

Amatørradio via LEO satellitter

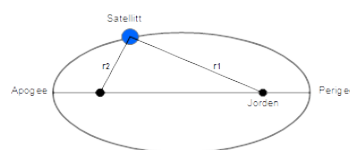
Noen Lavbane satellitter

- RS-44: Radio Sputnik 44
Satellitt med en lineær transponder.
- SO-50: Saudi Oscar 50
Satellitt med en FM repeater.
- FO-29: Fuji Oscar 29
Eldre satellitt med en lineær transponder.
- ISS: International Space Station
FM Repeater.
- AO-7 "Grand old man". Lineær transponder, men den virker bare når den er i sollys.

Lavbane satellitter

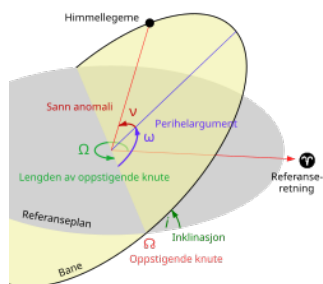
- Litt info her:
<https://www.amsat.org/>
<https://www.amsat.org/live-linear-satellites/>
<https://www.amsat.org/live-fm-satellites/>

Lavbane satellitter



- Satellittens bane rundt jorden er en ellipse med jorden i det ene brennpunktet.
- Banens Apogee er punkter i banen der satellitten er lengst unna jorden. Banens Perigee er punktet i banen nærmest jorden.
- $r1 + r2$ er konstant
- Banens eksentritet er $e = (r1 - r2) / (r1 + r2)$ En sirkelformet bane har eksentritet = 0

Lavbane Satellitter



Lavbane satellitter

- De fleste lavbane satellitter for amatørradio har en nær sirkelformet bane.
- Banen har en inklinasjon på +/- 90 grader
De går i en såkalt Polarbane
- En inklinasjon på for eksempel 100 grader betyr at satellitten, når den er nordgående, passerer litt vest for nordpolen og når den er sydgående passerer øst for nordpolen.
- Om inklinasjonen er under 90 grader er dette omvendt.
- Romstasjonen, ISS, går i en bane med lavere inklinasjon. Den ligger, når den er lengst mot nord, på 52 grader.

Lavbane satellitter

- De fleste lavbane satellitter har en omløpsti på ± 2 timer avhengig av bane høyde.
- Siden satellittens bane plan er konstant referert til et fast punkt ute i rommet vil hver satellitt passering flytte seg vestover ca. 30 grader.
- Dette gjør også at retningen på baneplanet blir det samme når jorda roterer rundt sola.

LEO, MEO og HEO satellitter

- Det som definerer om en satellitt er en LEO, en MEO eller en HEO satellitt er satellitt banens diameter.
- Low Earth Orbit: LEO satellitter har en bane som har en radius under 2000 km
- Medium Earth Orbit: MEO satellitter har en bane som har en radius mellom 2000 km og 35786 km
- High Earth Orbit: HEO satellitter har en bane som har en radius over 35786 km

LEO, MEO og HEO satellitter

- I dag går de fleste satellitter med amatør transpondere i lav jordbane. Disse dekker et område i størrelse med Europa+ når de passere på sitt høyest.
- Vi hadde for en tid tilbake en satellitt, IO-117, i MEO bane. Denne dekket hele Europa og Afrika og deler av USA og Asia. Jeg kjørte Hawaii og Hongkong på denne.
- Satellitter i HEO bane, for tiden bare QO-100, dekker fra nord for Svalbard til nord i sydpolen og fra det østlige Brasil til Kina og Sydøst Asia.
- Det fantes tidligere, en AO-10 som gikk i en meget elliptisk bane med Perigee over sydpolen og Apogee over nordpolen. Denne dekker hele den nordlige halvkule.

Geostasjonære satellitter

- Geo-stasjonær baneradius ligger på 35786 km.
- Satellitter i denne høyden har vil rotere rundt jorda en gang pr. døgn og roterer fra vest til øst i samme retning som jorden.
- Disse satellittenes bane har også en inklinasjon på 0 grader. Det betyr at baneplanet faller sammen med jordens ekvator plan og satellitten vil tilsynelatende stå stille over et punkt på ekvator.
- Om inklinasjonen ikke er nøyaktig 0 grader, vil satellitten pendle litt nord og syd for ekvator.
- Om satellitt bane ligger litt for høyt eller lavt vil satellitten drive vestover eller østover.

Kjøring via LEO satellitter

- De fleste LEO satellitter som RS-44, er utstyrt med lineære transpondere for SSB og CW. Det er også mulig å kjøre FT4 med god doppler kompensasjon på opp og ned link..
- Noen satellitter som SO-50 er rene FM repeater.
- ISS er også utstyrt med en FM repeater.
- IO-117, en MEO satellitt, som dessverre døde i fjor, hadde en pakkeradio repeater.

Kjøring via LEO satellitter

- <https://www.amsat.org/live-fm-satellites/>
<https://www.amsat.org/live-fm-satellites/>
<https://www.amsat.org/live-digipeater-satellites/>
- Mange LEO satellitter har opplink på 2m og nedlink på 70cm mens andre har opplink på 70cm og nedlink på 2m.
- For eksempel RS-44, er utstyrt med en inverterende linær transponder:
Opplink USB: 145.995 MHz – 145.935 MHz
Nedlink USB: 435.610 MHz – 435.670 MHz
CW Beacon 435.605 MHz. Sender RS44 på CW hvert 10 sek.

Kjøring via satellitter

- Dopplerskift og doppler kompensasjon
 - Målet med dopplerskift kompensasjon, når vi sender opp til satellitten, er at frekvensen satellitten mottar fra oss er konstant.
 - Dette betyr at ut frekvensen fra satellitten også er konstant og det er opptil mottageren å kompensere for dopplerskift på nedlinken.
 - Størrelsen på dopplerskiftet er avhengig av satellittens hastighet i banen og hvor den er relativt til oss.

Kjøring via satellitter

- Dopplerskift på opplink.
 - Doppler skiftet vil variere fra en positiv verdi ved AOS via null dopplerskift til en tilsvarende negativ verdi ved LOS
 - I det RS-44 kommer opp over horisonten og beveger seg mot oss (AOS) og opplink frekvensen inn på satellitten skal være 146.972MHz vil dopplerskiftet være ca +2.8kHz og vi må sende på 146,9692 MHz
 - Rett før satellitten passere ned under horisonten (LOS) og satellitten beveger seg bort fra oss, vil dopplerskiftet være -2.8 KHz og vi sende med 146,9748 MHz
 - I det satellitten passerer nærmest oss vil det ikke være noe dopplerskift og vi må sende med 146.972MHz

Kjøring via satellitter

- Dopplerskift på nedlink.
 - I forrige eksempel, når vår doppler kompenserte frekvens inn på satellitten er 146.972MHz, sender satellitten med konstant frekvens på 435.635MHz.
 - Doppler skiftet på 70cm er omtrent 3 ganger det på 2m.
 - Med et dopplerskift på 8,24kHz (2.8kHz på 2m) vil frekvensen vi mottar når satellitten kommer mot oss være 435,63824MHz og når satellitten går vekk fra oss være 435,62176MHz.
 - Dopplerskift på opp og nedlink går i motsatt retning.

Kjøring via satellitter

- Enkelt utstyr:
 - Radio som kan kjøre split på 2m og 70cm og hvor man kan lytte på ett bånd samtidig som man sender på det andre. Eventuelt to radioer.
 - Lite kombi yagi antenne for 2m og 70cm.
 - Data program som kan fortelle elevasjon og azimuth til satellitten fra din posisjon.
 - Enkelte logg programmer som for eksempel Hamradio-Delux har innebygget satellitt trackere.
 - Det finnes også nettsteder som viser denne informasjonen

Kjøring via satellitter

- Mer avansert utstyr:
 - Radio med CAT kontroll som kan sende på 2m/70cm og samtidig motta på 70cm/2m (IC-9700)
 - Satellitt sporings program (SatPC32) som via USB kan styre radioens mode og frekvens og som kan styre en antenne rotor kontroller.
 - Azimuth/Elevasjon antenne rotor. (SPID RAS)
 - Yagi antenner for 2m og 70cm Helst med sirkulær polarisasjon.

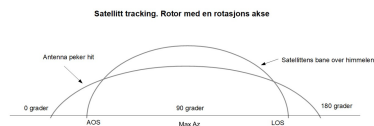
Kjøring via satellitter

- Forenklet antenne rotor
 - Min portable antenne rotor har bare en rotasjons akse og kan rotere +/- 90 grader fra er null punkt.
 - Rotoren er montert på et foto stativ.
 - Med rotoren i satt til senter posisjonen kan jeg vippe den manuelt om en akse vinkelrett denne retningen slik at antennen peke litt under maks elevasjon.
 - Mens rotoren står i senter posisjon, dreier jeg hodet på kamera stativet til antennen peker i retning av satellittens retning ved maks elevasjon..

Kjøring via satellitter

- Mitt satellitt sporings program gir meg azimuth for når satellitten står høyest på himmelen og maks elevasjon for satellitten.
- Om satellitten har en maks elevasjon i azimuth 210 grader med en elevasjon på 40 grader programmerer jeg disse data inn i min rotor kontroller.
- Rotor kontrolleren mottar disse data og beregner hvilken dreievinkelen til antenna.
- To algoritmer.
 - Om maks elevasjon er over 50 grader brukes elevasjonsdata til å beregne dreievinkelen.
 - Om maks elevasjon er under 50 grader brukes azimuth data til å beregne dreievinkelen.

Kjøring via satellitter



Kjøring via satellitter

- På RS-44 kan man kjøre SSB, CW eller FT4.
 - Satellitten dekker et opplink frekvens område på
Uplink: 145.935 MHz – 145.995 MHz LSB/CW (NO FM!)
 - Downlink: 435.610 MHz – 435.670 MHz USB/CW
 - Beacon: 435.605 MHz CW (Sends "RS44" every 10 seconds.)
 - En kan kjøre ft4 i et opplink område 145.991 – 145,993 MHz Nedlink 435,613 – 435.610MHz
 - Ft4 er avhengig av god doppler kompensasjon.

Kjøring via satellitter

- Demonstrasjon:
 - På møte dagen er det to RS-44 pass vi kan forsøke å nå.
 - Pass 1. AOS kl. 19:12Nt 324 grader og LOS kl 19:29Nt 74 grader
Max elevasjon er 13 grader i retning 23 grader
 - Pass 2 AOS Kl. 21:07Nt 340 grader og LOS 21:27 120 grader
Max elevasjon er 30 grader i retning 45 grader
 - Utstyr er mitt portable LEO satellitt utstyr