

Es'Hail-2 – P4-A – QO100

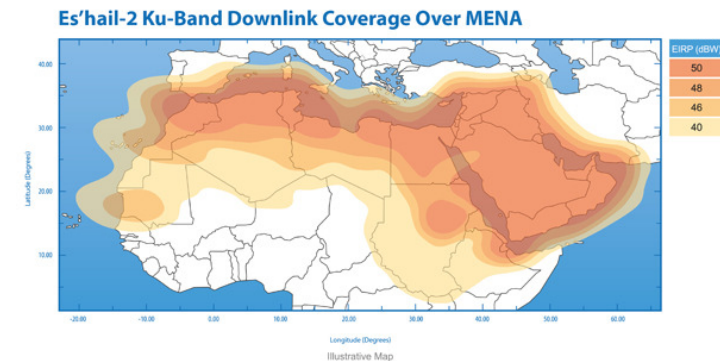
Fabio Azzarello

IZ5XRC

“Serata a tema” – ARI Firenze
8 Febbraio 2019

Es'Hail-2

- E' stato realizzato da Mitsubishi Electric Co. per conto di EsHailSat (Qatar Satellite Company)
- La missione primaria è quella di fornire servizi di TV in HD nell'area del Middle East and North Africa (MENA)
- Lifetime: 15 anni
- Massa al lancio: 5300kg
- Posizione: 26°E
- **OSCAR payload:**
 - S-band UP / X-Band DOWN
 - Linear Transponder (bent-pipe)
 - **WB:** DATV & **NB:** SSB, CW, PSK



www.eshailsat.qa

Es'Hail-2 diventa QO-100 (P4-A)

Il primo OSCAR in orbita Geostazionaria: Phase 4-A

Solo pochi giorni fa la designazione Amsat QO-100:
Qatar-Oscar 100

Il satellite che ospita il nostro payload, Es'Hail-2, è stato lanciato il 15 Novembre 2018 da Cape Canaveral (Air Force Station Space Launch Complex 40) su un Falcon 9 di SpaceX

QO-100 (P4-A)

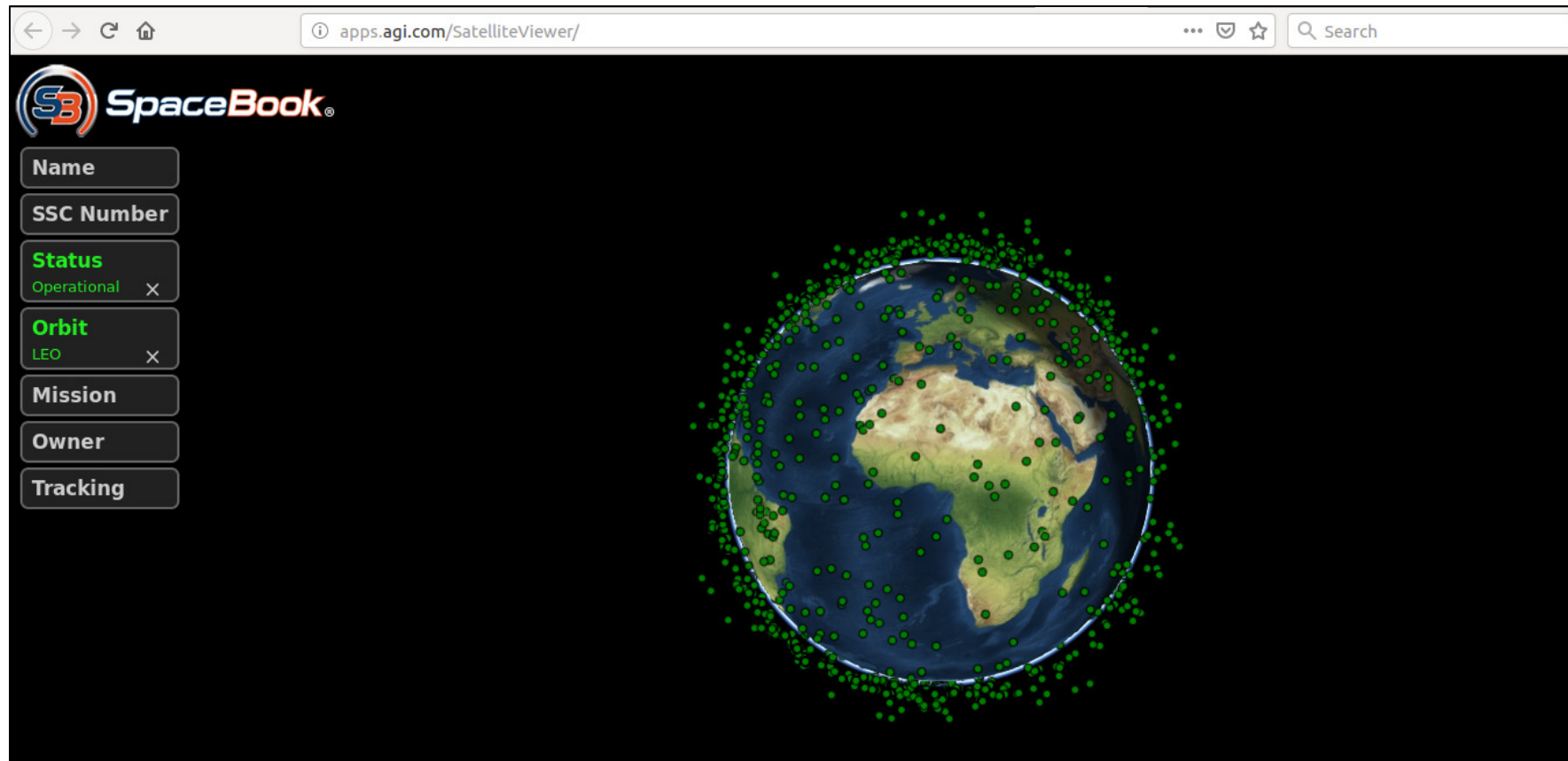
Es'Hail-2/P4A è stato sviluppato da Amsat-DL con il supporto del Qatar Amateur Radio Society – QARS ed EsHailSat.

Il payload è stato realizzato da MELCO (Mitsubishi Electric Corporation) seguendo le specifiche tecniche e le indicazioni di Amsat-DL.

I transponder, WB e NB, sono stato testati con successo dal 23 Dicembre 2018 e saranno "aperti" a tutti durante il mese di Febbraio 2019.

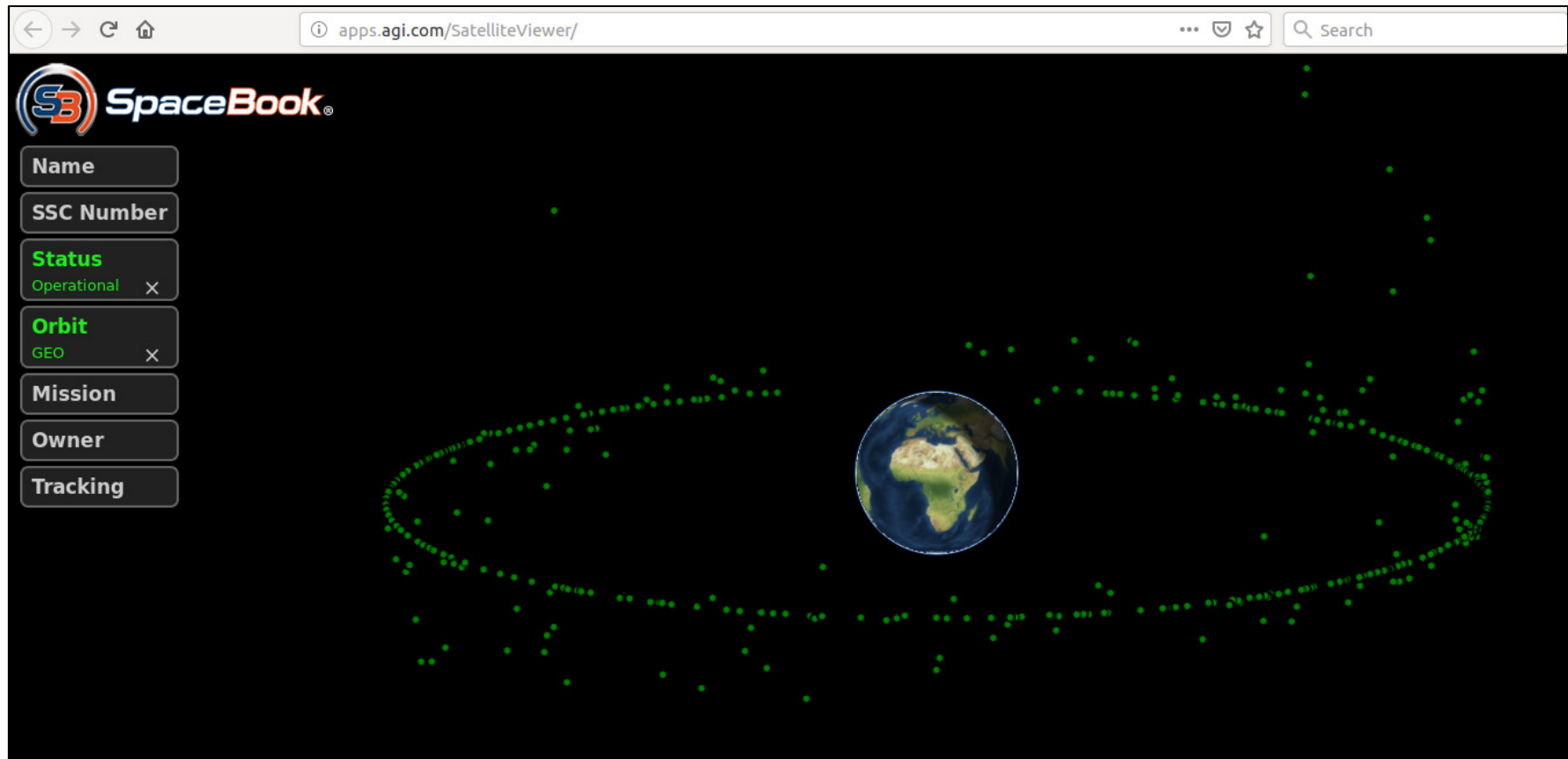
Il satellite ha raggiunto in questi giorni la posizione finale a 25.9°E

ORBITE



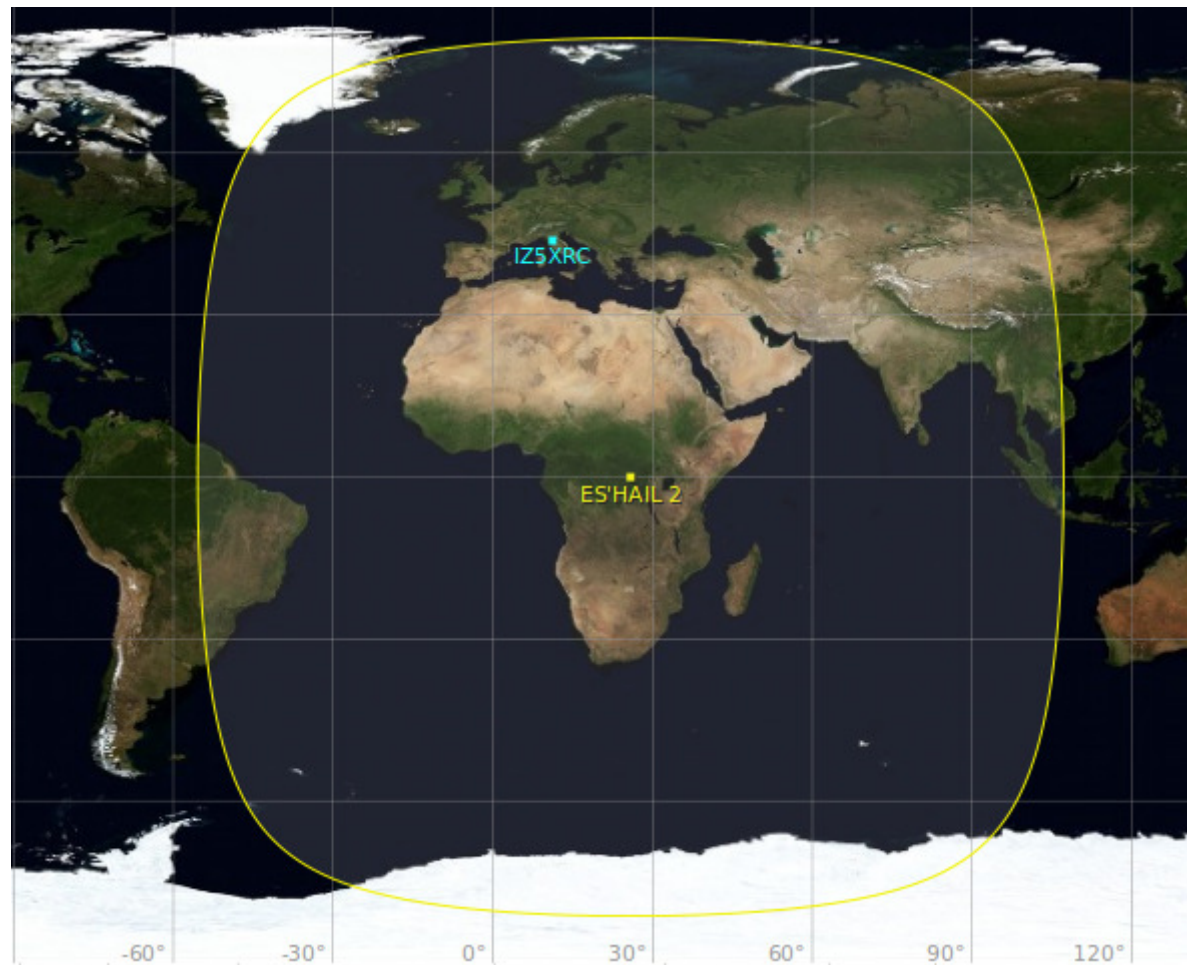
Attualmente, la maggior parte dei satelliti con transponder radioamatoriale orbitano in quella che viene definita Low Earth Orbit. Questa famiglia di orbite non consente di effettuare collegamenti a lunga distanza come avveniva con i precedenti AO-10, AO-13 ed AO-40.

ORBITE



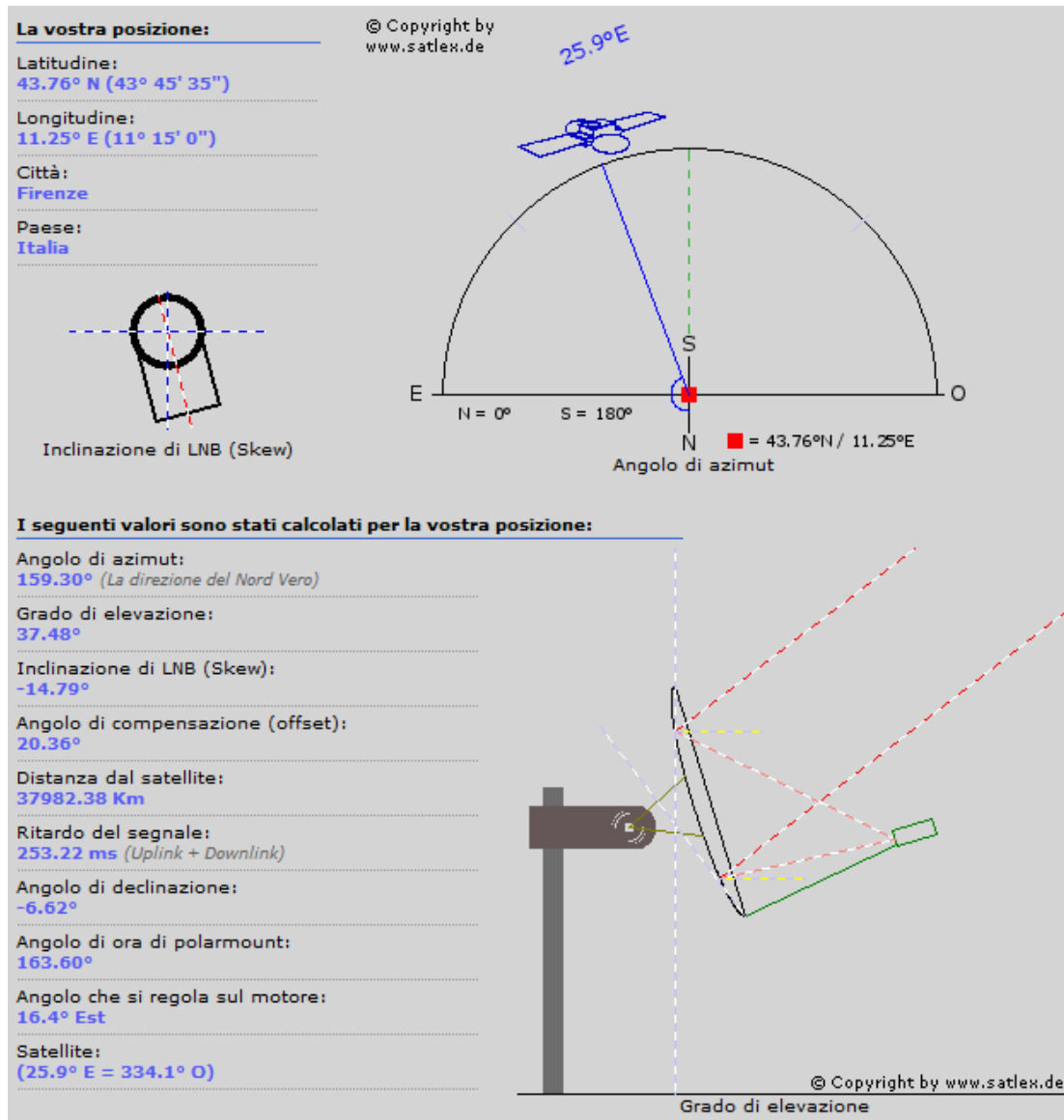
Le possibilità che ci darà il primo OSCAR in orbita Geostazionaria sono del tutto evidenti, soprattutto se si è a caccia di DXCC.

ORBITE



La possibile copertura fornita da QO-100 è molto ampia ed è opportuno notare che l'accesso al satellite è teoricamente 24/7. Questo non era mai stato possibile in precedenza. L'aspetto negativo è l'impossibilità di collegare stazioni W, JA e VK.

Puntamento



Visto che il satellite è stazionario il puntamento della parabola può essere fatto sfruttando i siti che vengono normalmente usati per la TV via SAT.

Importante osservare che oltre al puntamento in **AZIMUTH** e **ELEVAZIONE** a cui siamo abituati c'è da considerare anche lo **SKEW ANGLE**.

Quest'ultimo è essenzialmente legato alla posizione reciproca tra SAT e Stazione a Terra.



Puntamento

I seguenti valori sono stati calcolati per la vostra posizione:

Angolo di azimut:
159.30° *(La direzione del Nord Vero)*

Grado di elevazione:
37.48°

Inclinazione di LNB (Skew):
-14.79°

Angolo di compensazione (offset):
20.36°

Distanza dal satellite:
37982.38 Km

Ritardo del segnale:
253.22 ms *(Uplink + Downlink)*

Angolo di declinazione:
-6.62°

Angolo di ora di polarmount:
163.60°

Angolo che si regola sul motore:
16.4° Est

Satellite:
(25.9° E = 334.1° O)

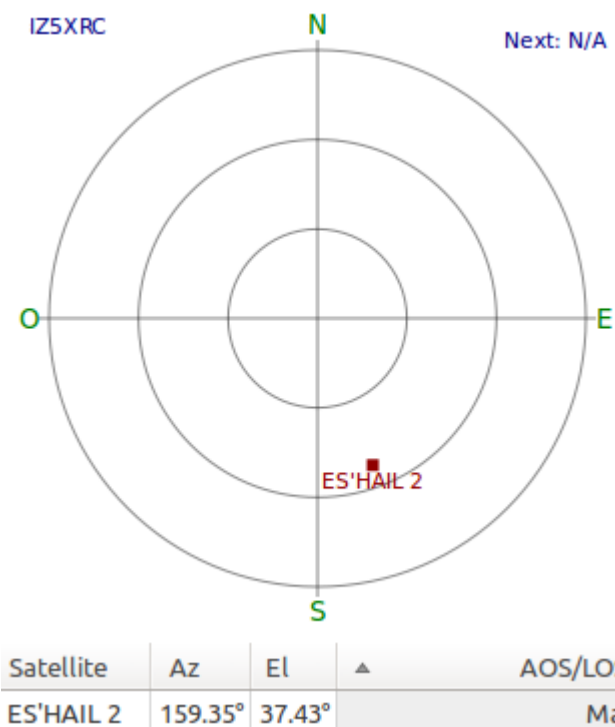


<https://www.celestrak.com/NORAD/elements/amateur.txt>

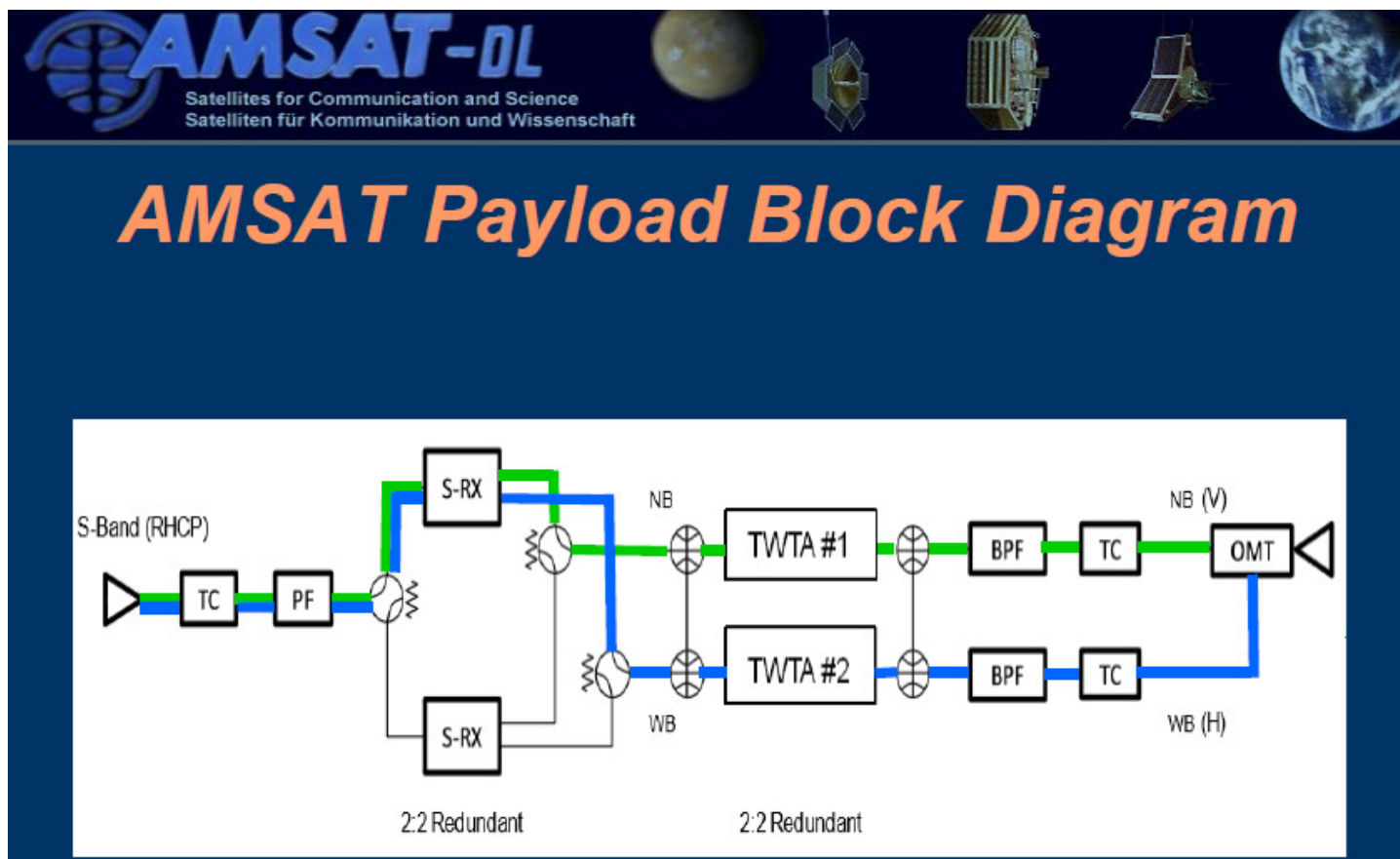
ES'HAIL 2

```
1 43700U 18090A 19035.55487788 .00000137 00000-0 00000+0 0 9992
2 43700 0.0156 98.0986 0000865 238.4630 23.4344 1.00268690 959
```

IZ5XRC Fabio --> G/S Azimuth & Elevation to EsHail 2					
GS Location	IZ5XRC's				
GS LON	11,25	E			
GS LAT	43,76	N			
GEO LON	25,9	E			
G/S to SAT Distance	37975,1	km	--->	Pathloss	191,6 dB
Azimuth	159,30	DEG			
Elevation	37,43	DEG			
Polarization Tilt	-14,794	DEG			
Round trip time	253,3	ms			



Transponder – Amsat Payload

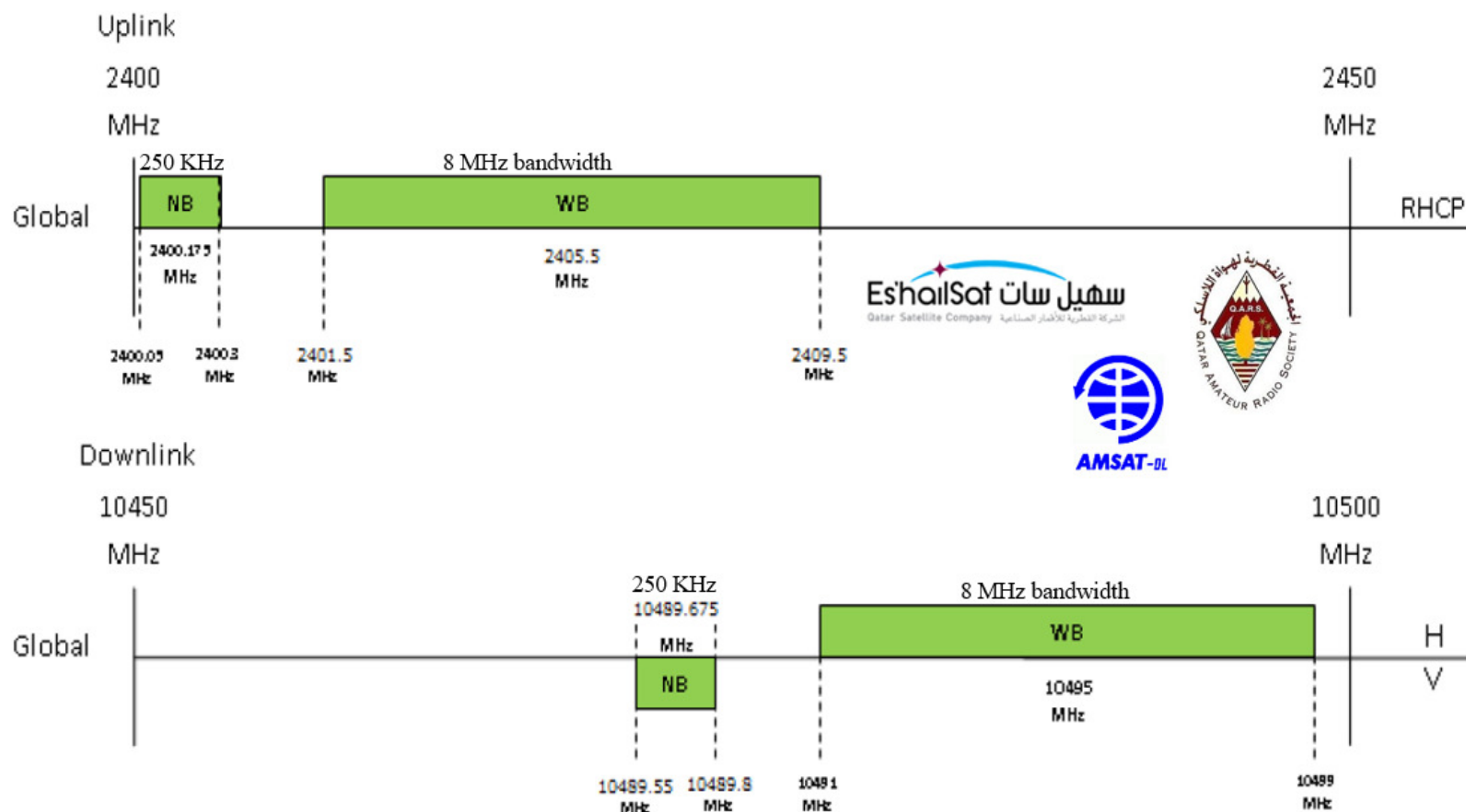


Schema del Payload Amsat a bordo del satellite Es'Hail-2 come descritto da Peter DB2OS al simposio Amsat-UK 2017 e successivi.



Transponder – Band Plan

<https://amsat-dl.org/en/p4-a-nb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines>

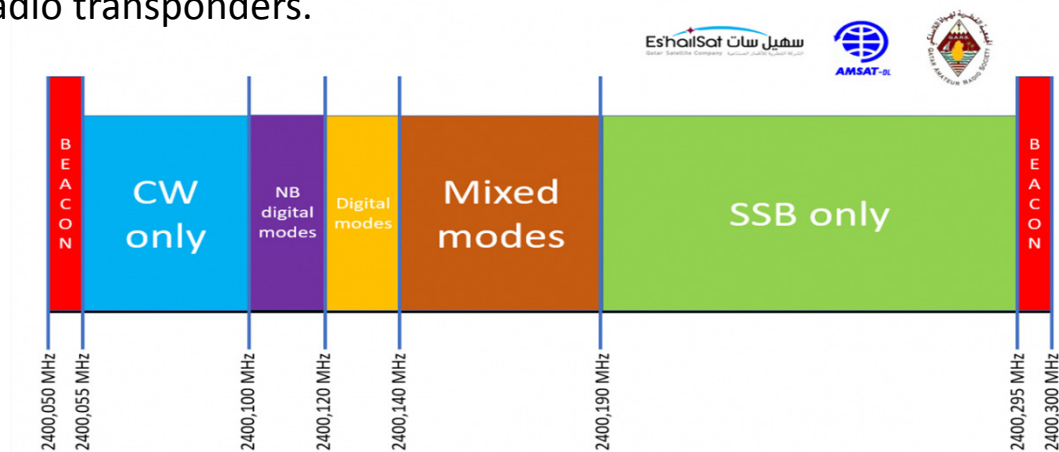


Xpdr	U/L FREQUENCY (MHz)				D/L FREQUENCY (MHz)				LO (MHz)	BW (MHz)
	Pol	Begin	Center	End	Pol	Begin	Center	End		
NB	RHCP	2400.05	2400.175	2400.3	V	10489.55	10489.675	10489.8	8089.5	0.25
WB	RHCP	2401.5	2405.5	2409.5	H	10491	10495	10499	8089.5	8

Transponder – Band Plan --> NB

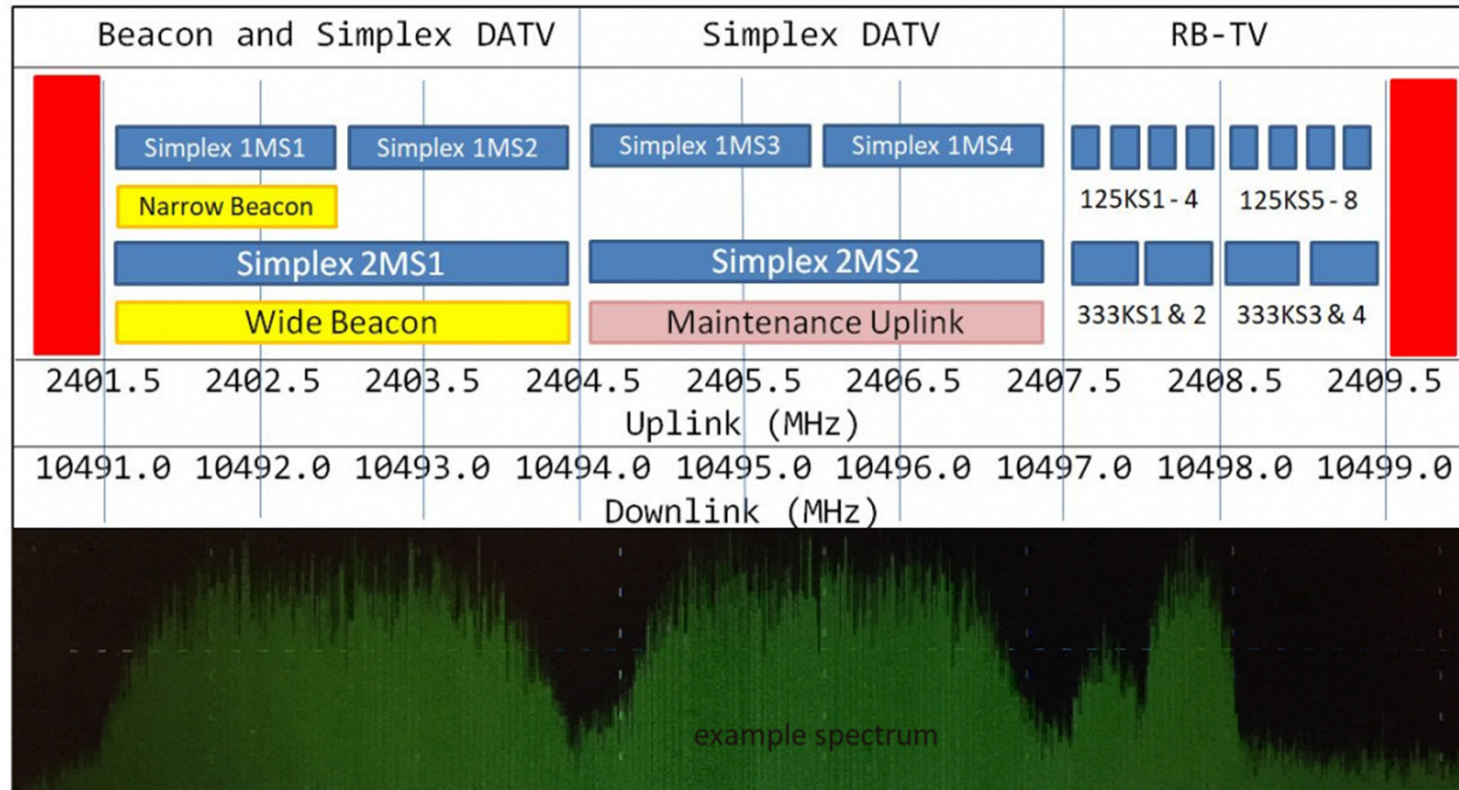
<https://amsat-dl.org/p4-a-nb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines>

- NO FM mode is allowed on the transponder.
- No transmission below the lower beacon and no transmission above the upper beacon.
- The NB transponder is a bent-pipe transponder and non-inverting.
- **Uplink polarization is RHCP (right-hand circular polarization).**
- **Downlink polarisation for the NB transponder is V (vertical linear polarisation).**
- Monitor the beacons and keep your own signal level below, otherwise you might trigger LEILA warnings.
- Full-Duplex operation is mandatory (you must be able to monitor your own downlink while transmitting!)
- **The beacons are modulated in 400 bit/s BPSK (similar to the P3-satellites) or in CW.**
- The beacons are generated by the groundstation and will provide selected telemetry from the main satellite related to our amateur radio transponders.



Transponder – Band Plan --> WB

<https://amsat-dl.org/p4-a-wb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines>



- Transmissions should use DVB-S2 where possible. For normal standard definition transmissions, 2 MS is the maximum symbol rate that should be used.
- Uplink 2401.5 – 2409.5 RHCP, Downlink 10491 – 10499 Horizontal

Transponder – Band Plan --> WB

<https://amsat-dl.org/p4-a-wb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines>

3. Recommended spot frequencies for various usages and symbol rates are listed below

Role	Symbol Rate	Uplink Freq	Downlink Freq	Designator	Notes
Beacon Wide	2MS	2403.0	10492.5	2MS1	Initial Beacon Mode
Beacon Narrow	1MS	2402.25	10491.75	1MS1	Possible future beacon mode
Simplex	2MS	2403.0	10492.5	2MS1	Only available outside beacon hours
Simplex	2MS	2406.0	10495.5	2MS2	
Simplex	1MS	2402.25	10491.75	1MS1	Only available outside beacon hours
Simplex	1MS	2403.75	10493.25	1MS2	Only available outside beacon hours or when beacon is in narrow mode
Simplex	1MS	2405.25	10494.75	1MS3	Only available if 2MS2 not in use
Simplex	1MS	2406.75	10496.25	1MS4	Only available if 2MS2 not in use
Simplex	333KS	2407.75	10497.25	333KS1	
Simplex	333KS	2408.25	10497.75	333KS2	
Simplex	333KS	2408.75	10498.25	333KS3	
Simplex	333KS	2409.25	10498.75	333KS4	
Simplex	125KS	2407.625	10497.125	125KS1	Only available if 333KS1 not in use
Simplex	125KS	2407.875	10497.375	125KS2	Only available if 333KS1 not in use
Simplex	125KS	2408.125	10497.625	125KS3	Only available if 333KS2 not in use
Simplex	125KS	2408.375	10497.875	125KS4	Only available if 333KS2 not in use
Simplex	125KS	2408.625	10498.125	125KS5	Only available if 333KS3 not in use
Simplex	125KS	2408.875	10498.375	125KS6	Only available if 333KS3 not in use
Simplex	125KS	2409.125	10498.625	125KS7	Only available if 333KS4 not in use
Simplex	125KS	2409.375	10498.875	125KS8	Only available if 333KS4 not in use

Ground Station – TX Spectrum (WB)

Possibili modi di uso del WB transponder:

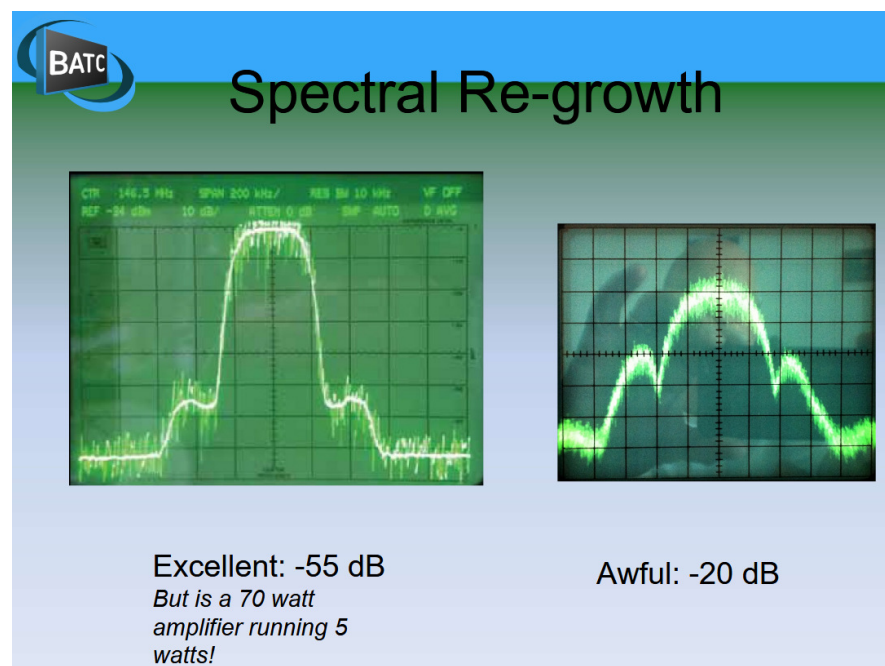
- **Standard** = DVB-S & DVB-S2
- **Mudulazioni** = QPSK, 8PSK, 16APSK e 32APSK
- **FEC** = 11 rate partendo da 1/2, 2/3, 3/4, ... , 6/7, 8/9, 9/10
- **Symbol Rate** = variabile (e così anche la banda RF)
- **Banda RF** = 200kHz – 8MHz

Possibili Interferenze:

- Uplink: 2401 – 2409 MHz:

WiFi Canale 1

Co-Canale & Canale adiacente



https://wiki.batc.org.uk/images/1/17/Eshailsat_CAT16.pdf

Target user stations

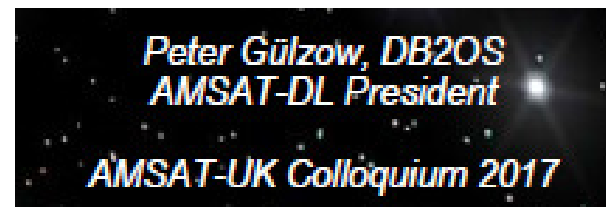
Setup for **SSB** communications:

RX Antenna	60-90 cm SAT-TV dish
Receiver	LNB with power injector and DVB-T dongle + SDR software (for example SDR#) OR 3 cm LNA with downconverter to 70cm
Transmitter	10W PEP in 60-90 cm dish plus upconverter from 144 MHz

Setup for **DATV** (DVB-S2) communications:

RX Antenna	60-90 cm SAT-TV dish
Receiver	modified LNB with standard satellite receiver box (DVB-S2) OR modified LNB with PCI DVB-S2 cards for PC use
Transmitter	100W PEP in 2.4m dish plus DVB-S2 modulator

Peter DB2OS al simposio Amsat-UK 2017 e successivi ha anche dato delle indicazioni di massima sul dimensionamento della stazione di Terra (Ground Station G/S).



Link Budget

<https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2015-prague-small-sat/Presentations/Eshail-2.pdf>



System Design: Ground Segment

- Target user segment:
 - 89 cm dishes in rainy areas at EOC, like Brazil
 - 60 cm around coverage peak.
 - 75 cm dishes elsewhere.
 - 10 W BUCs
- Initial link budgets with worst case satellite performance.

Uplink (EOC, SFD = -106 dBW/m ²)		Downlink (EOC)	
Freq	2.4 GHz	Freq	10.5 GHz
Dish size	0.75 m	TWTA output power	100 W
Ant gain	23.64 dBi	OBO	6 dB
HPA Output Power	10 W	On-board losses	1.5 dB
Uplink path losses	1.5 dB	S/C Ant. Gain	17 dBi
Ground EIRP	32.14 dBW	S/C EIRP	29.5 dBW
		Power sharing	50 channels
		S/C EIRP per channel	12.5 dBW
Earth-S/C distance	41126 Km		
Free Space Loss	192.3 dB	Free Space Loss	205.1 dB
95% availability att	0.12 dB	95% availability att	0.55 dB
S/C G/T	-12 dB/K	Ground Sta. G/T	13.98 dB/K
C/N0	56.3 dBHz	C/N0	49.4 dBHz
Channel Bw	2.5 KHz	Channel Bw	2.5 KHz
C/N per user (PEP)	22.3 dB	C/N per user (Avg.)	15.4 dB

Per dimensionare la G/S possiamo affidarci alla presentazione di DB2OS oppure fare il calcolo e verificare i risultati basandoci su dati ufficiali disponibili.

IZ5XRC Fabio --> EsHail 2 Satellite Link Budget v2.0				
UPLINK (EOC, SFD = -106dBW/m ²)				
Uplink Freq	2,400	GHz		
Dish size	0,70	m		
Dish Efficiency	0,60			
GS Antenna Gain	22,70	dBi		
HPA Output pwr	10,00	dBW	10	W
Uplink losses	1,50	dBi		
Ground UP EIRP	31,20	dBW		
Range	37975,14	km		
Free Space pathloss	191,64	dB		
95% Availability ATT	0,12	dB		
Spacecraft G/T	-12,00	dB/K		
Channel BW	2,50	kHz		
C/No	56,04	dBHz		
C/N per user (PEP)	22,06	dB		
Uplink PFD @ SAT	-111,38	dBW/m ²		
DOWNLINK (EOC)				
Downlink Freq	10,706	GHz		
TWTA	20,00	dBW	100	W
OBO	6	dB		
On-board Losses	1,5	dB		
S/C Ant Gain	17	dBi		
S/C EIRP	29,50	dBW		
Power Sharing	50	Channels		
S/C EIRP per User	12,5	dBW		
Range	37975,14	km		
Free Space pathloss	204,63	dB		
95% Availability ATT	0,55	dB		
GS G/T	13,98	dB/K		
Channel BW	2,5	kHz		
C/No	49,9	dBHz		
C/N per user (avg)	15,93	dB		
Required Ant. Gain	36,66	dBi		
Ant. Diameter	0,75	m		

Ground Station - RX

A questo punto abbiamo determinato il dimensionamento della nostra G/S, sappiamo come e dove puntare la nostra parabola, non ci resta che realizzare la Stazione.

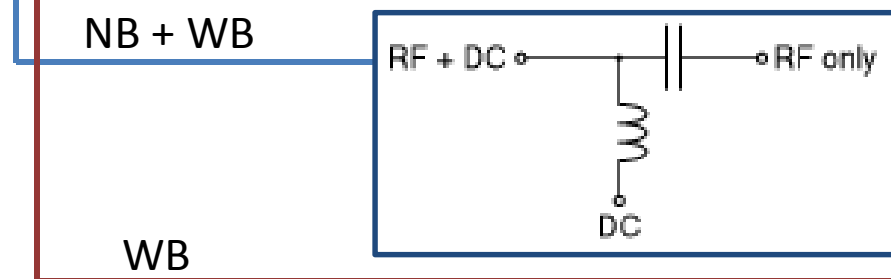


Il sistema più semplice per iniziare a ricevere QO-100 è quello di usare una normale parabola, LNB commerciale a PLL, un BIAS-T ed una piccola SDR.

In particolare:

NB --> V pol. --> DC = 11 - 14V

WB --> H pol. --> DC = 16 - 20V

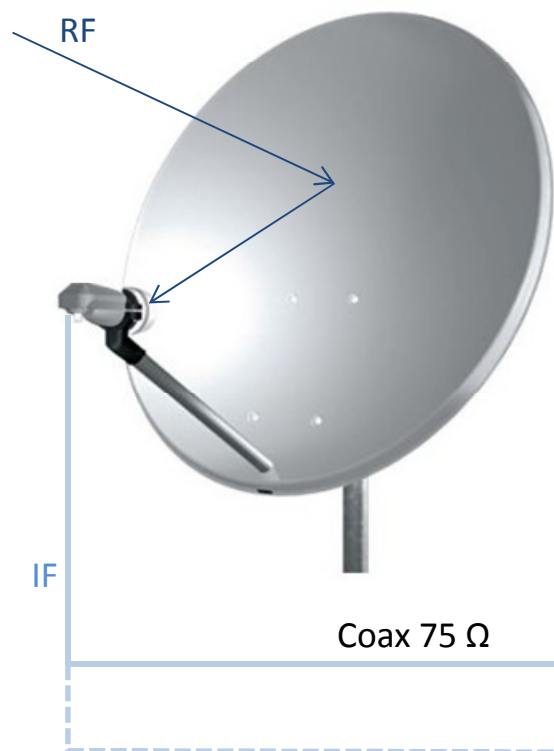


Expect high latency !



Ground Station – RX IF

Conversione di frequenza attraverso l'LNB



$$RF = IF \pm LO \rightarrow IF = RF - LO$$

$$RF = 10706 \text{ MHz}$$

$$LO = 9750 \text{ MHz}$$

$$IF = 10706 - 9750 = \mathbf{956 \text{ MHz}}$$

$$\mathbf{NB \text{ beacon}} = 10489,550 \rightarrow \mathbf{739,55 \text{ MHz}}$$

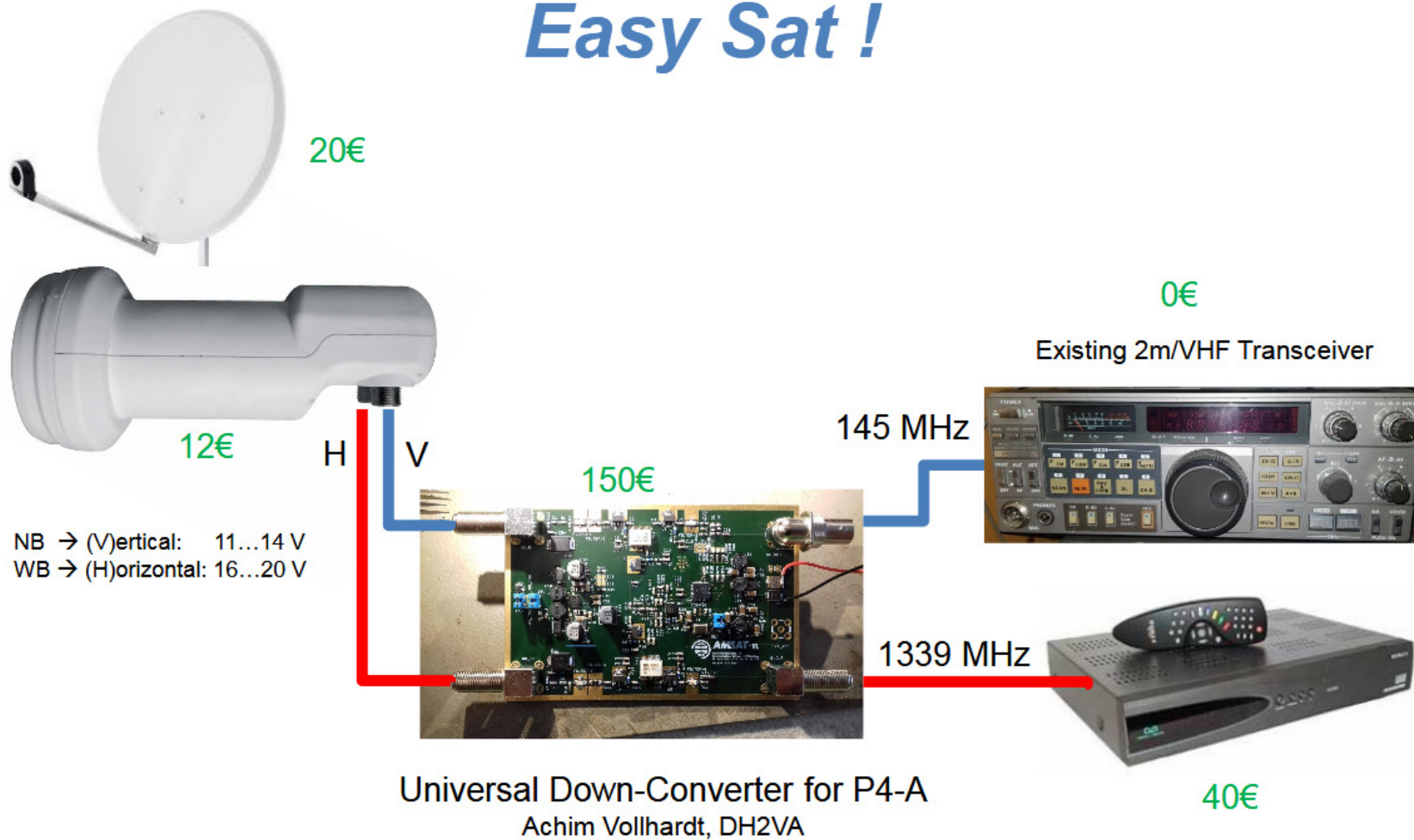
	22 kHz OFF	22kHz ON
LNB @ 13V	9750 V	10500 V
LNB @ 18V	9750 H	10500 H

Se vogliamo usare un Set TOP Box per WB è necessario verificare che la nostra IF sia compatibile con il ricevitore del STB.

Ground Station – RX



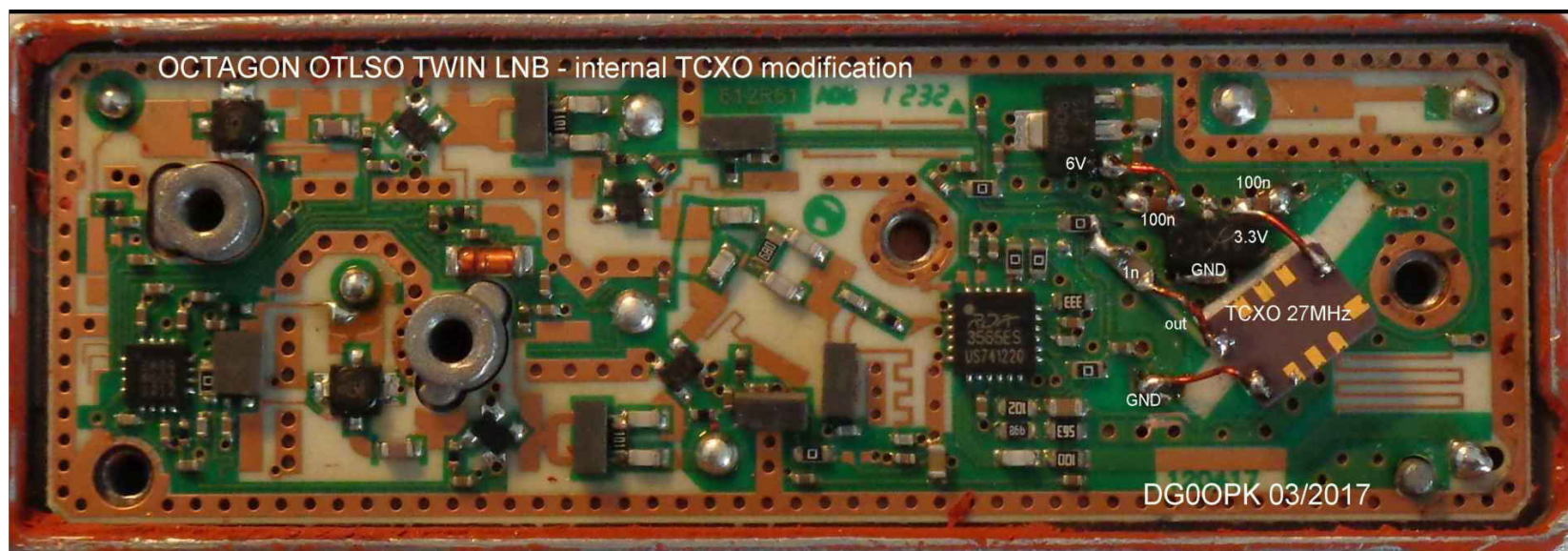
Easy Sat !



Ground Station – Beacon Waterfall

Per operazioni in NB sarebbe preferibile effettuare la modifica dell'LNB per aumentarne la stabilità (TCXO).

Per operazioni in WB un LNB non modificato potrebbe andare bene per QPSK, bisognerebbe fare dei test nel caso altre modulazioni.



http://www.dg0opk.darc.de/Octagon_LNB_mod_March2017.html

Ground Station – Beacon Waterfall

$$IF = 10706 - 9750 = 956 \text{ MHz}$$

Ecco cosa dovremmo vedere se abbiamo fatto bene

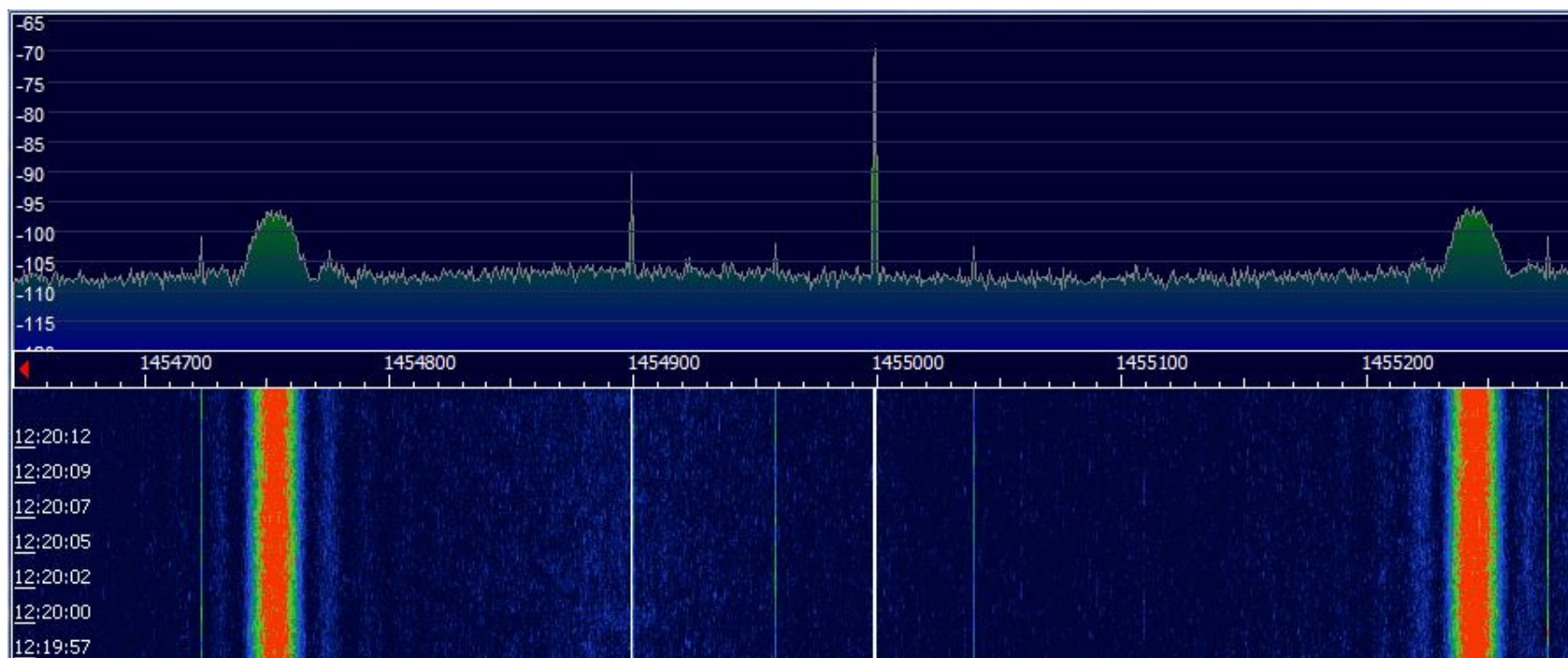
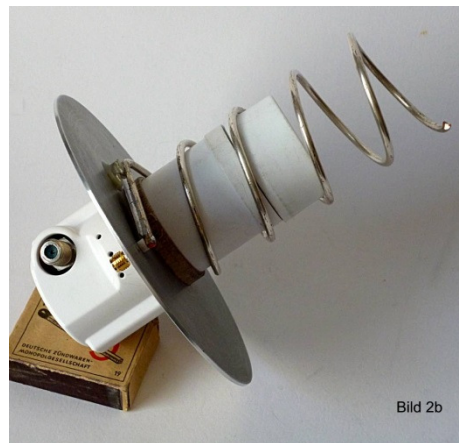


Image by EA5DOM

<https://forum.amsat-dl.org/cms/index.php?attachment/524-baliza-11205-h-pol-offset-120-19-enero-2018-jpg/>

Feed per parabola a 2.4GHz

Importante: in Uplink è necessaria RHCP è quindi necessario costruire o usare un'illuminatore LHCP. La riflessione del segnale sulla parabola renderà il segnale RHCP.



<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/39-rhcp/>
<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/28-es-hail-2-transverter/>



<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/39-rhcp/&pageNo=3>



All-in-one solution (DB6NT)

MKU UP 2424 A, Oscar Phase 4 Up-Converter



2400 ... 2402 MHz

Stand-alone up converter for the OSCAR PHASE 4 geostationary satellite

144 MHz IF

Fully remote controllable

Frequency range (IF)	144 ... 146 MHz
Input power (IF)	0.5 ... 5 W (adjustable)
Frequency range (RF)	2400 ... 2402 MHz
LO accuracy @ 18 °C	typ. +/-2 ppm, max. +/-3 ppm
LO frequency stability	typ. +/-2 ppm, max. +/-3 ppm
Output power (P _{sat})	min. 20 W

Link utili

British Amateur TV Club

https://wiki.batc.org.uk/Es'hail-2_Basic_Information

<https://forum.batc.org.uk/>

Amsat-DL

<https://forum.amsat-dl.org/>

<https://amsat-dl.org/p4-a-wb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines>

http://www.von-info.ch/hb9afo/relais/EsHail2_AMSAT-DL_July2018.pdf

Amsat-UK

https://ukamsat.files.wordpress.com/2018/11/amsat-uk_eshail-2_transponder_info.pdf

<https://forum.batc.org.uk/viewforum.php?f=101>

DB2OS @Amsat Colloquium <https://www.youtube.com/watch?v=392RvHjAPxg>

G3ZVZ @ Amsat Colloquium <https://www.youtube.com/watch?v=sx5p8l20bjY>

Es'Hail-2's Amsat Payload

<https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2015-prague-small-sat/Presentations/Eshail-2.pdf>

OM6AA Antenna feed

http://www.om6aa.eu/A_Simple_S_X_Dual_Band_Coaxial_Feed_for_Satellite_Communication_FV.pdf

Q&A

GRAZIE