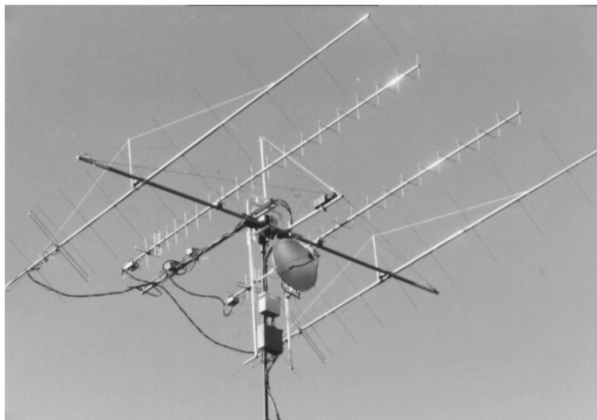




# Radio Amateur satellieten



Een inleiding

Door ON4API

U.B.A. sectie Midden West-Vlaanderen



# Agenda



- Geschiedenis
- Enkele termen
- Opbouw – Satelliet types
- satellieten en hun baan
- Bandplan – Doppler
- Grondstation : welke antennes , transceivers, software ,..
- Huidige satellieten
- Toekomstige satellieten : Es' Hail : de eerste geostationaire radioamateur satelliet
- Video demo
- Operating practice

# Geschiedenis : Wat is een OSCAR ?



- Een OSCAR is een **O**rbiting **S**atellite **C**arring **A**mateur **R**adio
- Afgekort AO ( Amsat Oscar)
- Is NIET commercieel
- Origineel gebouwd door radioamateurs , leden van project OSCAR , in garages in Silicon Valley
- Nu gebouwd door leden van AMSAT , in samenwerking met universiteiten ( Surrey,..)
- Origineel een Bleep sat , maar nu met repeaters en transponders
- OSCAR 1 werd gelanceerd in 1961



Chuck Towns K6LFH in zijn garage met OSCAR-II



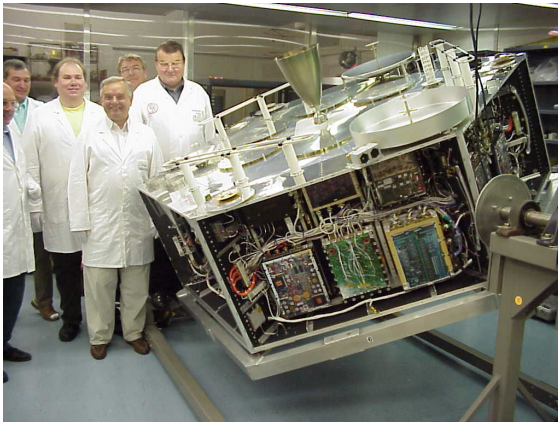
First amateur-satellite station  
OSCAR 1, 1961



# Geschiedenis 1961-2017

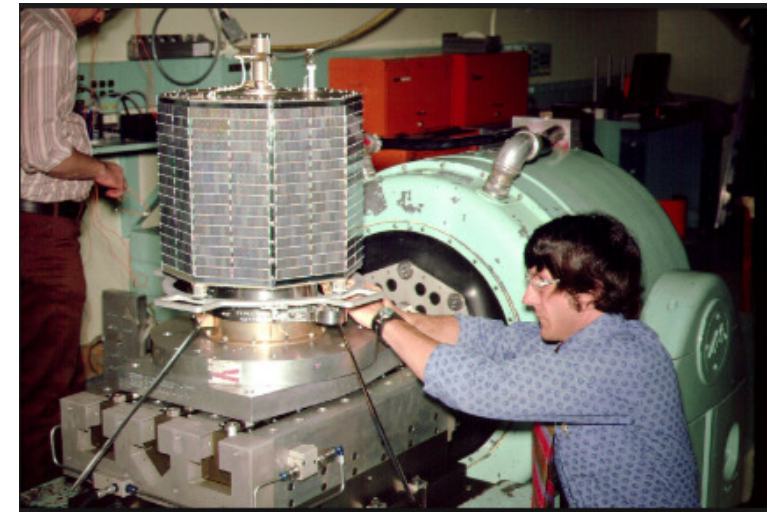


AO-40 2000



AO-1 1961

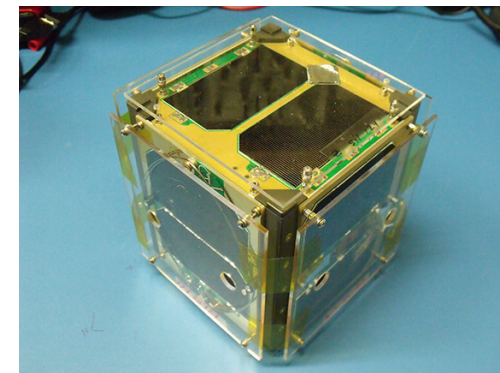
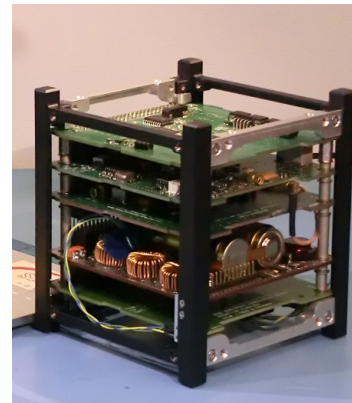
AO-7 1974



Ukube-1 2014



AO-73 2013



AO-85 2015



# Enkele termen



- **Orbit** → Een baan die de satelliet beschrijft rond de aarde
- **Doppler** → Een verschuiving in frequentie tgv de satelliet beweging
- **LEO** → Een satelliet in een lage baan ( 400-2000Km)
- **HEO** → Een satelliet in een Hoge baan ( >2000 Km )
- **GEO** → Een satelliet in een Geostationaire baan ( 35.680 Km)
- **Uplink** → De frequentie om te zenden NAAR de satelliet
- **Downlink** → De frequentie waar de satelliet wordt ontvangen
- **Footprint** → Een circulair bereik waarbinnen de satelliet zichtbaar is. Bepaalt het bereik van de satelliet.
- **Apogeum** → Hier is de satelliet op zijn HOOGSTE punt
- **Perigeum** → Hier is de satelliet op zijn LAAGSTE punt
- **Inclinatie** → De hoek dat de satelliet maakt t.o.v. de evenaar





# Enkele termen



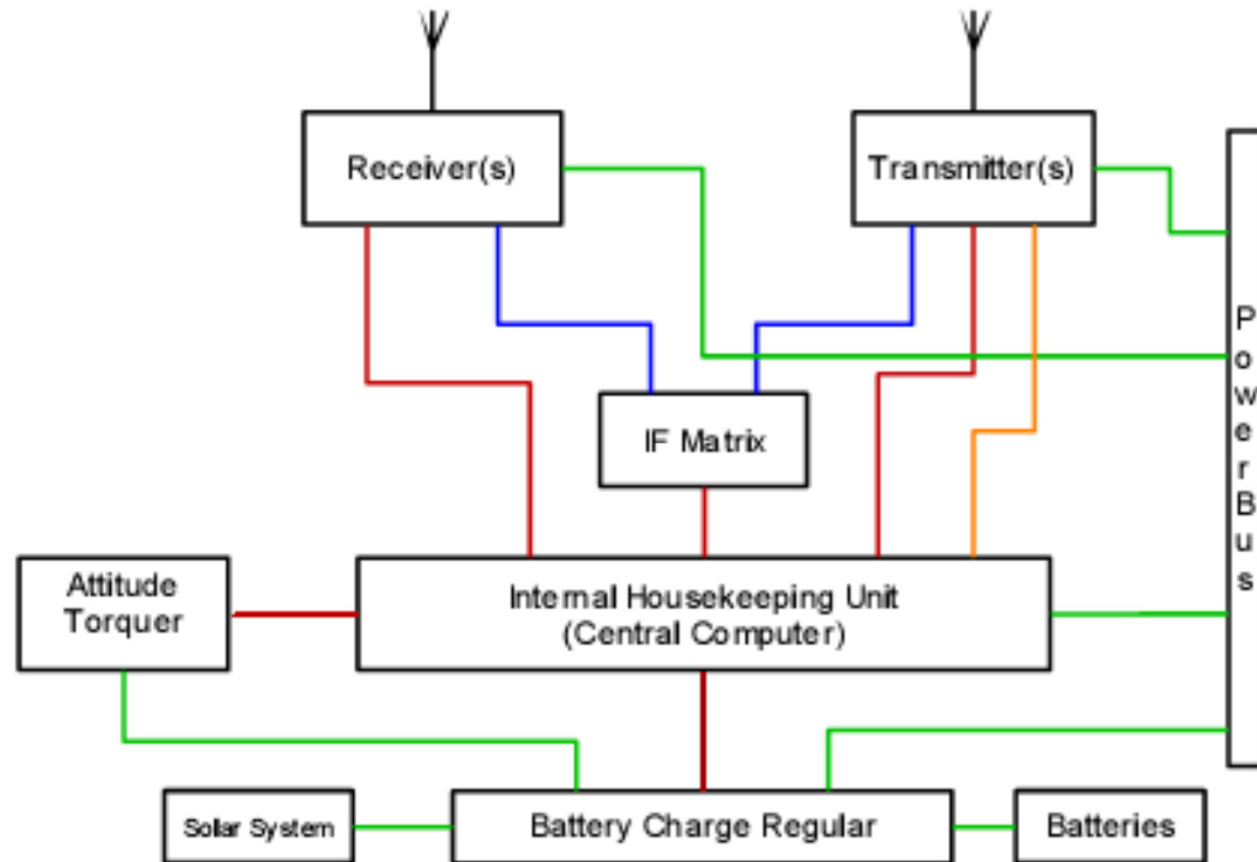
- **AOS** --> Acquisition of signal : tijd wanneer de satelliet signalen hoorbaar worden ( boven de horizon)
- **TCA** --> Time of closest approach: tijd dat de satelliet het dichtst is t.o.v. het grondstation ( punt met de laagste demping en hoogste elevatie)
- **LOS** --> Loss of Signal ; Tijd wanneer de satelliet signalen verdwijnen ( onder de horizon)
- **Azimut** --> Horizontale hoek dat de antenne heeft t.o.v. het noorden (  $0^\circ$  tot  $360^\circ$ )
- **Elevatie** --> Verticale hoek dat de antenne heeft t.o.v. de horizon (  $0^\circ$  tot  $90^\circ$ )



# Hoe is een satelliet opgebouwd ?



- Introductie

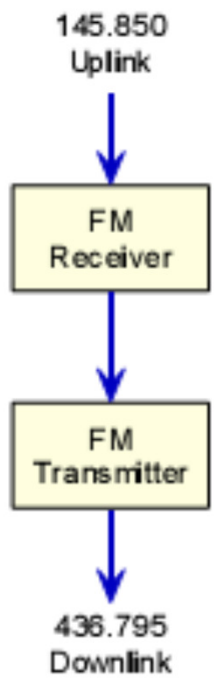




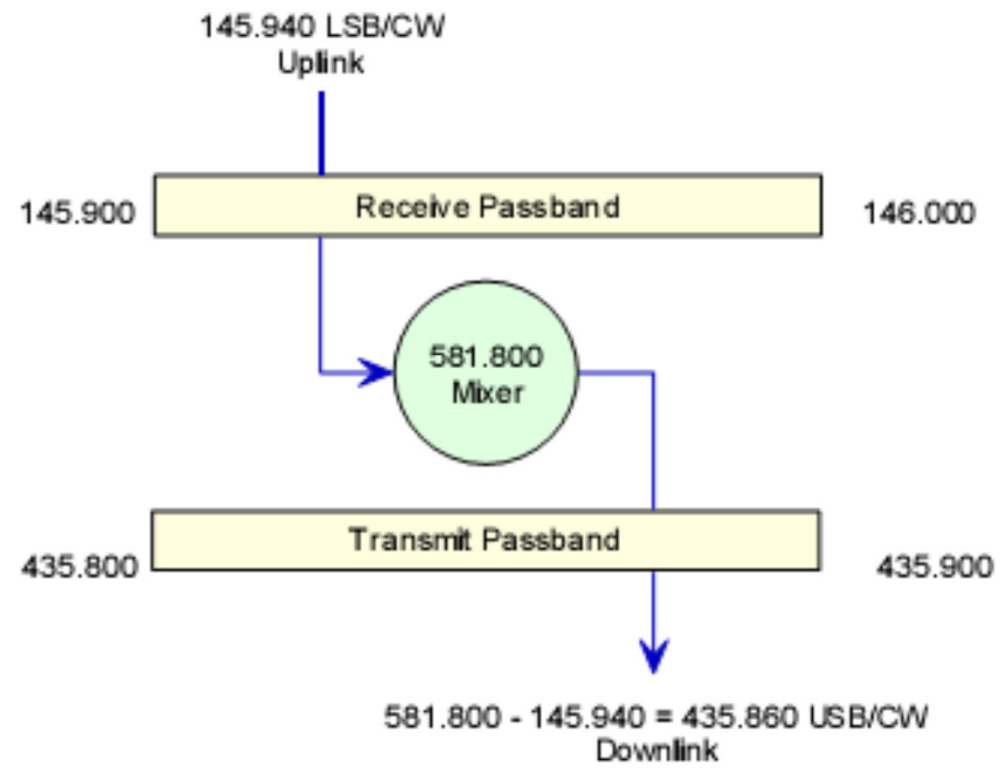
# FM repeater of Lineaire repeater



1 kanaals NFM Repeater



100 KHz brede Lineaire Transponder







# FM satellieten , bv SO 50



- 

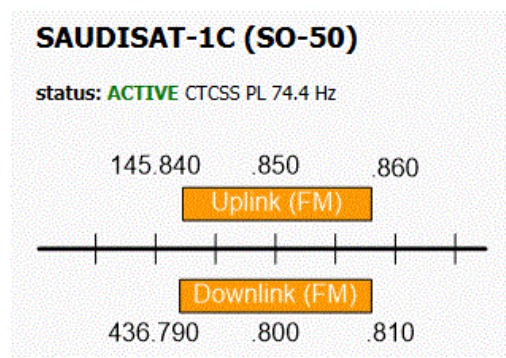
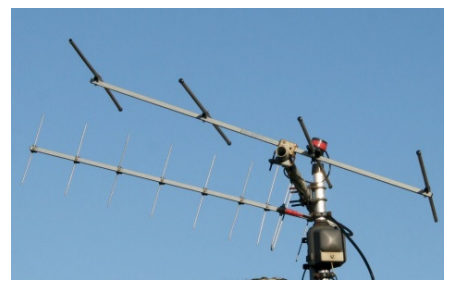


CTCSS toon : activatie (10min)=74,4 Hz  
 CTCSS van 67Hz tijdens QSO

**Uplink**  
 145.850 Mhz FM



**Downlink**  
 436.800 Mhz FM



Frequentie +/- Doppler



# FM satellieten , bv AO 85



- 



CTCSS toon : activatie : 67 hz voor 2 min

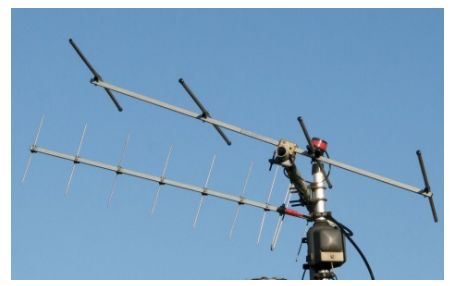
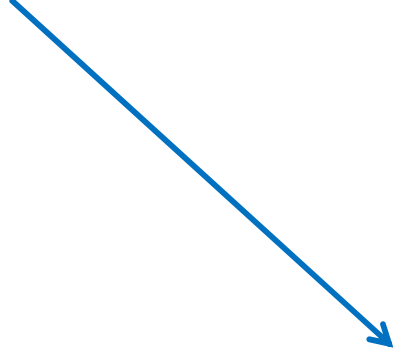
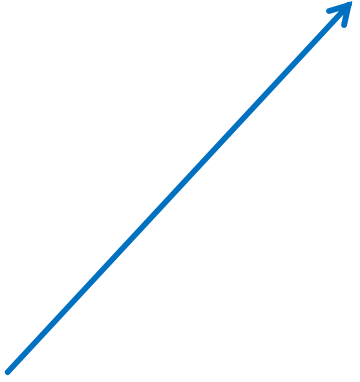
800mW

## Uplink

435,172 Mhz

## Downlink

145,980 Mhz FM



Frequentie +/- Doppler



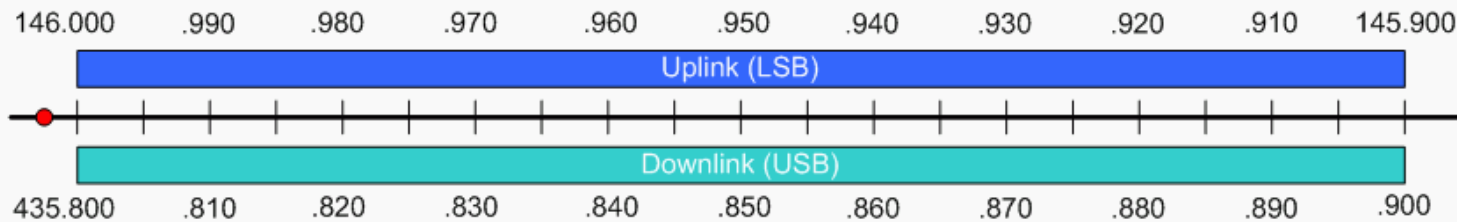
# Lineaire transponder CW/SSB/Digi



- Converteert 20khz – 100Khz transponder van 2M naar 70cm
- Meerdere QSO's gelijktijdig
- Narrow band modes : CW , SSB
- Inverterende transponder . USB in downlink , LSB in Uplink
- Doppler shift bij 7,5 Km/sec . Doppler +/- 9 Khz op 70cm +/- 3Khz op 2m

## FUJI OSCAR 29 (FO-29)

status: **ACTIVE**

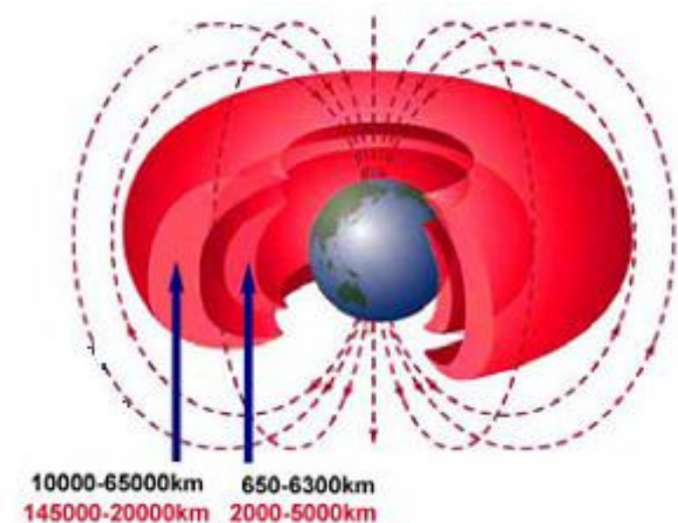




# De Van-Allen Gordels

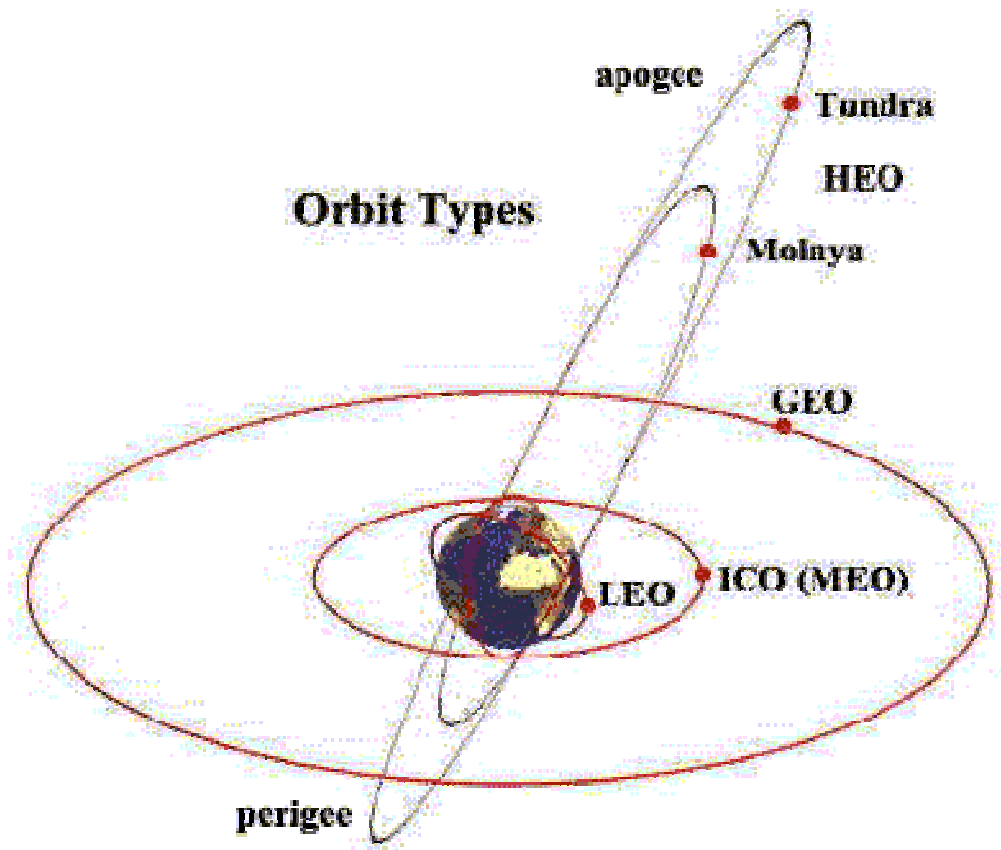
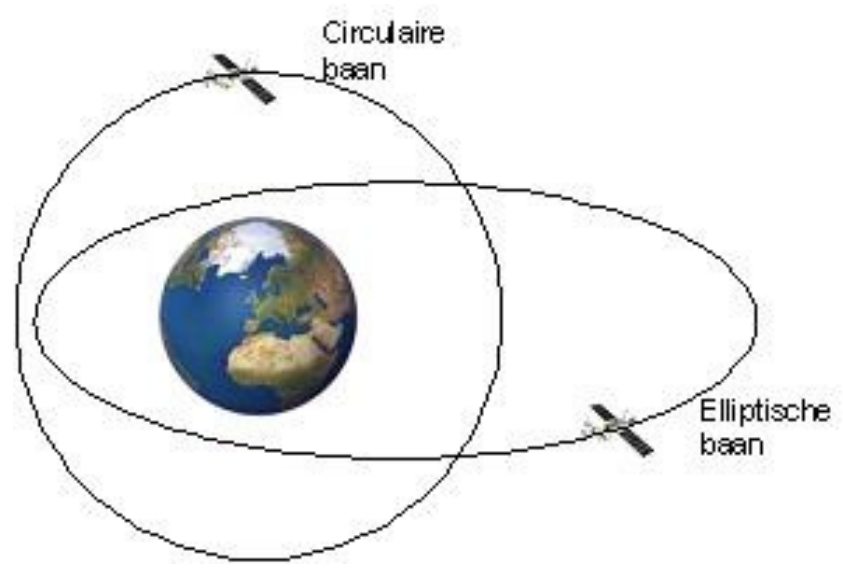


- De Van – Allen gordels zijn 2 gordels van geladen deeltjes rond de aarde.
  - 2000-5000 Km
  - 14500-20000 Km
- De straling is geconcentreerd en het dichtst bij de aarde ter hoogte van de polen
- Satellieten die in de gordel komen kunnen beschadigd worden.
- Satellietbanen zijn ontworpen om zo weinig tijd als mogelijk in de gordel te vertoeven of om ze te vermijden.
- De sterkte van de straling kan variëren t.g.v. magnetische stormen of explosies





# Verschillende satelliet banen

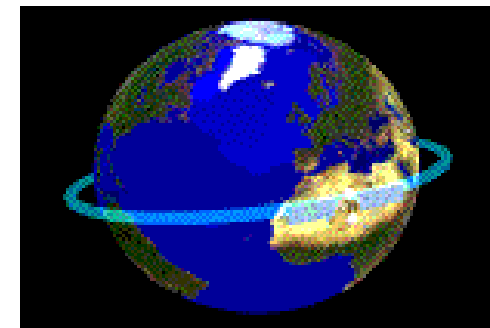
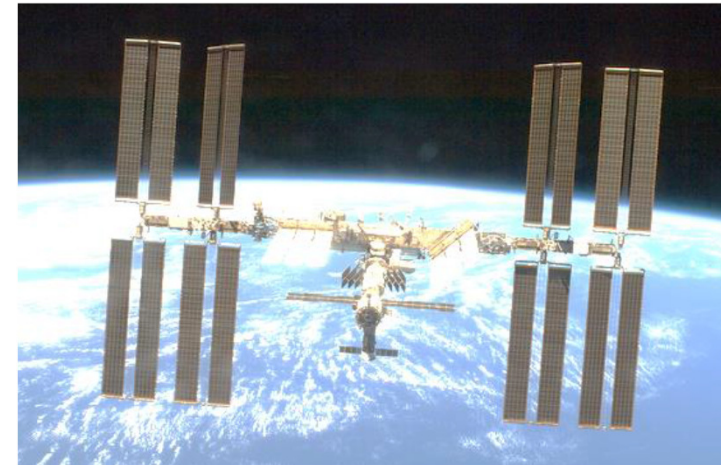




# Verschillende satelliet banen -LEO



- LEO's zijn satellieten met een orbit van 200 → 2000Km
  - ( onder de Van Allen gordel)
- Doorgangstijden van 5 tot 20 min
- Komt ongeveer om het 1,5 uur over
- Lineaire transponder of FM repeater
- Vooral 2M/70cm
- + :
  - Vrij eenvoudig te ontvangen
  - Kleinere satellieten dus goedkoper
  - Weinig vertraging van de radiosignalen
- - :
  - Kleine footprint
  - Hoge snelheid
  - Vooral Data ( aardobservatie )

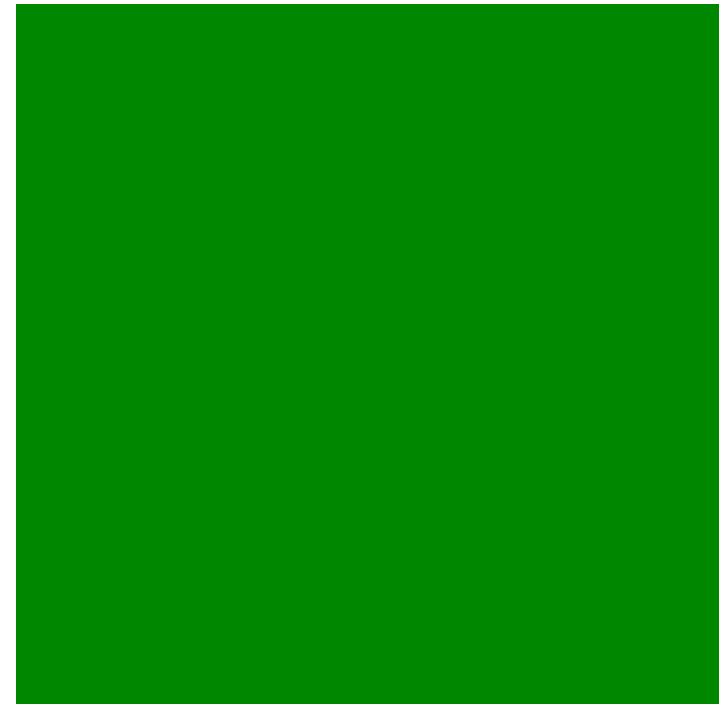




# Verschillende satelliet banen -LEO



- Polaire baan :
  - Staat bijna haaks op de evenaar
  - Kan elke plek van de aarde observeren
  - Halve baan = zonlicht
- Polaire zon-synchrone baan:
- Polair niet – zon-synchrone baan
  - geïnclineerde , niet-polaire baan

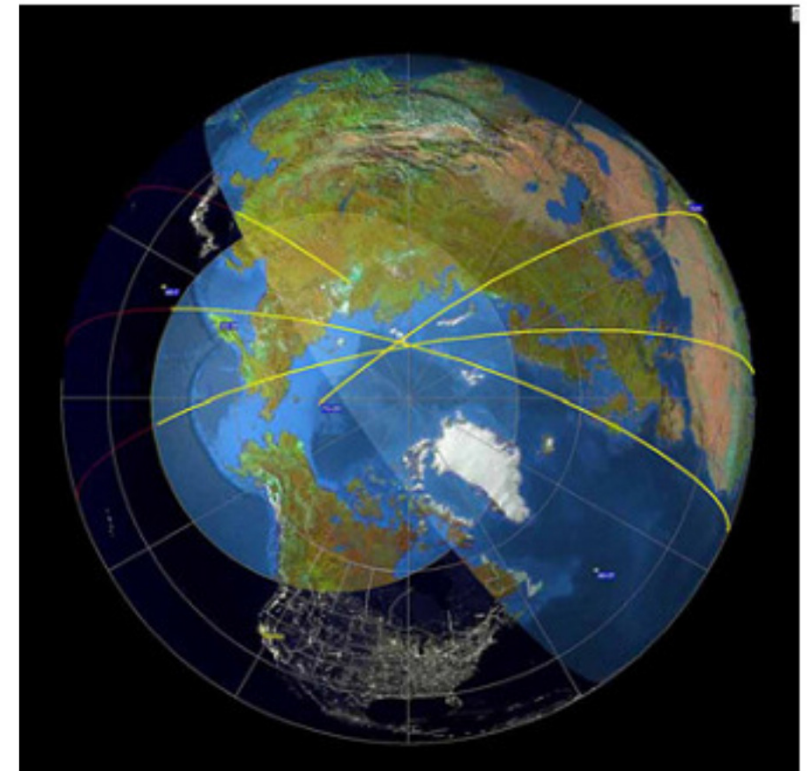
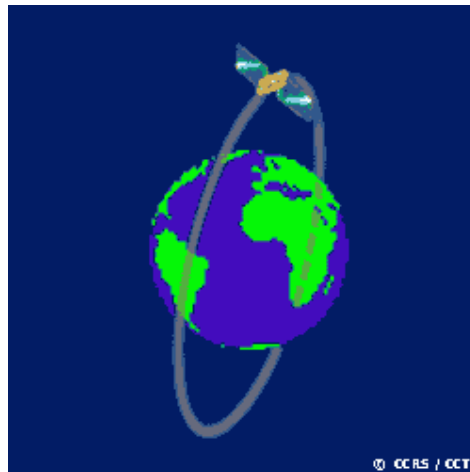




# Verschillende satelliet banen -LEO



- Polaire zon-synchrone baan:
  - De satelliet vliegt steeds op hetzelfde uur over dezelfde plaats
  - Passeert in daglicht of eclipse
  - Bv. FO-29 , AO-73 ,





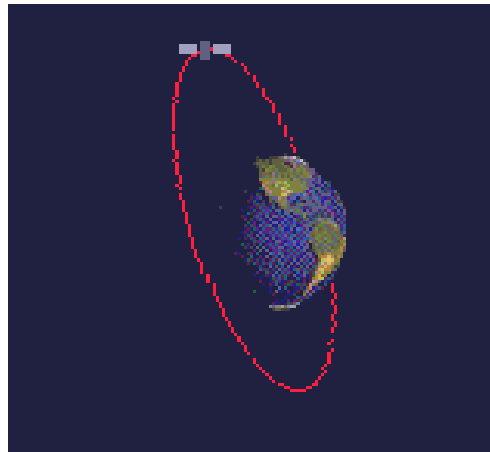


# Verschillende satelliet banen -LEO



- Polaire zon-synchrone baan: ochtend / avondschemering baan
- Speciale zon-synchrone baan waar de satelliet zich bijna altijd in het zonlicht bevindt

- Bv. AO7

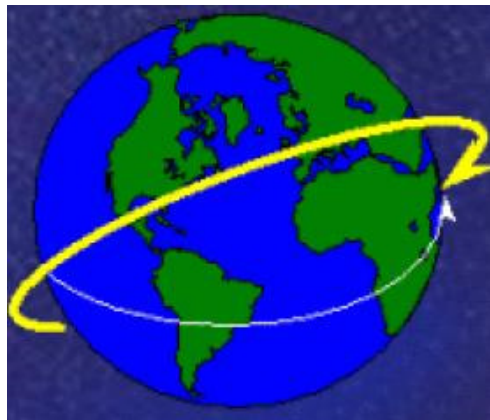




# Verschillende satelliet banen -LEO



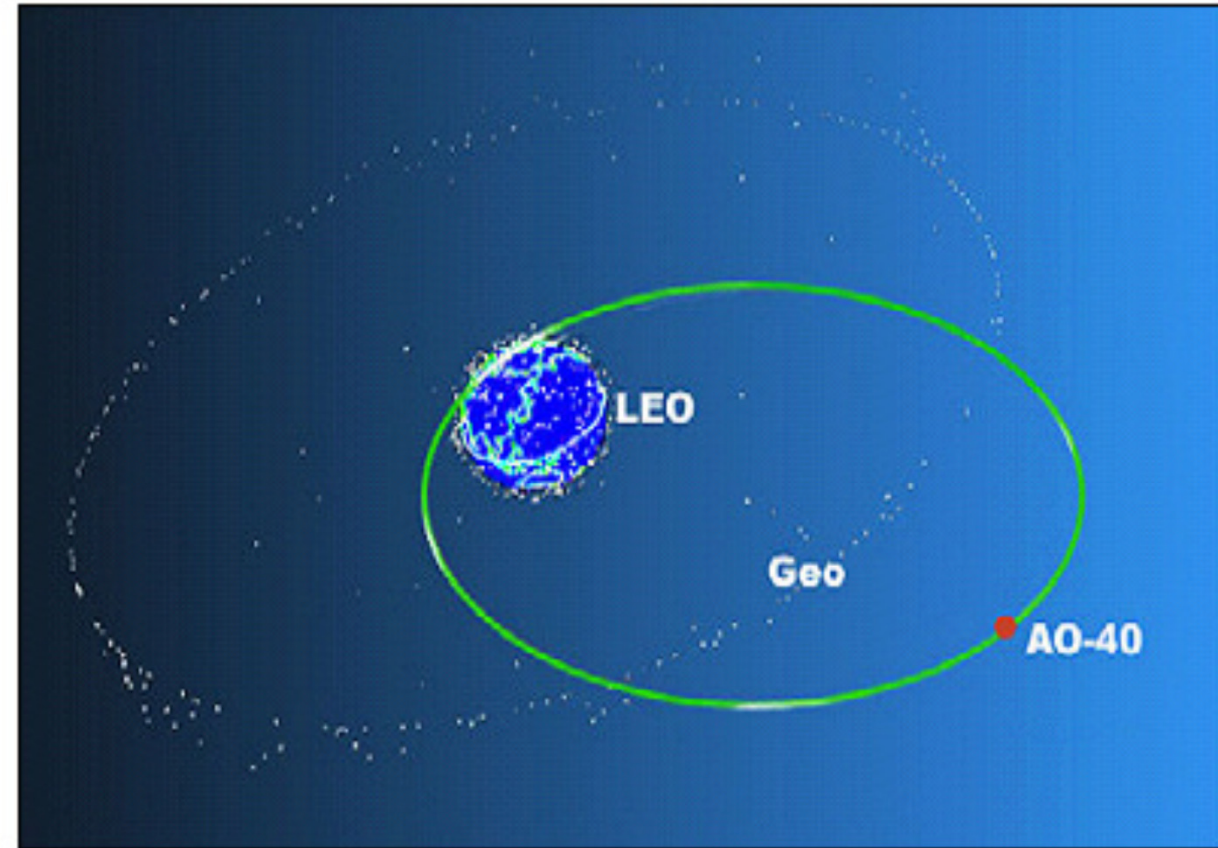
- Polaire niet-zon-synchrone baan:
  - De satelliet vliegt wel over de polen maar synchroniseert daarbij niet met de lokale zonnetijd bij het passeren van dezelfde breedtegraden
- Geïnclineerde niet-polaire baan
  - LEO's kunnen ook in een geïnclineerde niet-polaire baan geplaatst worden
  - Inclinatie  $< 70^\circ$  , gelijk in Noordelijk en zuiderlijk halfrond
  - De satelliet vliegt niet steeds over de polen
  - niet zon-synchroon
  - Vb. ISS ( hoogte :350 Km , inclinatie  $51,6^\circ$  ) , SO-50



# Verschillende satelliet banen - HEO

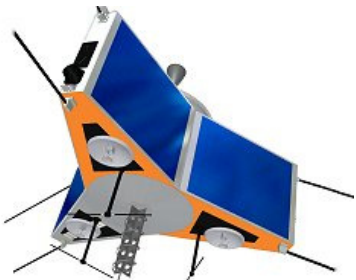


- Hoog elliptische baan
- Perigeum :4008
- Apogeum :47714 Km
- Doorgangen van 12 tot 18uur
- Alleen lineaire transponders
  - CW/SSB/Digi
- AO40 momenteel defect door een kortgesloten batterij
- P3E is nooit gelanceerd



LEO – 90-120 minuten per orbit tov AO-40: 19.6 uren per orbit

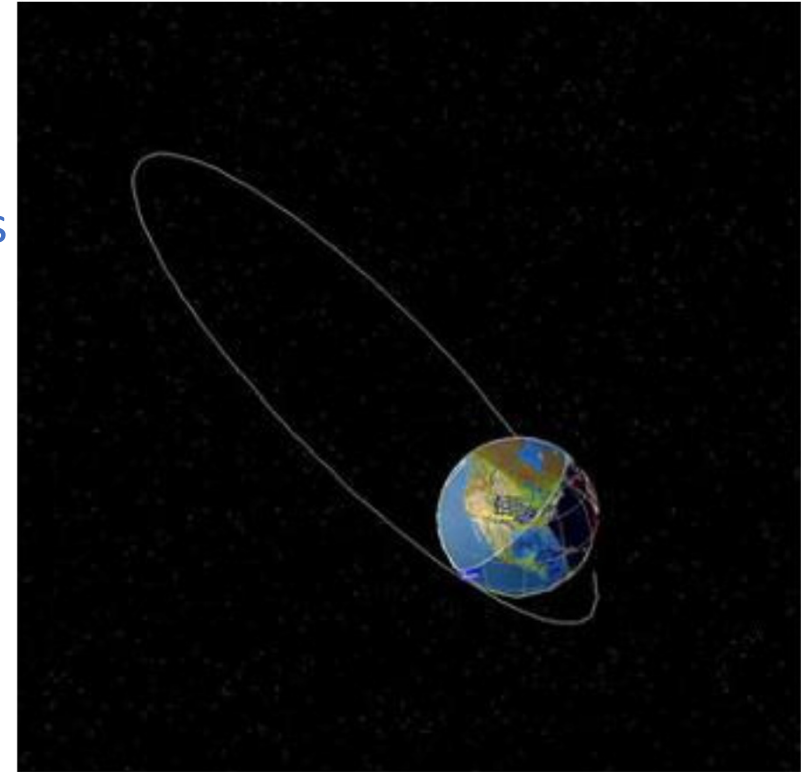
Graphic courtesy of MacDoppler Pro



# Verschillende satelliet banen - HEO



- Verschillende HEO banen : Molniya en Tundra Banen :
- Hoge elliptische baan met een apogeum geïnclineerd tov de locatie
- Spendeert de meeste tijd in de zon , soms in eclipse
- Niet geschikt voor bemande ruimtevaart omdat de Van allen Gordel gepasseerd wordt.
- Niet alle delen van de planeet hebben gelijke access
- Bv. AO-40 ,P3E

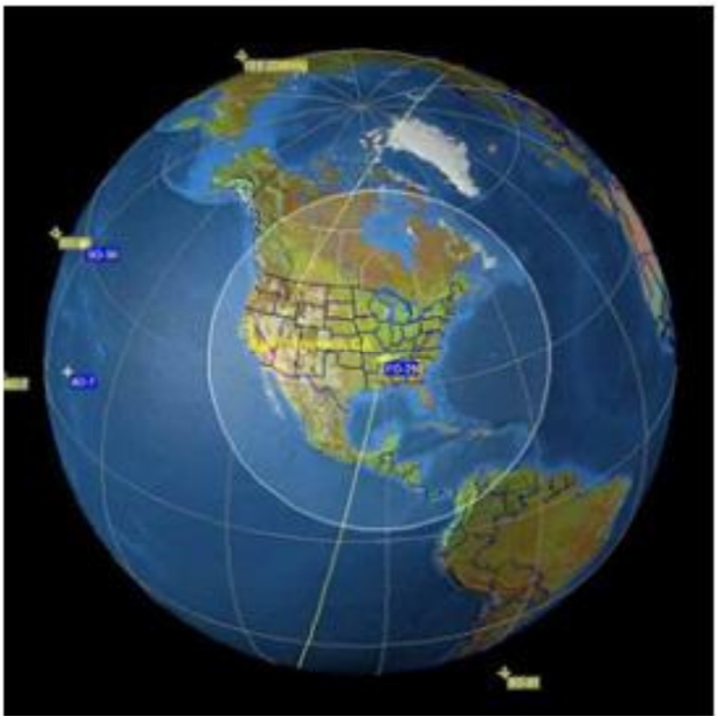




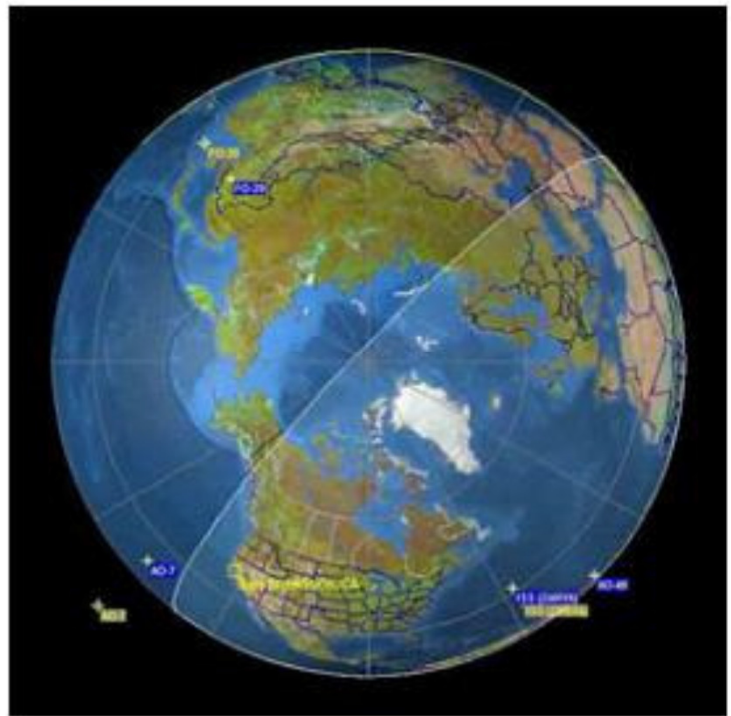
# Satelliet bereik



FO-29 bereik - Continentaal



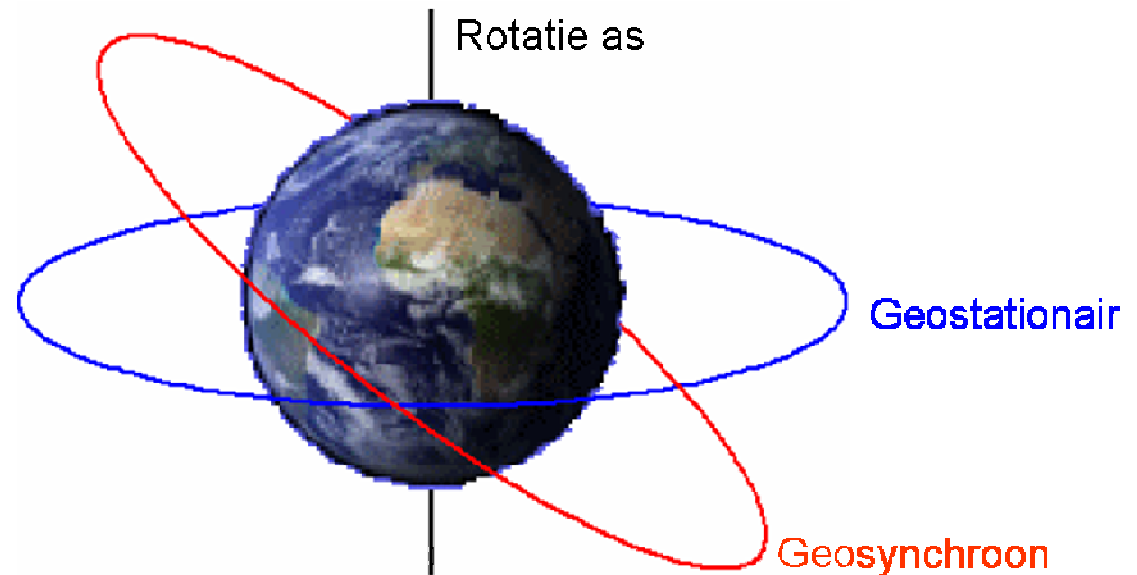
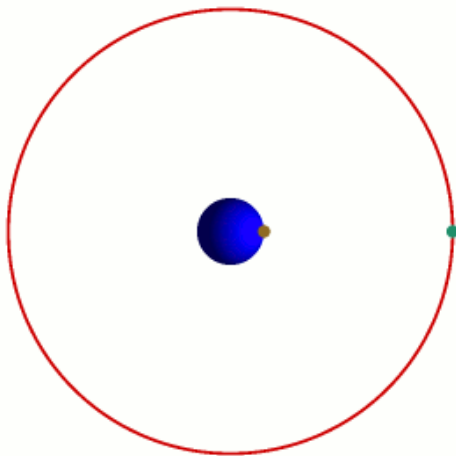
AO-40 bereik - Hemispherical



# Verschillende satelliet banen – GEO



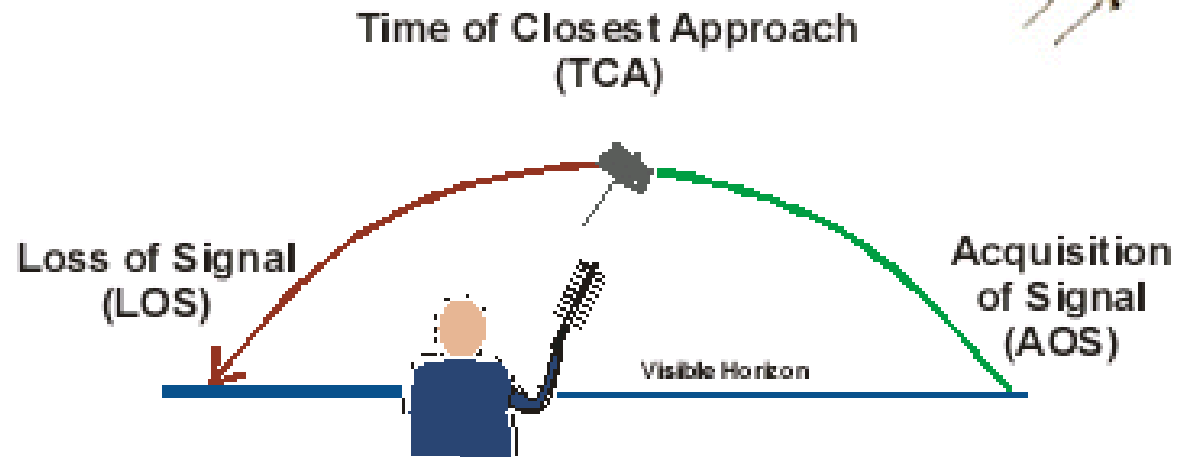
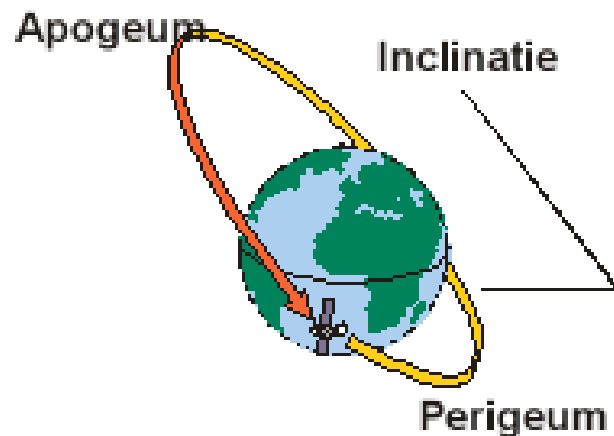
- Omlooptijd dezelfde als van de aarde = 24h
- Hoogte 35.768 Km
- Als de satellietbaan een inclinatie t.o.v. de evenaar ( equatorieel vlak) heeft dan spreekt met van een geosynchrone satelliet.





# Satellieten volgen vanaf de grond

- Satellieten beschrijven een boog , bepaald door de hoogte, eccentriciteit en inclinatie.
- De inclinatie( elevatie) varieert van  $0^{\circ}$  tot  $90^{\circ}$
- De tijd dat een satelliet ' zichtbaar' is t.o.v. een station wordt een ' pass' of doorgang genoemd. Tijdens de PASS bevindt het grondstation zich in de footprint van de satelliet.
- **De hoogte van de satelliet bepaalt de lengte van de doorgang en het bereik.**





# Satelliet band plan



- 10m : 29,300 Mhz → 29,510 Mhz
- 2M : 145.800 Mhz → 146 Mhz = V - band
- 70 cm : 435 Mhz → 438 Mhz =U - band
- 23 cm : 1260 Mhz → 1270 Mhz =L - band
- 13 cm : 2400 Mhz → 2450 Mhz =S – band
- 9 cm : 3402 Mhz → 3410 Mhz = C –band
- 6 cm : 5650 Mhz → 5670 Mhz
- 3 cm : 10.450 Mhz → 10.500 Mhz =X –band
- 1,5 cm : 24048 Mhz → 24048,8 Mhz =K-band  
24049 Mhz → 24050 Mhz

**WARNING**

**Binnen deze banden GEEN  
simplex verkeer!**

[IARU Band plan](https://www.iaru-r1.org/index.php/spectrum-and-band-plans)

<https://www.iaru-r1.org/index.php/spectrum-and-band-plans>

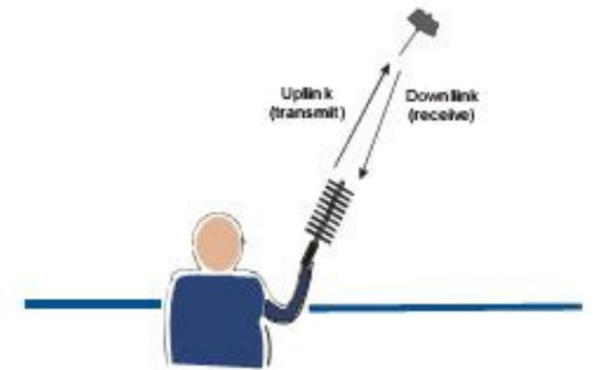




# Satelliet modes



- Uplink / downlink wordt aangeduid door 2 letters :
  - Mode VU : 2M / 70 cm
  - Mode LS : 23cm / 13 cm
  
  - Eerste letter = uplink
  - Tweede letter = downlink
- Vroeger (voor AO40 ):
  - Mode A : 2m/10m
  - Mode B : 70cm/ 2m
  - Mode J ; 2m /70cm
  - Mode K ;15m/10m
  - Mode S : 70cm/13cm
  - Mode T ; 15m/ 2m



Satellieten hebben geen fysieke plaats om zend- en ontvangstantennes van elkaar te scheiden over grote afstand zoals aardse repeaters.

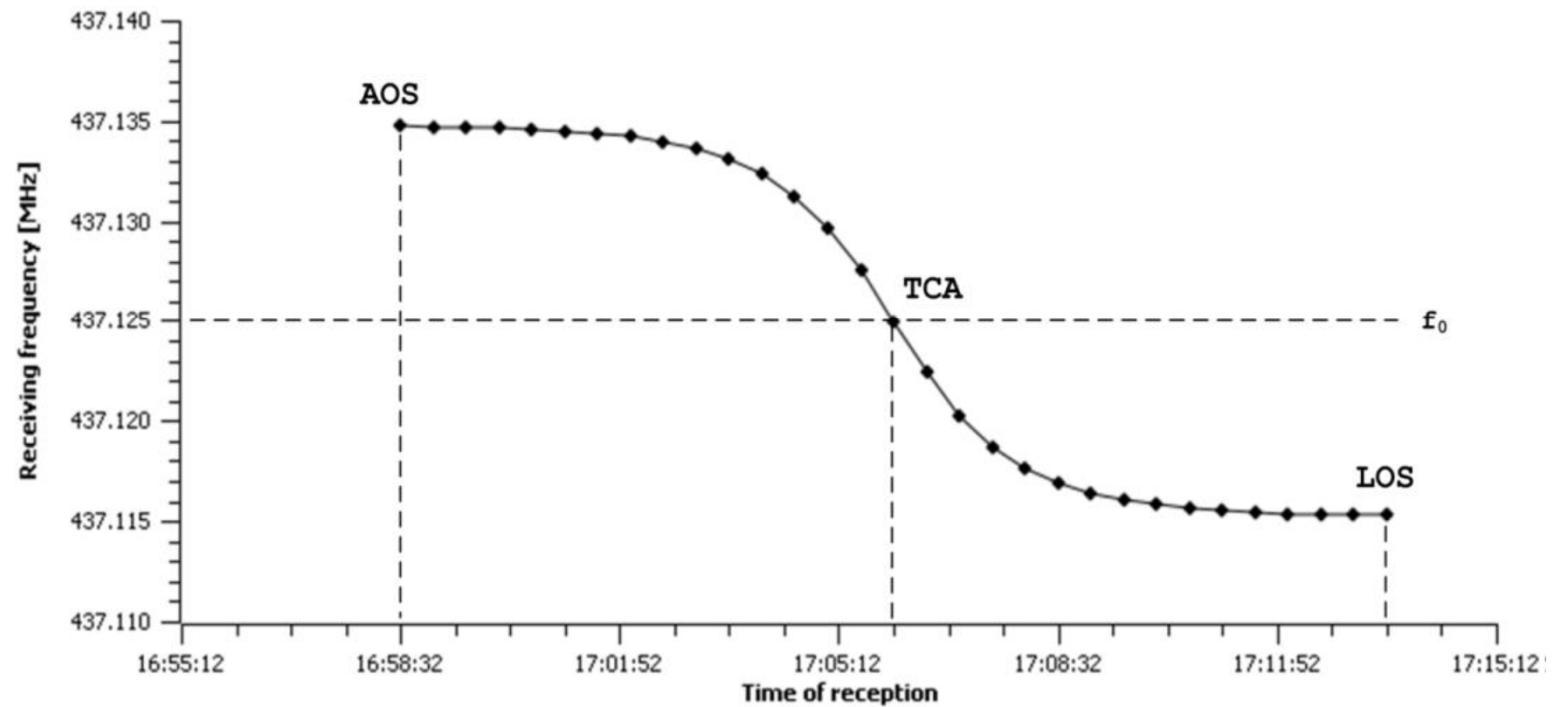
Satelliet repeaters zijn dus altijd **Cross band repeaters ( Transponders)**



# Doppler Effect



- Grootst bij AOS en LOS
- Nul bij TCA
- Verandering van frequentie grootst bij TCA

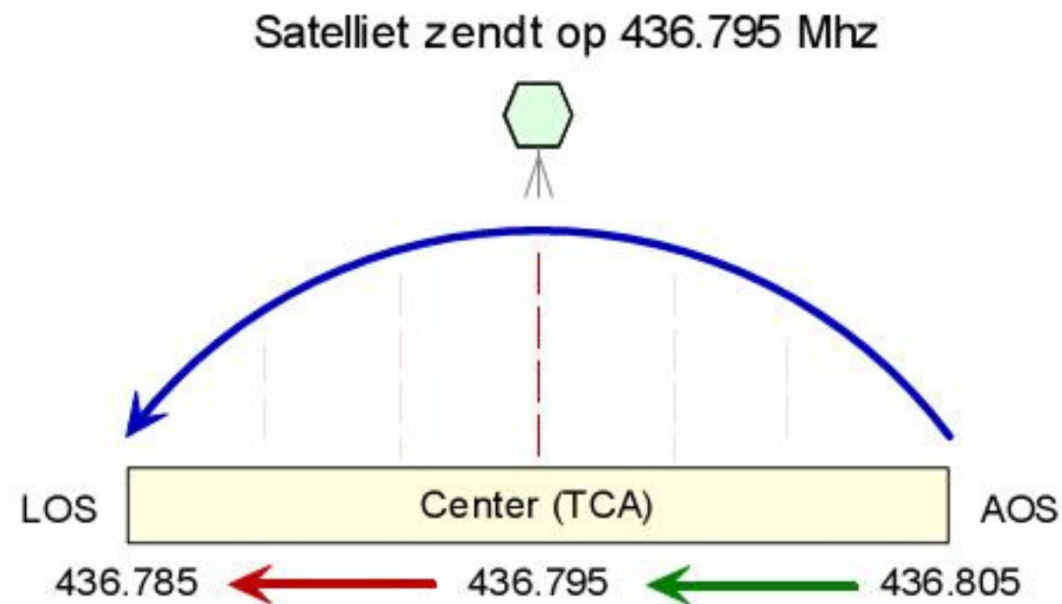




# Doppler Effect - Ontvangst

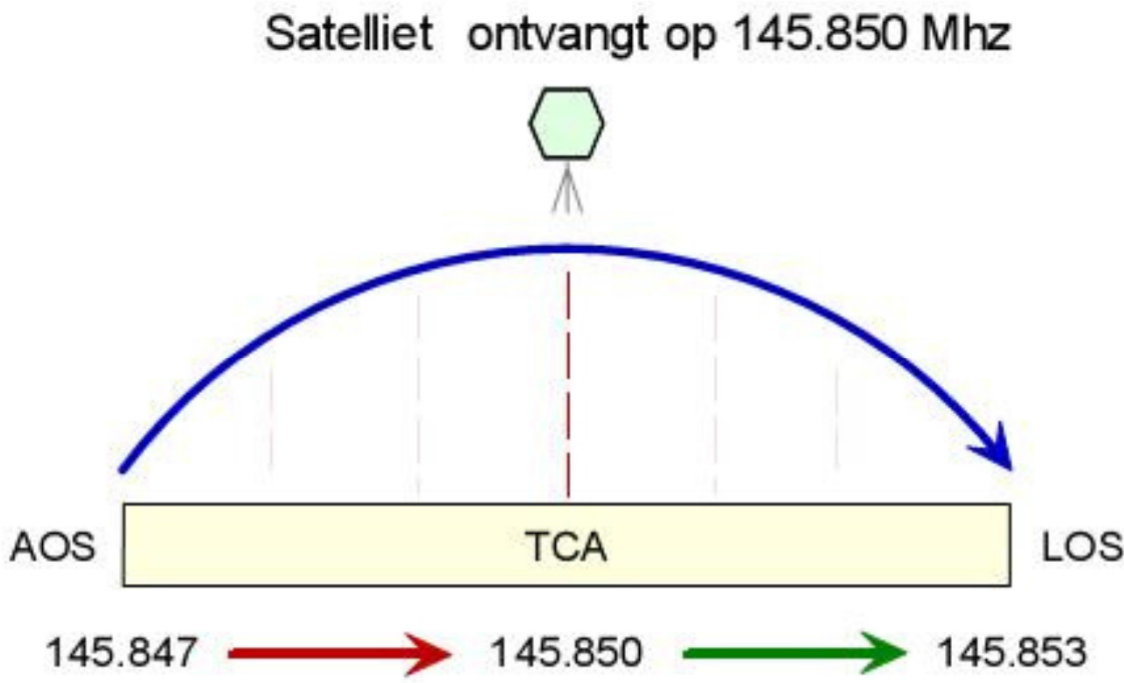


- Bij het opkomen van de satelliet luister je iets BOVEN de centerfrequentie.
- De frequentie daalt tijdens de doorgang.





# Doppler Effect - Zenden

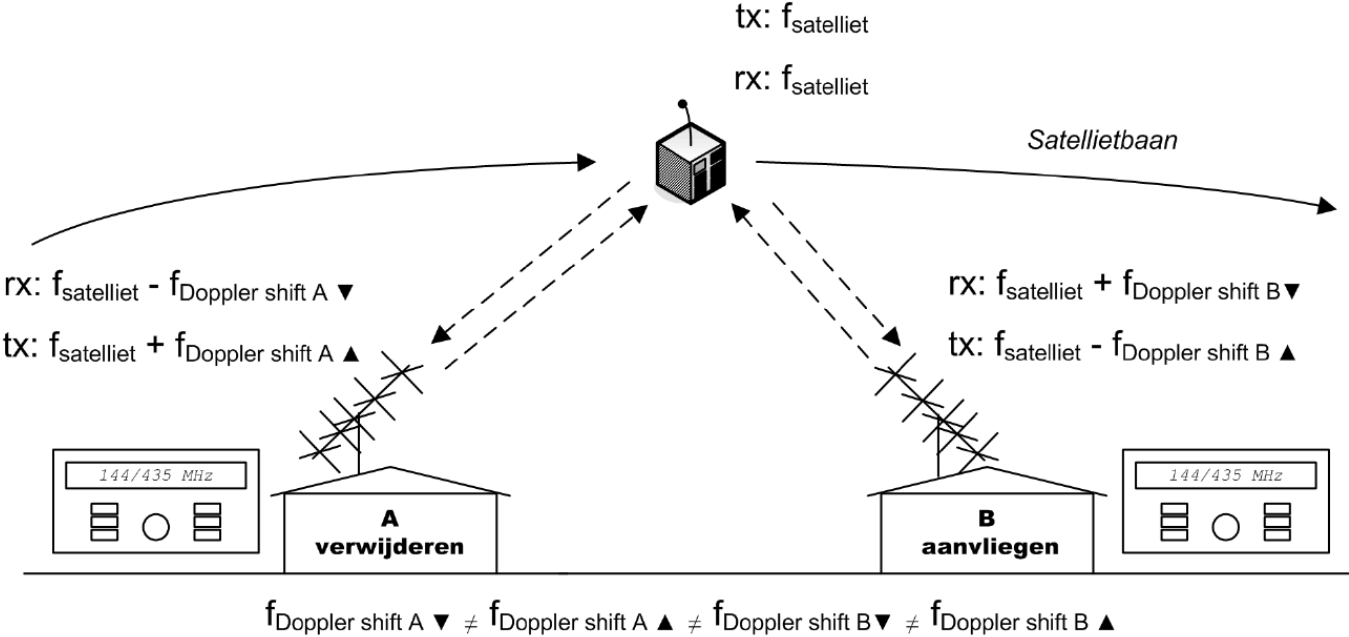




# Doppler Effect



## Doppler Effect: Full duplex voorbeeld





# Grondstation





# Minimum vereisten



- 2M/70cm portabel, dual band ( 5W)
- Best Full duplex ( THD7,..)
- Dual band Arrow type antenne
- Smartphone met tracking software
- ..... GEDULD !





# Welke transceiver?



- Full-duplex transceiver:

- Icom 9100 / 910
  - 2m:100W , 70cm ; 75W
  - Optioneel 23cm
- Yaesu FT 847 R
  - 2m : 50W , 70cm : 50 W
  - Stuurspanning 12V op antenneuitgang
  - FM-discriminator afstemming
- Kenwood TS-2000
  - 2m : 100W , 70cm : 50W
  - Optioneel 23cm
  - !Bird op 435.800Mhz ( AO-50)



- Met 2 aparte transceivers :

- Bv. 2 x FT-817



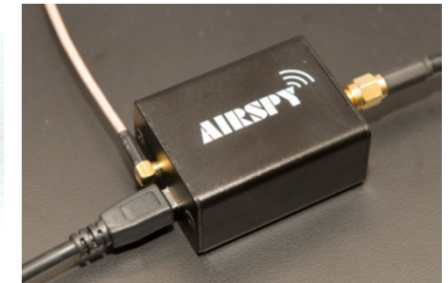




# Welke transceiver?



- FM only / APRS
  - Kenwood TM-D700/710
  - Elke dualband FM transceiver met crossband RX/TX . Uplink en downlink in memory
- SDR dongle in RX , TX via Transceiver
  - Hardware :Funcube Dongle pro , RTL-SDR
  - Software : SDR# ( Windows), GQRX ( Linux)
- Portabel
  - ( Full duplex ) KW THD7, Yaesu FT51
  - 2 x portabels ; Baofeng / Wouxun/..





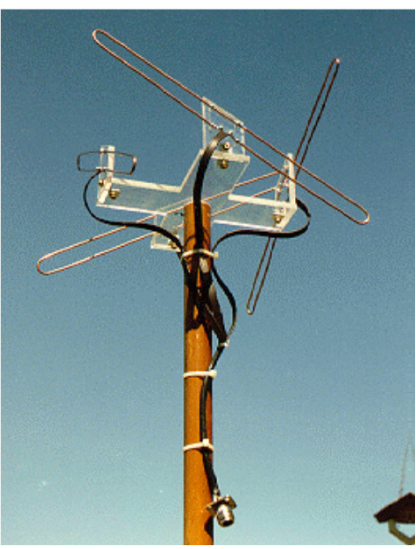
# Welke antenne? omni



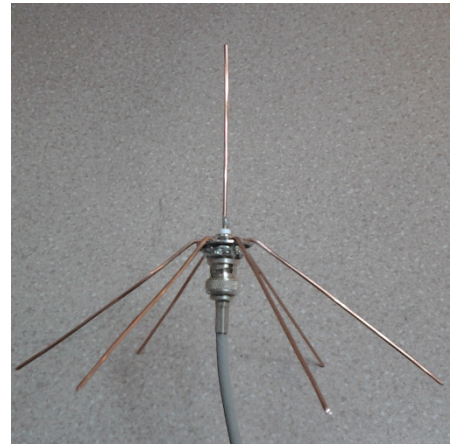
K5OE Eggbeater



Lindenblad



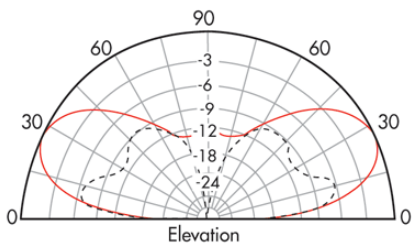
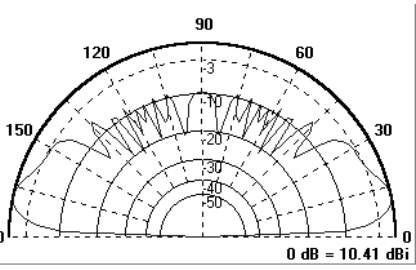
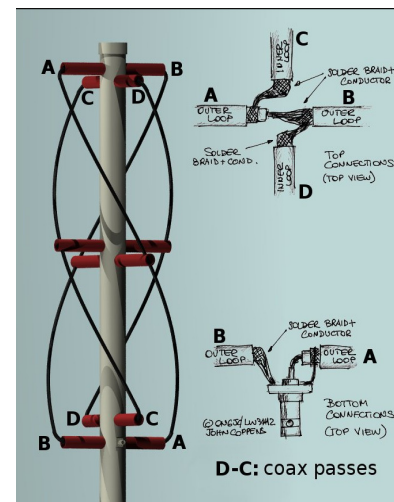
Groundplane



Turnstile



QFH





# Welke antenne ? - richtantenne



- Lineaire Yagi
- Cross yagi
- Helix



Verhouding in dB van lineaire Yagi t.o.v. circulaire Yagi / Helix

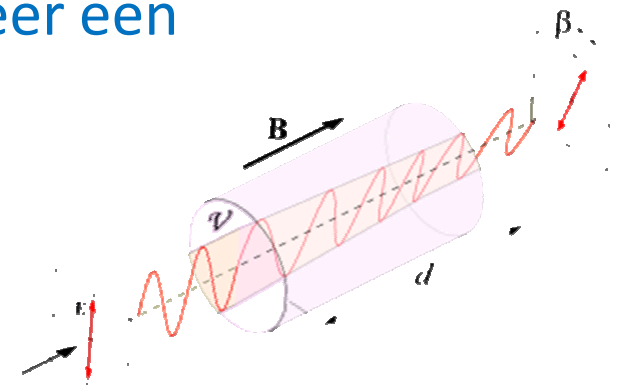
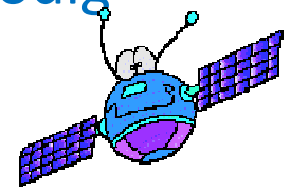
	Horizontal	Vertical	RHCP	LHCP
Horizontal	0	30	3	3
Vertical	30	0	3	3
RHCP	3	3	0	30
LHCP	3	3	30	0



# Circulaire polarisatie



- Vooral gebruikt in ruimte communicatie
- **Voordelen** : vermindering van de fading van het satelliet signaal .
- Fading ontstaat door :
  - Spin modulatie : Door het ronddraaien van de satelliet ( nodig voor stabiliteit) ontstaat er een polariteitsdraaiing .
  - Faraday rotatie : polarisatieverdraaiing wanneer een radiosignaal door de ionosfeer dringt.

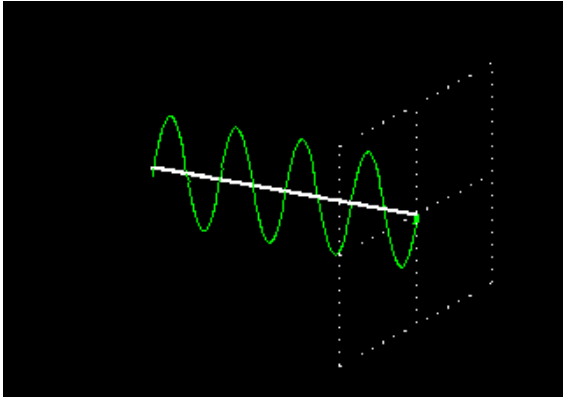




# Circulaire polarisatie



## Verticale polarisatie

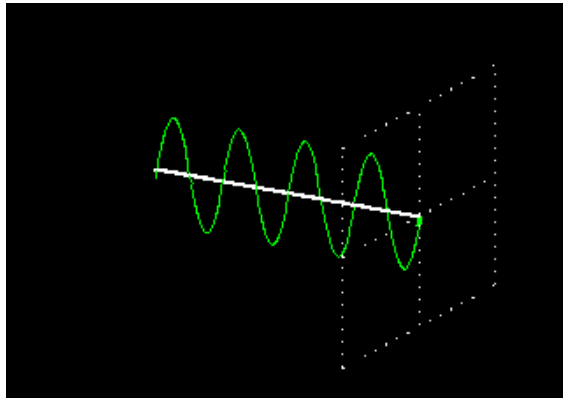




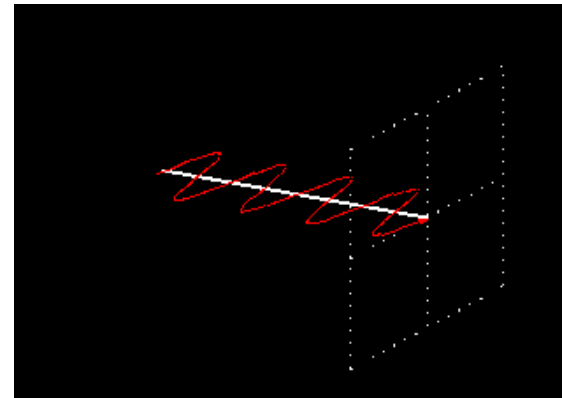
# Circulaire polarisatie



Verticale polarisatie



Horizontale polarisatie

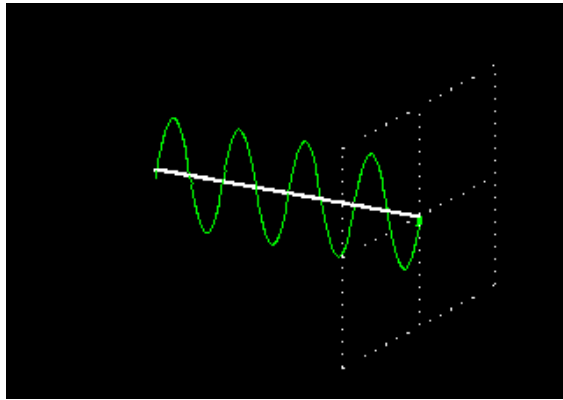




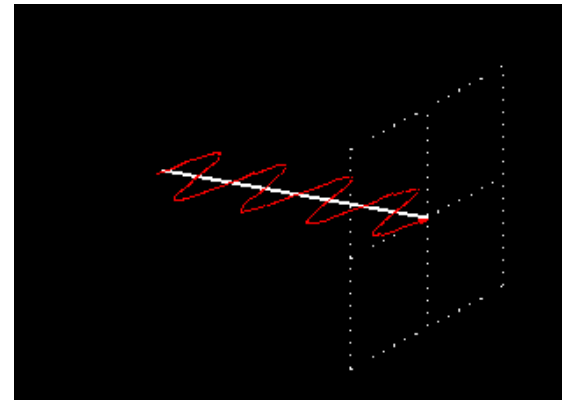
# Circulaire polarisatie



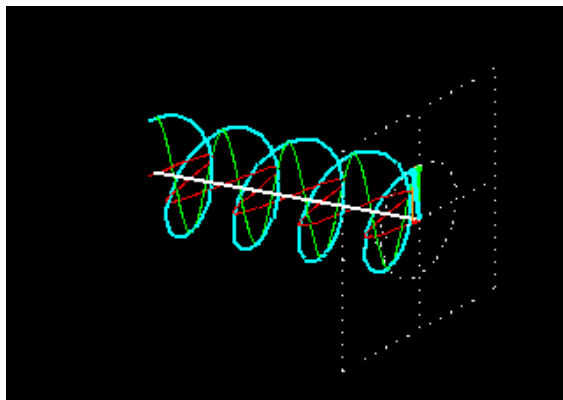
Verticale polarisatie



Horizontale polarisatie



Links circulair

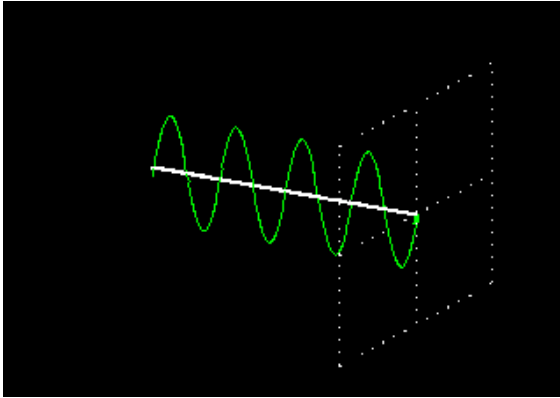




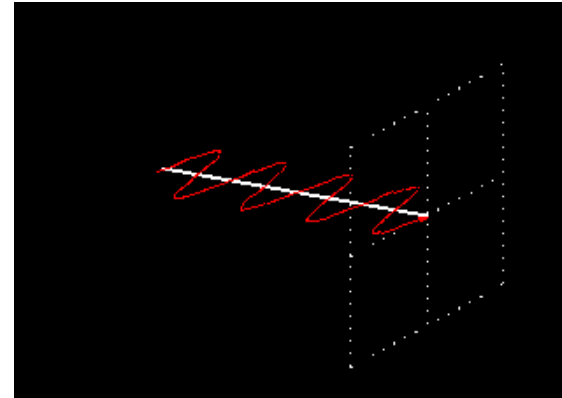
# Circulaire polarisatie



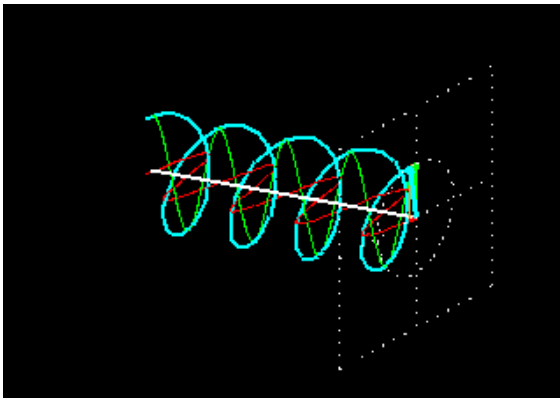
Verticale polarisatie



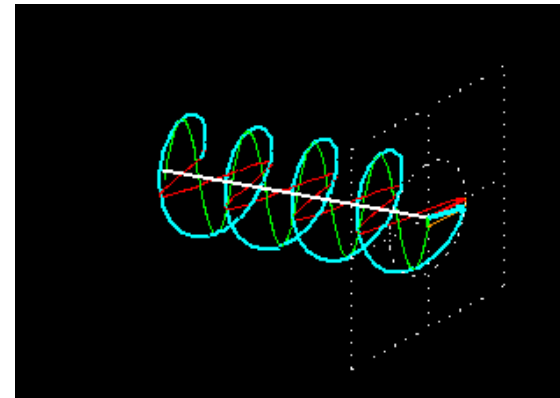
Horizontale polarisatie



Links circulair



Rechts circulair

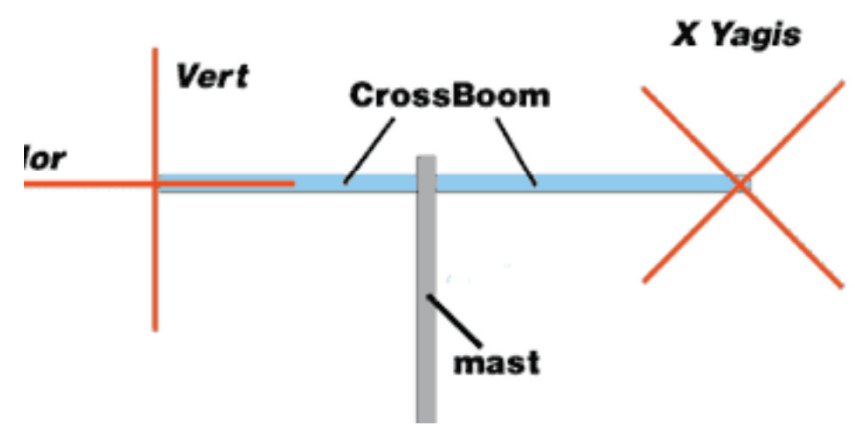
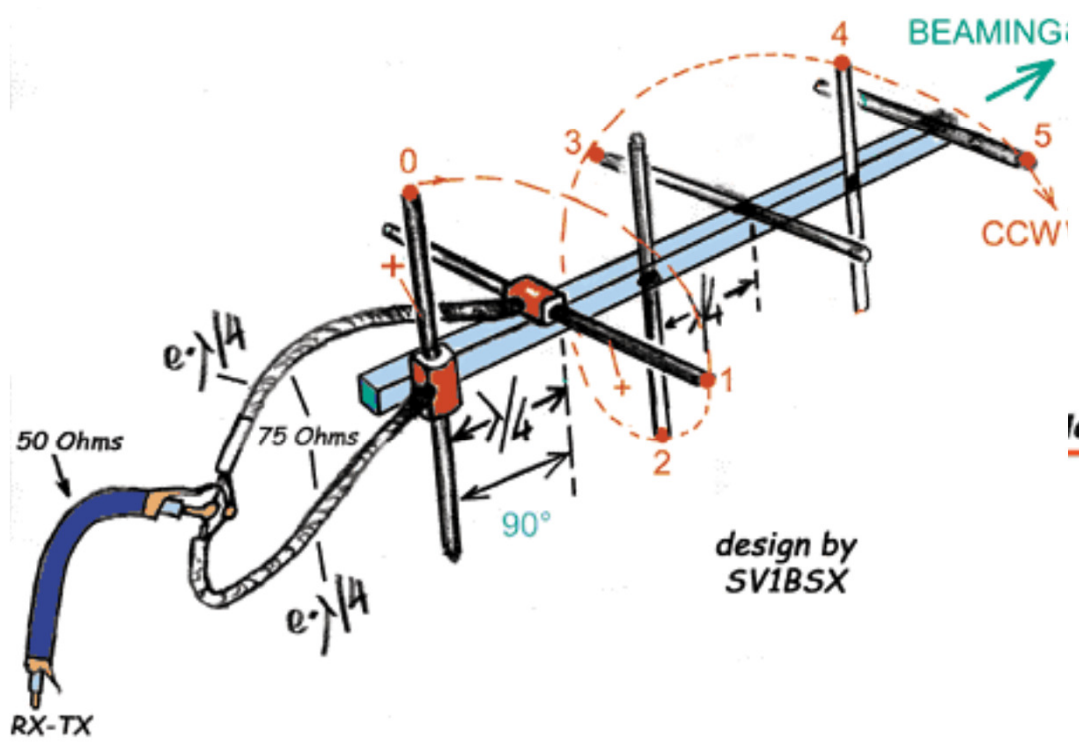






# Welke antenne ?

- Cross Yagi's

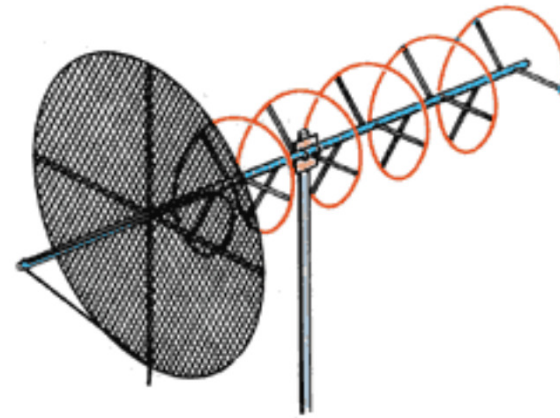




# Welke antenne ?



- Helix



Winding volgens de klok = rechts circulair  
tegen = Links



# Welke antenne ?

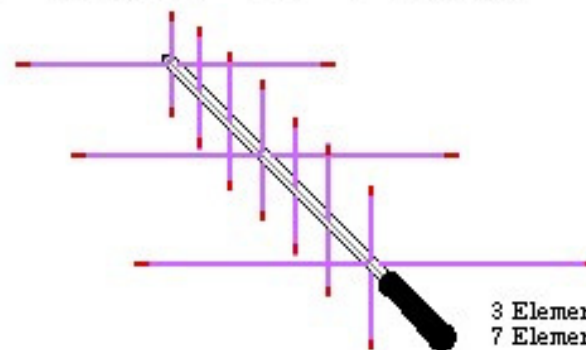


- Zelfbouw : Arrow – antenne
  - 3 el voor 2M
  - 7 el voor 70cm



## Arrow II Satellite Antenna

Work a Satellite with an HT



3 Elements for VHF  
7 Elements for UHF

Info : <http://www.g6lvb.com/homebrewarrow.htm>



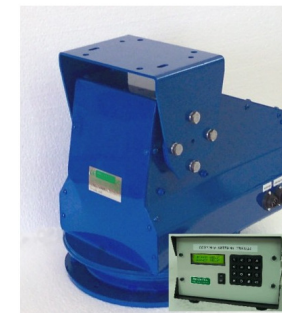
# Welke rotoren ?



- De richtantenne moet de satelliet ' volgen'
  - Horizontaal 0 – 360 °
  - Verticaal 0 – 90°/180°
  - Hoe kleiner de openingshoek hoe nauwkeuriger de rotor moet zijn. Een vuistregel is om de helft van de openingshoek ( -3dB) van de antenne te nemen als nauwkeurigheid van de rotor.
    - Yagi (6-9 el.): openingshoek ong. 30-40\* , dus 15-20° nauwkeurigheid
    - Parabool (60-80 cm) ; openingshoek <10° , dus 5° nauwkeurigheid
  - Rotoren :
    - Yaesu
    - Prosistel



SPECIFICATIONS	
<b>Voltage requirement:</b>	110-120 or 200-240 VAC
<b>Motor voltage:</b>	24 VAC
<b>Rotation time (approx., @60Hz):</b>	Elevation (180°): 67 sec. Azimuth (360°): 58 sec.
<b>Maximum continuous operation:</b>	5 minutes
<b>Rotation torque:</b>	Elevation: 14 kg-m (101 ft-lbs) Azimuth: 6 kg-m (44 ft-lbs)
<b>Braking torque:</b>	Elevation: 40 kg-m (289 ft-lbs) Azimuth: 40 kg-m (289 ft-lbs)
<b>Vertical load:</b>	200 kg (440 lbs)
<b>Pointing accuracy:</b>	±4 percent
<b>Wind surface area:</b>	1 m <sup>2</sup>
<b>Control cables:</b>	2 x 6 conductors - #20 AWG or larger
<b>Mast diameter:</b>	38-63 mm (1-1/2 to 2-1/2 inches)
<b>Boom diameter:</b>	32-43mm (1-1/4 to 1-5/8 inches)
<b>Weight:</b>	Rotators: 9 kg (20 lbs) Controller: 3 kg (6.6 lbs)



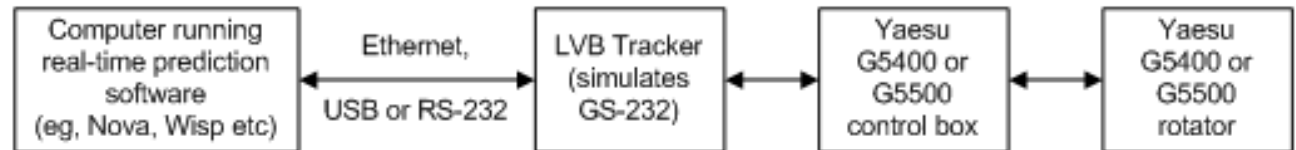
- Max wind load area 2.5 m<sup>2</sup>
- Braking torque 1225 Nm
- Rotating torque 140 Nm
- AZ Rotating range 360°
- EL Rotating range 90°
- Average rotation speed ~ 4 °/sec
- Rotation time for 90° ~ 22-25 sec
- Operational temperature range (°C): -30° ÷ +55°
- Control box power input 115 ÷ 230Vac , 50÷60Hz
- RS232 built inside
- Display accuracy 0.1degree
- Weight 25 kg



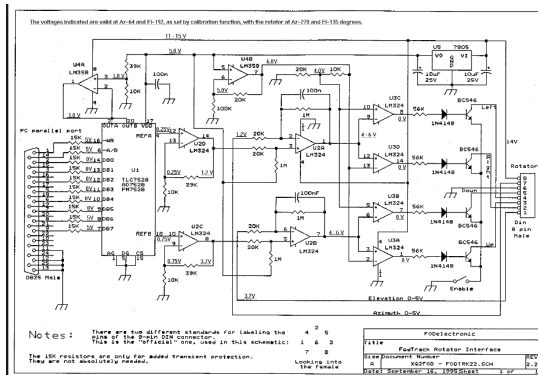
# Welke rotorsturing ?



- Besturing via computer of manueel
  - G6LVB tracker ; serieel aangestuurd (GS-232 protocol), schakelt via relais of triacs de rotoren .



- Fodtrack

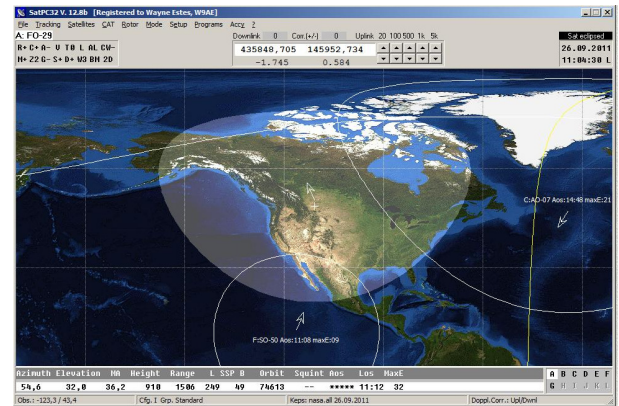
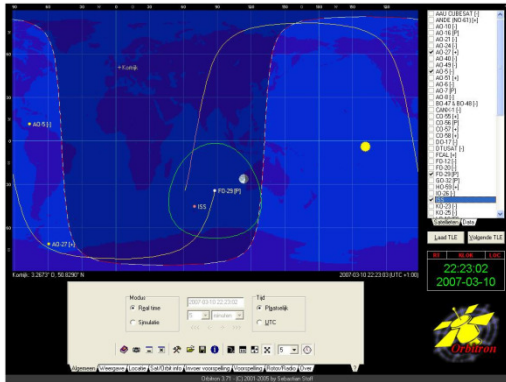




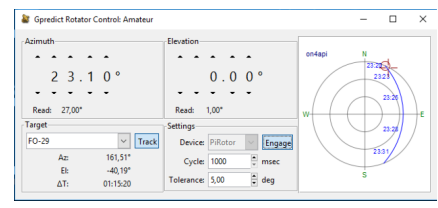
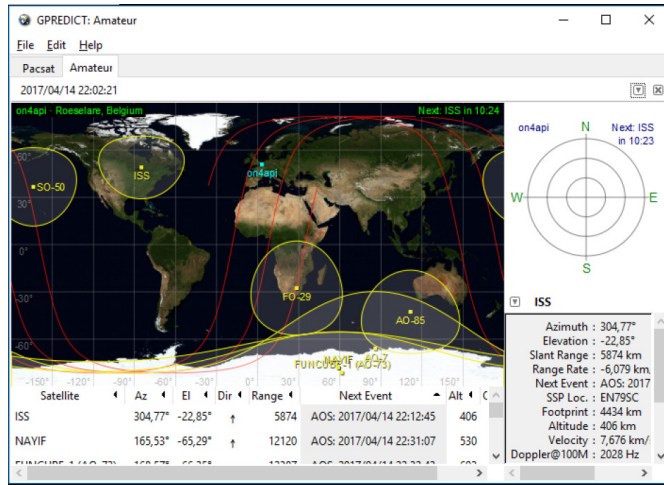
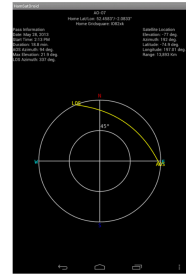
# Welke tracking programma's ?



- **Windows**
  - Gpredict
  - Orbitron
  - Nova
  - SatPC32



- **Linux ( raspberryPi):**
  - Gpredict
- **Android :**
  - AmsatDroid





# Kepler elementen



- Kepler elementen of –gegevens zijn wiskundige modellen van een satelliet orbit
  - Ze worden gebruikt om te voorspellen waar een satelliet is op een gegeven tijd ( heden en toekomst)
  - Moet regelmatig upgedate worden ( ISS)
  - De meeste programma's doen dit automatisch via internet of datafile ( txt)
  - Keplers kunnen in 2 formaten aangeleverd worden :
    - NORAD two line ( TLE meest gebruikt)
    - Amsat formaat
- Meer info op : [SatellietTracking door PA0DLO](#)

```
ISS
1 25544U 98067A 17088.88997985 .00002977 00000-0 51928-4 0 9991
2 25544 051.6423 073.5618 0007382 353.5324 091.3573 15.54284560049425
```



# ON4API's - shack



Maspro antennas : 12 el 2M / 20 el 70 cm



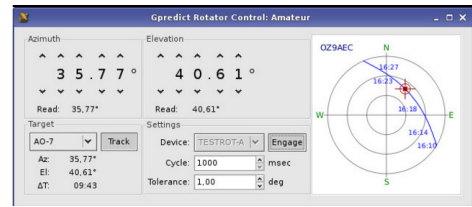
Yaesu FT847



USB CAT interface

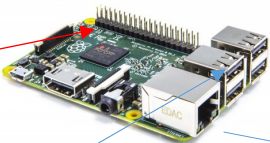


GPredict

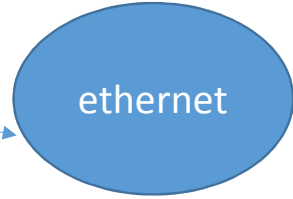


2M : 1/2"

70cm : 7/8"



Rotctld



Pol switch via GPIO

Serieel → USB







# Huidige satellieten <http://www.amsat.org/status/>



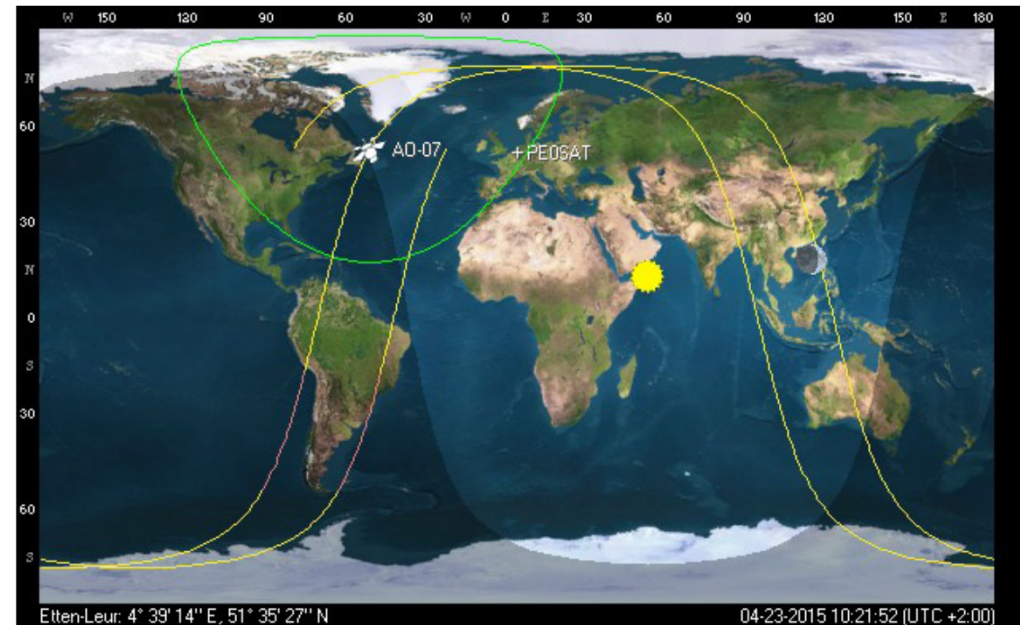
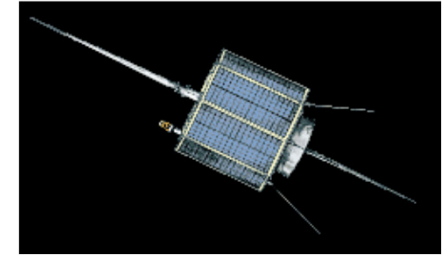
Transponder/Repeater active	Telemetry/Beacon only	No signal	Conflicting reports	ISS Crew (Voice) Active		
Name	Apr 20	Apr 19	Apr 18	Apr 17	Apr 16	Apr 15
CUTE-1	1	1	1	1	1	1
UKube-1	21	2 121	13 111	1 1 2	1 142	1 212
LilacSat-2	1 1	1	1	1 1	1111	1
[A] AO-7	1	1	11	11	1	1
[B] AO-7	2 1 1 2 5 1 2 3 3	1 2 2 3 4 2 3 2 2	2 1 2 2 3 2 3 1 1 1 1	1 2 2 1 3 2 2 4 2	1 3 1 1 1 4 3 3 4 3 3 2 1	6 3 4 2 1 2 2
XI-V	1	1	1	1	1	1
[B] UO-11	1	1	1	1 1	1 1	1
[S] UO-11	1	1	1	1	1	1
RS-15	1	1	1	1	1	1
LO-19	1	1	1	1	1	1
FO-29	1 2 5 4 4 3 2 1	1 1 4 4 2 1 3 4 3 1	1 1 3 4 2 2 2 2 2 5 1 2 2	1 1 2 4 4 5	1 1 3 2 4 1 4 5 4 3 3 1	2 1 3 2 2 3 6 8 2 1
XW-2A	1 2 1	2 1 1 2 1 1 1 2 1 3	1 1 1 1 1 2 1 2 1	2 1 3 2	1 2 2 1 1 1 2 1	1 1 1 1 3 1 1 1
XW-2B	2 1 1 1 1	2 1 1 2 1 2 1 1 1 1 2 2 4	1 3 1	1 3 2 2	1 1 1 3 1 2 1	1 5 1 2 1 1 1 1 1 1
XW-2C	1 1 1 1 1 1	1 2 2 1 2 1 1 1 1 1 2 2	1 1 1	2 2 1 2 3	1 4 1 1 2 1 1	1 5 1 1 1 1
XW-2D	2 1 1 1 1 1	2 1 2 1 2 1 2 1 1 3 1 1	1 1	1 3 1 3	1 1 1 3 2 1	2 3 1 1 1 1 1 1
XW-2F	1 1 3 2	1 2 1 2 1 2 1 1 1 1 1 1	1 1 3 1 2	1 1 1 3 1 1 2	1 2 1 1 2 1 1 2	2 1 1 1 1 2 1 2
NO-44	1	1	1	1	1	1
SO-50	3 4 5 2 5 3	1 2 2 6 5 2 2 5	1 2 1 1 3 4 5 3 5 1	2 2 1 2 4 5 3	3 1 6 5 2 1 2 1	2 1 3 6 5 1 2 2 1 3
AO-73	1 1 1 2 2	1 1 1 3 1 2 1 1	2 1 1 1 1 1 1	2 1 1 2 4 2 1	4 1 1 1 1 2 1	2 2 7 1 1 2 1 2
EO-79	1	1	1	1 1 1	1 1 1	1
AO-85	2 4 2 3 1	4 2 2 3 3 1	1 2 1 4 2	3 3 1 2 3	1 2 2 2 2	1 2 3 2 1 2 1
LO-87	1	1	1	1	1	1
EO-88	2 1 1 1 1	1 1 1 2	1 2 2 1	1 1 4 1 1 1 2	1 1 2 1 2 2 2	1 1 1 1 1
Delfi-C3	1 1 1 1 1	1	1	2	1 1 1 1 1	1
ISS-FM	1	1	1	1	1	1
NO-84 Digi	1	1	1	1	1	1
XI-IV	1	1	1	1	1	1
NO-84 PSK	1	1	1	1	1	1
DUCHIFAT1	1	1	1	1	1	1
ISS-DATA	3 3 2 3	1 1 4 2 5 5 2 2 3 1	1 2 1 2 1 5 1 5 3	2 2 1 1 3 2 2 2	1 1 7 4 2 4 2 1	3 1 2 8 3 3 5 2 2 1
ISS-DATV	1	1	1	1	1	1



# Huidige satellieten – AO-7



- Gelanceerd in Nov 1974 in een zon – synchrone baan
- Batterij defect in 1981 , terug actief in 2002
- Mode A lineaire transponder
  - 29.450 Mhz USB/CW Downlink
  - 145.900 Mhz USB/CW Uplink
- Mode B (VU) Lineaire Transponder
  - 145.950 USB/CW Downlink
  - 432.150 LSB/CW Uplink
- Werkt enkel in zonlicht

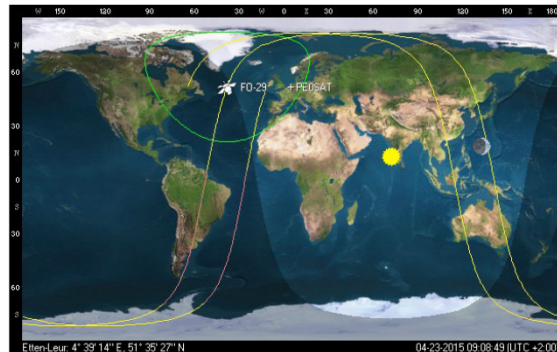
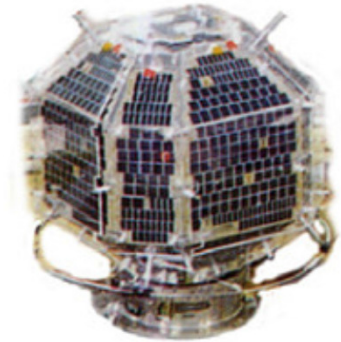




# Huidige satellieten FO -29



- Gebouwd door de JARL ( Japan Amateur Radio League)
- Gelanceerd in Juli 1996 in een polaire baan
- Mode JA lineaire transponder
  - 145.900Mhz-146.000Mhz LSB/CW Uplink
  - 435.800Mhz-435.900Mhz USB/CW Downlink
  - Inverterende transponder
- Digitale Store | Forward BBS ( niet-operationeel)
- Digitalker
- CW baken 435.795 Mhz ( CW)



## Telemetry

**Format:** HI HI 1A 1B 1C 1D 2A 2B 2C 2D 3A 3B 3C 3D 4A 4B 4C 4D 5A 5B 5C 5D 6A 6B 6C

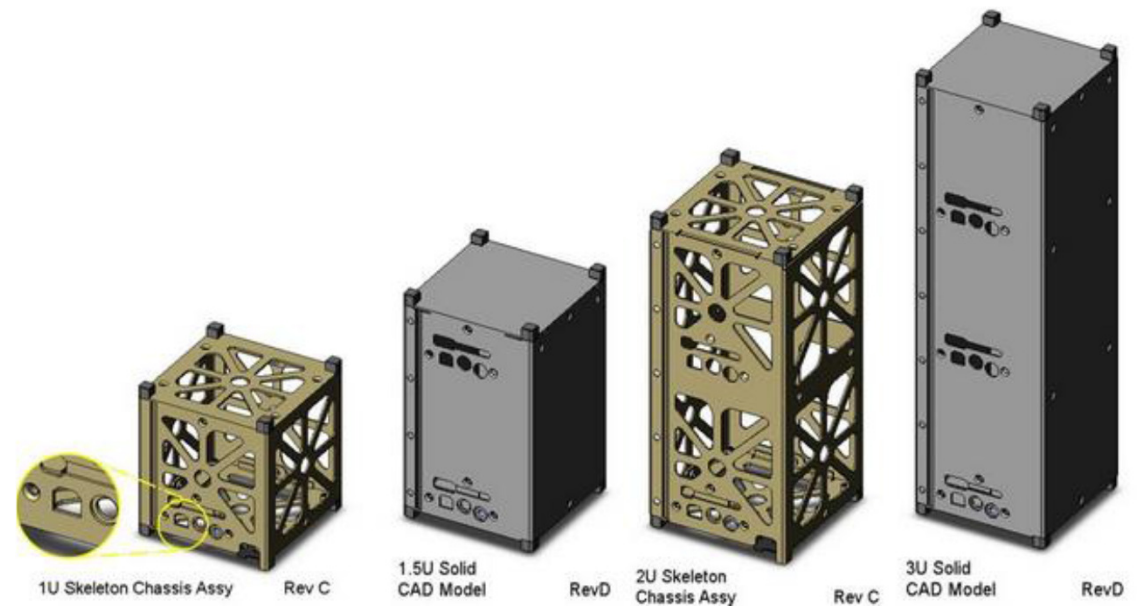
System Status:		Analog Data and Equations:	
bit contents	1 0	2A	Engineering Data
1A 0 Main Relay	OFF ON	2B	Engineering Data
1 DCM	ON OFF	2C	Spin Period
2 SRAM	ON OFF	2D	Spin Period
3 Packet	1200 9600 or OFF	3A	Attitude Status
4 Packet	9600 1200 or OFF	3B	Sun Angle
5 JTA	ON OFF	3C	GAS-2
6 JTD	ON OFF	3D	GAS-X
7 GAS	ON OFF	4A	Solar Current
		4B	Battery Current
		4C	Battery Voltage
		4D	Battery Middle Voltage
1B 0 SAS	ON OFF	5A	Bus Voltage
1 UVC	ON OFF	5B	JTA Tx Power
2 UVC Level	2 1	5C	Structure Temp. 1
3 PCU Mode	MANU AUTO	5D	Structure Temp. 2
4 PCU Level	2 1 or 3	6A	Structure Temp. 3
5 PCU Level	3 1 or 2	6B	Structure Temp. 4
6 Battery Mode	TLIC FULL	6C	Battery Cell Temp.
7 Battery Logic	TLIC FULL		
1C 0	Engineering Data	<b>Spin Period:</b>	
1	Engineering Data	2C 0	----
2	Engineering Data	1	----
3	Engineering Data	2	8192 [msec]
4	Digitalker Mode ON OFF	3	4096 [msec]
5	Engineering Data	4	2048 [msec]
6	UVC ACT/PAS ACT PAS	5	1024 [msec]
7	CPU RUN/RESET RUN RESET	6	512 [msec]
1D	Engineering Data	7	256 [msec]
		2D 0	128 [msec]
		1	64 [msec]
		2	32 [msec]
		3	16 [msec]
		4	8 [msec]
		5	4 [msec]
		6	2 [msec]
		7	1 [msec]



# Cubesats



- 'Low cost ' satelliet
- LEO
- 10x10x10cm units
- 1U , 2U , 3U,6U,..
- Eerste lancering 30 juni 2003
- In samenwerking met universiteiten
  - Surrey , Stanford

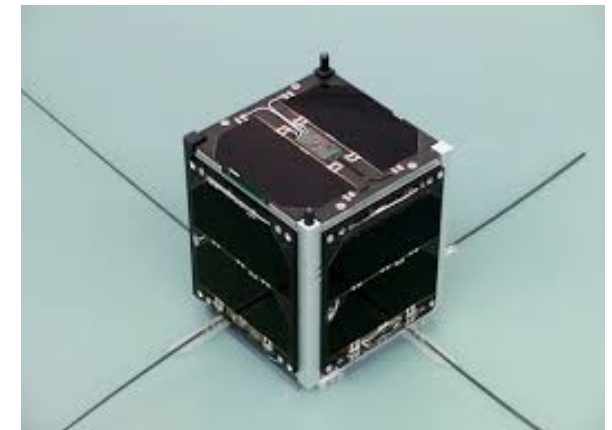
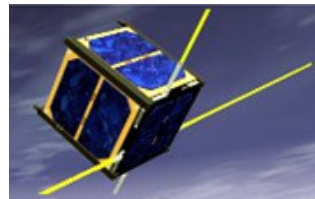




# Huidige satellieten AO-73



- Gebouwd door Amsat –UK samen met Amsat –NL , ook Funcube-1 genoemd
- Vooral educatieve doeleinden ( STEM) ; eenvoudig te ontvangen met SDR dongle.
- Gelanceerd in November 2013, zon-synchrone baan
- SSB transponder ( 300mW ) :
  - 145.950Mhz – 145.970Mhz USB/CW Downlink
  - 435.150Mhz – 435.130Mhz LSB/CW Uplink
- Telemetrie ( 30mW in Eclipse tot 300mW in zonlicht)
  - 145.935 Mhz BPSK

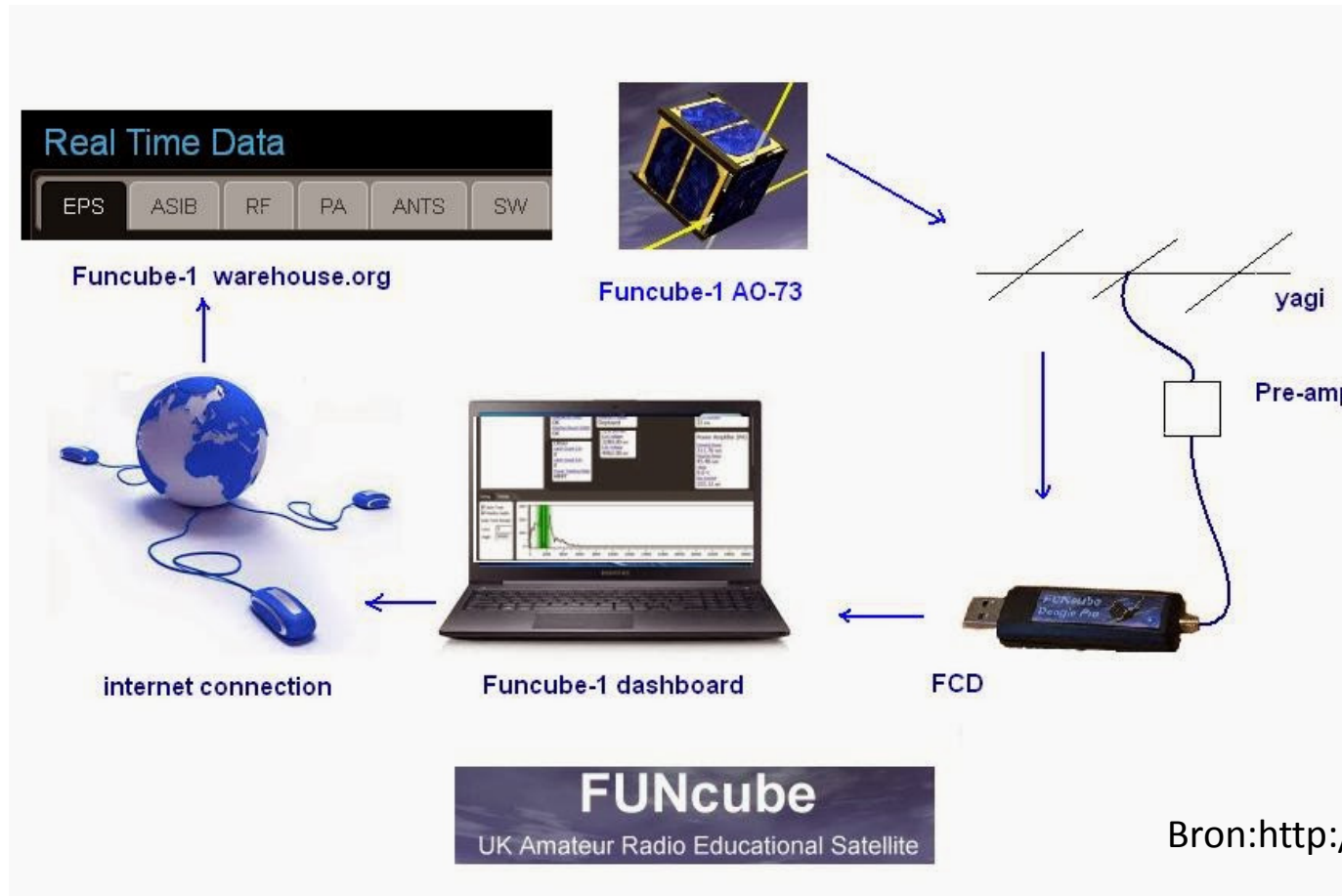




# Huidige satellieten AO-73



- Telemetrie ontvangen , decoderen en doorsturen naar ' warehouse ' server



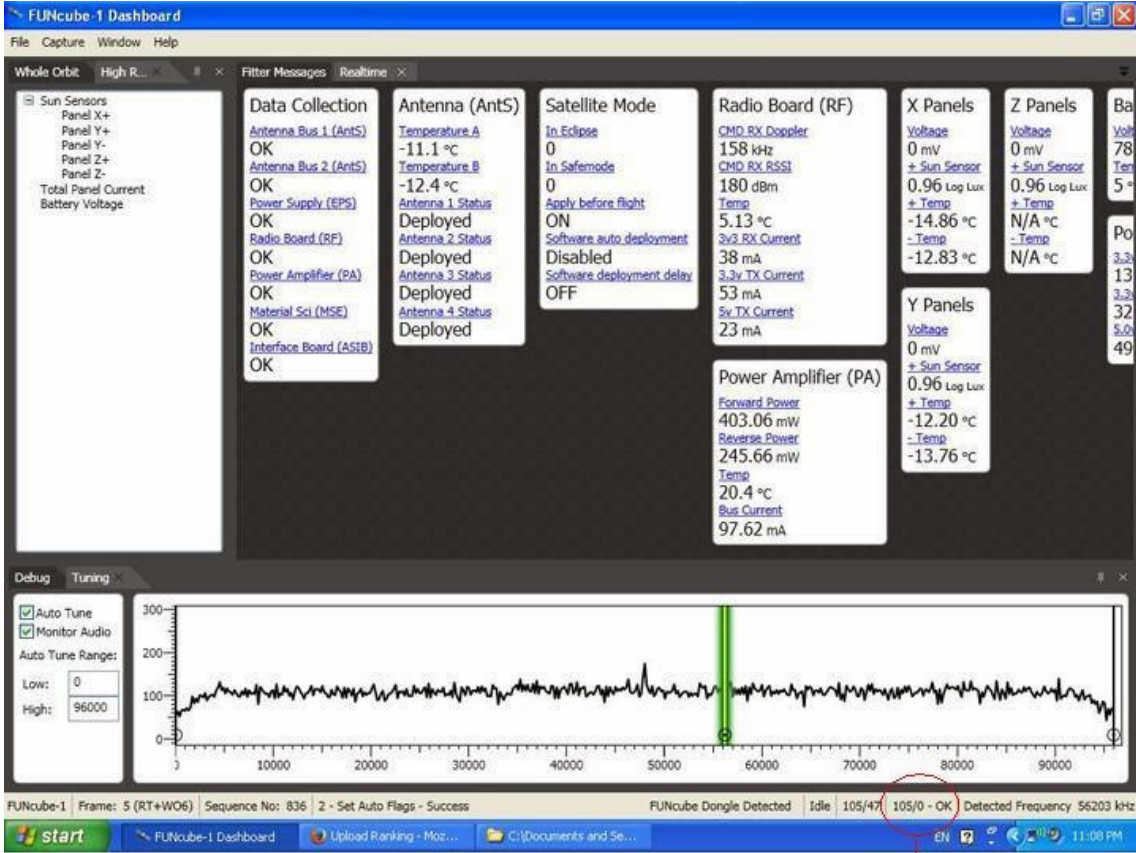
Bron:<http://st2nh-blogger.blogspot.be>



# Huidige satellieten AO-73



- Telemetrie ontvangen en decoderen



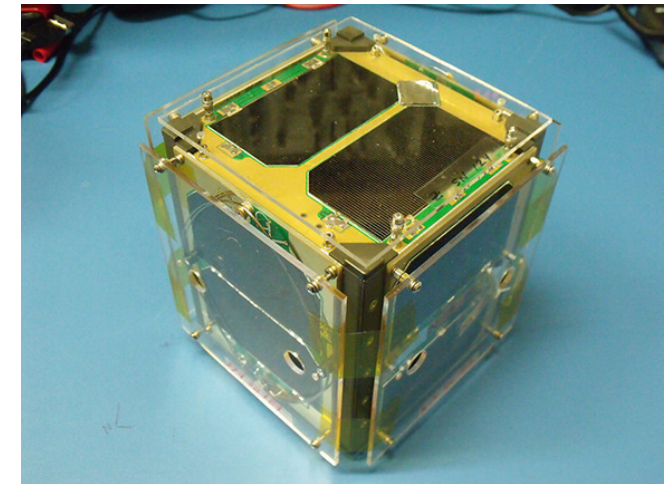
Packets Uploaded/Waiting - Upload Status



# Huidige satellieten AO-85



- Gebouwd door Amsat –NA ( fox-1A)
- Gelanceerd op 8 okt 2015 in een 518x810 Km baan boven het noordelijk halfrond
- FM U/V transponder ( 800mW)
  - 435.172 Mhz Uplink ( 67.0 Hz PL tone ,2sec)
  - 145.980 Mhz Downlink
- Data Under Voice FSK telemetrie (DUV)







# Huidige satellieten EO-88



- Nayif-1
- Gelanceerd op 15 feb. 2017 door ISRO ( Indian Space Agency) samen met 103 andere satellieten in 1 lancering
- Inverterende SSB/CW transponder 300mW
  - 435.045Mhz – 435.015 Mhz Uplink
  - 145.960 – 145.990 Downlink
  - Operationeel in eclipse
- Telemetrie 300mW
  - 145.940 BPSK
  - Dashboard software zoals Funcube -1 ( AO-73)
  - Data upload naar Warehouse.
  - Real time data online :
    - <http://data.amsat-uk.org/nayif1/index>



AMSAT-UK Data Warehouse for Nayif-1

Navigation

- Real Time Data
- High Resolution Data
- Whole Orbit Data
- Amateur Radio Info
- Satellite Position
- Upload Ranking
- About

Data Providers

- LBAT

Warehouse Info

- Seq. No.: 32629
- Packets: 160473 (41.1 MB)

Real Time Data

This page shows the latest value of all the housekeeping parameters in the spacecraft. The data has been collected by one or more of the ground stations who are submitting this data from all around the world.

Satellite Latitude, Longitude: 81.5 N, 133.1 W

Uploaded at: 2017-03-24 21:07:15 GMT

Navigation: EPS, IMTQ, ASIB, RF, PA, ANTS

SW

Electrical Power Subsystem			
Name	Value	Min.	Max.
Solar Panel Voltage X	4773 mV	331	5093
Solar Panel Voltage Y	3863 mV	320	4959
Solar Panel Voltage Z	4328 mV	330	5066
Battery Voltage	8185 mV	8021	8309
Solar Panel Current X	270 mA	0	561
Solar Panel Current Y	58 mA	0	580
Solar Panel Current Z	411 mA	0	565
Total Photo Current	354 mA	7	537
Total System Current	283 mA	189	319
Reboot Count	19	N/A	N/A
Boost Converter Temp X	-1 C	-2	17
Boost Converter Temp Y	-2 C	-3	18
Boost Converter Temp Z	-1 C	-4	18
Battery Temp	-1 C	-2	16
Latch Up Count 5v0	0	N/A	N/A
Channel Current 5v0	18	18	32
Reset Cause	2	N/A	N/A
Power Point Tracking Mode	1	N/A	N/A

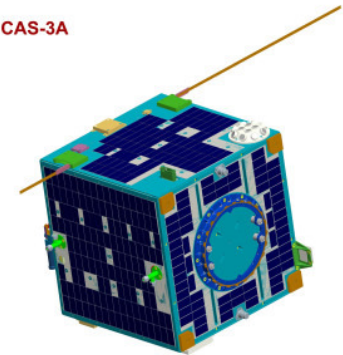


# Camsat XW-2 sats

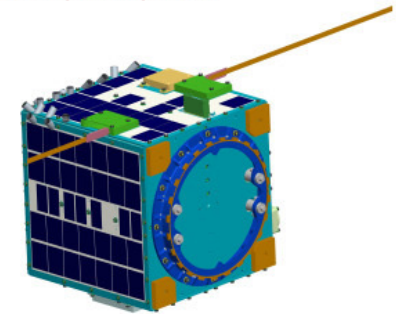


- Gelanceerd op 19/9 2015
- Bestaat uit een constellatie van 6 satellieten met verschillende massa's
  - 1x 20Kg, , 3x 10Kg , 2x 1Kg
  - Lineaire transponder SSB , 100mW , inverterend
    - 435 Mhz SSB/CW uplink
    - 145 Mhz downlink
  - CW Telemetry Beacon: 50 mW, 22 wpm
  - Telemetrie : 100mW , AX-25 protocol 19K2/9,6 kbps GMSK
  - Transponder zoals andere XW- sats maar telkens een andere frequentie
- XW-2A :
  - Micro sat (40x40x40cm) , 20Kg
  - callsign BJ1SB
- XW-2 B , XW-2C en XW-2D :
  - Micro sat ( 25cmx25cmx25cm) ,10Kg
  - Callsign: BJ1SC ( XW-2B), BJ1SD ( XW-2C), BJ1SE ( XW-2D)
- XW-2 E en XW-2 F
  - Cube sats ( 11x11x11cm) , 1Kg
  - BJ1SF ( for XW-2), BJ1SG ( for XW-2)

CAS-3A



CAS-3B, CAS-3C, CAS-3D



CAS-3E, CAS-3F

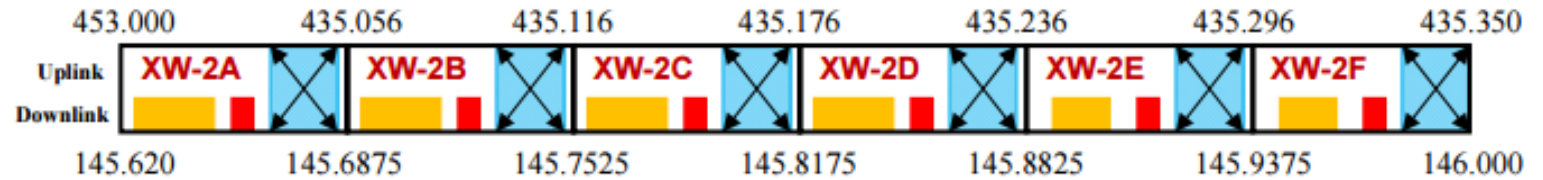




# Camsat XW-2 sats



## Frequentieplan



Digital Telemetry
  CW Beacon
  Linear Transponder

### Uplink:

Satellite	Frequency (MHz)	Bandwidth (kHz)	Application
XW-2A (CAS-3A)	435.030 - 435.050	20	Linear Transponder (Spectrum Inverting)
XW-2B (CAS-3B)	435.090 - 435.110		
XW-2C (CAS-3C)	435.150 - 435.170		
XW-2D (CAS-3D)	435.210 - 435.230		
XW-2E (CAS-3E)	435.270 - 435.290		
XW-2F (CAS-3F)	435.330 - 435.350		

### Downlink:

Satellite	Application	Frequency (MHz)	Bandwidth (kHz)	RF Power (dBm)	Modulation
XW-2A (CAS-3A)	Digital Telemetry	145.640	30	20	9.6/19.2kbps, GMSK
	CW Beacon	145.660	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.665 - 145.685	20	20	
XW-2B (CAS-3B)	Digital Telemetry	145.705	30	20	9.6/19.2kbps, GMSK
	CW Beacon	145.725	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.730 - 145.750	20	20	
XW-2C (CAS-3C)	Digital Telemetry	145.770	30	20	9.6/19.2kbps, GMSK
	CW Beacon	145.790	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.795 - 145.815	20	20	
XW-2D (CAS-3D)	Digital Telemetry	145.835	30	20	9.6/19.2kbps, GMSK
	CW Beacon	145.855	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.860 - 145.880	20	20	
XW-2E (CAS-3E)	Digital Telemetry	145.890	16	20	9.6kbps, GMSK
	CW Beacon	145.910	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.915 - 145.935	20	20	
XW-2F (CAS-3F)	Digital Telemetry	145.955	16	20	9.6kbps, GMSK
	CW Beacon	145.975	0.1	17	22wpm, CW
	Linear Transponder	145.980 - 146.000	20	20	



# Huidige satellieten

---





# ARISS



International Space Station



# ARISS

Amateur Radio on the International Space Station

Photo credit: NASA



# ARISS



NA1SS  
RSOISS  
DPOISS



OROISS  
IROISS  
PI9ISS



# ARISS



- FM voice ( ITU reg1) – ARISS school

- Uplink 145.200 Mhz
- Downlink : 145.800 Mhz
- Ericsson portabel



- FM U/V voice repeater

- Uplink 438.800 Mhz
- Downlink : 145.800 Mhz
- Kenwood TM-700

- FM L/V voice repeater

- Uplink : 1269.650 Mhz
- Downlink : 145.800 Mhz

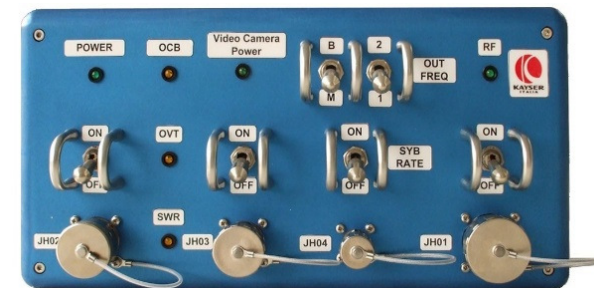




# ARISS



- **APRS**
  - Uplink 145.825 Mhz
  - Downlink : 145.825 Mhz
- **SSTV downlink**
  - Downlink : 145.825 Mhz
- **UHF simplex** alternatieve APRS downlink
  - Uplink : 437.550 Mhz
  - Downlink 437.550 mhz
- **Ham Video downlink frequencies:**
  - 2369 MHz,2395 MHz,2422 MHz,2437 MHz
  - DVB-S modulatie
  - Symbol rates: 1.3 Ms/s and 2.0 Ms/s FEC : ½
  - NTSC format (SIF: 352×240 or D1:720×480)
  - 10W eirp



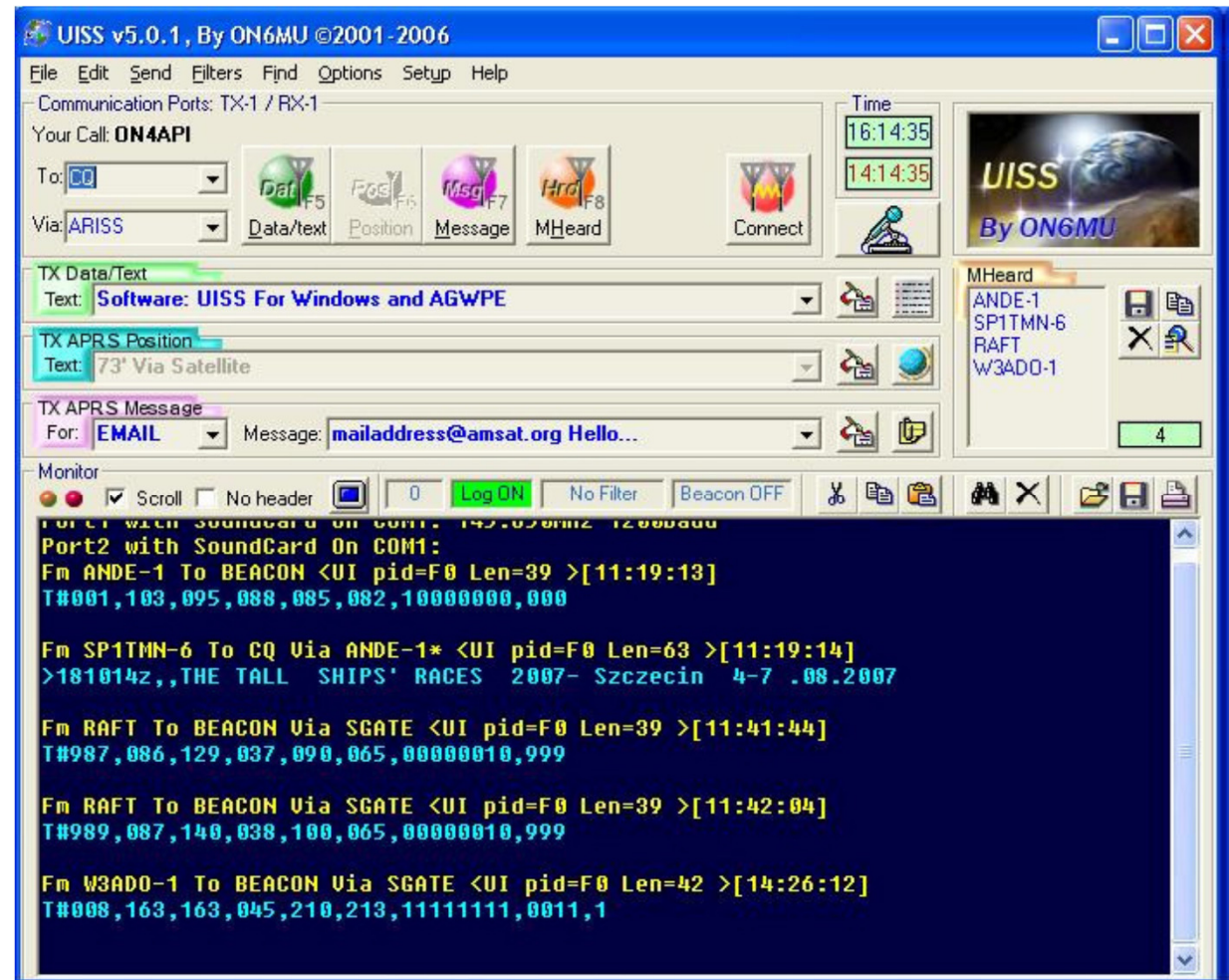




# ARISS - APRS



- Aprs met UISS software van ON6MU
- Of met portable of trcv





# ARISS - SSTV



- Beeld ontvangen in de wagen met een FM transceiver op 145.800Mhz , smartphone en Robot 36 app in PD180 Mode





# ARISS - HamTV



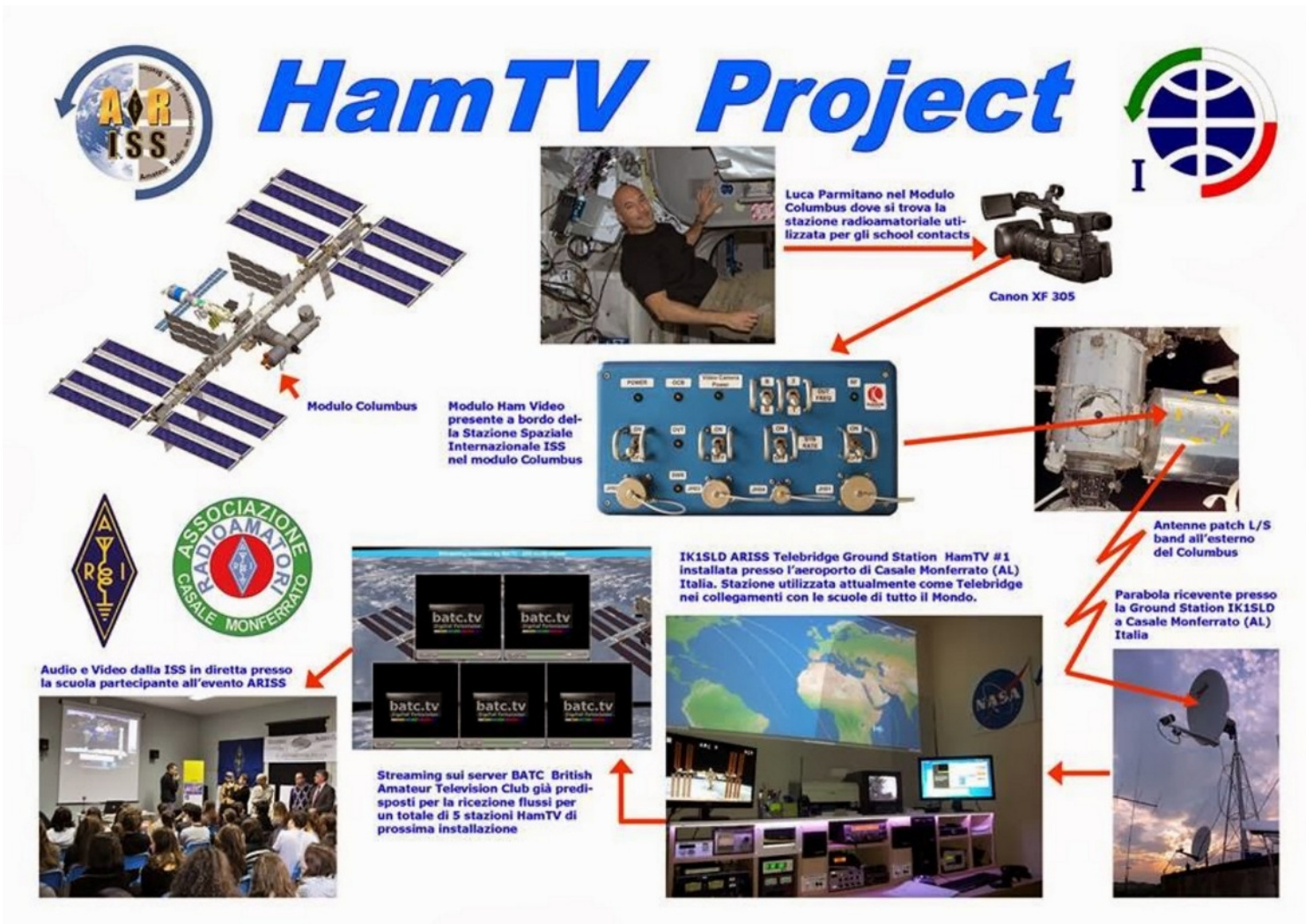
ARISS



**13 Feb. 2017 Thomas Pesquet is talking with students via HAMTV & HAM Radio from Columbus module**

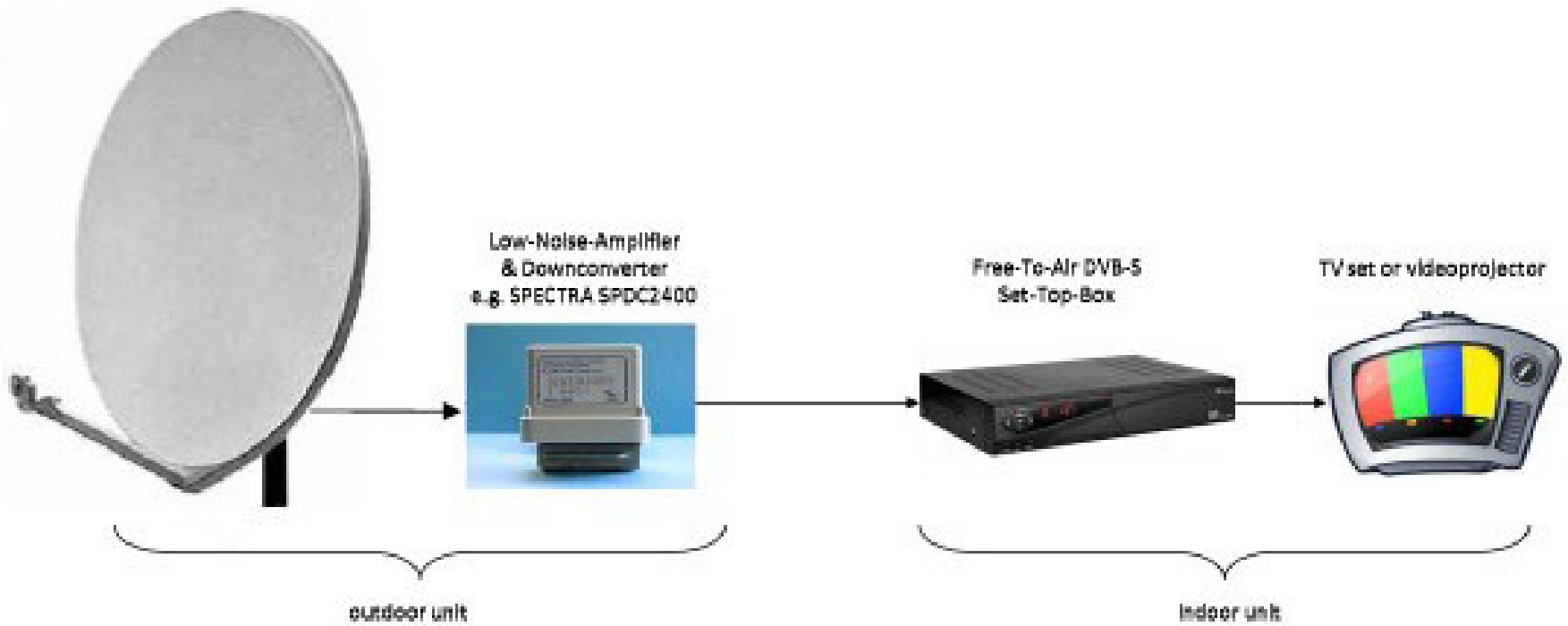


# ARISS - HamTV





# ARISS - HamTV





# ARISS – HamTV ontvangen



## ARISS HamTV grondstation setup (F6DZP)

Een typisch ARISS HamTV grond stations omvat:

- 1.2 m schotel met AZ-EL tracking
- LHCP dish feed (Left Hand Circular Polarization)
- LNB (Low Noise Block downconverter)
- MiniTuner Hardware
- Display software :Tutoune (F6DZP)
- Tracking software

Info : <http://www.amsat-on.be/hamtv-summary/ariss-ham-tv/>



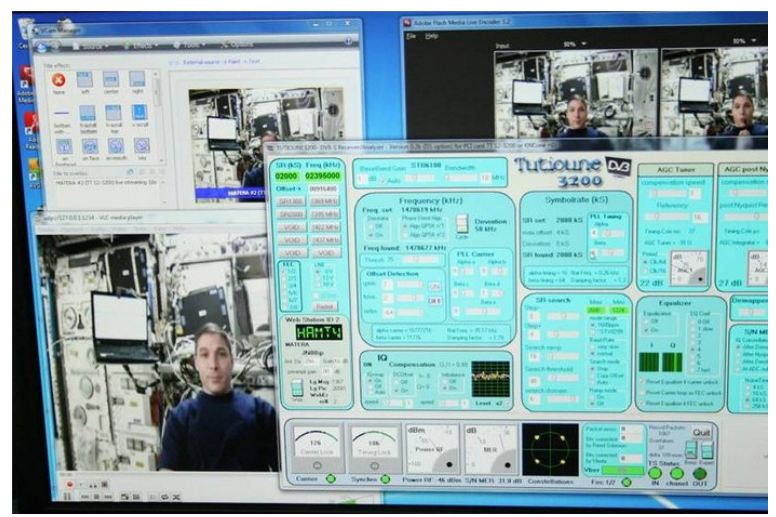
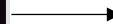
RATC: MiniTuner



# ARISS - HamTV



BATC MiniTuner





# ARISS - HamTV



## Live ISS HAMTV Video Received by Amateur Radio




- Live stream via BATC website:

<https://hamtv.batc.tv/live/>

- Dashboard :

<https://hamtv.batc.tv/dashboard/>



Standing by for HAMTV.. Streaming provided by BATC

An ARISS Contact is scheduled for 25th Feb 2017 at 13:10 UTC, between the students of Boissières and Saint-Dionisy, Gard, France, and Thomas Pesquet aboard the ISS.

- Live Event Stream from the School: [Youtube.com](https://www.youtube.com)
- Information about the Contact: [ARISS Proxima 30](#)

This ARISS contact has been co-ordinated by [ARISS-F](#)

This webpage is streaming the HAMTV Digital Video Downlink as received by the European ARISS HAMTV Groundstations. This stream is being shown in the school for the students.

Video from this, and past ARISS-F HAMTV Contacts, can be found at [HAMTV ARISS-F Media](#)

This system has built by Phil Heron MIOVM and Phil Crump MODNY, with support from the British Amateur Television Club.

### HAMTV Receiver Stations

Goonhilly Dashboard Map

<b>GOONHILLY</b> - Cornwall, UK	EL: -61.5°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	
<b>MODNY</b> - Southampton, UK	EL: -60.7°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	
<b>F6DZP</b> - Migné-Auxances, FR	EL: -58.9°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	
<b>F4HHV</b> - Boissières, FR	EL: -56.8°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	
<b>PA3WEG</b> - Delft, NL	EL: -59.6°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	
<b>IK1SLD</b> - Casale Monferrato, IT	EL: -56.1°
<input type="button" value="Prime Receiver"/> <input type="button" value="Receiving Data"/>	

[Other Receivers](#)





# Toekomstige satellieten

---





# QB50 constellatie



- Een constellatie van 50 Cubesats : <https://www.qb50.eu/>

An International Network of Double and Triple CubeSats  
in a string-of-pearls configuration for multi-point, in-situ, long-duration exploration of the lower thermosphere (200-380 km), for re-entry research and for in-orbit demonstration of technologies and miniaturised sensors.

We kindly acknowledge the QB50 UNSW-EC0 Team for the CubeSat picture

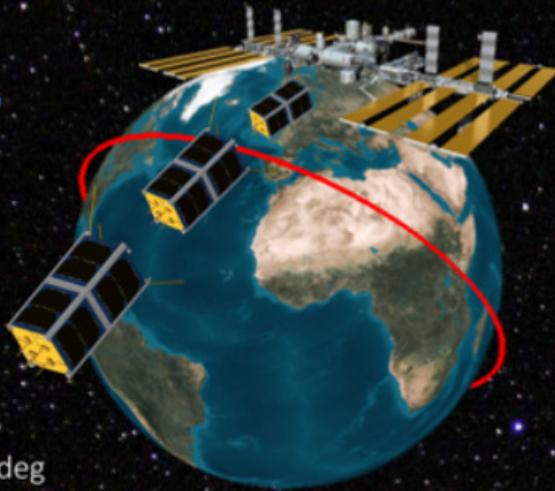
HOME THE PROJECT CUBESATS DOCUMENTS SCHEDULE EVENTS FORUM NEWS

QB50 ISS QB50 PL

The image shows a 3D rendering of the QB50 constellation in orbit over Earth. The constellation consists of four CubeSat units in a string-of-pearls configuration. The units are white with black solar panels and a blue cylindrical component. The Earth's surface is visible below, showing clouds and landmasses. The background is black space. Navigation arrows are visible on the left and right sides of the image. At the bottom, there is a navigation menu with buttons for HOME, THE PROJECT, CUBESATS, DOCUMENTS, SCHEDULE, EVENTS, FORUM, and NEWS. Two circular logos are also present: one for QB50 ISS and one for QB50 PL.

# QB50 constellatie

## 28 CUBESATS FROM THE INTERNATIONAL SPACE STATION



### QB50-ISS

- 28 CubeSats
- Altitude 415km
- Inclination 51.6deg
- Launch on 16<sup>th</sup> March 2017
- Atlas-V Rocket from Cape Canaveral (USA)

## 8 CUBESATS ON THE PSLV INDIAN ROCKET



### QB50-PL

- 8 CubeSats
- Altitude 500km
- Sun Synchronous Orbit 97.1deg
- Part of the Science Campaign
- Launch on 21<sup>st</sup> April 2017
- PSLV Rocket from Satish Dhawan Space Centre

[HOME](#)[THE PROJECT](#)[CUBESATS](#)[DOCUMENTS](#)[SCHEDULE](#)[EVENTS](#)[FORUM](#)[NEWS](#)



# QB50 constellation



A Consortium of 15 partners leading Universities and Research Institutes from 23 different countries.



[HOME](#)

[THE PROJECT](#)

[CUBESATS](#)

[DOCUMENTS](#)

[SCHEDULE](#)

[EVENTS](#)

[FORUM](#)

[NEWS](#)



# Toekomstige satellieten

---

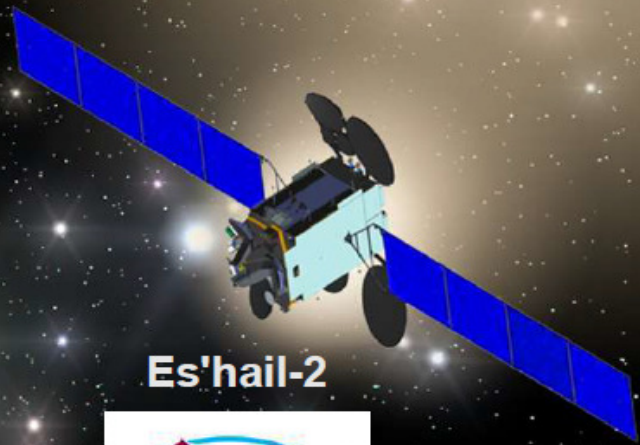




# Es'hail-2

The main banner features the AMSAT-DL logo and text: 'AMSAT-DL Satellites for Communication and Science Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft'. It includes images of various satellites and the Earth.

**AMSAT-DL**  
Satellites for Communication and Science  
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft



**Es'hail-2 (P4-A), the first geostationary OSCAR from Qatar**

*Peter Gülzow, DB20S AMSAT-DL President with G3VZV updates!*



# Es'hail-2



**AMSAT-DL**  
Satellites for Communication and Science  
Satelliten für Kommunikation und Wissenschaft

HEO  
LEO  
MEO  
GEO

**AMSAT Phase 4**

The diagram illustrates the AMSAT Phase 4 satellite constellation. It shows the Earth at the center with four distinct orbital paths: a circular Geostationary Orbit (GEO), a Medium Earth Orbit (MEO), a Low Earth Orbit (LEO), and a Highly Elliptical Orbit (HEO). A satellite is shown in the HEO orbit. The background is a dark space with a blue and purple nebula-like glow. The AMSAT-DL logo and name are at the top left, and the text 'AMSAT Phase 4' is at the bottom in orange. Small images of various satellite types are shown along the top edge of the diagram.



# Es'hail-2

A promotional graphic for Es'hailSat. It features a satellite in orbit over Earth, with solar panels and antennas. The background is a starry space scene. Text includes the company name in Arabic and English, a slogan, a website, and details about the AMSAT P4-A payload.

**Es'hailSat** سهيل سات  
Qatar Satellite Company الشركة القطرية للأقمار الصناعية

Es'hailsat  
**Space**  
to deliver your  
**Vision**  
[www.eshailsat.qa](http://www.eshailsat.qa)

Es'hail 2 is expected to launch in **late 2017**  
at the **26 degrees E** hotspot.

**Hosted Amateur Radio Payload (AMSAT P4-A):**

- S-Band uplink / X-Band downlink
- TWO Linear transponder s(all modes)
- 15 years lifetime

The logo for the AMSAT P4-A payload, featuring a stylized antenna and the acronym 'AMSAT P4-A' inside a diamond shape.





# Wat Betekent Es'hail-2



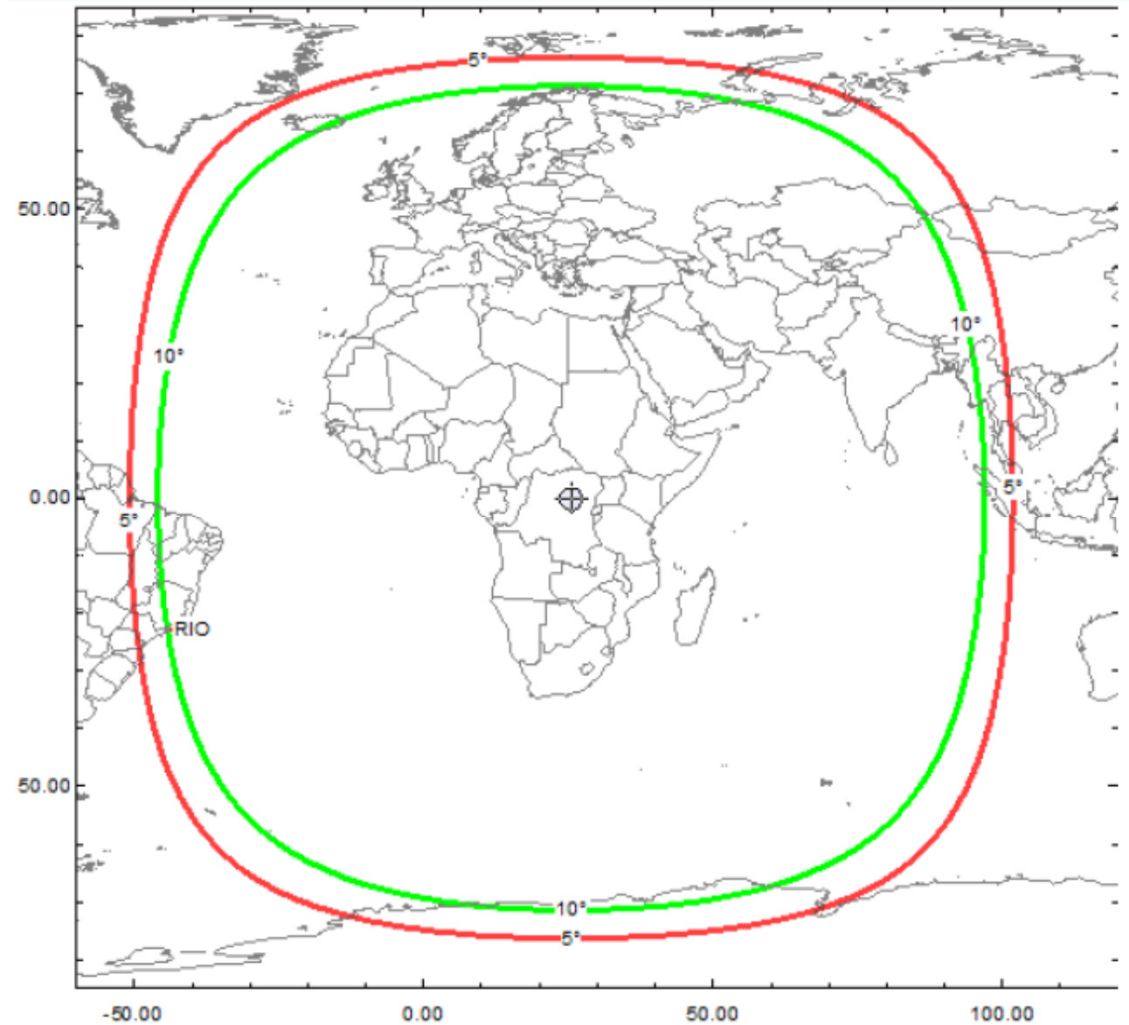
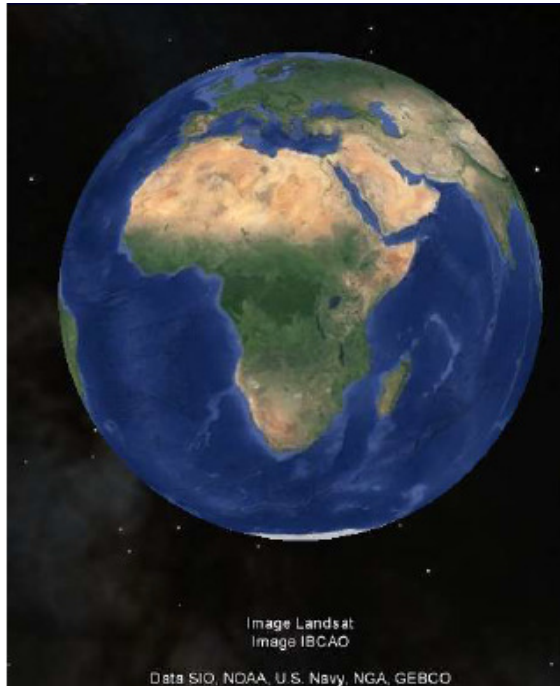
- Es'Hail of Canopus is de naam van een ster die zichtbaar komt in het Midden Oosten wanneer de zomer in herfst verandert.
- Traditioneel betekent het zien van Es' Hail geluk brengt omdat de winter komt en dit goed weer brengt



# Footprint Es'hail-2

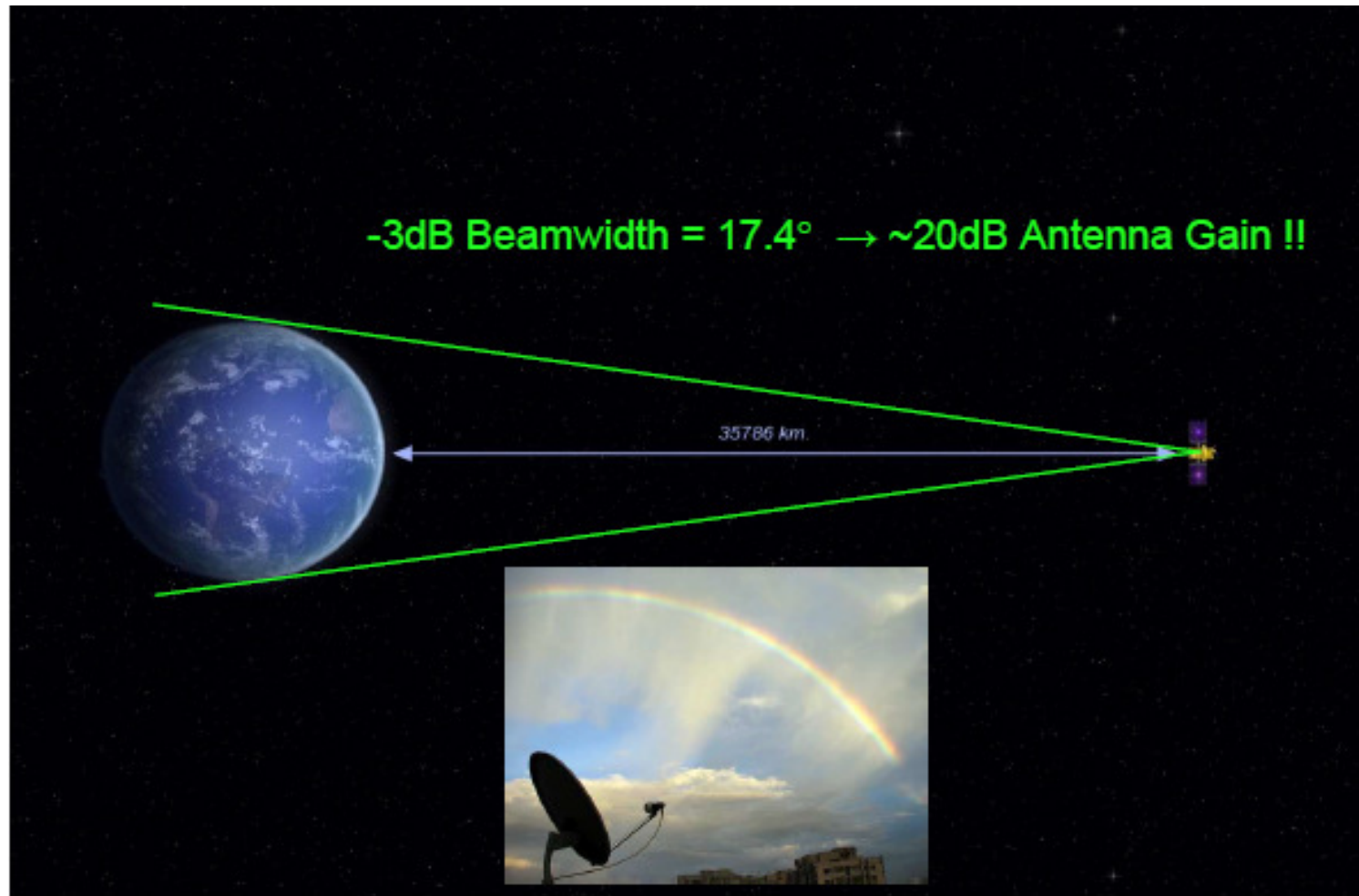


- Footprint : van India tot Brazilië





# Es'hail-2





# Es'hail-2 - positie



- Satelliet positie ( bv. Roeselare)
  - 151°azimut
  - 28° elevatie

**Satellieten en antenne locatie invoeren**

Satelliet positie en naam: 26.0° Oost : Badr 4/5/6  
Willekeurige satelliet positie: 26° Oost

Locatie van de antenne (stad/land):  
Stad naam invoeren: [?]  
België (be)

Willekeurige locatie (breedte-/lengtegraad)\*:  
50.931395° N / 3.092565° O  
\* Om de exacte breedte- / lengtegraad van Uw locatie te bepalen, zie: - maps.google.com

Schoteldiameter (breedte): 100 cm  
Schoteldiameter (hoogte): 100 cm

Zoeken / Berekenen

**Uw locatie:**  
Breedtegraad: 50.931395° N (50° 55' 53")  
Lengtegraad: 3.092565° O (3° 5' 33")  
Stad: [onbekend]  
Land: België

**De volgende gegevens zijn voor Uw locatie berekend:**  
Azimuth-hoek: 151.44° (True North)  
Elevatiehoek: 27.86°  
LNB-Tilt (Skew): -17.54°  
Offset hoek: 0.00°  
Afstand tot satelliet: 38810.38 Km  
Signaalvertraging: 258.74 ms (Uplink + Downlink)  
Declinatiehoek: -7.27°  
Polarmount uurhoek: 154.78°  
Motor-gradeninstelling: 25.22° Oost  
Satelliet: Badr 4/5/6 (26° O = 334° W)

© Copyright by www.satlex.de

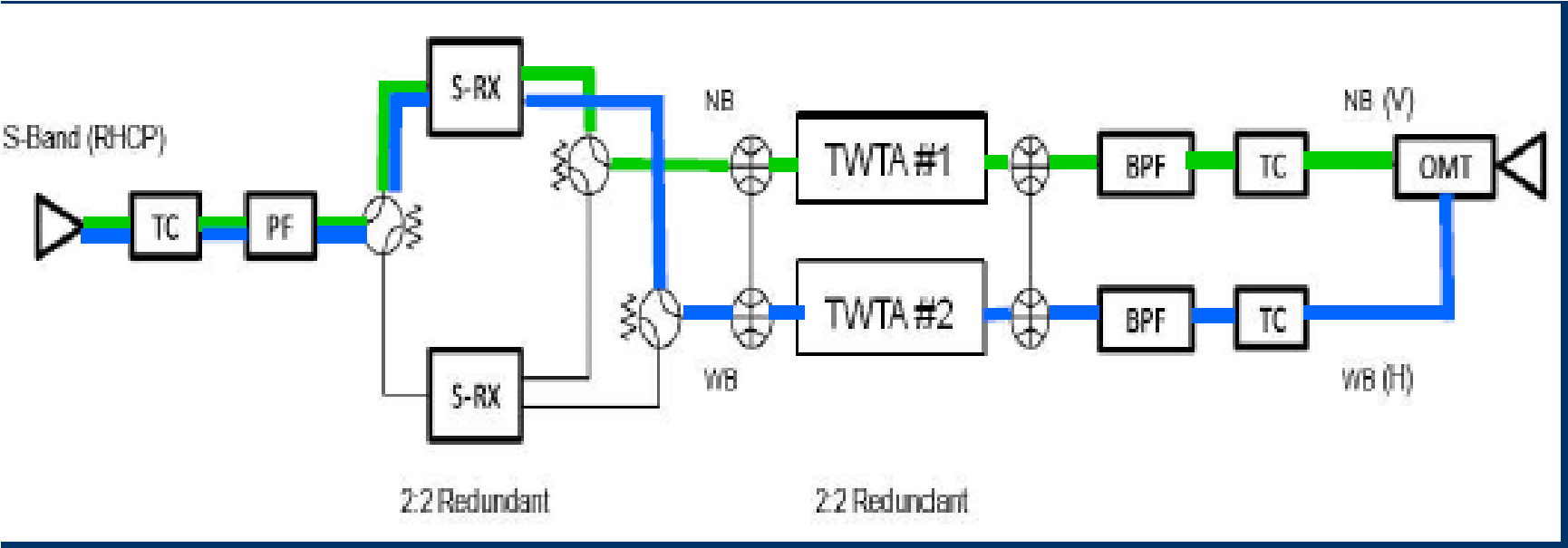
Elevatiehoek

© Copyright by www.satlex.de

Info : <http://www.satlex.de>



# Es'hail-2 -Payload Block Diagram





# Es'hail-2



- De eerste geostationaire satelliet voor radioamateurs
- Samenwerking van Amsat –DL en QARS (Qatar Amateur Radio Society)
- Verschillende transponders:



Transponder		Freq. Band	Polarization	Central Freq. (MHz)	Transponder Bandwidth
NB	Uplink	S-band	RHCP	2400.175	250 KHz
	Downlink	X-band	LVP	10489.675	
WB	Uplink	S-band	RHCP	2405.5	8 MHz
	Downlink	X-band	LHP	10495	



# Es'hail-2 “NB” Transponder



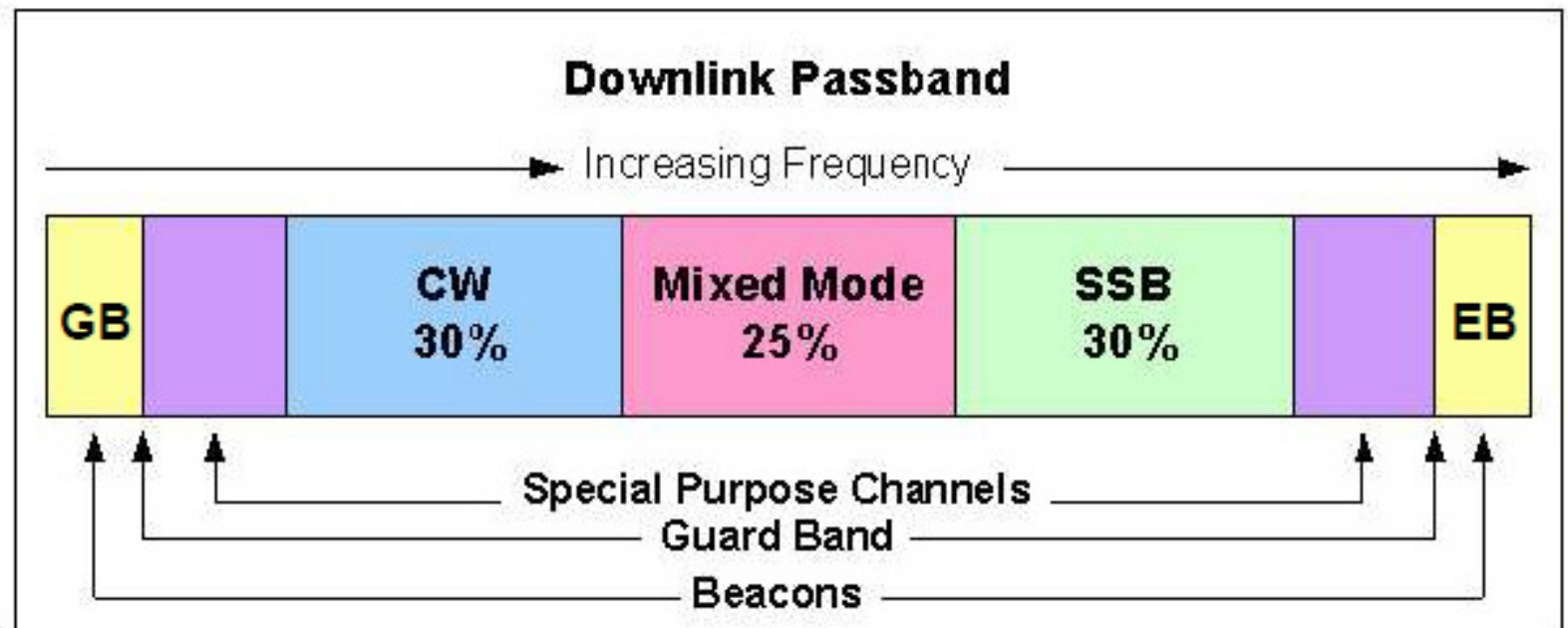
- De ‘**Narrow Band**’ transponder is een Lineaire Transponder voor laag vermogen , smalband spraak , morse en digitale communicatie)
- Voorkeur modes : SSB , CW , PSK
- Niet-inverterende , 250 Khz brede transponder
- 50 simultane 2 weg draaggolven voor 100 gebruikers
- X-band Downlink ( SAT-TV schotel):
  - 60-90cm
  - Verticale polarisatie
- S-Band Uplink:
  - RHCP
  - Uplink Transmitter 5-10W(PEP) (22,5dBi Antenne winst in een 75cm schotel )



# Es'hail-2 “NB” Transponder



- GB = General Beacon
- EB = Engineering Beacon



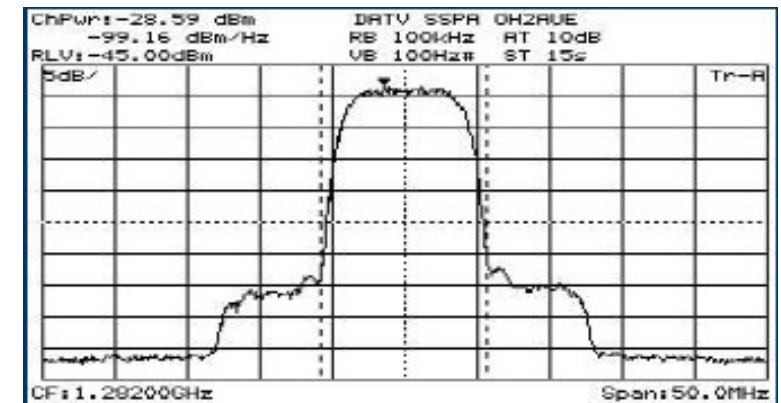




# Es'hail-2 "WB" Transponder



- De 'Wide Band' transponder is een Lineaire Transponder voor DATV en andere 'High' speed uitzendingen
- Eerste DATV transponder in de ruimte !
- DVB-S en DVB-S2
- 1 of 2 DVB-S2 carriers in HD ( 8Mhz)
- X-band Downlink ( SAT-TV schotel):
  - 60-90cm
  - Horizontale polarisatie
- S-Band Uplink:
  - RHCP
  - Uplink Transmitter: 53dBW EIRP ( 100W in een 2,4m schotel )
- DVB-S2 baken vanuit Qatar met Live WebCam voor radioamateur promotie video's

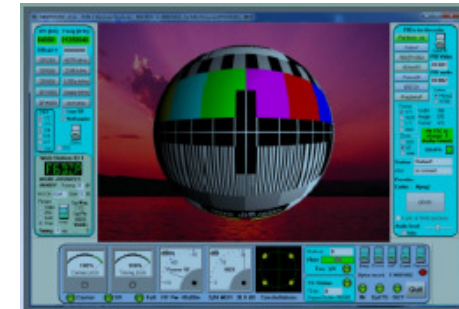




# Es'hail-2 - grondstation



- DATV apparatuur zoals ISS HamTV .
- Amsat – DL zal het gebruik van DVB-S2 stimuleren.





# Es'hail-2 - Conclusies



- Es'Hail-2 is een opportuniteit voor Radio amateur experimenten
- Zal een flexibel grondstation vereisen
- Goede TX capaciteit zal een uitdaging worden
- Coördinatie zal absoluut nodig zijn ( cfr .LEILA in AO-40) als we maximaal de satelliet willen gebruiken.
- Start eenvoudig .
  - Eerst ontvangen , dan zenden !



# DEMO





# Enkele QSO's



- [QSO via AO85 \( EA5\)](#)
- [F4DXV ON5NY via AO73.mp4](#)



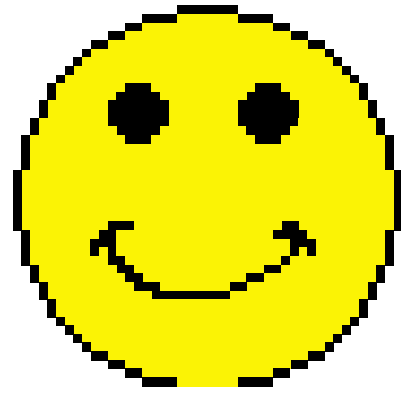
# Operating practice



- Luister eerst naar het satellietbaken of andere stations vooraleer te zenden.
- Werk met een hoofdtelefoon zodat je uw eigen downlink kunt horen.
- Schakel de squelch UIT en DSP aan.
- Zoek binnen de transponder een vrije frequentie .
- Stem uw zendfrequentie af zodat u uzelf hoort op de downlinkfrequentie
- Verander de zendfrequentie , hou de ontvangsfrequentie vast.
- Tijdens de doorgang zijn kleine correcties nodig van de zendfrequentie
- Gebruik zo weinig mogelijk power voor een QSO. ( 20W)
- Als er een pile up ontstaat geef enkel uw gegevens ( call , QTH , locator,naam)
- Hou het kort
- Denk aan de HAM spirit



Nog vragen ?





# Have Fun !







# Websites



- Sounds from satellites :
  - <http://www.dd1us.de/spacesounds%20d.html>
- PEOSAT ; veel satelliet info:
  - <http://www.pe0sat.vgnet.nl/>
- Filip Merckx – Orbcomm , gebruik van satellieten in transport
  - <http://users.telenet.be/filip.merckx/ORBCOMM.html>
- SV1BSX ; homebrew satellite equipment /antennas:
  - <http://www.qsl.net/sv1bsx/index.html>
- Sat info:
  - <https://www.spaceoffice.nl/nl/Satelliettoepassingen/Technologie/Satellietbaan/Hoge-baan-High-Earth-Orbit/>
- Online sat tracking :
  - <https://www.n2yo.com>
  - <http://www.amsat.org/track/index.php>
- Leo's portabel werken : OK1JK you tube video
  - <https://www.youtube.com/watch?v=ep7jHPurRb8>
- Datv video van ISS DATV ontvangst
  - <http://users.telenet.be/on4aah/minitioune/minitioune.htm>
  - <http://www.batc.tv/iss/>
- SSTV via ISS website van ON6MU
  - <http://users.belgacom.net/hamradio/rxsstv.htm>



# Websites



- 2 line amsat keplers:
  - <http://www.amsat.org/amsat/ftp/keps/current/nasa.all>
- DATV ontvangst
  - <http://www.amsat-on.be/hamtv-summary/>
- Homebrew arrow antenne
  - <http://www.g6lvb.com/homebrewarrow.htm>
- Satelliethoek berekenen
  - <http://www.satlex.de/nl/home.html>
- ST2NH Sat Blog:
  - [http://st2nh-blogger.blogspot.be/2013\\_10\\_01\\_archive.html](http://st2nh-blogger.blogspot.be/2013_10_01_archive.html)
- HamTV Twitter
  - [https://twitter.com/supertrack\\_it/status/835483009084190723?s=03](https://twitter.com/supertrack_it/status/835483009084190723?s=03)
- DK3WN sat info ( Telemetrie Blog)
  - <http://www.dk3wn.info/>