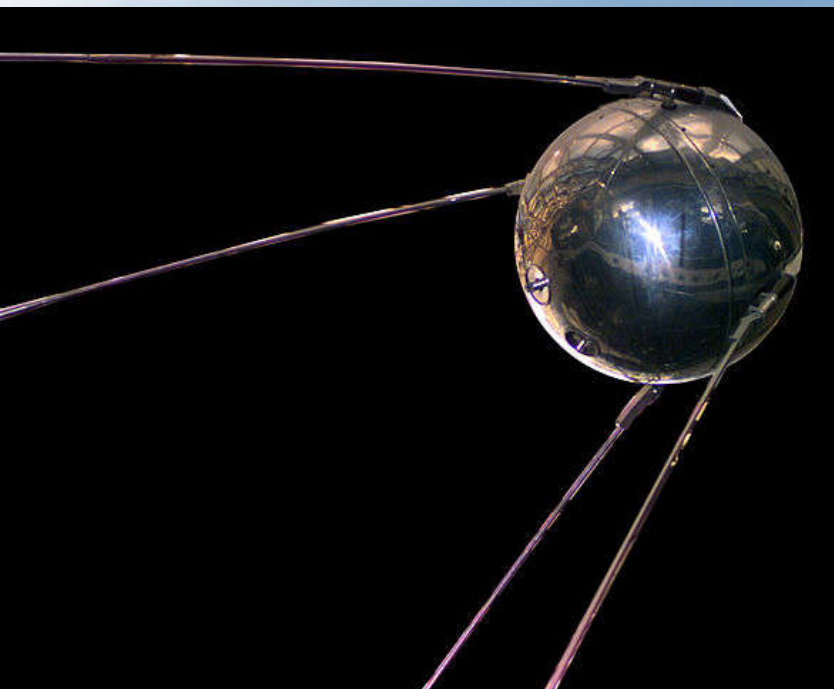


# RADIOAMATÖÖRI SATELIITTI TYÖSKENTELY



*SE ON HELPPOA  
VAIKKA MONI EI SITÄ USKO*

Esitystä väsänneet: OH3NGT Markku & OH3FSR Tomi & OH1ON Martti

# PALJONKO SATELLITTEJA ON?



Note: Artist's impression; size of debris exaggerated as compared to the Earth

# RADIOAMATÖÖRI SATELIITIT

- **Radioamatöörisatelliitit ovat kuin maanpäälliset toistimet, paitsi...**
  - **Cross-band – uplink and downlink ovat eri bandeilla.**
  - **Liikkuvat (taivaalla)**
    - **Seuranta (Tracking)**
    - **Toiminta-alue (Footprint)**
    - **Polarisaatio muuttuu**
    - **Doppler**
  - **Operattorit keräilevät ruutuja.**
  - **QSL:t**

# RADIOAMATÖÖRI SATELIITIT

**Muutamia käyttökelpoisia satelliitteja:**

**DIGITAALI: PSK-31, AX25**

**NO-44, NO-84, ISS...**

**FM SATELIITIT: TOISTIN**

**A0-85, A0-92, A0-91, SO-50....**

**LINEAARITRANSPONDERI-SATELIITIT:**

**A0-7, A0-73, FO-29, XW-2A,**

**XW-2B, XW-2C, XW-3D...**



# MITÄ TARVITAAN?

- RADIO(T)
- ANTENNI(T)
- TIETOKONE



# RADIOT

- KENWOOD: TS-2000 ICOM: IC-910, IC-9100 YAESY FT-817, FT-818, FT-991, FT736r, TULOSSA ICOM:LTA MALLI IC-9700 (2M, 70cm JA 23cm)
- AUTOKONEET KÄYVÄT HYVIN FM SATELIITTIEIN TYÖSKENTEELYYN, KUTEN KENWOOD TM-V71
- MYÖS KÄSIKONEET.
  
- FM-SATELLIITTEJA VOI HYVIN TYÖSKENNELLÄ ILMAN PC-OHJAUSTA, MUTTA VARSINKIN SSB:TÄ KÄYTETTÄESSÄ ON HYVÄ SAADA RADIOTA OHJATTUA PC:LLÄ (DOPPLER KORJAUS)

# ANTENNIT

- GP ANTENNIT  $1/2\lambda$  ja  $1/4 \lambda$ .  
2M/70 CM AUTOANTENNITKIN KÄYVÄT HYVIN.  
MOBIILI QSO:JA ON PIDETTY PALJON.



- PIENET SUUNTA ANTENNIT



# ANTENNIT

- ISOT MONIELEMENTTISET ANTENNIT (ROTAATTORI PYÖRITTÄMISEEN SEKÄ KALLISTUSTA VARTEN)
- LAUTASANTENNIT (23cm JA KORKEAMMAT TAAJUUDET)
- KIERTOPOLARISAATIOANTENNIT (MM. SÄÄSTATELIITTIIEN KUUNTELUUN)
- RISTI YAGIT (PYSTY / VAAKA TAI 45°, JOLLOIN VAIHEISTUKSELLA SAADAAN PYSTY TAI VAAKA-POLARISAATIO, SEKÄ PYÖRIVÄT POLARISAATIO, RHCP JA LHCP.





# MITÄ TARVITAAN MUUTA

## TIETOKONE

- LÄPPÄRI TAI PÖYTÄKONE, SATELIITTIRATOJEN SEURANTAAN, RADION OHJAUKSEEN JA ANTENNIEN KÄÄNTÄMISEEN, SEKÄ TIETOJEN HAKUA VARTEN.
- NETISTÄ SAA ILMAISIA / MAKSULLISA OHJELMIA (ORBITRON, SATPS32, PSTROTATOR, LOKAATTORI OHJELMA YM YM..)

## ANTENNIEN KÄÄNTÄJÄ (ROTAATTORI)

- ANTENNIEN SUUNTAUKSEEN (JOKO TILTILLÄ TAI ILMAN, MUTTA 20° KALLISTUKSELLA SAADAAN TYÖSKENNELTYÄ JO N. 70 % SATELIITTIIEN RADOISTA. RIIPPUEN TIETYSTI ANTENNIN SUUNTAAVUUDESTA:

# APULAITTEET

- ANTENNIJALKA (KOMIJALAT, KAMERAJALUSTAT MASTOT JNE...)
- KÄNNYKKÄ (OHJELMIA MM. LOKATTORI, AMSATDROID, TRACK SATS  
• YM. YM ILMAISIA SATELIITTI OHJELMIA).
- KELLO
- KOMPASSI (VARSINKIN JOS WORKITAAAN PORTAPELINA VIIDAKOSSA)
- EVÄÄT ( ETTEI NÄLKÄ YLLÄTÄ.....)

# SATELLIITTIIEN RADAT

- SATELLIITIN SUUNTA TAIVAALLA PITÄÄ TIETÄÄ, ELLEI KÄYTÖSSÄ OLE KIIINTEÄT, HYVIN PALLOMAISILLA SUUNTAKUVIOLLA VARUSTETUT ANTENNIT.
- NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT SATELLIITIT OVAT SUHTEELLISEN MATALILLA RADOILLA (LEO), YLEENSÄ ALLE 500km. TÄSTÄ JOHTUEN:
  - KIETOAJAT n. 1.5h.
  - MAKSIMI KUULUVUUSAJAT n. 15min.
  - MAKSIMI YHTEYSVÄLI n. 4500km
- TULEVAISUUDESSA (Ehkä jo olemme siellä) GEOSTATIONAARISELLE RADALLE Es'hailSat-2, JOLLA VOI TYÖSKENNELLÄ PUOLI MAAPALLOA JA KUULUVISSA 24/7.



# SATELLIITTIIEN RADAT

- SEURANTAOHJELMISTOJA:

PC:LLE:

- Orbitron, Ham Radio Deluxe, SatPC32, Nova for Windows, PREDICT (linux)...

KÄNNYKKÄ:

- ISS, Satellite Tracking...

ONLINE:

- <https://www.n2yo.com>

- MONISSA PC:LLE TARKOITEUISSA OHJELMISTOISSA KÄYTETTÄVISSÄ MYÖS RADIOIDEN JA ANTENNIEN OHJAUKSET.

# SATELLIITTIEEN RADAT

- KAIKKI SEURANTAOHJELMAT TARVITSEVAT TIEDON SATELLIITTIEEN RADOISTA. NÄITÄ TIETOJA NIMITETÄÄN KEPLERIN ELEMENTEIKSI (Keppler Data)
- WEB:
  - [www.amsat.org](http://www.amsat.org)
  - [www.celestrack.com](http://www.celestrack.com)

NÄISTÄ AMATÖÖRIEN TARVITSEMIA TIETOJA AINAKIN:

amateur.txt, nasabare.txt, nasa.all ja tle-new.txt.

- TIEDOT PÄIVITETTÄVÄ, OHJELMISSA VOI TÄMÄN YLEENSÄ AUTOMATISOIDA.



# DOPPLER

**Alla taulukko, jossa Dopplersiirtymät  $\sim 90^\circ$ :n Ylityksille ja satelliittien n. 500 km ratakorkeuksille.**

**Ratakorkeuden noustessa nopeudet laskevat, joten Doppler pienenee.**

2m	$\pm 3$ kHz
70cm	$\pm 9$ kHz
23cm	$\pm 24$ kHz

# FM-SATELLIITTI, ESIM. AO-91

KUVITTEELLISEEN RADIOON OHJELMOIDUT TAAJUudet KÄYTETTÄVÄKSI  
TYÖSKENNELLESSÄ AO-91 SATELLIITTIÄ

		Uplink	Downlink
AOS	MUISTI 1	435.240 MHz + CTCSS 67 Hz	145.960 MHz
LÄHESTYY	MUISTI 2	435.245 MHz + CTCSS 67 Hz	145.960 MHz
KOHDALLA	MUISTI 3	435.250 MHz + CTCSS 67 Hz	145.960 MHz
POISTUU	MUISTI 4	435.255 MHz + CTCSS 67 Hz	145.960 MHz
LOS	MUISTI 5	435.260 MHz + CTCSS 67 Hz	145.960 MHz



DOPPLER SUURI +++  
MUUTOSNOPEUS PIENI

DOPPLER NOLLA  
MUUTOSNOPEUS SUURI

DOPPLER SUURI ---  
MUUTOSNOPEUS PIENI

# Työskentely – Taajuudet

- **Satelliitit toimivat yleensä cross-band modessa, eli eri taajuusalueella (esim. 2m / 70cm)**
  - **Useimmat toimivat mode U/V (Mode B)**
  - **Vanhemmat usein mode V/U (Mode J)**
  - **Useimmat paketti-Satelliitit simplex**
  - **A0-92 also offers Mode L/V**
- Uplink 70cm, Downlink 2m**  
**Uplink 2m, Downlink 70cm**  
**Uplink 2m, Downlink 2m**  
**Uplink 23cm, Downlink 2m**

# Työskentely – Taajuudet

Mode (old)	Mode (new)	Uplink	Downlink
K		21 MHz	29 MHz
T		21 MHz	145 MHz
A		145 MHz	29 MHz
J	VU	145 MHz	435 MHz
B	UV	435 MHz	145 MHz
S	US	435 MHz	2400 MHz
L	LU	1268 MHz	435 MHz
	LS	1268 MHz	2400 MHz
	LX	1268 MHz	10450 MHz
	VS	145 MHz	2400 MHz

# Työskentely – Taajuudet

Designator	H	A	V	U	L	S	S2	C	X	K	R
Band	15 m	10 m	2 m	70 cm	23 cm	13 cm	9 cm	5 cm	3 cm	1.2 cm	6 mm
Frequency (General)	21 MHz	29 MHz	145 MHz	435 MHz	1.2 GHz	2.4 GHz	3.4 GHz	5 GHz	10 GHz	24 GHz	47 GHz
Designator	H	A	V	U	L	S	S2	C	X	K	R
Band	15 m	10 m	2 m	70 cm	23 cm	13 cm	9 cm	5 cm	3 cm	1.2 cm	6 mm
Frequency (General)	21 MHz	29 MHz	145 MHz	435 MHz	1.2 GHz	2.4 GHz	3.4 GHz	5 GHz	10 GHz	24 GHz	47 GHz



# AO-91 09.11.2018 HAM RADIO DELUXE

The screenshot displays the HRD Satellite Tracking software interface for satellite AO-91. The main window shows a world map with the satellite's orbital path overlaid in yellow. A circular inset in the bottom-left corner provides a detailed view of the satellite's position, showing an azimuth of 114.4° and an elevation of -40.3°. The top toolbar includes various controls for satellite tracking, such as 'New Satellite', 'Next Passes', and 'Satellite Defns'. The status bar at the top right shows the current time as 06:39:11 and the satellite's azimuth and elevation as 0.0°.

**Radio Panel Data:**

Mode	Freq	Downlink	Uplink
RX VFO-A	145.962.385	145.960.000	
TX VFO-B	435.242.888	435.250.000	

**Next Passes:**

- Today 06:57
- Today 08:31
- Today 10:06
- Today 11:44
- Today 13:27

**Satellite Data (AO-91):**

- AOS: 00:18:41
- Elev: -40.3°
- Azim: 114.4°
- Range: 9,411.9 km
- Alt: 817.7 km
- Sun: Yes

Ready

CPU: 1%

Default | DDE Server | CAP | NUM | SCRL

# AO-91 09.11.2018 PSTROTATOR

**Satellites Map**

AZ: 110.09° EL: -30.95°  
-00:13:41

FOX-1B (AO-91)

**Next Pass**

Satellite	Until A/LOS	MaxE	Duration	Az	El	AOS Az	LOS Az	AOS	LOS
SAUDISAT 1C (AO-85)	-00:09:37	17°	11:17'	145°	32°	80°	164°	06:57:36	06:58:14
FOX-1B (AO-91)	-00:13:50	9°	9:43'	83°	-72°	80°	347°	06:57:36	07:07:19
AO-85	-00:22:34	72°	16:04'	193°	-83°	254°	70°	07:06:20	07:22:24
FOX-1D (AO-92)	-01:12:21	25°	11:16'	83°	-72°	22°	164°	07:56:07	08:07:23

**Predict**

FOX-1B (AO-91)									
Date	AOS	LOS	Duration	MaxEl	AOS_Az	LOS_Az			
2018-11-09	00:37:24	-00:49:01	11:37'	40°	15°	221°			
2018-11-09	02:13:58	-02:23:38	9:40'	11°	14°	270°			
2018-11-09	03:50:05	-03:57:07	7:02'	4°	18°	311°			
2018-11-09	05:24:33	-05:31:21	6:48'	4°	41°	337°			
2018-11-09	06:57:36	-07:07:19	9:43'	9°	80°	347°			
2018-11-09	08:31:17	-08:43:54	12:37'	26°	122°	346°			
2018-11-09	10:06:46	-10:20:35	13:49'	78°	165°	343°			
2018-11-09	11:44:41	-11:57:01	12:20'	18°	211°	337°			
2018-11-09	13:26:37	-13:32:00	5:23'	2°	272°	319°			
2018-11-09	21:46:38	-21:55:35	8:57'	8°	28°	126°			
2018-11-09	23:22:44	-23:34:24	11:40'	48°	19°	183°			
2018-11-10	00:59:18	-01:10:31	11:13'	28°	14°	232°			

**Satellites Tracking**

Setup Satellites TLE Map Predict Next\_Pass Info

Omni-Rig  
 RX: [ ]  
 TX: [ ]  
 Mode: LSB USB FM AM CW CWR DIG DIGR  
 VFO: A B A-B B-A  
 Status: R1-T1 R2-T2 R1-T2 R2-T1  
 Use Transverter  Use HSDR  Use SDR#

DownLink - UpLink (Hz)  
 [ ] [ ]  
 [ ] [ ]  
 Not linked [ ] [ ] Save  
 145.989.021 435.342.918  
 DN: 979 UP: 2918  
 0 ACQ  
 UP UP+DN

Satellite Details  
 Name: FOX-1B (AO-91)  
 Orbit No.: 5256  
 Azimuth: 110.09°  
 Elevation: 30.95°  
 Max Elev.: 9°  
 Range: 7920 km  
 Height: 796 km  
 Range-rate: -5.54 km/s  
 Longitude: 88.07° E  
 Latitude: 7.16° N  
 AOS: 06:57:36  
 LOS: 07:07:19  
 Visible: NO

Until AOS / LOS  
 -00:13:41

**PstRotator - Registered to OH3NGT v15.61**

Communication Setup Tracker RA/DEC GeoSats Maps My Maps Google Maps SCP Map APRS EME View Show Preset Help

QTH Locator: [ ] [ ] [ ] [ ]  
 GO to Locator  
 Hot A Hot B  
 BD 0 90  
 UTC 06:43:56  
 SP F STOP PARK  
 Mode: Manual Tracking  
 AZ 274 274 GO  
 EL 3 3 GO

**TCP Client**

Connection: IP 10.0.0.36 Disconnect  
 Port Az 4001 Connected  
 Port El / Az+El 4002 Connected  
 Press <ESC> to Quit

# FM Toistin (Repeater) Satelliitit.

- **Helpoiten työskenneltävissä.**
  - Yksi tai kaksi FM radiota: Käsikone, mobiili, tai kiinteä-asema.
- **Neljä toimivaa satelliittia (21.11.2019).**
  - SaudiSat 1C (S0-50) – Mode J
  - Fox-1A (A0-85)
  - Fox-1B (A0-91)
  - Fox-1D (A0-92) – Mode B and Mode L/V
- **Myö ISS on joskus aktiivinen**
  - Toistin ei ole ollut käytössä pitkään aikaan, mutta ISS:lle ollaan
  - Rakentamassa / viemässä uusia laitteita, eli tämä saattaa muuttua.
  - Astronautit pitävät yhteyksiä satunnaisesti.

# FM-SATELLIITTI, ESIM. AO-91

- TYÖSKENTELY:
- KUUNTELE MITÄ SATELLIITILLA ON MENOSSA.
- POIMI VAIKKA VALMIIKSI MAHDOLLISIA KUTSUJA.
- ÄLÄ KUTSU CQ:TA, VAIN LYHYESTI OMA KUTSU.
- YHTEYDET YLEENSÄ LYHYITÄ, KUTSUT, RAPORTTI JA EHKÄ LOKAATTORI.



# FM-SATELLIITTI, ESIM. AO-91

Muista, yleensä aliääni CTCSS, käytössä

Satelliitin nimellistaajuuudet  
Doppler muuttaa näitä hieman.



Uplink 435.250 FM

Uplink 435.250 FM

Downlink 145.960 FM

Downlink 145.960 FM



AO-91	FOX-1B	FM	mode: U/V
435.250		Uplink Downlink	
CTCSS 67 Hz			
Telemetry			
145.960			





# LINEAARI-SATELLIITTI, ESIM. FO-29

- TYÖSKENTELY:
- KUUNTELE MITÄ SATELLIITILLA ON MENOSSA.
- POIMI VAIKKA VALMIIKSI MAHDOLLISIA KUTSUJA.
- TÄÄLLÄ VOI KUTSUA CQ:TA, YLEENSÄ TILAA ON.
- YHTEYDET YLEENSÄ LYHYITÄ, KUTSUT, RAPORTTI JA EHKÄ LOKAATTORI.

# LINEAARI-SATELLIITTI, ESIM. FO-29



Satelliitin nimellistaajuudet  
Doppler muuttaa näitä hieman.

Uplink 145.960 LSB

Uplink 145.960 LSB

Downlink 435.840 USB

Downlink 435.840 USB



FO-29	JAS-2	CW/SSB	Linear (Inverting)	Nr. 24278	mode: V/U (J)
			145.900	145.950	146.000
				100.000	
			kHz		
	Beacon	Digitalker	435.900	435.850	435.800
	CW	Mode U			

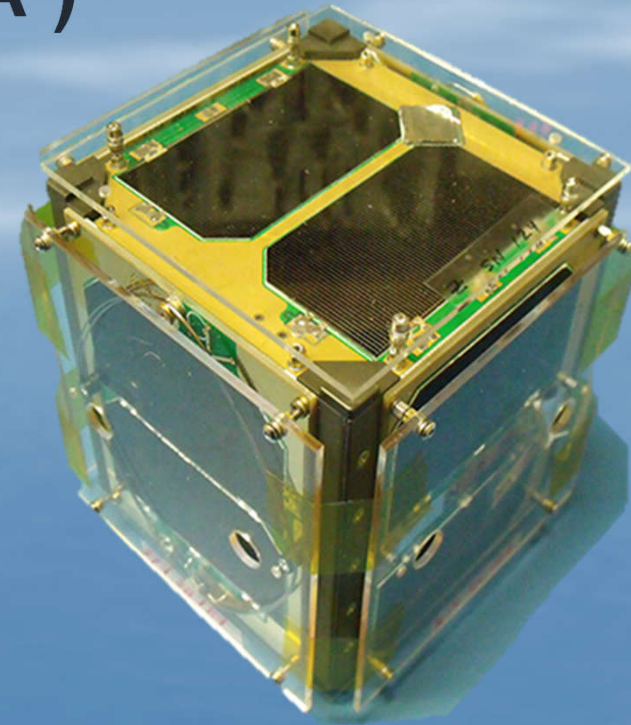
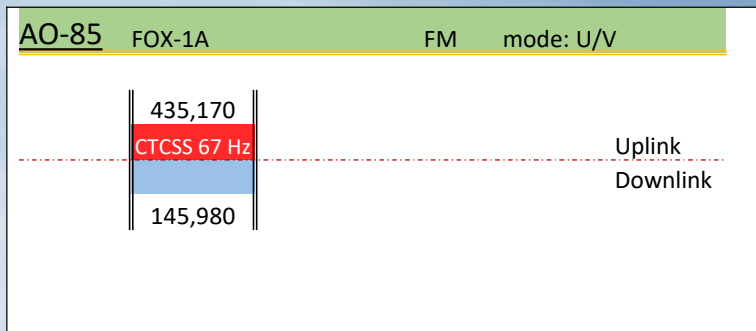
# PAKETTISATELLIITIT, ESIM. ISS

- **Käytettäviä radioita**
  - Kenwood TH-D7, TH-D72A, TH-D74A
  - FM radio(t) ulkoisella TNC:llä.
- **Toimivat satelliitit**
  - FalconSat-3 ( tämä ei taida kuulua suomessa?)
  - ISS
  - PSAT (NO-84)
- **Pari jotka eivät vielä ole käytössä.**
  - CubeBel-1 (BSUSat-1)
  - Diwata-2

# MISTÄ TIETOA

- NETTIOSOITTEITA:
- AMSAT-UK <https://amsat-uk.org/>
- AMSAT-NA <https://www.amsat.org/>
- AMSAT-DL <https://amsat-dl.org/>
- DK3WN SatBlock <http://www.dk3wn.info/p/>
- YLLÄOLEVISTA OSOITTEISTA LÖYTYY PALJON TIETOA JA LISÄÄ LINKKEJÄ.
- MUUTENKI NETTIÄ KANNATTAA HYÖDYNTÄÄ TIEDON HANKKIMISESSA.
- SRAL SATELLIITTIKOORDINAATTORINA TOIMII SAKU ELOVAARA OH1SA.

# AO-85 ( FOX-1A )



Lähetysteho: 800mW ( 29dBm ).

Avaus: Läheteessä oltava CTCSS 67.0Hz aliääni.

Rata: 65° 518km x 810km

Ellei käytössä majakka (puhelähetys) joka toinen minuutti.

Lähete sisältää FSK-telemetrian, Data Under Voice ( DUV ).



# AO-91 ( FOX-1B )

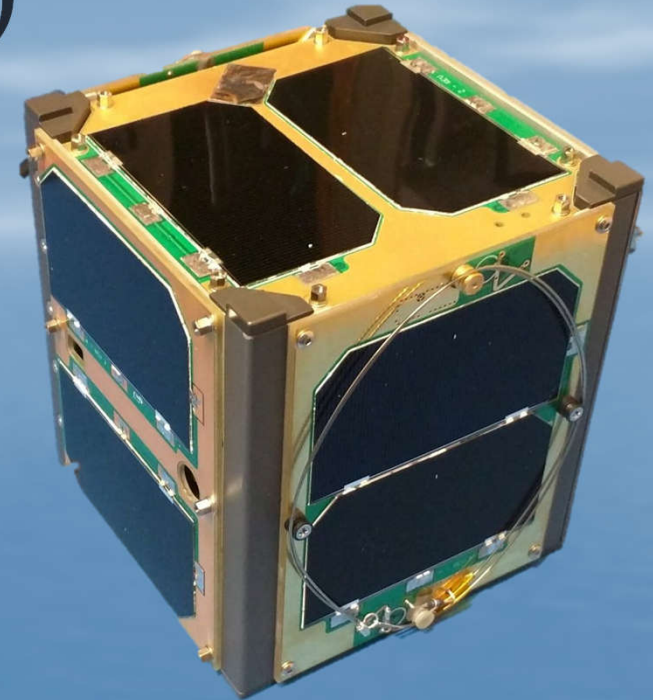
AO-91	FOX-1B	FM	mode: U/V
435,250			
CTCSS 67 Hz			Uplink
Telemetry			Downlink
145,960			



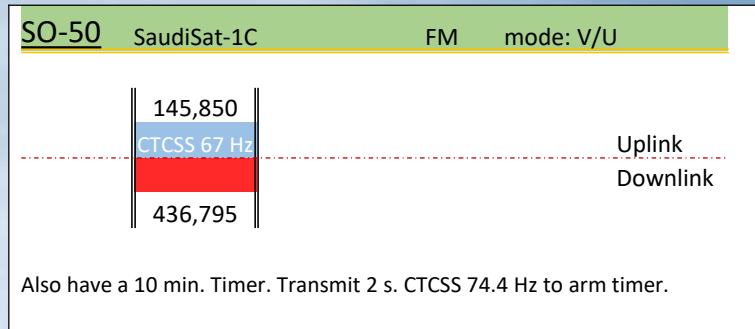
# AO-92 ( FOX-1D )

AO-92	FOX-1D	FM	mode: U/V or L/V
435,350	1267,359		
CTCSS 67 Hz	CTCSS 67 Hz		Uplink (*)
Telemetry			Downlink
145,880			

(\*) Switchable by command station  
Not operational simultaneously with 70 cm



# SO-50 ( SAUDISAT-1C )



Lähetinantenni ( UHF ):  $\frac{1}{4}$ -aaltoa, alakulma, käännetty sisään  $45^\circ$

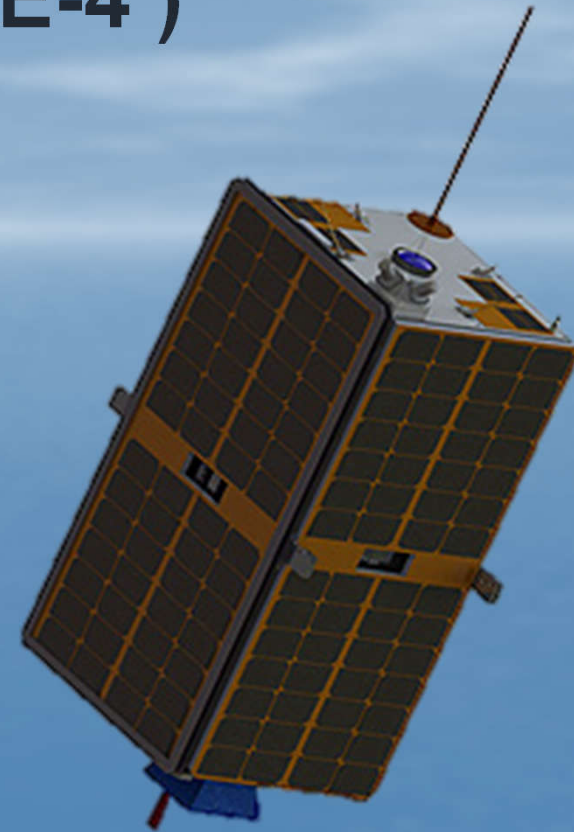
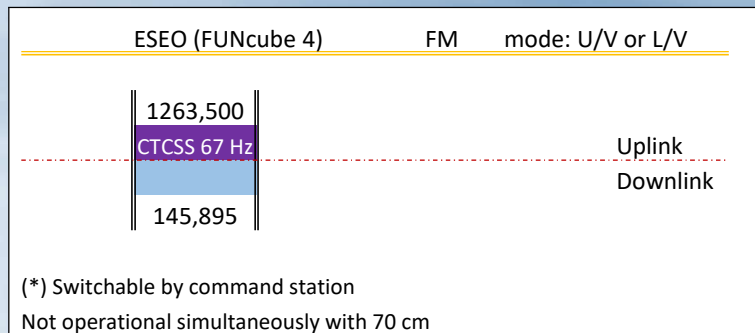
Lähetysteho: 250mW ( 24dBm ).

Vastaanottoantenni ( VHF ):  $\frac{1}{4}$ -aallon vertikaali.

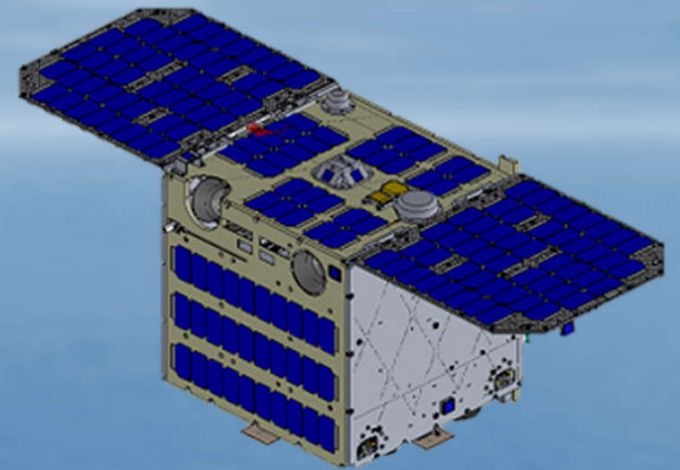
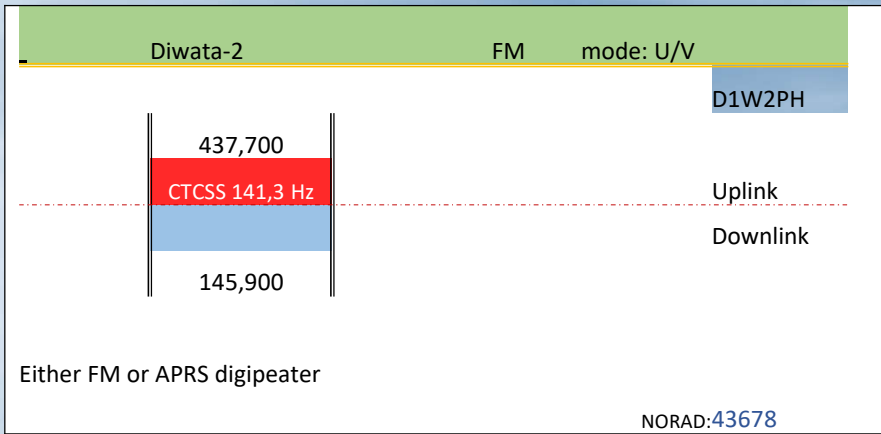
Herkkyys: -124dBm.

Avas: CTCSS 74.4Hz aliäänellä, 2sec., käynnistää toistimen 10 minuutiksi, jonka aikana läheteessä oltava CTCSS 67.0Hz aliääni.

# ESEO ( FUNCUBE-4 )



# DIWATA-2



# LILACSAT-2 ( CAS-3H )





# KIINNOSTUITKO?

- VOIT LIITTYÄ WATS UPP RYHMÄÄMME JOLLOIN SAAT TIETOA VINKKEJÄ YM
- SATELIITTI ASIAA SUORAAN PUHELIMEESI. VOIT MYÖS ITSE LÄHETTÄÄ
- TIETOJA INFFOA YM RYHMÄÄN.
- HELPPO JA NOPEA TAPA TAVOITTA A MUUT SATELIITTI HARRASTAJAT!!!!!!!!!!!!!!
  
- VOIT LIITTYÄ OTTAMALLA YHTEYDEN TOMPPAAN, OH3FSR PUH:044-201 8383
- [Tomi.liukkonen@liukkonen.eu](mailto:Tomi.liukkonen@liukkonen.eu) TAI MUULLA TAVALLA.. KAIKKI KÄY.
  
- TEKNISIÄ TIETOJA VOIT KYSELLÄ OH1ON, OH3MOT, OH3NGT..... POJAT TIETÄVÄT
- ANTENNIT YM. YM. YM.

# 4. VUOSITTAINEN SATELLIITTILEIRI

## SatCamp 2020

Missä, koska... tähän joskus, kun on  
tietoa