapokra

→ átlagosan: 900 km

→ azelőtt nem volt

→ napi 4-5 és 16 perces adatok

→ 28 katonai juttatású szatellit → GEO, ARTEMIS: dt. juttatású műhold: katonai adatok és
GPS: lak. katonai & földrajzi adatok.

- Kém műholdak → átlagosan 1000 km, légkörrel és Föld felől (LEO)

- Corona, 59'-62', film, és miniatűr szatellit

↳ jó látásfelbontás műholdak, nem tá

→ nem tudták felbontani

2, Navigation

- Global Positioning System: NAVSTAR, GPS (USA)

- 20' az első műhold teljes rendszer
- full-on rendszer: mindig legalább 4 hold

- GLONASS (RU)

- lassú, de még kelvően gyors, amíg a holdak felé nem érkeznek

- GALILEO (EU)

3, Hírközlés

- FSS: Fix Satellite System: GEO, VSAT

- MSS: Mobile Satellite System:

- Global Star - telefon, data jelzés, internet: azonosítás
- Iridium - telefon
- LEO, sok holdas rendszer

- BSS: Broadcast Satellite System

• GEO

• Point-to-multipoint rendszer: ASTRA, HotBird

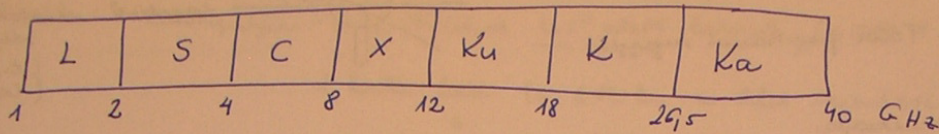
• DBS, direct to home, TV, HDTV

→ transponder: holdakon átjuttatás

digitális adás → korszerű transzponderok megvalósítása

④ Rendben állítsd

a) alacsony frekvenciás sávok



- az alacsony frekvenciás sávok használata: földi és légi közlekedés
- 10 GHz fölött: földi, földi → jelátvitel, kommunikáció, és földi sávok
- alacsony sávok: a hosszú hullámhosszú jelátvitelre alkalmas → rádióadás (1-10 GHz)
- dtrengés a légtérben: mikrohullámú technika 1 GHz fölött
- Uplink: alacsony frekvenciás sáv, Downlink: földi sávok

K: nagy kapacitás, hatékony használata, ma már használható műholdra

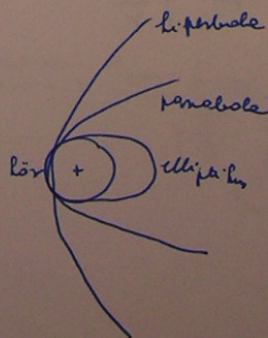
b) pályák, pályák alakok, pályák típusok

1) Műhold pályák magasság szerint:

- LEO: (Low Earth Orbit)
 - 160 - 2000 km
 - alkalmazás: kommunikáció, földi műholdok, HSS, In-Orbit, Global Star
- MEO: (Medium Earth Orbit)
 - LEO és GEO között
 - GPS, Navstar, Glonass, Galileo → navigációs rendszerek
 - 20 000 km körüli
- GPS GEO: (Geostationary Orbit)
 - 35 786 km
 - alkalmazás: BSS, VSAT (FS), broadcast
 - ez nem a pályán lévő holdak által kordolva tartom → 24 órás keringési idő
- HEO: (High Earth Orbit)
 - kényelmes a Van Allen övezetek legveszélyesebb zónáitól
 - hűtés: proton
 - hűtés: elektron

2) Pályák alakok

- kör
- elliptikus → sokkal kisebb E hullámok
 - geosinkron és geosync transfer pályák
 - Molniya, Tundra
- hiperbolikus
- parabolaszerű
 - rádió pályák (EO)
 - légi pályák (CO)



d) lételak minősége

- GEO pályák: Egy lételak, optimális sűrűségi tartomány pozíciók, leggyakrabban 80×80 km-es kocka létezik rajta a Földön $0,1^\circ$ alatt látszik (GEO)

• 2 kocka lételak kb. 650 km-n létezik egymástól

↓
• a Földön 1° és kb. 2 egymás mellett pozíció látszik

• most már egy pozíció minden lételak van, tehát közelítőleg látszik, de a töltés nem az, és időközönként

- LEO pályák: 10k lételak - μ és nívódíjazás lételak \rightarrow üzemeltetés
• 3°-onként van nívódíjazás a föld felől, mert a teljesítmények elterjedése, sűrűsége

- GPS: magandíjazás van az elterjedésben, a lételakok folyamatosan vannak megújítva

e) terjedési idő

	magasság	feladat	terjedési idő
LEO	900 km	obszerváció	3ms / 6ms
HEO	20.200 km	GPS, NAVSTAR	66ms / 132ms
GEO	36.400 km	Broadcast	120ms / 240ms (1/4 s)

f) link típusok

- Műhold-Föld
- Műhold-Műhold

• IOL: Yuter Orbitál link GEO-LEO: Artemis (Geo altított lételak)

OICOT } LEO obszervációs lételak
SPOT-4 } optikai kommunikáció

• ISL: Yuter Satélite link, gyors pályák lételak: Ionium (LEO)

• Látványos pályák, melyek 3 GEO műholdból állnak, a föld felől látszólag

5) Link költségkalkuláció és tartalékosság elve

$EIRP = P_{E,tx} \cdot G_{E,tx}$ [W] Earth transmitter chvárszám a terjedési körzet átlagos teljesítmény

$PFD = \frac{EIRP}{4\pi d^2}$ [$\frac{W}{m^2}$] add -ve a távolság teljesítményhatékonyság: a föld felől hulló a terjedési körzet átlagos teljesítmény

$P_{nat,rec} = PFD \cdot A_{eff,nat,rec} = \frac{P_{E,tx} \cdot G_{E,tx} \left(\frac{\lambda^2}{4\pi}\right) \cdot G_{nat,rec}}{4\pi d^2} = \frac{P_{E,tx} \cdot G_{E,tx} \cdot G_{nat,rec}}{\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2}$

↓
mivel teljesítmény a műholdon

$A_{eff} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_{nat,rec}$

$P_{nat,rec}^{dBW} = P_{E,tx}^{dBW} + G_{E,tx}^{dB} + G_{nat,rec}^{dB} - a_0$

pl: uplink

$$P_{E, \text{tr}} = 500 \text{ W} \rightarrow P_{E, \text{tr}}^{\text{dBW}} = \underline{27 \text{ dBW}} \quad \text{GEO (36000 km)}$$

$$f = 10 \text{ GHz} \rightarrow \lambda = 0,03 \text{ m}$$

$D = 3 \text{ m}$ *antenne* *antennendurchmesser*

$$G_{\text{stat, rec}} = \underline{20 \text{ dB}}$$

$$P_{\text{rec, stat}} = ? \quad P_{\text{rec, stat}}^{\text{dBW}} = P_{E, \text{tr}}^{\text{dBW}} + G_{E, \text{tr}}^{\text{dB}} + G_{\text{stat, rec}}^{\text{dB}} - a_0^{\text{dB}}$$

$$G_{E, \text{tr}} = \frac{A}{\lambda^2} \cdot 4\pi \rightarrow A_{\text{eff}} = A_{\text{geom}} \Rightarrow \text{Diagramm einer Parabelantenne mit } \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \pi$$

$$\Rightarrow \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{\lambda^2} \cdot 4\pi = 100000 \rightarrow G_{E, \text{tr}}^{\text{dB}} = 50 \text{ dB}$$

$$a_0 = 10 \log \left(\frac{4\pi d^2}{\lambda^2} \right) = \underline{284 \text{ dB}} \quad 143 \text{ dB}$$

$$P_{\text{rec, stat}} = 27 \text{ dBW} + 20 \text{ dB} + 50 \text{ dB} - 284 \text{ dB} = -143 \text{ dB} = \underline{\underline{-46 \text{ dBW}}}$$

downlink

$$B_{\text{transponder}} = 36 \text{ MHz}$$

$$EIRP = 27 \text{ dBW}$$

$$\left[\frac{C}{T} \right]_{E, \text{rec}} = 30 \frac{\text{dB}}{\text{K}}$$

$$a_0 = 196 \text{ dB}$$

$$\left[\frac{C}{N} \right]_{\text{dB}} = EIRP^{\text{dB}} + \left[\frac{C}{T_s} \right] - a_0 - [k]^{\text{dB}} - [B]^{\text{dB}}$$

$$\frac{C}{N} = \frac{P_r}{P_w} = 10 \log \frac{P_{\text{rec}}}{P_{\text{sys}}} = \left[\frac{P_{\text{rad}} \cdot G_{\text{rad}} \cdot G_{\text{rec}}}{a_0} \right] \cdot \frac{1}{kTB}$$

$$[k]^{\text{dB}} = -228,6 \text{ dB}$$

$$[B_{\text{TE}}]^{\text{dB}} = 10 \log 75 \text{ dB}$$

$$\left[\frac{C}{N} \right]_{\text{dB}} = 27 \text{ dBW} + 30 \frac{\text{dB}}{\text{K}} - 196 \text{ dB} - 228,6 \text{ dB} - 75 \text{ dB} = \underline{\underline{14,6 \text{ dB}}}$$

3, Tartalékolt elv

It utali jöl teljesítmény befolyásoló tényezők jellemzők:

- adó és vevő antena hatékony
- adó teljesítménye
- műhold távolsága
- alhalmaza frekvencián

Ha egy transzmisszió létezik, akkor nagy valószínűséggel a hirt csak tiszta, szabad időben működik. Ez egy "többlet" "előre jánatott" kérdés lesz.

A hirtől let a hirtől => plusz hullámok jellemből. Ha a hullámokból álló transzmisszió adó és vevő teljesítmény és adja a tartalékolt alapját

Ami a hirtől let: h_0 , f_{h_0} , b_{h_0} , z_{h_0} (vagyis, o_{h_0} , l_{h_0} , l_{h_0} stb.)
 h_0 ! \downarrow \downarrow
 mélyen vevő hirtől

It teljes plusz hullámok:

$$A_{total}(p) = A_{rcs}(p) + A_{origen}(p) + A_{water vapor}(p)$$

↳ az adó h_0 f_{h_0} b_{h_0} z_{h_0} o_{h_0} l_{h_0} l_{h_0} stb. \downarrow \downarrow
 mélyen vevő hirtől

$$A_{rcs}(p) = \sqrt{(A_{rain}(p) + A_{cloud}(p))^2 + A_{atm}(p)^2}$$

- függ a földi koordinátától, \downarrow \downarrow \downarrow
 átlagosan feletti magasságtól, frekvenciától, \downarrow \downarrow \downarrow
 azonosított ill. fedésgépek \rightarrow alacsony elvűek
 azonosított ill. fedésgépek \rightarrow alacsony elvűek
 azonosított ill. fedésgépek \rightarrow alacsony elvűek

• minél magasabb frekvencia, annál kisebb a K_u : standard broadcast
 minél magasabb frekvencia, annál kisebb a K_a : edulver az uplink downlink
 pl. Broadcast: $p = 0,1/t \Rightarrow 9,991$ -ben ok

• $A(p)_{total} = X_{dB} \rightarrow$ egyenlő emelkedés meg az adó teljesítményt

$$EIRP^{dB} = EIRP_{avg}^{dB} + A_{total}(p)^{dB}$$

6 Nap hatása

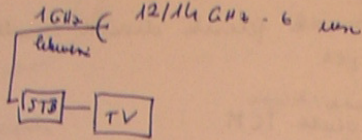
- a műhold az elektronos energiát a Napból nyeri. (+ kórtómi am. el teljes magasság)
- probléma jelent, ha a Nap hirtől az anténába. Gyakran az anténa rajlátszékelti megugrik, plusz egy másik vevő, magán hirtől hirtől hirtől az anténa

$$\Delta T_{ant} = \frac{Q_{ant}}{Q_{ant}} \cdot \frac{T_{sun}}{2}$$

- a műhold nem látja a Napot \rightarrow földi irányba hirtől \rightarrow 2x vevő hirtől hirtől

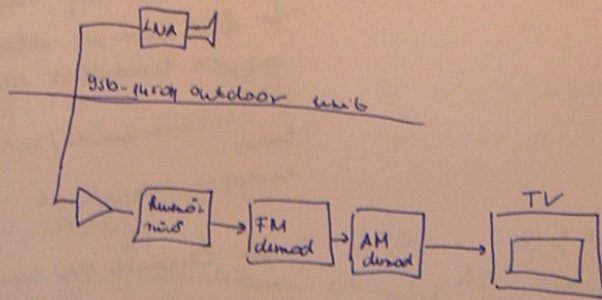
6, Földi sugárzás

- műholdes: nem professzionális: csak van művelet a helyi egység



- bonyolultabb: vesőgyűjtés 2 km anténna

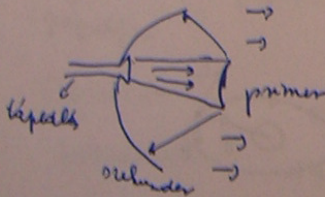
- analóg veső:
 - anténna gyűjtökészlet → outdoor unit: lekeverés a sávtól 950-1450 MHz
 - erősítő
 - keverő + mixer
 - KF mixer (IF)
 - demodulátorok → képfel



- parabola tükrök



professzionális: két reflektoros



Átlag 32m → nagysebességű, de problémák:

minél ↑ → nagysebesség ↑ ⇒ irányélesség ↓ ⇒
 nagy sebesség ↓

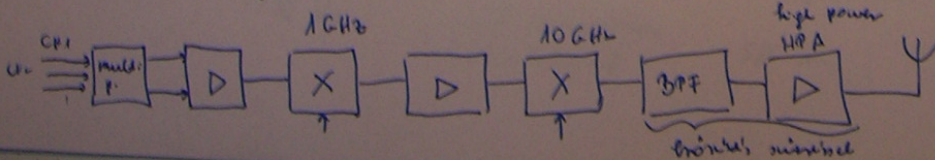
→ keresztirányú: elmozdulás a képfel

→ szögmozgás a Nap mozgása miatt egyik oldalról →
 → elfordulás miatt mozognak is a képfel

→ ellenőrzés, ha olyan Hálózatok alaknak
 sémák, ami nem lehetnek nagyon

- analóg: 3000000 a hálózati hálózati
 ⇒ 2x semel fel

útközben átváltás → multiplexelés → erősítő, keverő



- felugrózott jelek

- adós extrák: • a hatonok multiplaxálása

• multiplexelt jel modálása (FM) + adóforok → kimgnd

il nagy

- vétel extrák: • hatonok demultiplexálása

• demultiplexált hatonok jellek demod. + adóforok → elődell
a n de hatonok jell

- multiplexelés: ^{modell} ^{data/telefon átvitel} ^{data/telefon} ^{erősség} ^{PCM}
FDMA, TDM, CDM

- végmoduláció: FM ill. PSK (QPSK - helytelenítés)

↳ jelszintézisellen ↳ standard tananyag

- ha nincs jelfeldolgozás: FDMA/FDM

- ha van jelfeldolgozás: FDMA/TDM → előzetes szűrés a moduláción a felugrózott
FDMA jelet követően TDM-el

- digitális jel előállításnál: MPEG 2 → blokkolás

→ transzponálás / 6 hatonok

Ha-n: MPEG 4: hálókép, objektumalapú kódolás

• jel. hálókép-ns állítás

• nagyseb. tömörítés lehet sok elem.

• HDTV

↳ transzponálás / csat.

• analóg → transp. / csat.

- két fogalom: - SCPC: Single Channel Per Carrier: nincs multiplexelés követően utal
analóg

- MCPC: Multi Channel Per Carrier: digitális; analóg, ha 6 csat / transp.

rdgale

- analóg jel: 6,5 - 7,5 MHz a teljes sávszélesség → felmodulálás utána ~30 MHz sávszélesség
⇒ ebben 6 digitális csat. ill. 1 HDTV jel el.

8) Polihedra állítás, kódtörési típusok, stabilizálás

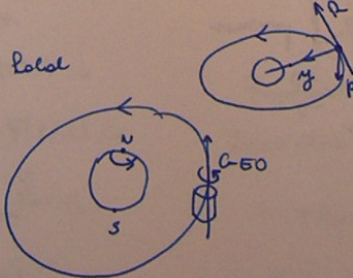
alkant

1) stabilizálás

- lényeg törzslő stabilizált hald

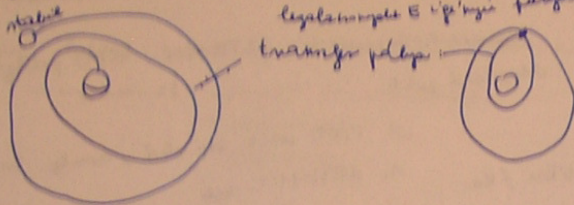
- spin stabilizált hald

- 1, 2, 3 lélekben, stabilizálás



il

3. polydrom allat



legalszörpö E ip'nygi pölyp → mivel általában az nem az egysejtűk vagy kétsejtűk nem lehet károsak.

- feltörlés
- nem allat u. röpös ade: • → kevés, mielőtt eléri a szöveti pölygét f. b. szövet
- 2 lény - jöl el. nem pölygés all

↳ mikroszöveti szinten → sok helyen is kommunikál

- nemrégiben felfedezték nem csak a gerinces pölygét, hanem a transzger

↓
ARIAUE 5 G (Germic), ARIAUE ECA

9. Központi művelés, rendszer

a, obitációs, földlakó

- kétféle orbitáció:
- meteo orbitáció: LEO
- közlekedési orbitáció: LEO, GEO, HEO
↑
szatellitok a pályán a teljes körön
- meteorológiai - kommunikációs
- utazású allatok földön pl. mellőre az endo, mellőre más más az orvosi
- művelés utas (allatok) → gyors orbitációk
↳ nagy sebességű allatok művelésűk lehet nagyon könnyű.
- GEO GCR, transzger, j. géppel → nagy nagy lassú nagy nagy gyors orbitációk
↓
geográfiai

Földlakó

ESA:

	ELVISAT	SPOT-6	GoyoSat	
misszióidő:	2002/10 év	1998/12 év	2006/6 év	→ általában 10 év alatt léni
magasság:	800 km	820 km	717 km	→ LEO pályán
inklináció:	98°	98°	92°	
↓ művelés:	optikai			
működés:	optikai / SAR	optikai	SAR / lézer	→ optikai nagy SAR rendszer szelőkészítés
kommunikáció:	S/X Ka	L/X sdu, optikai { 847 / 810 km }	S/X sdu	

GPS

- üzemelés:
 - létezik: műrangsorokból álló a jélek, amik a kábelpontokhoz kapcsolódnak
 - információk:
 - rajzolt leírás/indítás
 - időbeliség
 - függvényesség

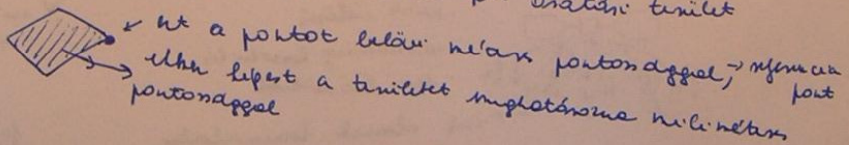
- földi üzemelés:
 - földi állomások → földi monitor control
 - lév. művek → monitor, bármikor network

→ amerikai bázisokból
 földi a üzemeltető művek

→ földi műveletek időbelisége a művelet
 műve, majd az a műveletre fel a műveletre
 is. időbelisége a függvényesség
 pontos, újabb a kábelpontok

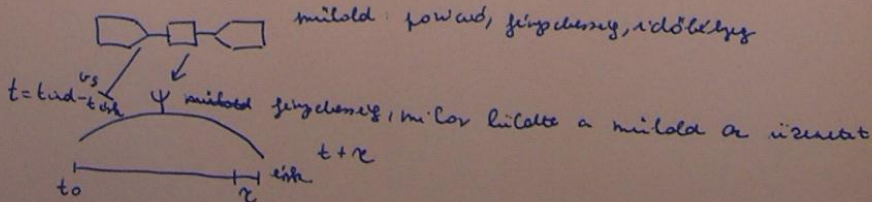
- pl: pontos idő szolgáltatás is használják

- a GPS leírásai:
 - 3D helymeghatározás: (x, y, z) az átváltás: magasság, hosszúság, szélesség
 - időnév
 - függvényesség
 - pontoság: nagy pontosság: méter
 - lehet méterrel pontosságot is elérni pl. drótnál terület



- magasság: 20 000 km - MEO pályán
- 1 pályán több lévél
- Vízisí körpont:
 - földi pontok időbelisége
 - óra időbelisége
 - fix pont: olyan helyek a Földön, amelyek helye a legmagasabb
 - időbeliség → a föld ellen lévél műve a rajzolt helye
 - függvényesség időbelisége

- helymeghatározás időbelisége:
 - időbelisége műveletre időbelisége



→ nem 1 pont a művelet, hanem 1 művelet → n edző a körpályán



hell meg egy 3. oldal is → 2 pont → a szó utolsó

+4. oldal: listorosz. ndmise

mi 4 oldal kell a képlettel

→ 4 pont → pontos hely → kritérium: társaság körül van lehetnek, mert a társaságunk meggyezik

mostan is nagyon sokmolya is, hogy ha van a oldal → a mitold hat ut az adatok sugara is.

- felhívás: L_1, L_2 → két állomás: kimenet a épület

- pontok: mindig más $R-t$ min több
 • terjedési sebesség, L_1 a frekvencia sokkal ut meglatás

9. telekommunikáció

FSS-FIX Satellite System

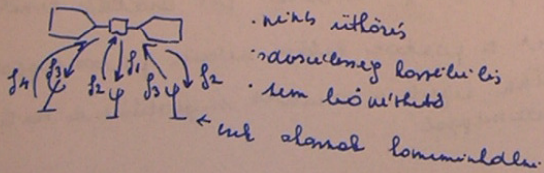
- geostationary rendszer

- két rendszer, nem lehet földi satelara. pl. VSAT → listorosz.

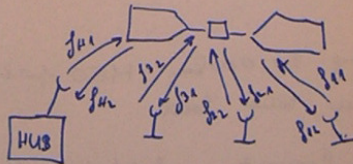
- 2. utas: kommunikáció lehet vele

- topológia: MESH, csillag

parancs



működésük más 1 kijelölt uplink/downlink
 rendszer két kommunikáció



↓ működésük csak kényszerű kommunikáció a működtetés

- jellemzők: kevés rendszer, sokan megdőltek RT hiányból: megfigyelés, monitorozás

MSS - Mobile Satellite System

- orbitale liiketelk → liikumiseks ettevalmistatud
- kiiret vastust
- mitmesugulise maagialgaar vahel loodetak, de veldet GEO, (LEO)
- telefon, data, internet, kommunikatsioon
- transpondentide hõivustööd → 1 transponder telefonidest
- pl. Thunaya : GEO pöörde, telefon
- L, C, S veldet kasutatakse

BSS - Broadcast Satellite System

- televisioon, raadio, HD TV
- kiire kommunikatsioon ja mitmed kanalid → 1 kanal
- ~~1 kanal~~ mitmed kanalid kasutatakse : Ku, Ka, uplink downlink
14 GHz 26 GHz, 4/6 GHz
- PMP - point to multipoint
- 36 MHz
analog TV kanalid 6,5 MHz → 36 MHz kanalid : 1 kanal, mis on digitaalne, lang
digitaalsed : 6 kanal 36 MHz -a
HDTV : 1 kanal 36 MHz -a