A photograph of the International Space Station (ISS) against a black background, showing its solar panels and structural framework.

ISS Radio Contact

ON4NOK

ZENDAMATEURS
ON4NOK



ISS Radio Contact

- Studenten konden via radio vragen stellen aan een astronout aan boord van het Internationaal Ruimte Station ISS.
 - Leerlingen van het Sint-Jozef College Turnhout
 - ARISS organisatie
 - Amateur Radio vereniging Noorderkempen ON4NOK
 - Astronaut Alexander Gerst

Amateur Radio / HAM Radio

- Wat is Amateur radio?
 - Met radioamateurs of zendamateurs (of in officiële terminologie radiozendamateurs) worden in brede zin personen bedoeld die zich voor hun hobby bezighouden met experimenteren op het gebied van het uitzenden en ontvangen van radio- en/of televisiesignalen. Hiervoor hebben zij de beschikking over een officiële zendvergunning.

ON4NOK

- Zendamateur vereniging Noorderkempen (NOK)
 - Sectie van UBA
 - ON4NOK: 60 leden
 - UBA: 3000+ leden



- ARISS
 - Amateur Radio on the International Space Station is a program that lets students experience the excitement of Amateur Radio by talking directly with crew members of the International Space Station



Radiospectroscopie / Amateur radio

- Vergelijkbare apparatuur
 - Meten
 - Antennes en ontvangers
 - Observeren/ontvangen
- Radio amateur
 - Toelating om op bepaalde frequentiebanden te zenden.
 - Experimenteren met verschillende modulatie types

Amateur Radio Shack



https://en.wikipedia.org/wiki/Radio_shack

Op locatie

- **Velddag**
 - Oefening nood gevallen
 - Eigen energie voorziening
 - Mobiele antenne
 - 24 meter
 - Op te stellen in 45 minuten
 - 4 man
 - 100 kg last
 - 120 km/h windbelasting 1,5m²



Portable/Mobiel



Soorten communicatie

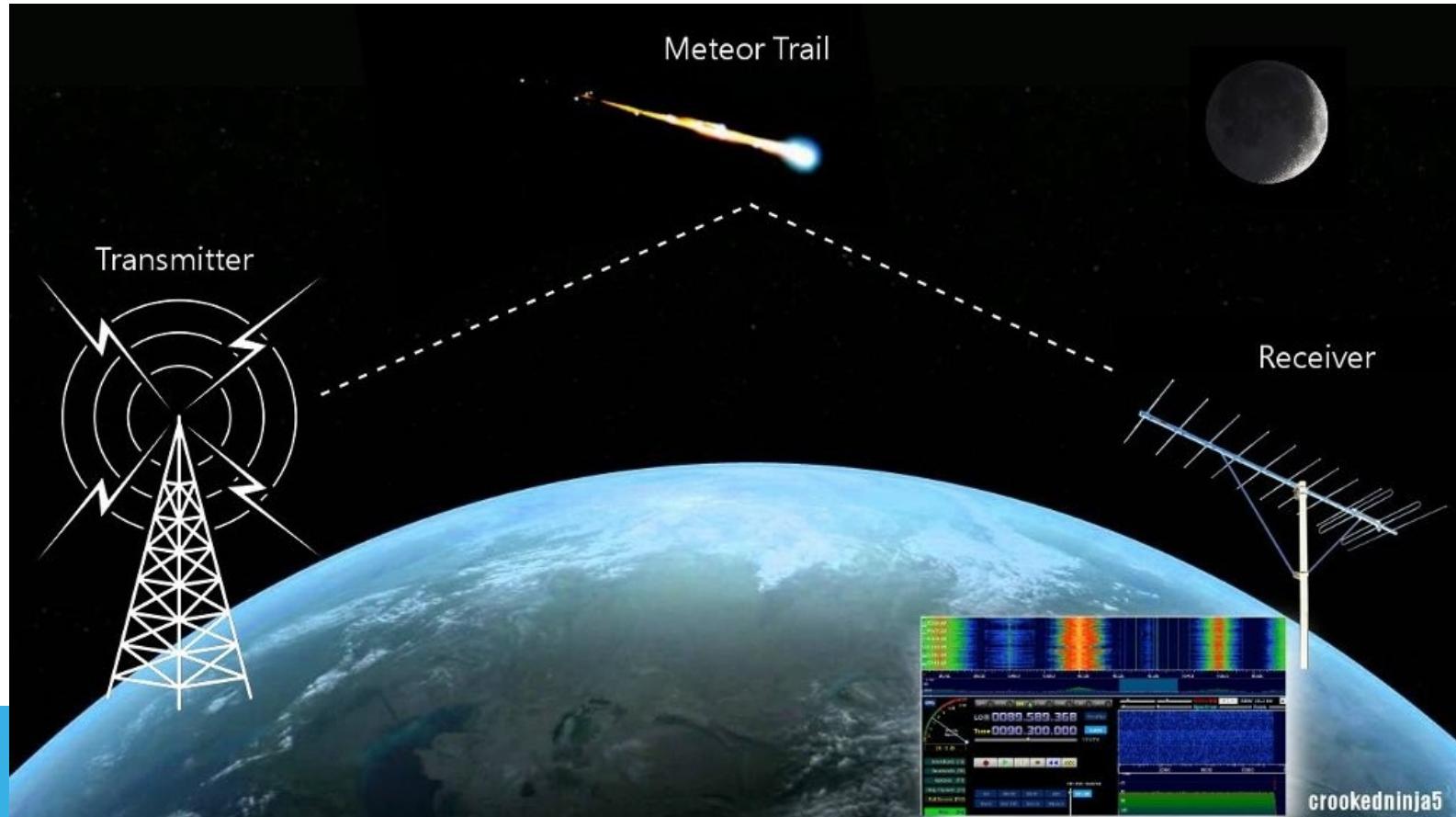
- AM/FM Voice
- Morse (CW: continuous wave)
- ATV
 - Satelliet (ISS ATV is off-line; out-of-service)
- Moonbouncing
- Digital mode
 - Low Power
 - Wispr, packet radio, telemetry
- en vele andere

https://en.wikipedia.org/wiki/23-centimeter_band



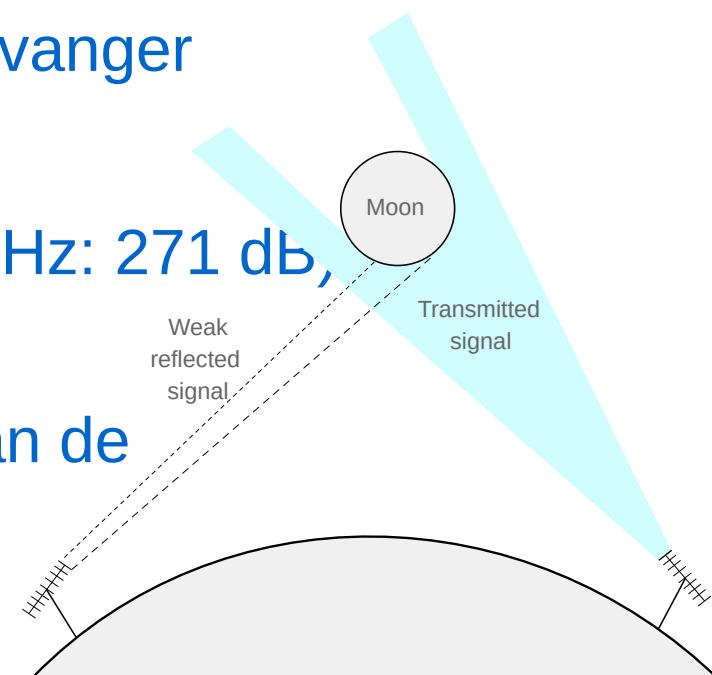
Meteor Scatter

- Meteoor creëert geïoniseerd spoor in de atmosfeer
- Doppler shift
- Tx en Rx over elkaars radio horizon.
- Radio golven worden verstrooid op het geïoniseerd spoor
- Detectie
- Messaging
- ~2200km
- 90-105 km



Moonbouncing

- Earth-Moon-Earth (EME) ofwel Moonbouncing
 - Maan als passive communicatie satelliet
 - Alle amateurbanden (50MHz tot 47GHz)
 - Alle modes (CW/Morse, Voice, ...)
 - Doppler shift voor zowel zender als ontvanger
 - Propagatie tijd ~2.56s.
 - Veel signaal verlies (2m: 252 dB; 1,2 GHz: 271 dB,
 - Atmosfeer (2x)
 - Enkel reflectie van een klein deel van de maan is bruikbaar voor een contact
 - Maanoppervlak

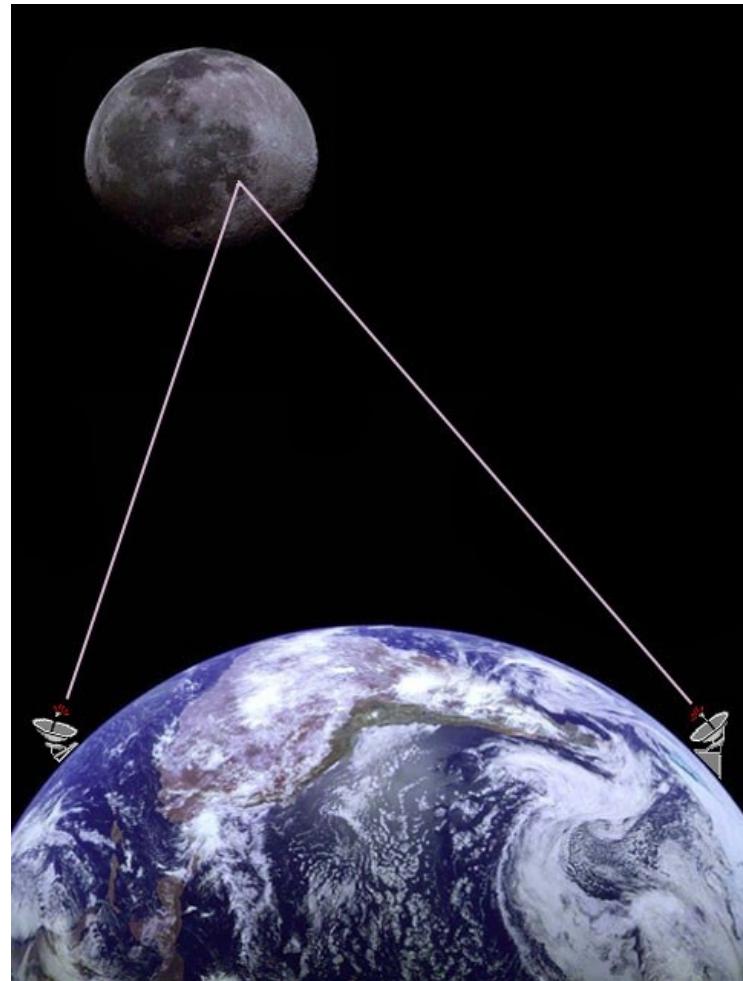


<https://nl.wikipedia.org/wiki/Moonbouncing>

https://en.wikipedia.org/wiki/Earth%E2%80%93Moon%E2%80%93Earth_communication

https://www.electronics-notes.com/articles/ham_radio/amateur-propagation/moonbounce-propagation-eme.php

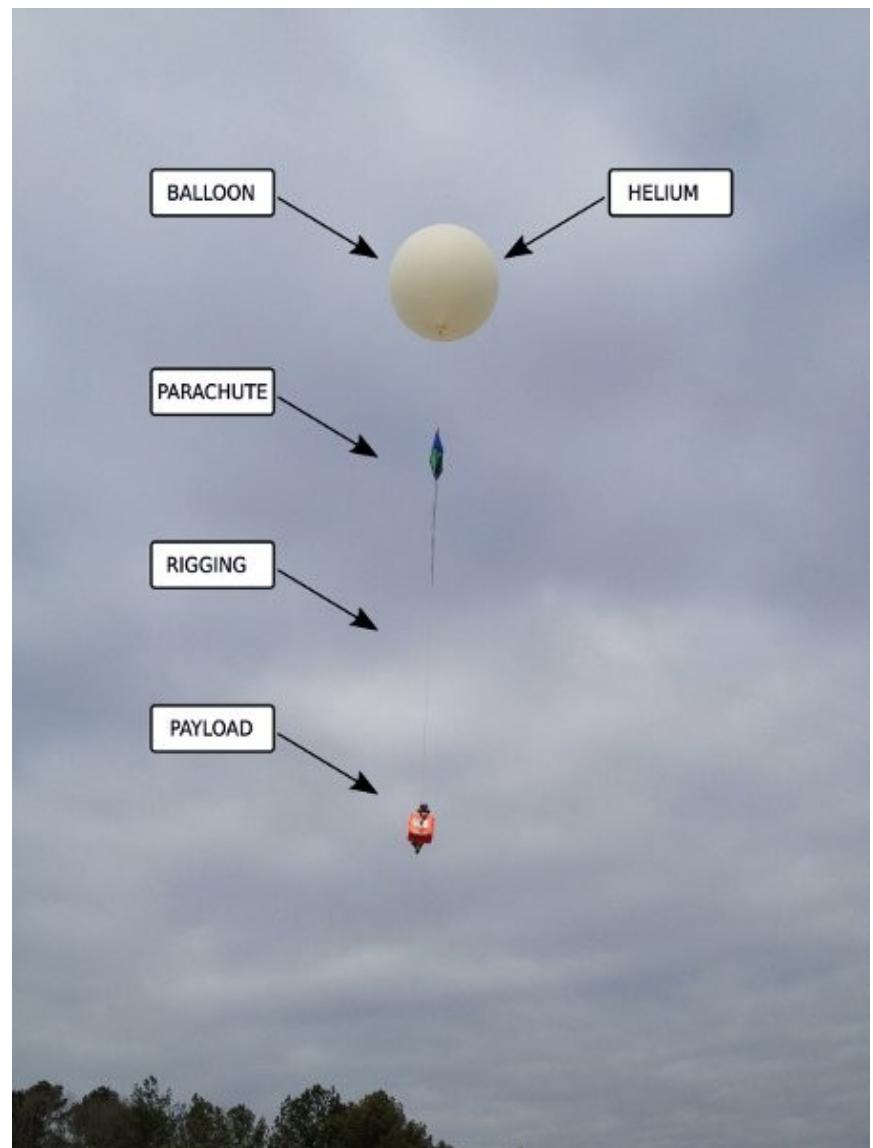
Moonbouncing



6.1m schotel voor 23cm, 13cm, 6cm

High Altitude Balloon

- Weerballon
- 30-40km hoog
- Tracker module
- Repeater/telemetrie
- Experimenten
- Mei/Juni 2020
- H.Graf Turnhout



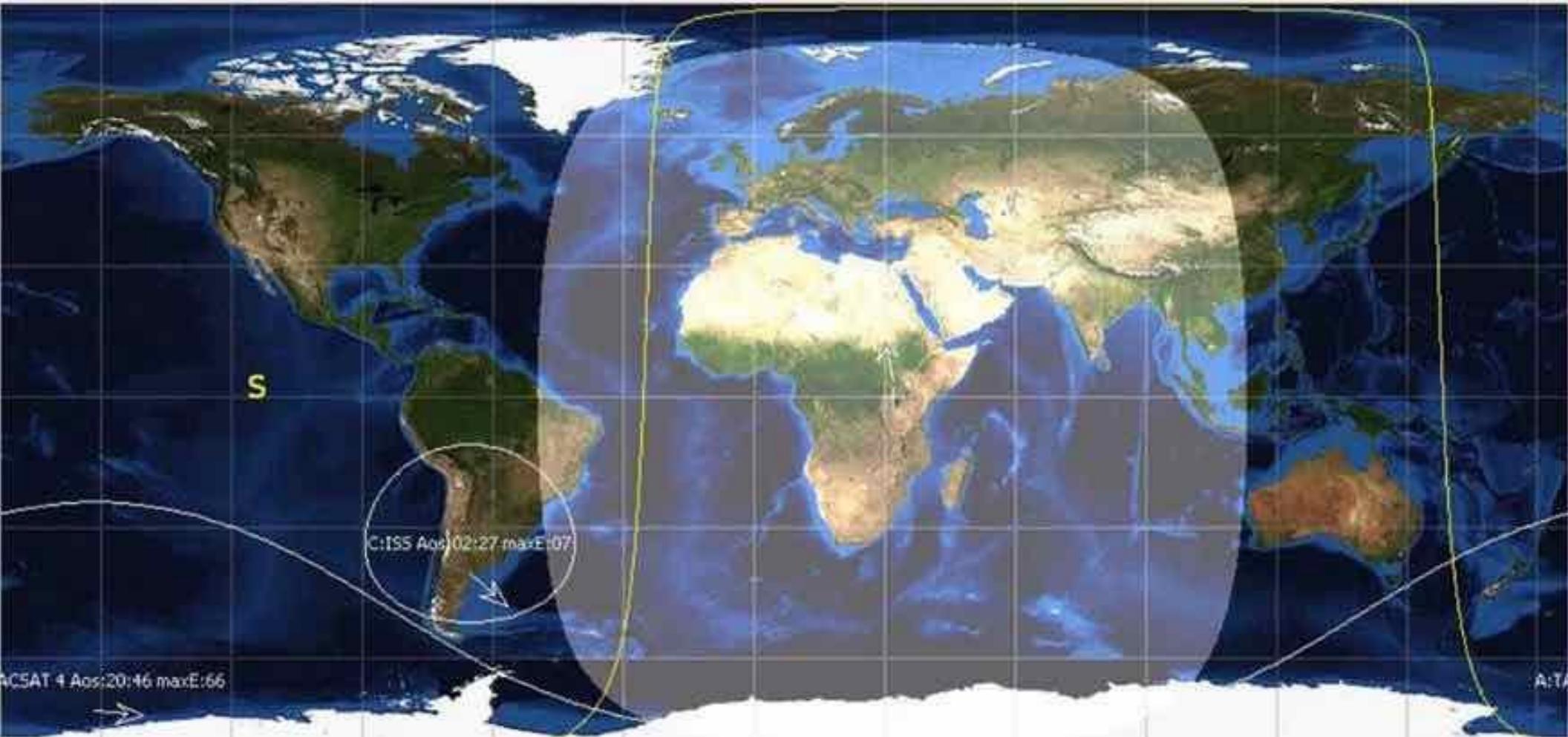
Satelliet communicatie

- Geostationair
 - ES'Hail
 - <http://eshail.batc.org.uk>
- HAM satellieten
 - Low Earth Orbit
 - CubeSats
 - Sacrifice payload raket test
 - Decommissioned
- Transponder
 - $Tx \neq Rx$ frequentie



ES'Hail geostationaire satteliet met transponder voor HAM Radio

ES'Hail satelliet



Azimut	Elevation	HA	Hohe	Entf.	L	SSP	B	Orbit	Squint	Aos	Los	Mark	A	B	C
149,0	26,9	112,4	35788	38892	32	0	21		--	--	--	--			
Beob.: 6,7 / 51,2	Konfg.: I	Grp.: EsHailSat			Keps: orbs1.txt	16.09.2013				Doppl.Korr.: Up/Down					

Bewoonde Satelliet ISS

- Internationaal Ruimte Station (ISS)
 - Momenteel enigste bemande man-made satelliet
 - Enigste HAM radio station niet op de aarde
 - ~400km
 - ~27500km/h
 - Call signs
 - USA: NA1SS
 - Russian: RS0ISS
 - European:
 - DP0ISS
 - OR4ISS
 - IR0ISS

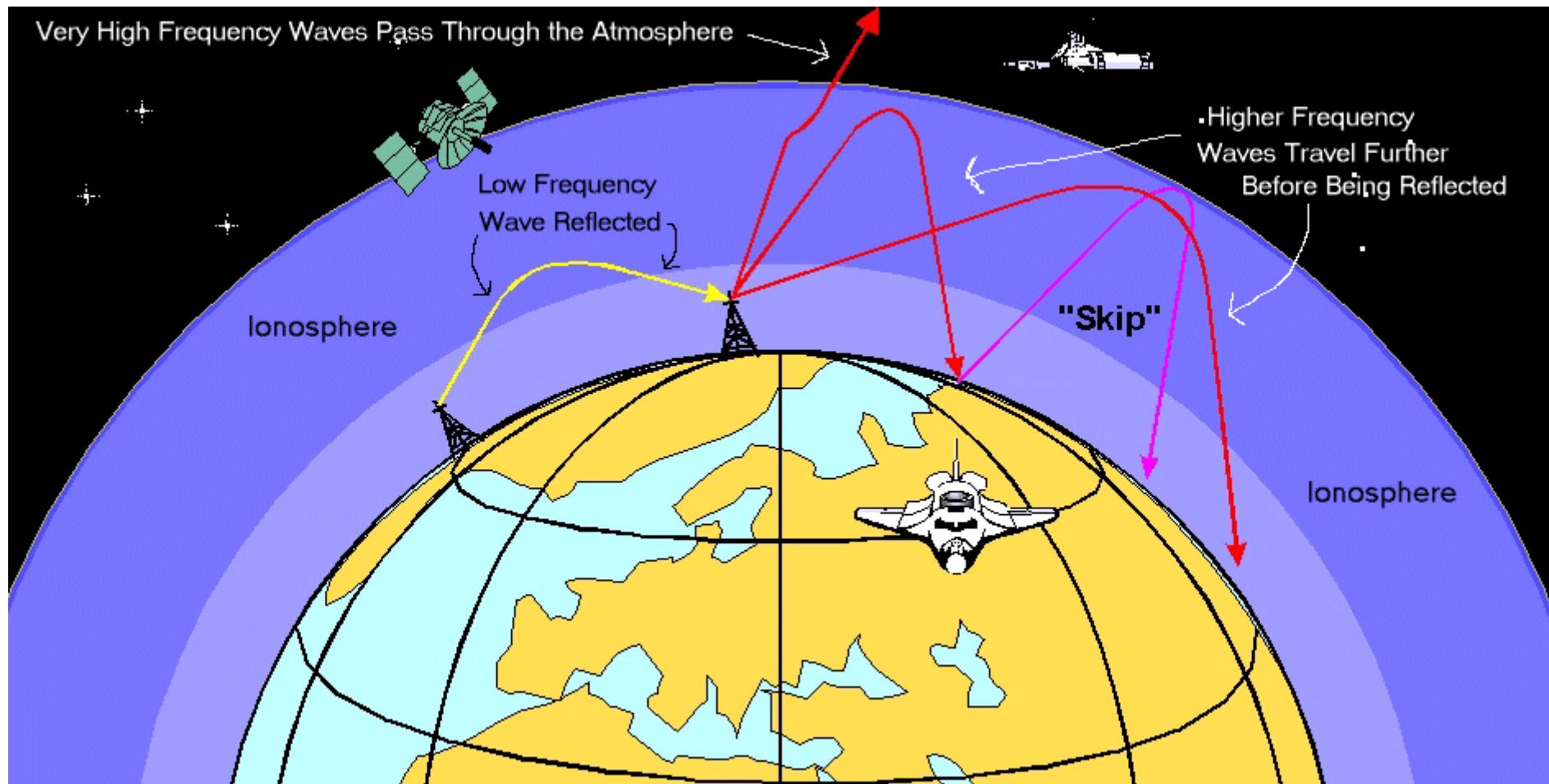


<https://www.ariss.org/contact-the-iss.html>

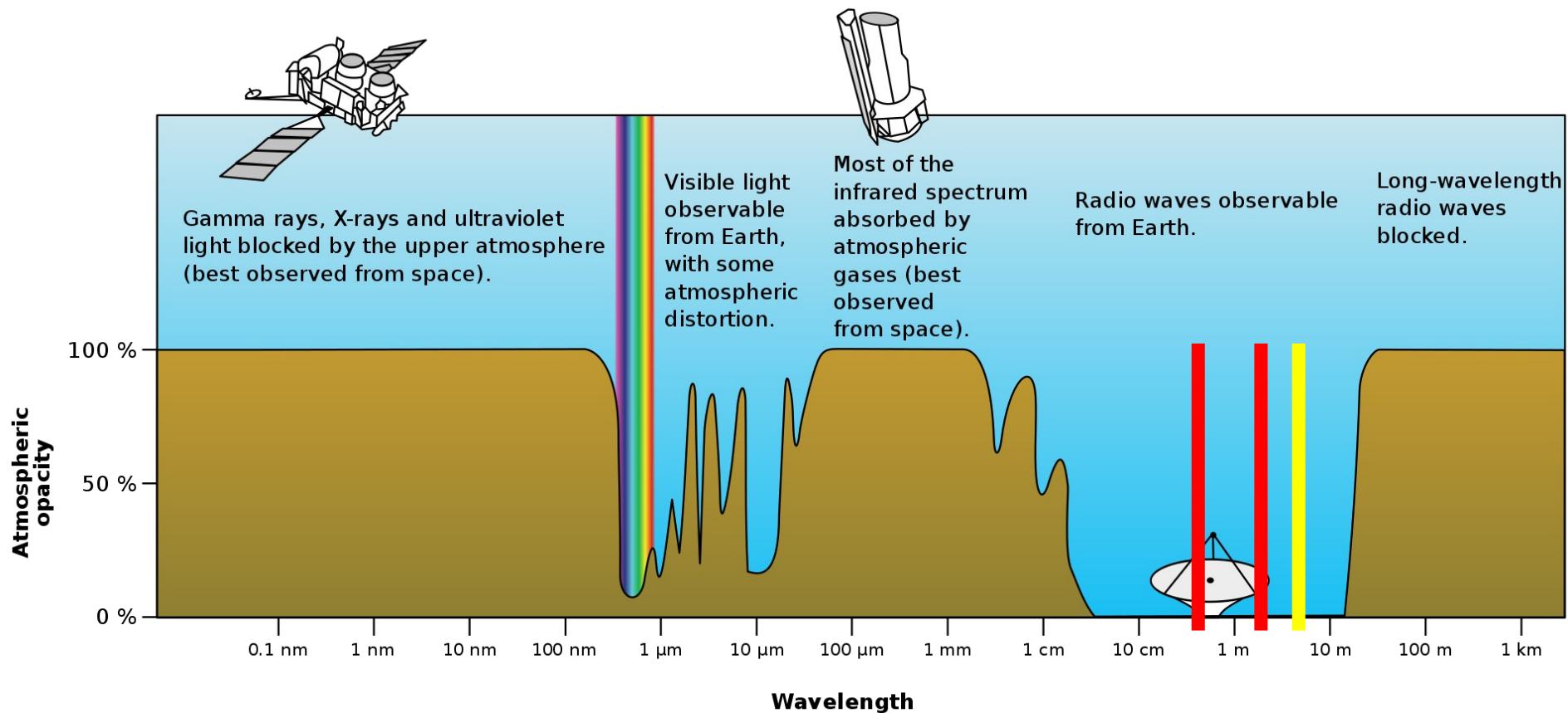
ISS contacteren

- Atmosfeer
 - Frequentie
 - Polarisatie
- Low Orbit Satelliet
 - Tracking
 - Doppler Shift
- Antenne
 - Tracking
 - Antenne Setup
- Radio Setup

Frequencies vs Atmosphere



Atmosphere Transparency

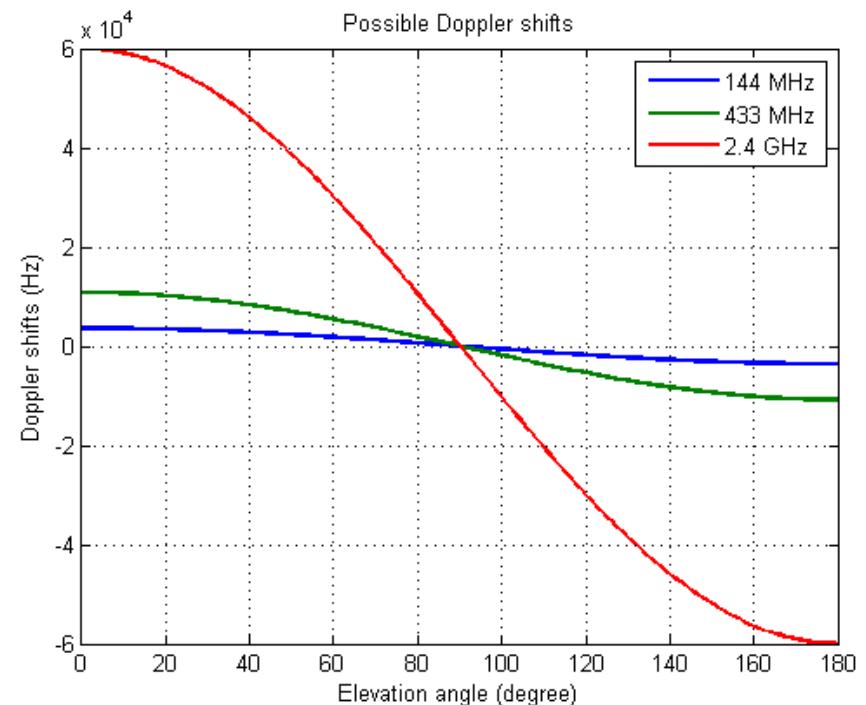


$$\lambda_{(m)} = \frac{300}{f_{(MHz)}}$$

— Sporadic E

Doppler Shift

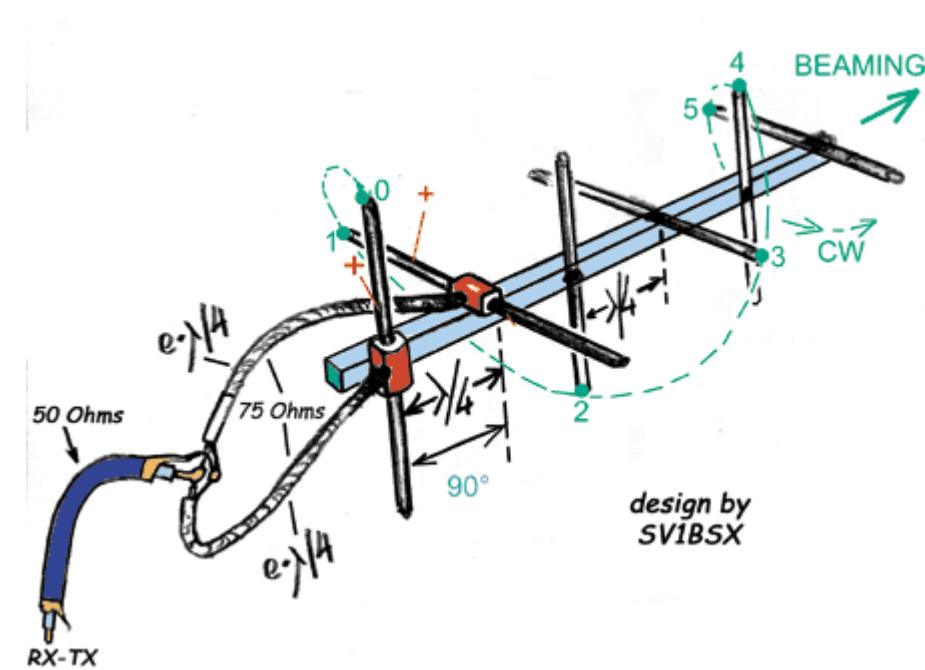
- ISS
 - $\sim 27500\text{km/h}$
 - Frequentie shift verandert tijdens de passage
- Compensatie Tx en Rx in grondstation
- Frequentie afhankelijke correctie



<https://www.qsl.net/ah6rh/am-radio/spacecomm/doppler-and-the-iss.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/Doppler_effect

Cross Yagi With circular polarisatie

- 2 Yagi Antennes
 - 90° fase verschil
 - 90° orientatie verschil
 - Circulaire polarisatie
- Faraday effect in atmosfeer
- Orientatie ISS t.o.v grondstation antenne



<https://www.qsl.net/sv1bsx/antenna-pol/polarization.html>

<https://www.linksystems-uk.com/circular-linear-polarization/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Faraday_effect

Base Station Antenne

- X-Quad Yagi Antenne
 - Rotor
 - Tracking
 - Yagi
 - Antenne winst (aarde – ISS)
 - Quad gevoed
- Antenne boven op het klaslokaal

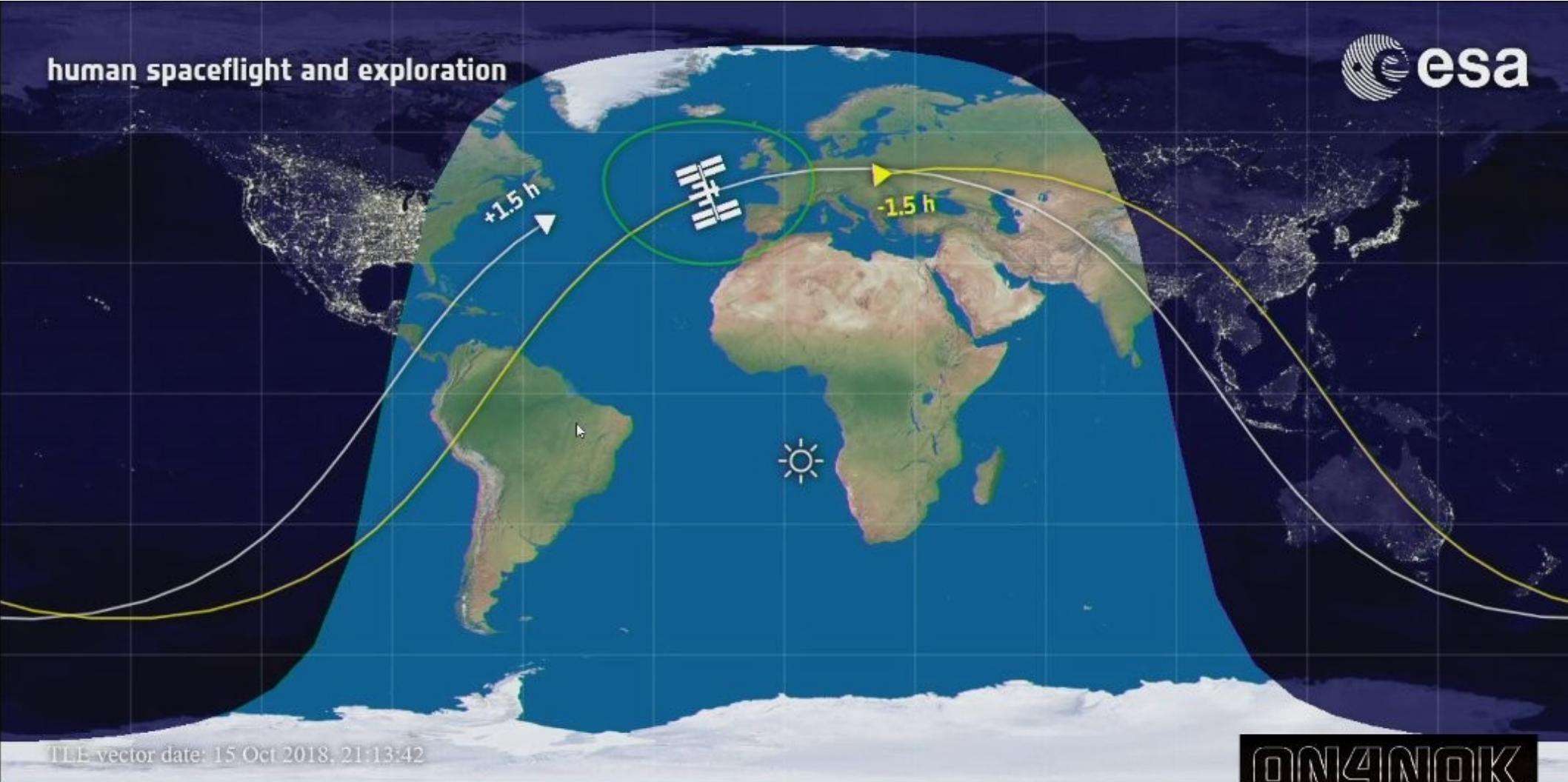


Tracking antenne

- Richtantenne
- Antenne winst
 - Energie gericht uitsturen en ontvangen
 - 13 dBi winst
 - Openingshoek (3dB): 47° E, 46° H
- X-Quad Yagi



ISS Tracking



Latitude Longitude Altitude Speed Time (GMT)
46,1 N 17,4 W 412 km 27607 km/h 16 Oct 2018, 12:06:32

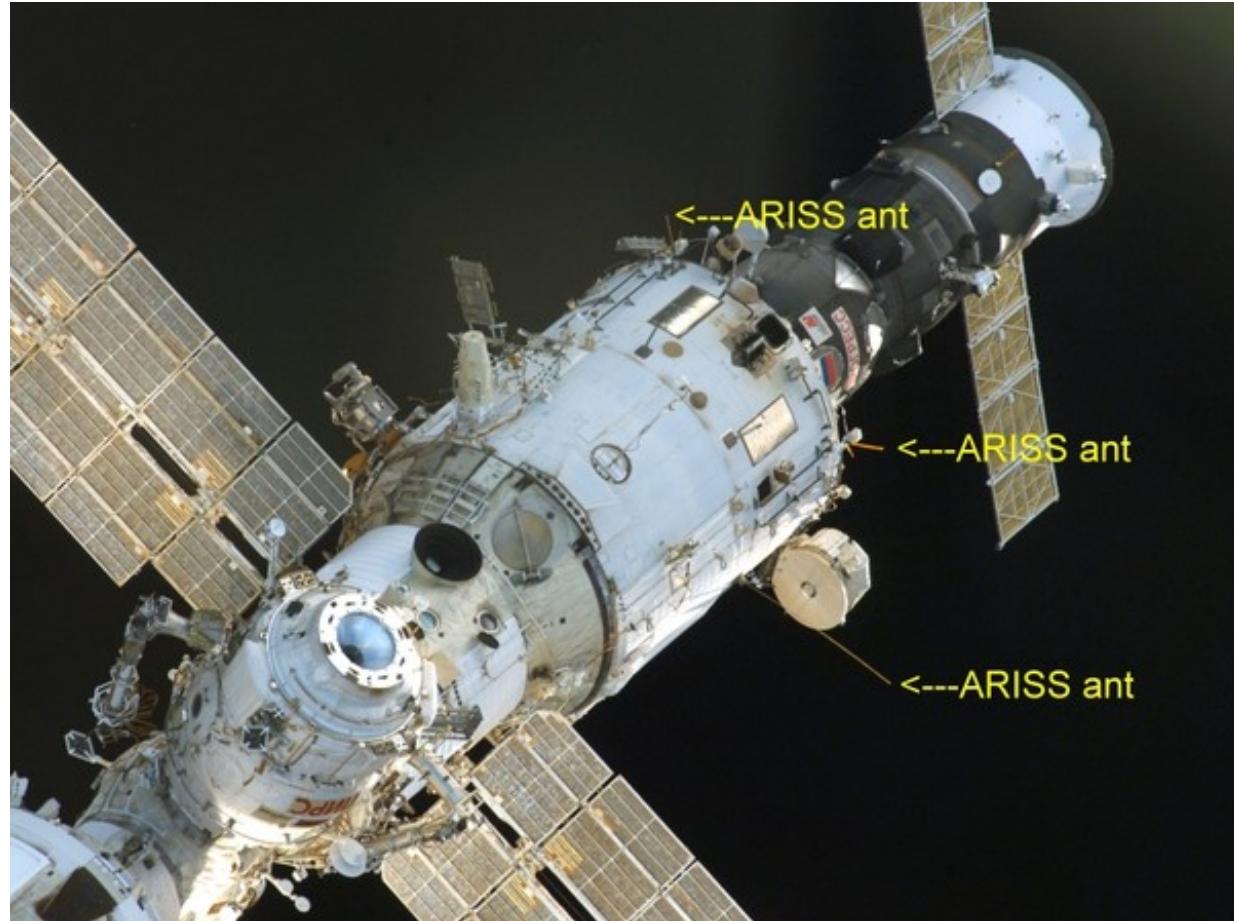
ON4NOK

Metric / Imperial



https://spotthestation.nasa.gov/tracking_map.cfm
<http://www.on4rst.be/ARISS/index.php?page=page1>

Frequency & Antenna



- Down-link: 145.800MHz
- HAM Radio Frequencies
- Atmosphere Opacity

<https://www.quora.com/Where-is-HAM-radio-antenna-on-ISS-Can-I-get-some-images-of-HAM-radio-antenna-on-ISS>
<https://www.ariss.org/contact-the-iss.html>

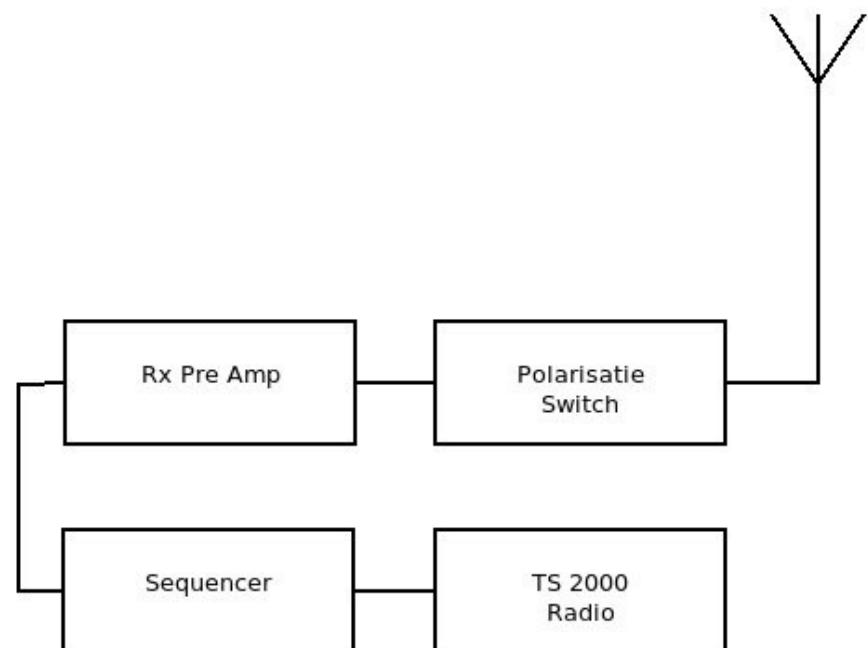
Radio's on ISS

- Handhelds
 - Ericsson MP-X (5 Watt)
- Mobile Devices
 - Kenwood TM D700 (50 Watt)
 - Kenwood TM D710 (50 Watt)
- Commercial Transceivers
 - Hardened and tested for use in space and ISS



Radio grondstation

- Diagramma
 - Polarisation Switch
 - Horizontal/Vertical/Circular
 - Rx Pre-Amp
 - Signal/Noise Ratio
 - Sequencer
 - PTT Control voor pre-amp
 - Radio
 - Simplex FM
 - Tx Freq \neq Rx Freq
 - Doppler Shift

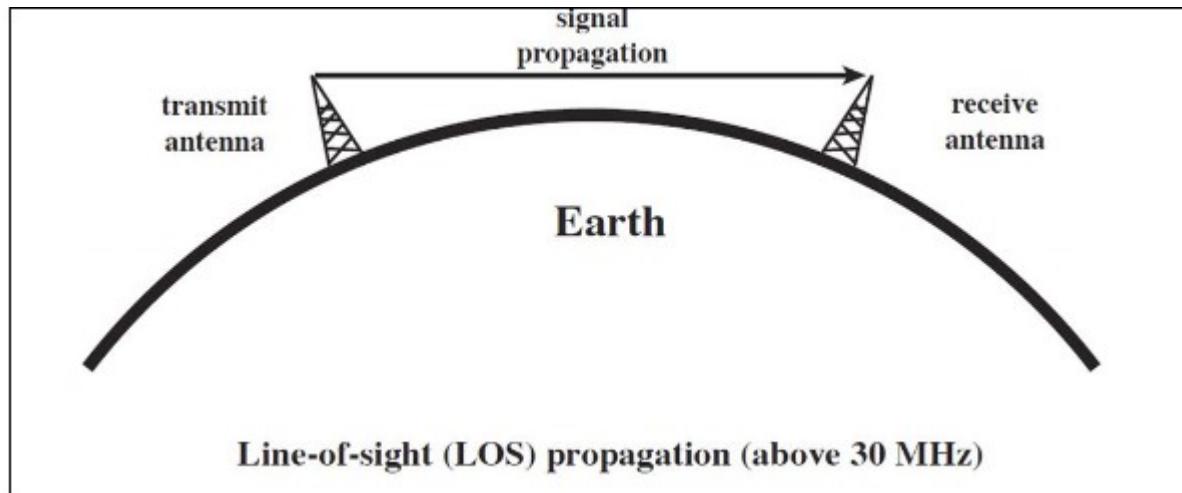


ISS Radio Contact

- Datum: 16 Oktober 2018
- Elevatie: 88°
- ISS
 - Maximum afstand = 2740 km (AOS en LOS)
 - Minimum afstand~400km
- $t_{\text{AOS-LOS}} \sim= 11,9$ minuten
- Aantal vragen voorbereid: 20
- Aantal kansen: 1

Radio Horizon

Line Of Sight



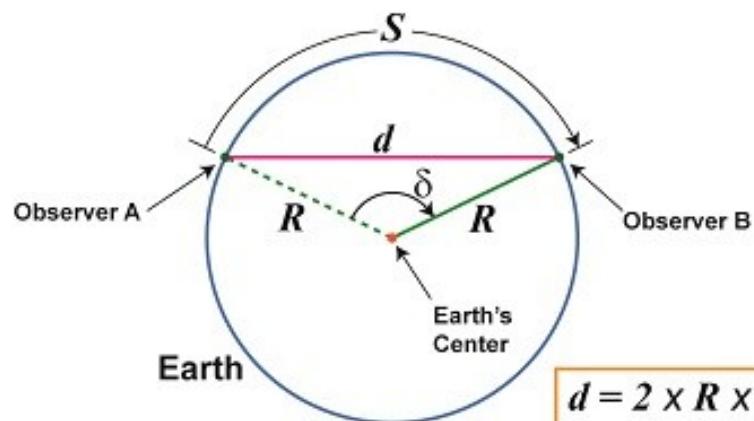
$$d_1 = \sqrt{2Rh}$$

$$D = 3.56(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \rightarrow \text{Optical Line Of Sight}$$
$$D = 4.2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \rightarrow \text{Radio Horizon}$$

Base Station Antenna $\sim 20\text{m}$
ISS Average altitude $\sim 420\text{ km}$

$$D = 4.2(\sqrt{20} + \sqrt{420000})$$
$$D = 2740\text{ km}$$

ISS visibility



$$d = 2 \times R \times \sin(\delta)$$
$$\delta = \frac{S}{2 \times R}$$

Copyright 2015 - Philip J. O'Reilly, PE

$$\delta = \arcsin\left(\frac{d}{2R}\right)$$

$$\delta = \arcsin\left(\frac{2 * d_{RLOS}}{2 * (R_{earth} + ISS\ Altitude)}\right)$$

$$S = 2 * (R_{earth} + ISS\ altitude) * \delta$$

$$S = 2 * (6371\ km + 420\ km) * \delta = 5480\ km$$

$$t_{ISS} = \frac{S}{v_{ISS}} = \frac{5480}{27580} = 0.199\ h = 11.9\ minute$$

RLOS = Radio Line Of Sight

$$R_{earth} = 6371\ km$$

Contact organisatie

- Situatie
 - Radio station locatie
 - Antenne locatie
 - klaslokaal
 - School event
 - ~650 leerlingen
 - Extern
 - Ouders/grootouders
 - HAM radio amateurs, ARISS, Collega's

Grondstation Antenne



https://spotthestation.nasa.gov/tracking_map.cfm

<http://www.on4rst.be/ARISS/index.php?page=page1>



Klaslokaal naar (radio) studio



Radio Shack / Studio



Klaslokaal naar (radio) studio



Streaming

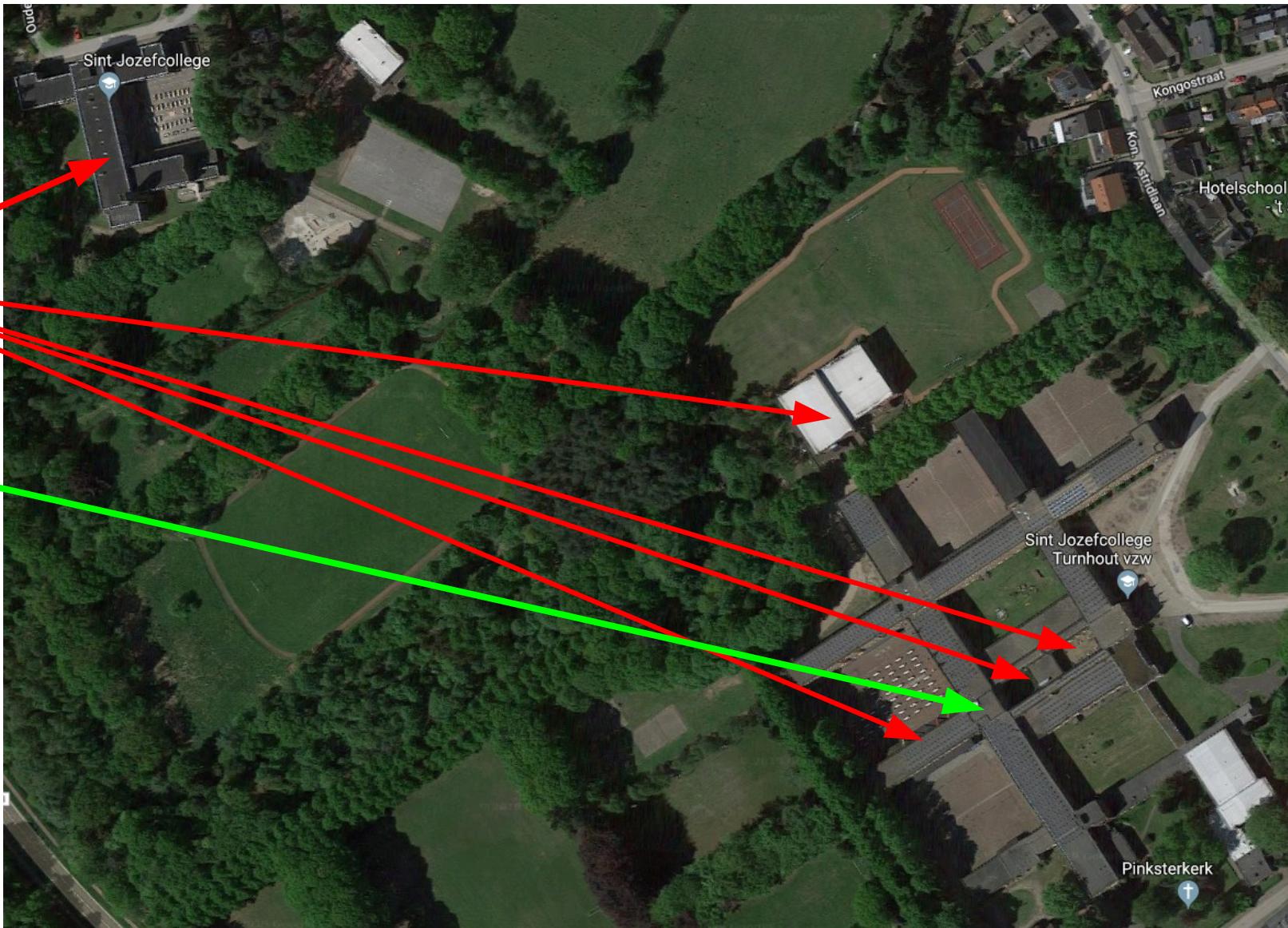
- Radio Shack / Studio
 - ~650 Leerlingen publiek
 - 2 locaties op het terrein (middelbaar-lagere school)
- Streaming
 - Lokaal in de school
 - Internet
- Setup
 - 3 Camera's
 - 3 Microfoons

Streaming

Leerlingen
Leerkrachten

Radio Shack
Station

Ouders,
grootouders,
Radio amateurs,
Alle andere via
YouTube



Streaming



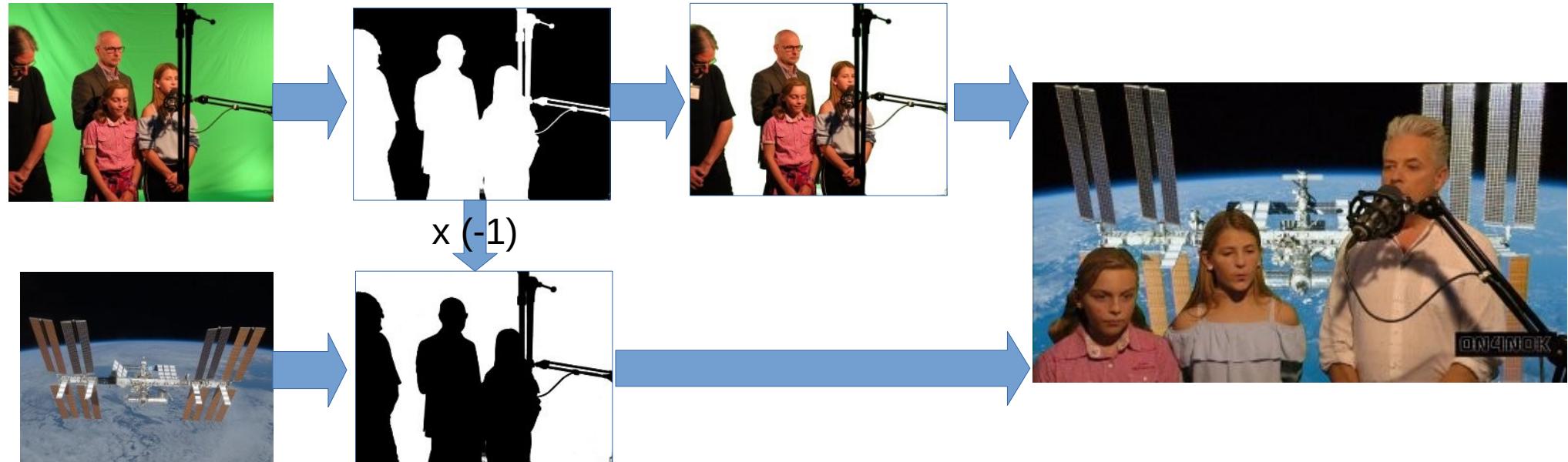
Video Mixer



(Live) Streaming



Green Screen



(Live) Streaming



Local

Twitter

College Park, MD



Local

HAM operator(DE)



ISS-Schulkontakt Sint-Jozefcollege, Turnhout, Belgium mit Alexander Gerst, 2018-10-16

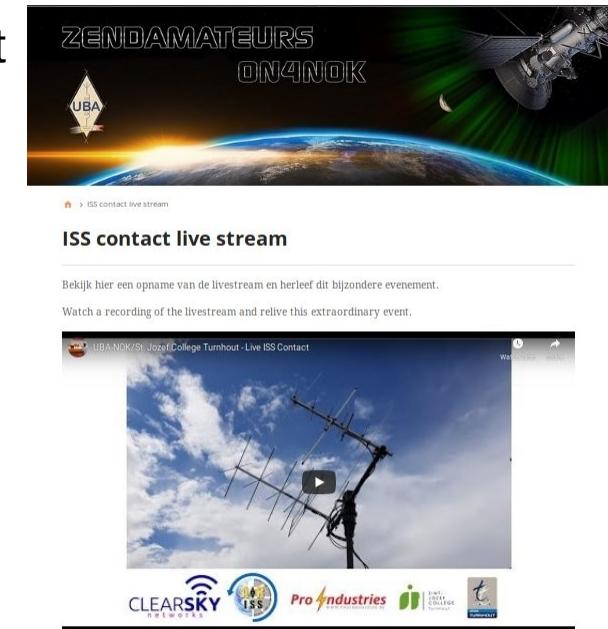
In de media

VRT 19h00 nieuws (16 oktober 2018)



Gazet van Antwerpen (krant)

Internet



Sint-Jozefcollege legt als eerste Belgische school contact met ruimtestation
Even naar de ruimte bellen



[https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/10/16/leerlingen-praten-met-astronaut-in-de-ruimte-dankzij-radioverbining](https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/10/16/leerlingen-praten-met-astronaut-in-de-ruimte-dankzij-radioverbinding)
https://www.qva.be/cnt/dmf20181016_03850222/even-naar-de-ruimte-bellen

Vragen