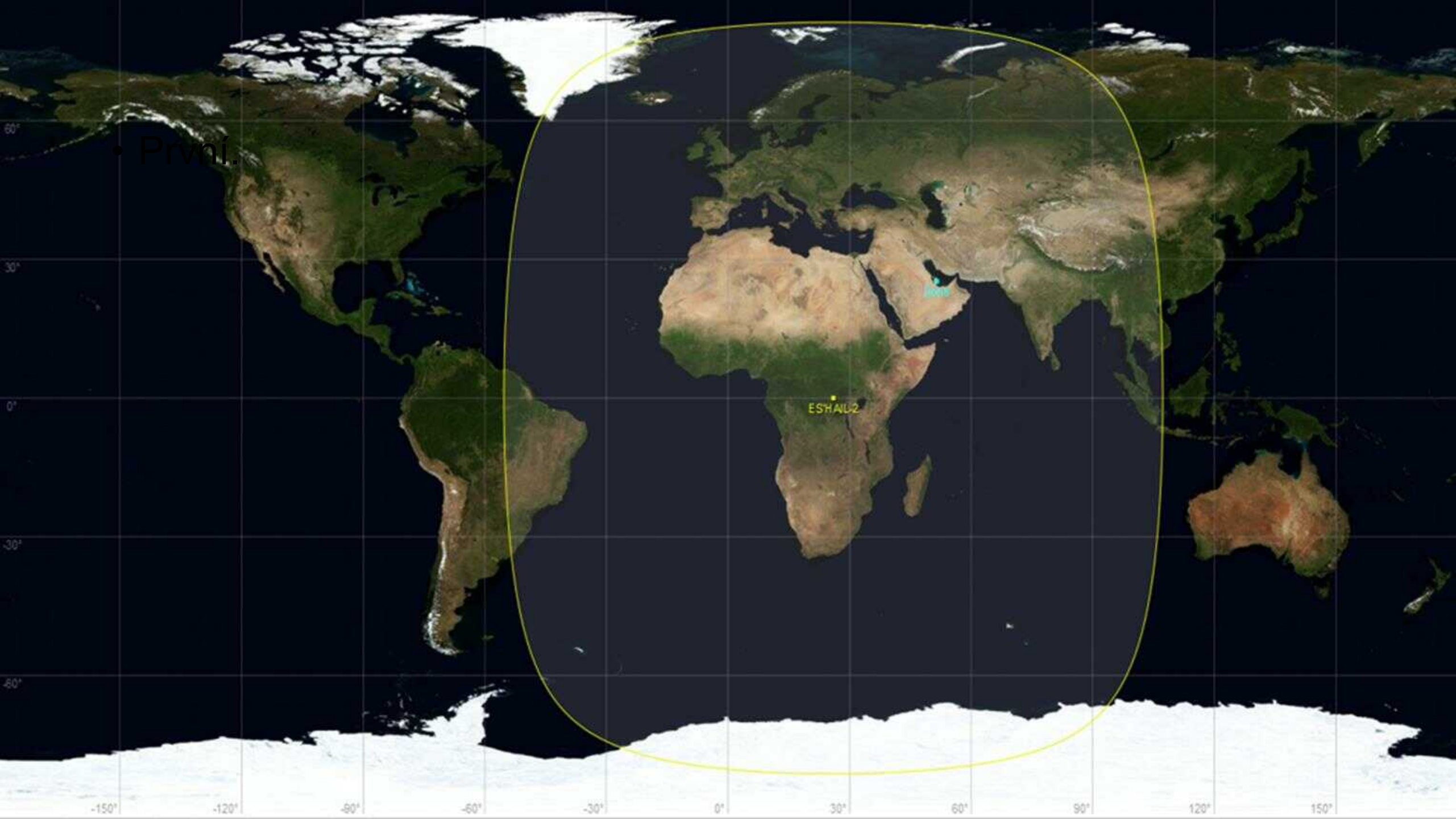


Adalm Pluto a jeho využití při práci na NB a WB transpondérech radioamatérského geostacionárního satelitu QO-100.



QO-100

- Je první geostacionární radioamatérská družice. Je součástí katarské komerční TV družice Es'Hail 2 na pozici 25,5° E.
- Od února 2019 nabízí radioamatérům dva transpondéry s uplinkem v pásmu 13cm a downlinkem v pásmu 3cm.
- Odhadovaná životnost je 15 let.



• První.

ESHAW2

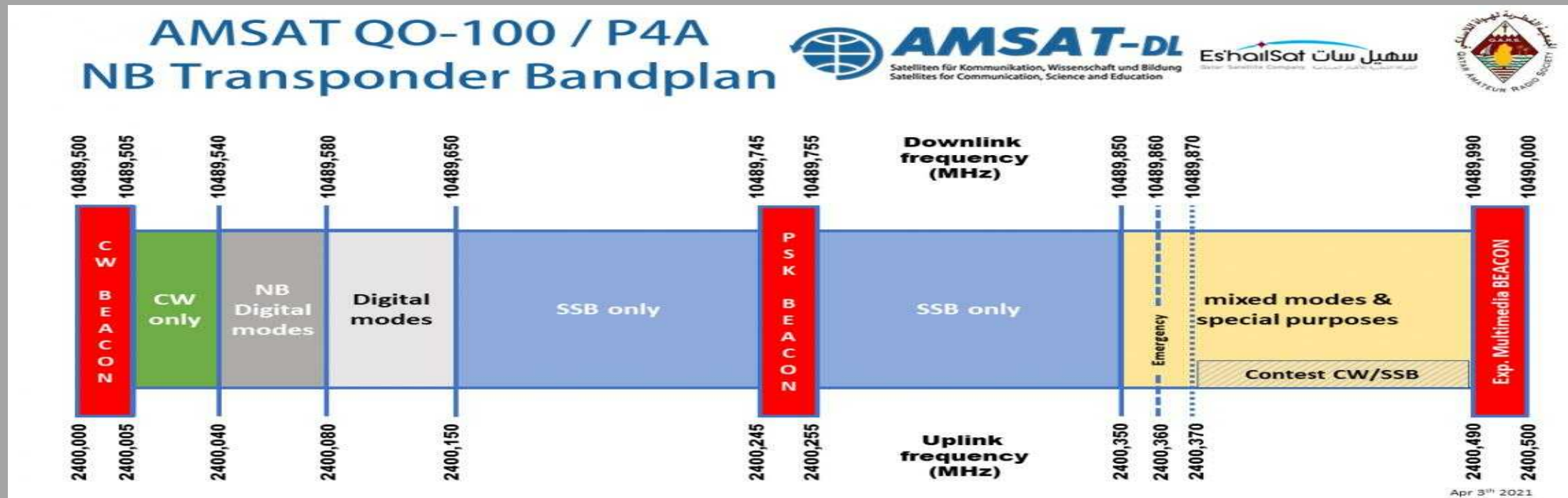
Khartoum

-150° -120° -90° -60° -30° 0° 30° 60° 90° 120° 150°

60°
30°
0°
-30°
-60°

QO-100.

- **Úzkopásmový transpondér** o šířce 500kHz, je určen pro úzkopásmové SSB provozu. Hranice jsou vymezeny CW majáky, uprostřed transpondéru je PSK maják využívaný ke kompenzaci driftu oscilátoru v LNB pro RX v některých SDR programech. Uplink polarizace RHCP, downlink polarizace vertikální.



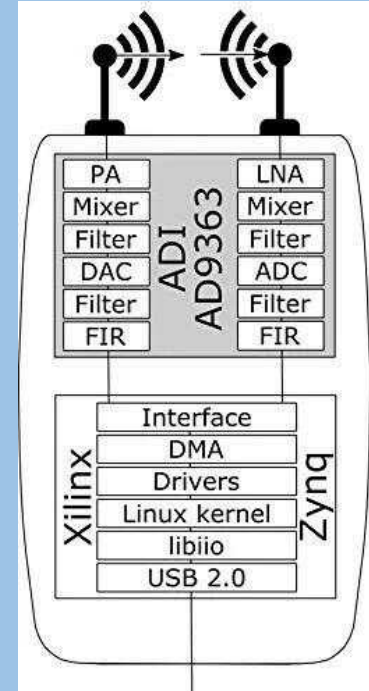
QO-100.

- **Širokopásmový transpondér** o šířce 8MHz slouží pro DATV. Na začátku transpondéru je video maják se SR 1,5MS/s. Uplink polarizace RHCP, downlink polarizace horizontální.
- Více o satelitu na www.amsat-dl.org.

	Beacon		Wide and Narrow DATV					Narrow DATV					
	Beacon		1MS		1MS		1MS						
			333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	
	Beacon Only		Experimental modes and DVB-S/S2		DVB-S/S2 all symbol rates			DVB-S/S2 at 333 kS and lower					
	2401.5	2402.5	2403.5	2404.5	2405.5	2406.5	2407.5	2408.5	2409.5				
	Uplink (MHz)												
	10491.0	10492.0	10493.0	10494.0	10495.0	10496.0	10497.0	10498.0	10499.0				
	Downlink (MHz)												

Adalm Pluto.

- SDR transceiver od firmy Analog Devices, určený pro výukové účely.
- Jeho srdcem je AD9363 a Xilinx Zynq rodiny 7000 (Cortex A9 667MHz + FPGA).
- Základní kmitočtový rozsah 325MHz – 3,8GHz (jde jednoduše rozšířit na 70MHz – 6GHz).
- Obsahuje 12bit DA a AD převodníky.
- Vzorkovací kmitočet až 61,44MS/s.
- Umožňuje plně duplexní provoz.
- Šířka pásma až 20MHz (lze rozšířit až na 56MHz).
- Výstupní výkon max 7dBm.
- Běží na linuxu.



Adalm Pluto.

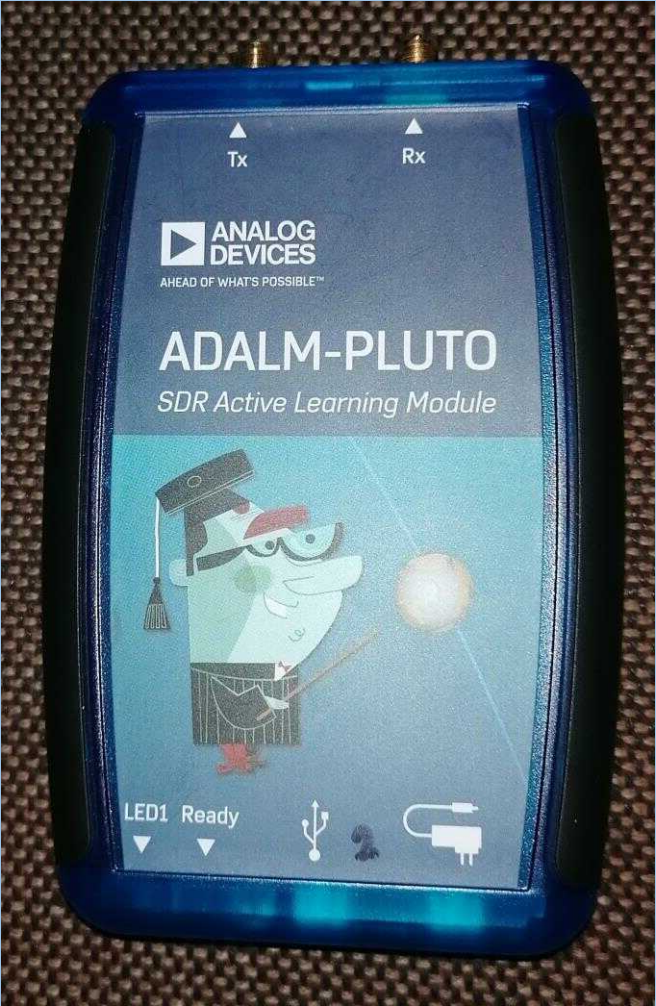
Dostupné revize:

- REV:B – 25ppm oscilátor, nemá vstup pro externí referenci, má vyvedený pouze jeden pár RX a TX pinů z AD9363.
- REV:(C) D – částečně odstraněny neduhy revize B. Oscilátor byl přemístěn na druhou stranu desky - není ohříván od AD9363, navíc přidán externí vstup pro referenční kmitočet. Na desce je vyveden druhý pár RX a TX pinů z AD9363, ale není zaručena jejich funkčnost – ve výrobě není testováno.

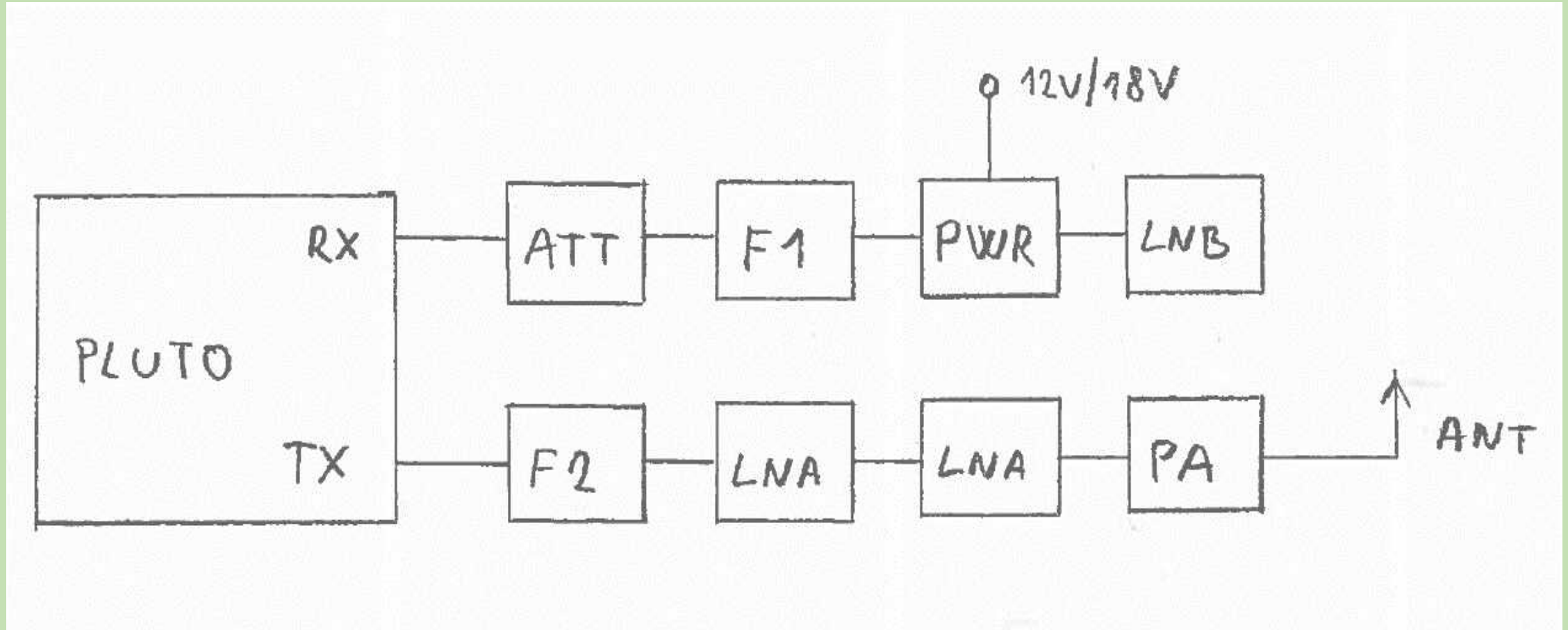
<https://forum.amsat-dl.org/index.php?board/34-adalm-pluto/>

https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/hacking/hardware#why_do_a_rev_e

Adalm Pluto



Sestava na QO-100 – SSB (DATV)



Sestava na QO-100 – popis komponentů.

LNB – běžný satelitní konvertor pro SAT TV, v mém případě Zircon L-101ECO, který se vejde do trubky u patch antény. Lze použít jakýkoliv, který má v sobě PLL. Další odzkoušené typy: AB LNB 01 Singl, Amiko L-208. Nutný pro SSB i DATV.



PWR - napájecí výhybka pro napájení LNB, pro vertikální polarizaci stačí LNB napájet 12V.

Sestava na QO-100 – popis komponentů.

F1 - pásmová propust' na 739MHz – eliminace rušení příjmu QO-100 od signálů z okolních TV družic – jeden z TV paketů na blízkém satelitu vycházel z LNB přesně na 3. harmonické 739MHz. Mnoho stanic mělo problémy s příjmem. Použití filtru toto rušení odstranilo a navíc se zlepšil poměr S/N.



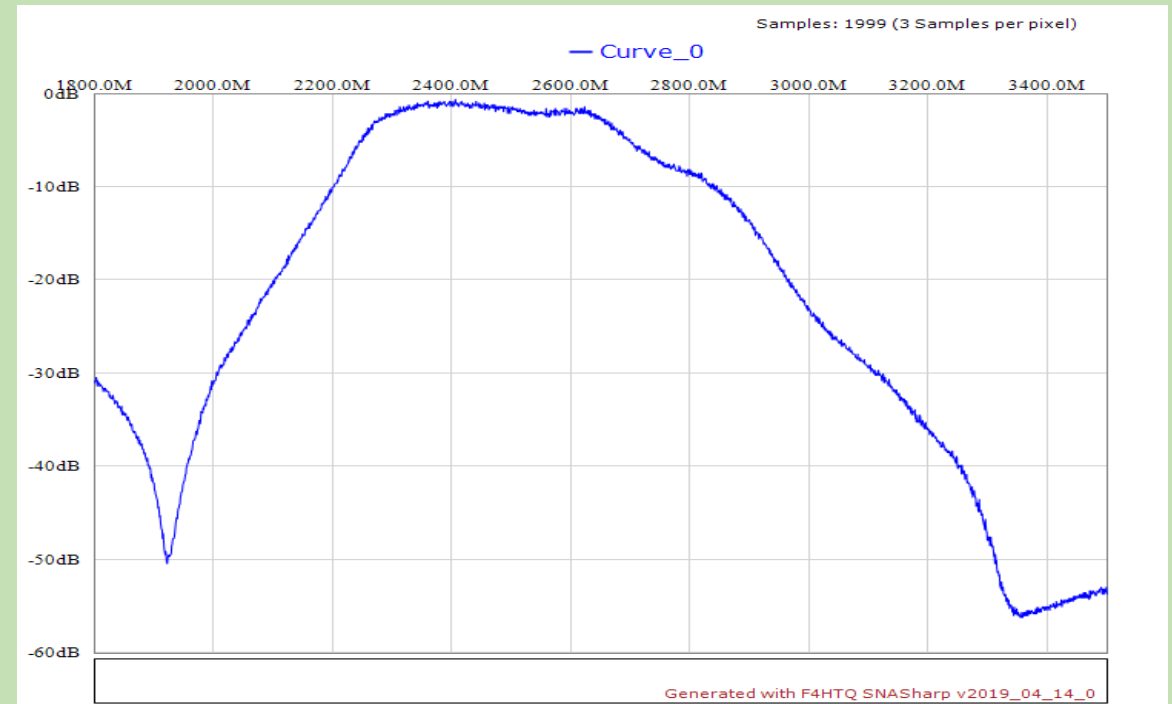
Sestava na QO-100 – popis komponentů.

ATT - signál z LNB je velmi silný, zařazením útlumu se sníží šum na transpondéru na přijatelnou úroveň při zachování odstupu S/N. Používám celkový útlum cca 30dB. Hodnota útlumu bude záviset na délce koaxiálního kabelu a typu LNB.



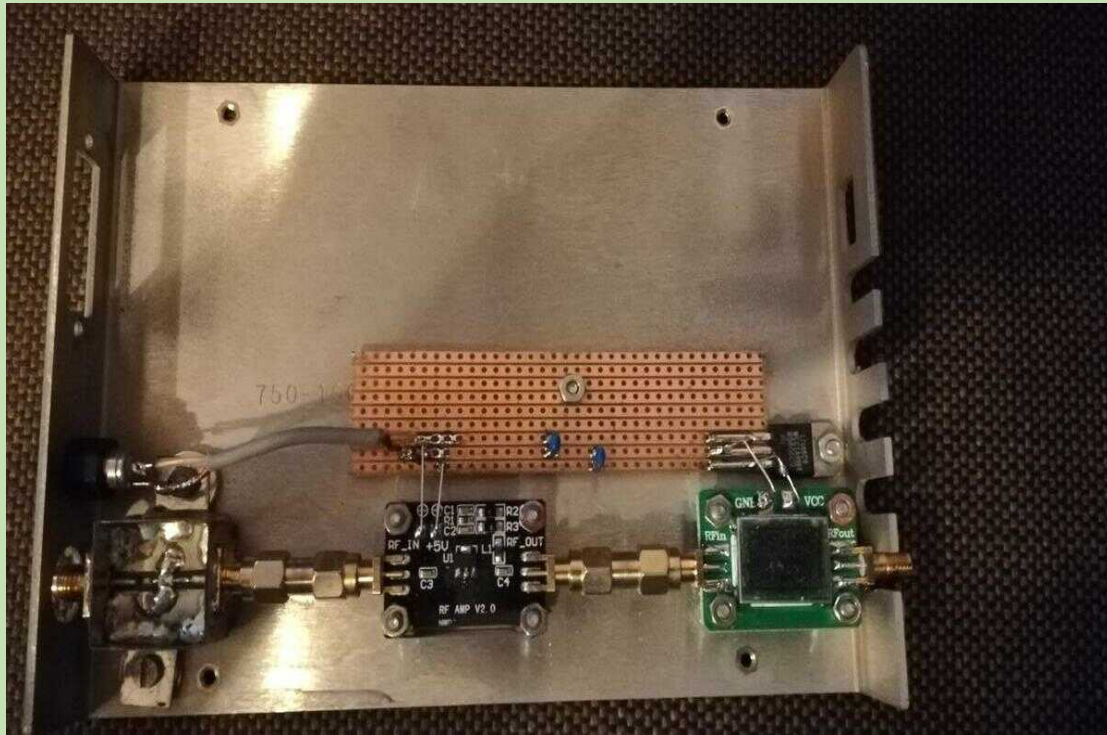
Sestava na QO-100 – popis komponentů.

F2 – Za Pluto nutno zařadit pásmovou propust' 2,4GHz. V krajním případě půjde použít i filtr z 2,4GHz wifi routerů.



Sestava na QO-100 – popis komponentů.

LNA – výkon Pluta je cca 1mW na 2,4GHz, nutno použít budiče pro PA. Na obrázku zesilovače SPF5189Z a zesilovač s obvodem TQP3M9009 v různých kombinacích.



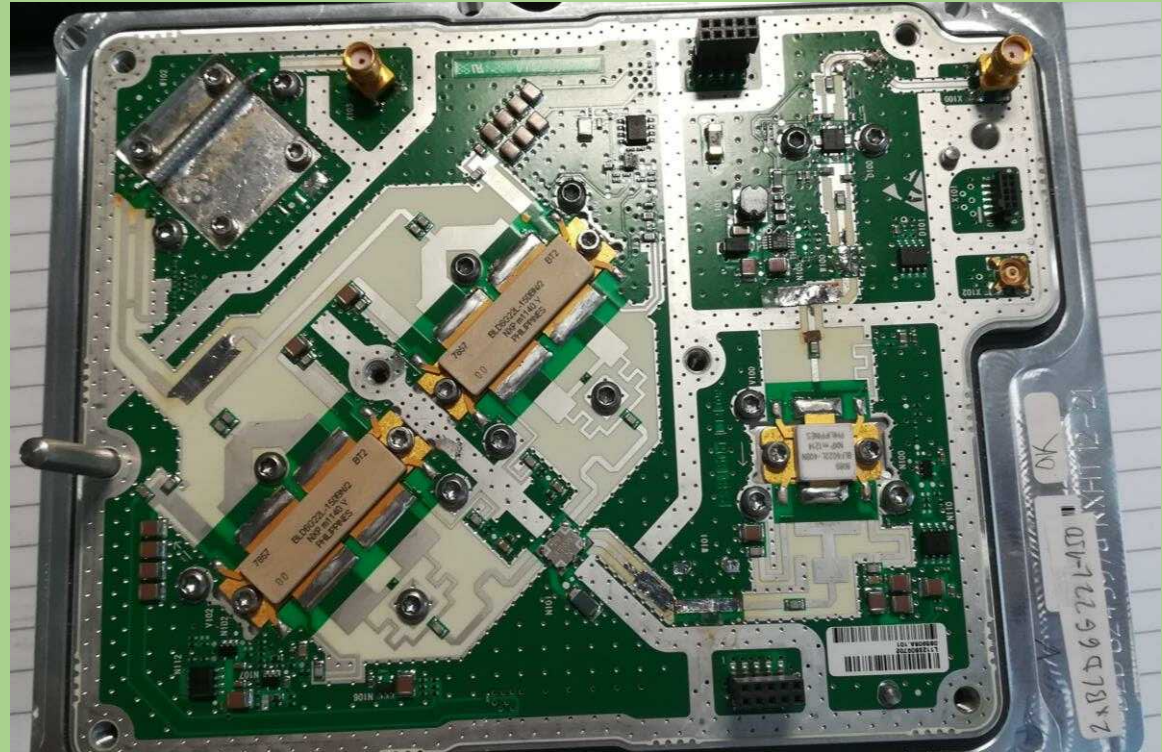
Sestava na QO-100 – popis komponentů.

PA - koncový stupeň, lze úspěšně použít wifi boostery zakoupené v čínských eshopech a to 4W verzi s reálným výkonem cca 1W-1,5W nebo 8W (EP-AB003) s reálným výkonem cca 3W.



Sestava na QO-100 – popis komponentů.

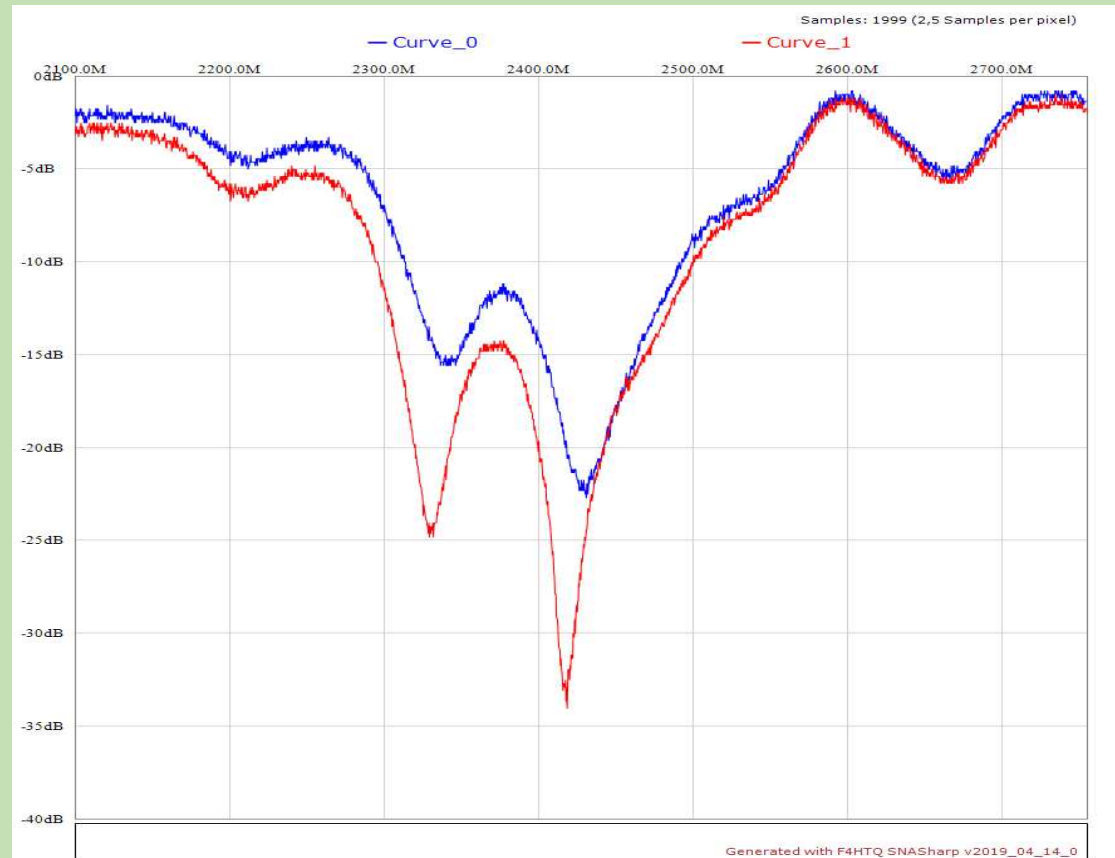
Pro DATV pak třeba koncový stupeň NOKIA z UMTS sítě.



Sestava na QO-100 – popis komponentů.

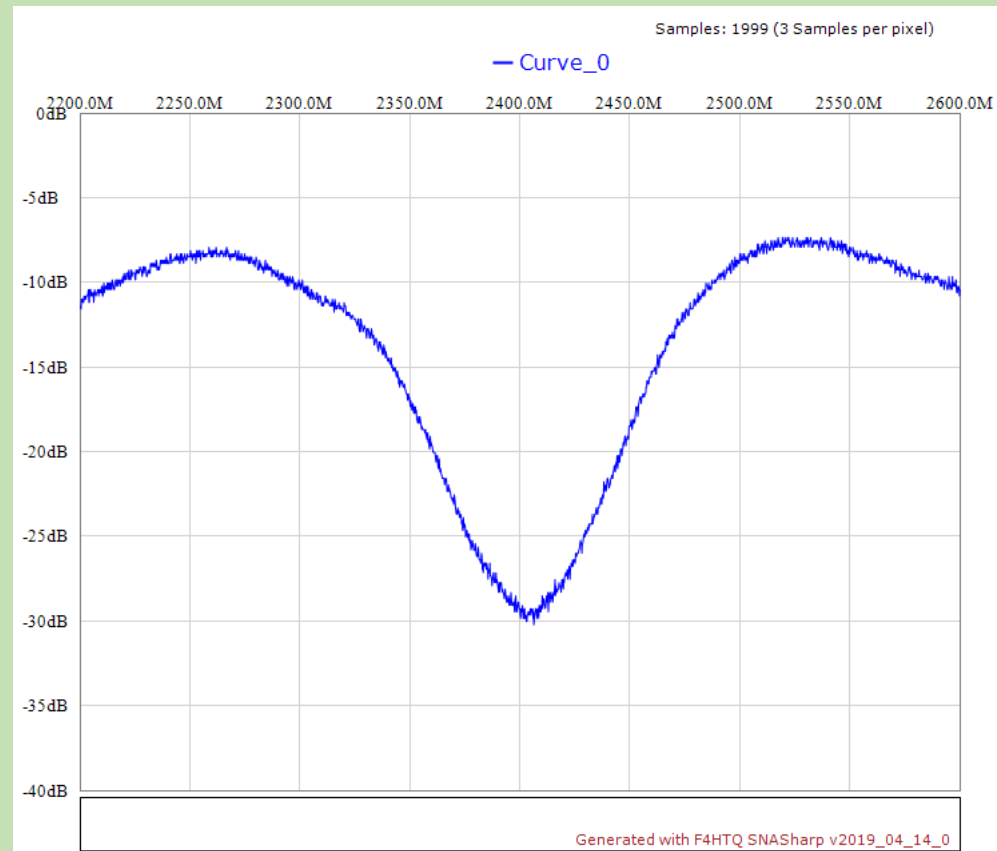
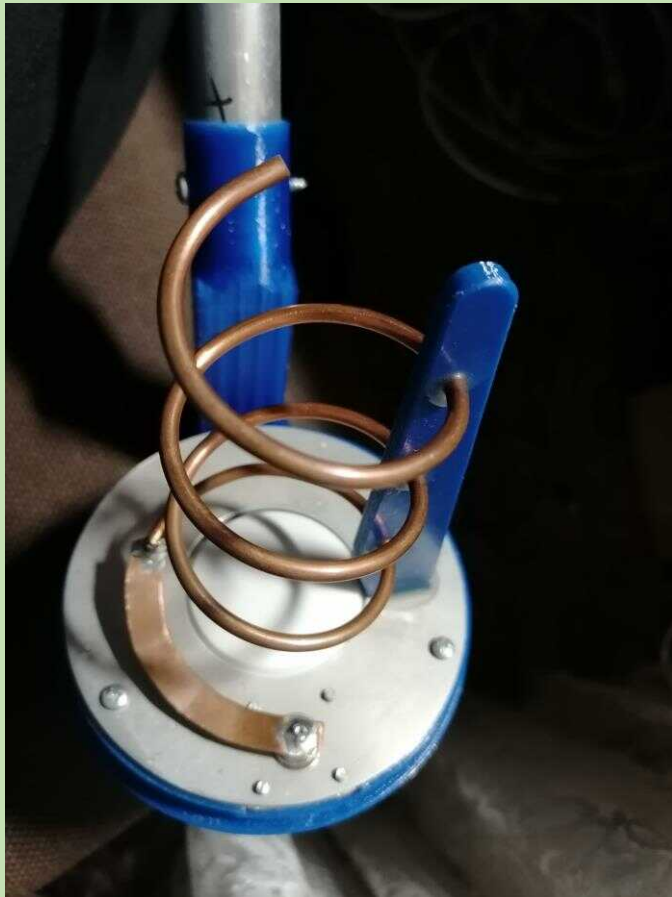
ANT - anténa na 2,4GHz. Používám duální patch nebo upravený helix feed, který v jedné anténě sdružuje TX anténu a LNB, lze pak použít jednu parabolu ideálně (80cm – 1m).

Patch - <http://www.hybridpretender.nl/patch.pdf>



Sestava na QO-100 – popis komponentů.

Helix - <https://www.qrz.com/db/DC8PAT#IceConeFeed>.



Připojení k počítači.

- USB – stačí USB2, lépe však USB3. Při použití USB2 je vhodnější používat externí napájení. Používám pro portable SSB provoz.
- **Pomocí LAN – vyžaduje OTG redukci (je v balení) a převodník USB/LAN (UE-300, UE200). Poté ho lze provozovat jako vzdálené zařízení třeba přímo na střeše u paraboly. Lze pak připojit do lokální sítě. Nutnost externího napájení a nastavení konfiguračního souboru Pluta. Používám doma pro SSB i DATV.**
- Pomocí Wifi – mělo by fungovat s wifi donglem, nezkoušeno.
- Drivery pro Windows ke stažení zde:
<https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/drivers/windows>.



Digital feed for QO-100 F4DAV 2019-11-04

Provoz DATV - RX.

- Adalm Pluto neumí DATV zároveň vysílat a přijímat. Lze ho tak použít buď jenom pro příjem nebo jenom pro vysílání. Většinou se Adalm Pluto používá pro vysílání a pro příjem se používá speciální satelitní přijímač Minitiouner společně se software Minitioune – viz [Viva DATV fórum](#).
- V případě použití Adalm Pluta na příjem je použitelná celá přijímací část výše uvedené sestavy a pro příjem lze použít program [DVB-S gui](#), který běží ve Windows. Program vyžaduje svižnější počítač a v porovnání s Minitiounerem je pro dekódování nutný silnější signál. Místo Adalm Pluta je možné použít RTL-SDR dongl. Silnější signály jsou dekódovatelné s parabolou 80cm, doporučuji ale parabolu alespoň 1m a větší. Program dekóduje stream, který se pak přehrává programem VLC player.

Provoz DATV – RX.

DVB-S gui – jde to i bez Minitiouneru.

The image displays two software windows side-by-side. The left window is the 'DVB-S2 Demod GUI - Version 2.0.14'. It features a 'Spectrum View' on the left showing a signal spectrum with a central peak. The right side of the window contains various control panels: 'Baseband Processing' (Standard: DVB-S2, Bandwidth: 5000000, FFT Size: 2048), 'Matched Filtering (Root Raised Cosine)' (RRC Taps: 64, Rolloff: 0.35), 'Recording / Network' (MPEG-TS (188), File: 127.0.0.1), and 'IQ Plot' at the bottom. The 'Timing Recovery' section shows 'Lo Freq: 10492.5 MHz' and 'Hi Freq: 11342.5 MHz' with a central frequency of 742,540 MHz. The 'Carrier Recovery' section has 'Enabled' checked with 'Loop Gain (Kp): 4.7422' and 'Loop Damping (Kd): 0.0010'. The 'Equalizer' section has 'Constant Modulus Algorithm' selected with 'Update Coeff.' checked. The 'Error Correction / Sync Byte' section has 'Enable LDPC Decoding' checked. The 'Signal Info' section shows 'Symbolrate: 1999.64 ksym/s', 'Bandwidth: 2699.51 KHz', 'Modcode: QPSK 2/3', and 'Pilot symbols on Frame type: long'. The status bar at the bottom shows 'sync_confidence: 32' and 'Buffers: 2 / 8192'.

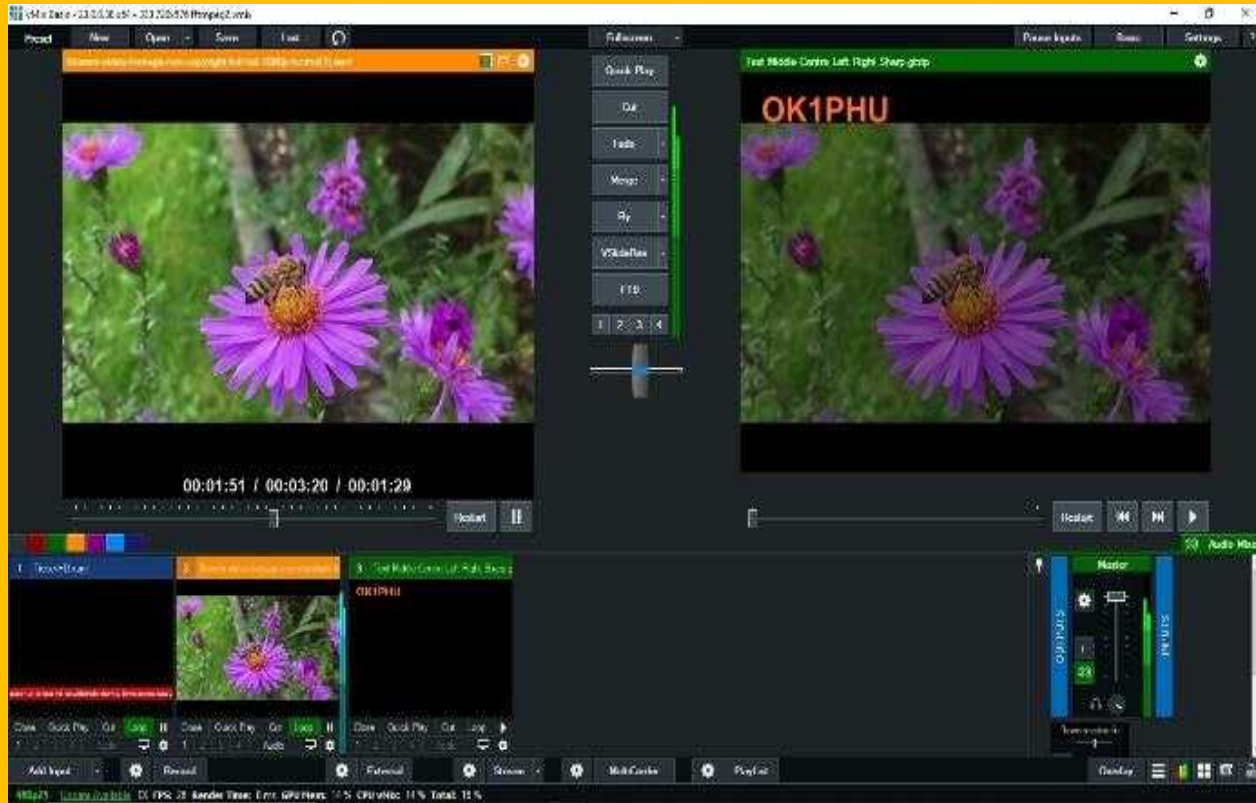
The right window is a VLC media player showing a video of a rocket launch. The video title is 'udp://8888 - Multimediální přehrávač VLC'. The video content shows a rocket ascending with a large plume of fire. In the top right corner, there is a 'TELEMETRY' overlay with 'STAGE 2' and 'TELEMETRY' labels. It displays 'SPEED' as '01341 km/h' and 'ALTITUDE' as '09.2 km'. At the bottom of the video, there is a 'LAUNCH: ES'HAIL-2' timeline with stages: STARTUP, MELD, ENTRY BURN, SEC0-1, and PRIV/DAD DEPLOY. The 'SPACEX' logo is visible in the bottom right corner. The video progress bar at the bottom shows '00:16' and '00:00'.

Provoz DATV - TX.

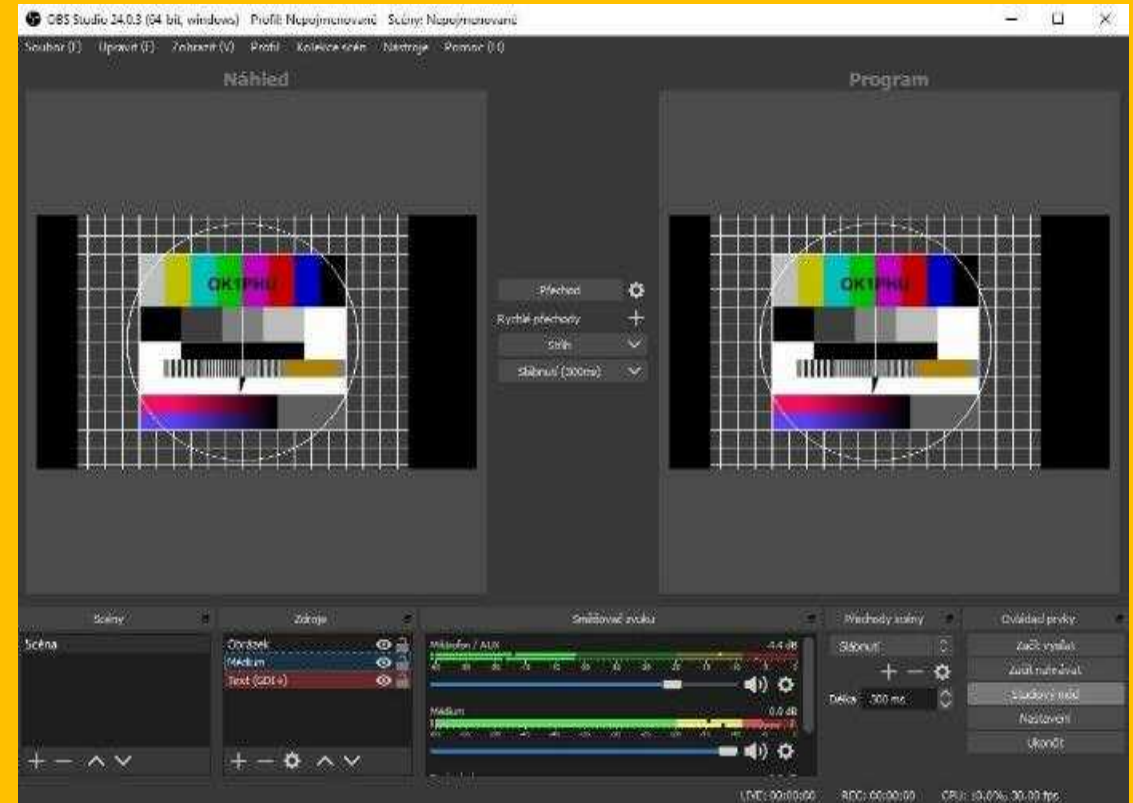
- Použitelná celá vysílací část výše uvedené sestavy, vyšší nároky na výkon PA, parabola od 1m výše.
- Cest, jak vyprodukovat DATV signál pomocí Adalm Pluta je více. Pro první krůčky je možné použít program [DATV-Express DVB Transmitter](#) pro Windows. Funguje s Adalm Plutem tak, jak bylo koupené s originálním firmwarem. Pro začátek je dobrý na naučení, má ale mouchy a po pochopení problematiky už nemá co nabídnout.
- Mnohem zajímavější je výměna originálního firmware za firmware od F5OEO, F5UII a IS0GRB. Do Adalm Pluta se pak přes UDP posílá stream, parametry vysílání se nastavují přímo na ovládací www stránce Adalm Pluta. Stream lze vyprodukovat buď grafickou kartou, H264/H265 enkodérem nebo softwarově procesorem v PC. Pro mix videa lze pak použít software [OBS studio](#) nebo [vMix](#). Oba jsou pod Windows.

Provoz DATV - TX.


vMix





OBS Studio



Výkonové poměry pro DATV.

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



 **BATC**

Uplink Power Budget

Starting point is that an 8 MHz of DVB-S2 transmission will require 100W into a 2.4m dish

Power Budget (Watts)					
	8 MHz	4 MHz	2 MHz	1 MHz	0.5MHz
2.4m	100	50	25	12.5	6.25
1.7m	200	100	50	25	12.5
1.2m	400	200	100	50	25
0.85m	800	400	200	100	50

Credit M0DTS

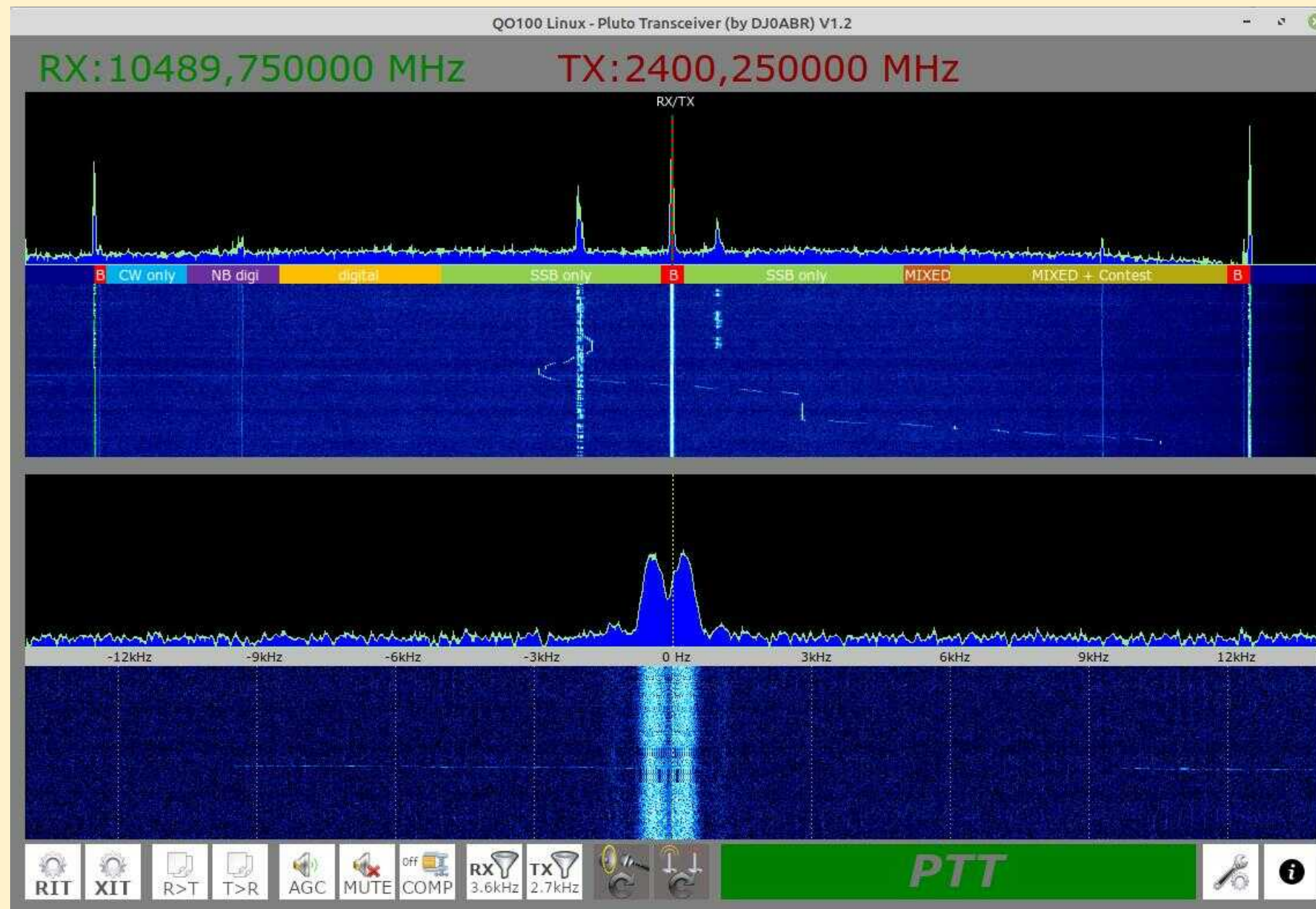
Provoz SSB.

- Na rozdíl od DATV je Adalm Pluto použitelné v plně duplexním režimu.
- Existuje více možných programů komunikujících s Adalm Plutem a to jak pod Windows, tak pod Linux:
 - [SDR Angel](#) pro Windows i Linux. Umí RX i TX, složité nastavení a ovládání.
 - Mikrovlnný transceiver [Langstone](#) na Raspberry Pi. UK projekt. Umí RX i TX.
 - [SDR Sharp](#) pro Windows. Pouze RX.

Provoz SSB.

- [QO100 transceiver](#) na Raspberry Pi 4 nebo na Linuxu na stolním PC. Umí RX i TX.

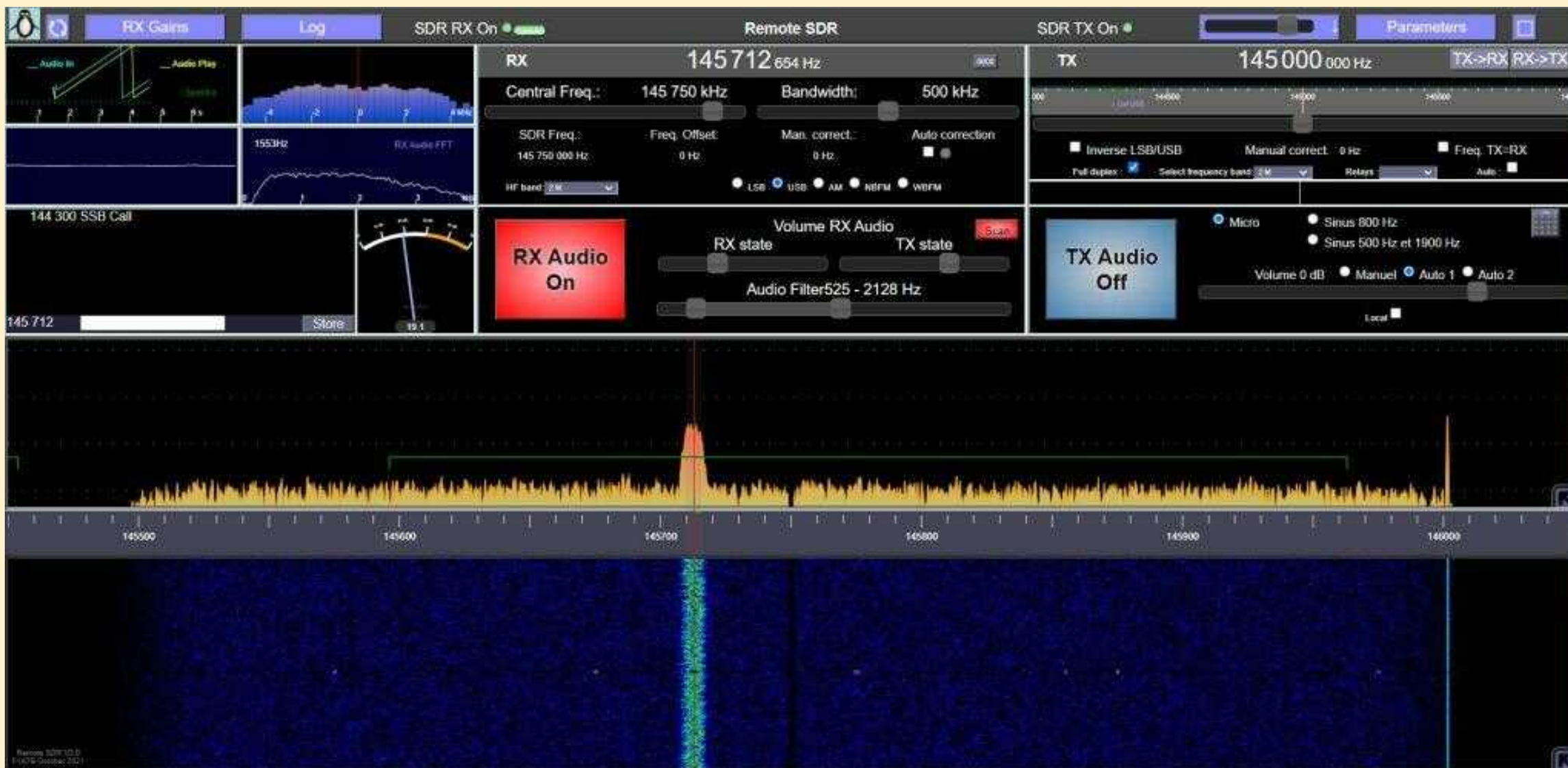
- Autor programu je DJ0ABR.
- Program byl vyroben pro AMSAT-DL pro provoz na na QO-100.
- Pro Raspberry Pi 4 nebo klasické PC s Linuxem.
- Velmi jednoduchá instalace.
- Nenašel jsem stabilizaci driftu LNB.



Zdroj obrázku: <https://github.com/dj0abr/QO100> Transceiver.

Provoz SSB.

- [Remote SDR](#) na Orange Pi nebo Raspberry Pi 4. Umí RX i TX.
 - Autor programu je André F1ATB
 - Program je přizpůsoben provozu na QO-100, umí ale i jiná pásma.
 - Umí částečně kompenzovat drift oscilátoru v LNB pomocí majáků družice.
 - Umí ovládat Adalm Pluto jak pro RX, tak i pro TX.
 - Pro Raspberry Pi 4 nebo Orange Pi.
 - **Lze skutečně provozovat jako remote SDR transceiver.**
 - Nenáročný na data, přenáší pouze audio a pár řídicích dat.
 - Pro RX lze použít i RTL-SDR dongl nebo HackRF.
 - Pro TX lze použít i HackRF.



Zdroj obrázku: f1atb.fr.

Provoz SSB.

- [SDR-Console](#) pro Windows. Umí RX i TX.
 - Autor programu Simon G4ELI.
 - Program, který je přímo šitý na míru provozu na QO-100.
 - Umí kompenzovat drift oscilátoru v LNB pomocí středního majáku družice.
 - Umí ovládat Adalm Pluto jak pro RX, tak i pro TX.
 - Umí nastavení libovolných offsetů pro RX i TX.
 - Má hlasový dávač.
 - Pouze pro Windows.
 - Možnost nastavení mikrofonního equalizéru.
 - Umožňuje plně duplexní provoz.
 - Možnost ovládat TRX.
 - Mínusem je obtížnější realizace CW provozu.
 - DX cluster.
 - Sledování satelitů, ovládání rotátoru.

Home View Receive Transmit Rec/Playback Favourites Memories Tools Help

Select Radio Start Stop Bandwidth Calibration Frequency Previous History Always On Top Lock Screenshot Auto-mute: Noise Blanker: Enable Enable Options Options

Radio RX Frequency Extras Wideband DSP

Receive RX 1 9749.91 MHz 100 - 2900 Hz

10.489.799.850

Sluchátka (Zvukové zařízení High Definition ...)

IF Display

Mode

Filter

Radio

RIT +00.000

XIT +00.000

RX Filter: 100%

RX Gain: Hybrid

Manual: 0dB

PlutoSDR, BW = 550 kHz

10.489.799.850 RX 1 USB 100 - 2900 Hz

S9 +17

CW NBDigi Digi SSB

Geostationary Satellite Beacon

Beacon: 10.489.760.844

Transmit TX 8089.500.61 MHz 100 - 3100 Hz

10.489.799.850

Sync RX RX TX TX RX

Sync RX LSB USB AM FM CW

TX Tone Tune

Drive 77

Meter

Microphone: Gain 72, Boost 20.0 dB

Normal DX Other

Mikrofon (2 - Generic USB Audio Devi...)

Proc VOX 3.0kHz Record

Gain 72

Proc 0

VOX Gain 23

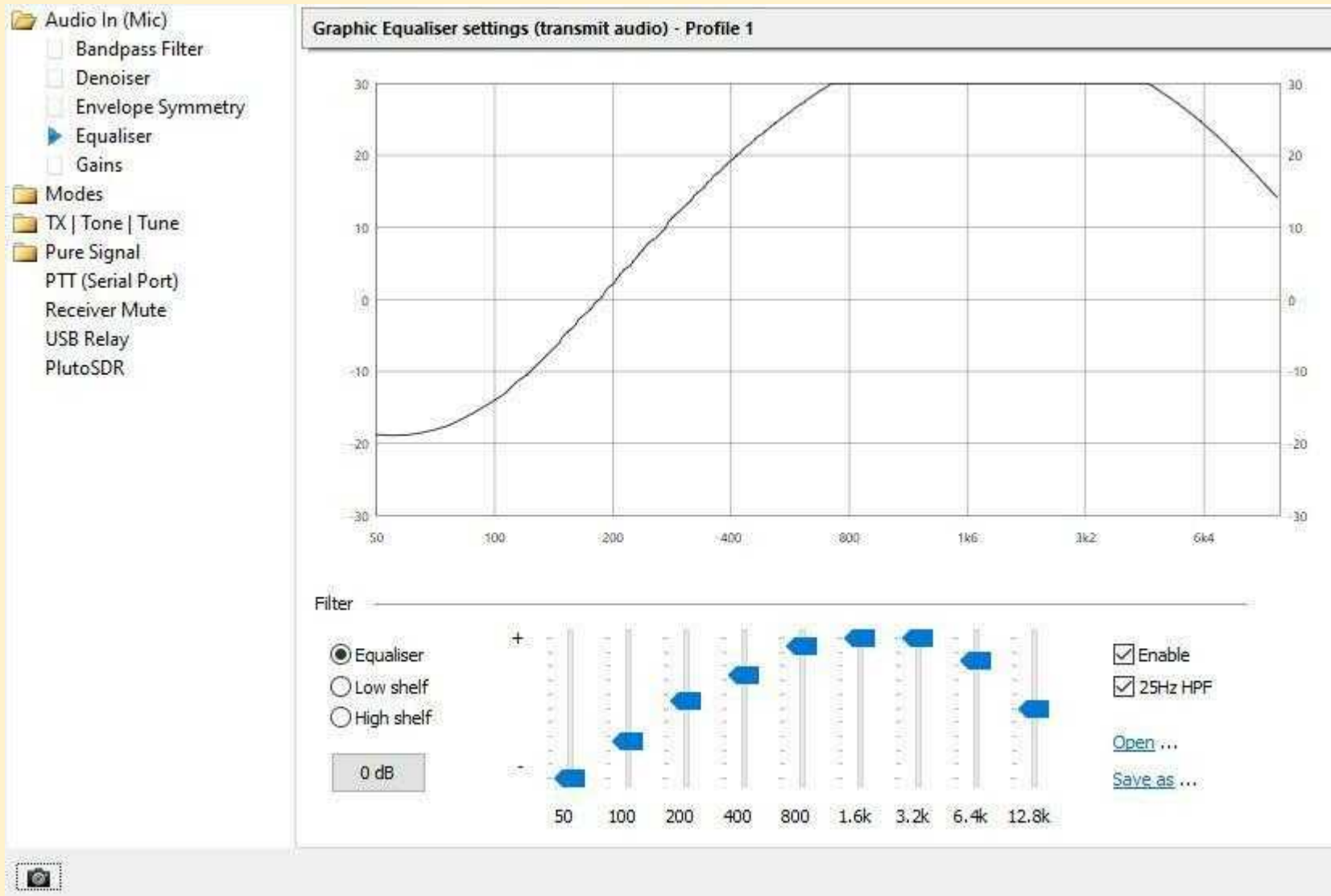
VOX Hang 500

CTCSS 67.0

Spectrum

CPU: 9.9% GPU: 14.7% Audio: 68ms

Nastavení ekvalizéru v SDR-Consoli dle OK2STV a DL6SH.

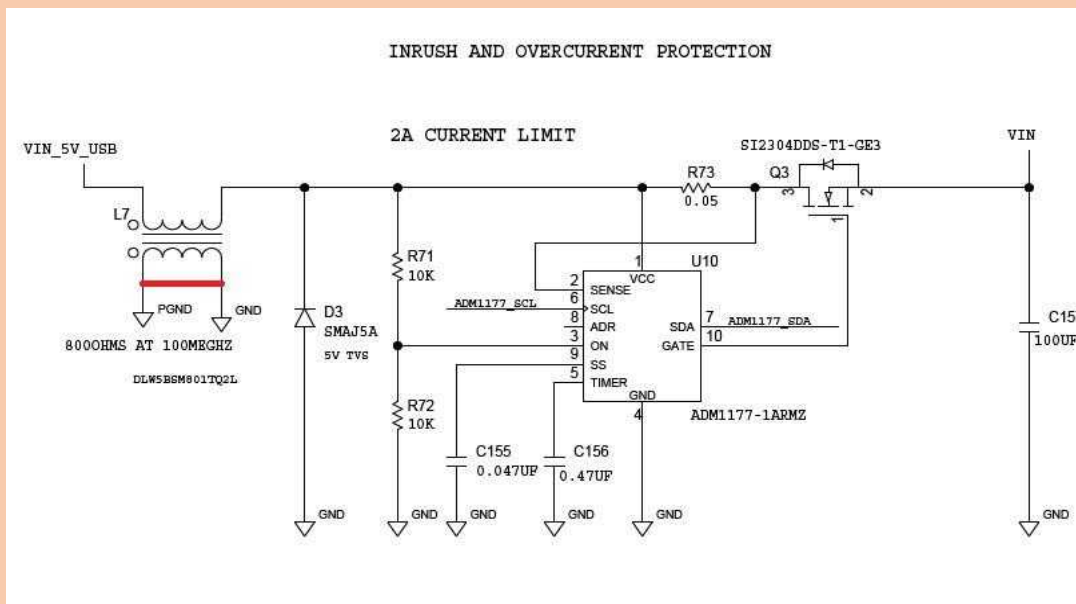


Úpravy Adalm Pluta.

Pár modifikací pro pohodlnější provoz (REV:B):

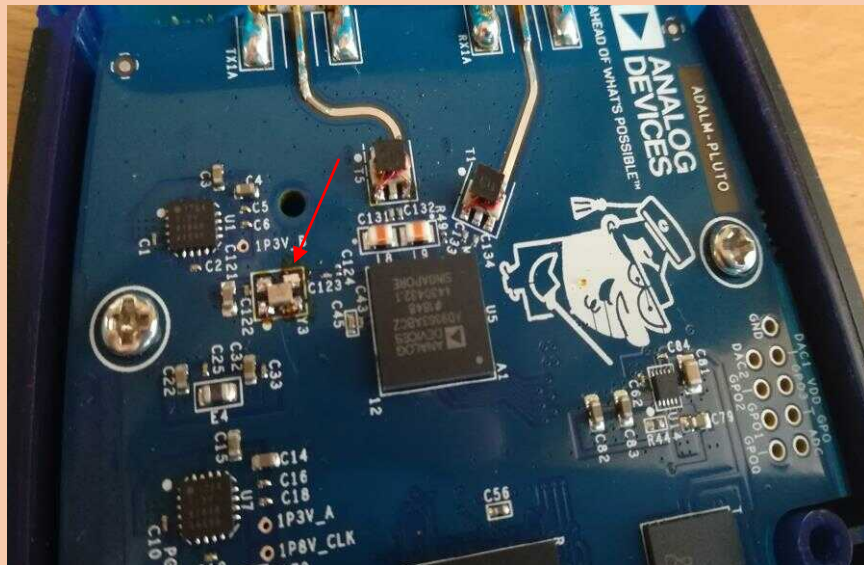
1. GND mod - zabrání mrznutí USB komunikace.

https://twitter.com/ham_dm4ds/status/1203716090179858433



Úpravy Adalm Pluta.

2. Náhrada 40MHz 25ppm oscilátoru Pluta.
 - Pro DATV není výměna nutná.
 - Pro SSB nutná instalace TCXO například typu ASTX-13-C-40.000MHz-I05-T.
 - Použití GPSDO, například Leo Bodnar GPSDO. Zařadit 3dB útlum.



mini GPS Clock Configuration

Hardware details

Device name mini GPS Reference Clock
Made by Leo Bodnar Electronics
Firmware version 1.16
Serial number AEBFBD1962

Settings

40000000 Output Hz
Set frequency
Factory defaults Advanced <<<

Status

GPS signal OK PLL lock OK

Advanced

8mA Output drive strength
Enable output Blink LED

175000	GPS reference, Hz
1	N31
11	N2_HS
3200	N2_LS
11	N1_HS
14	NC1_LS
15	BW

Update

Position: 49.7624714, 15.9201368, 678.207
UTC: 2021.09.08 19:09:38

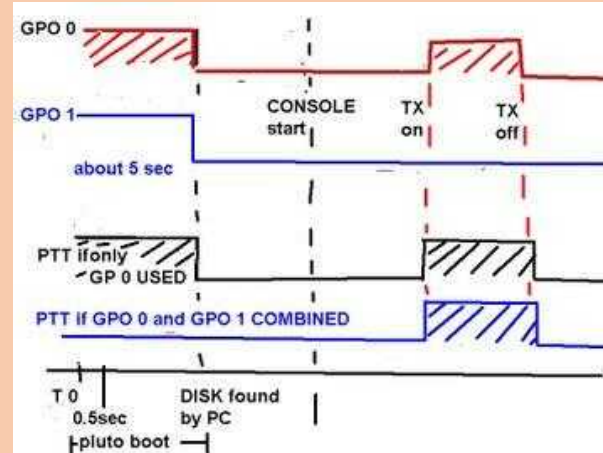
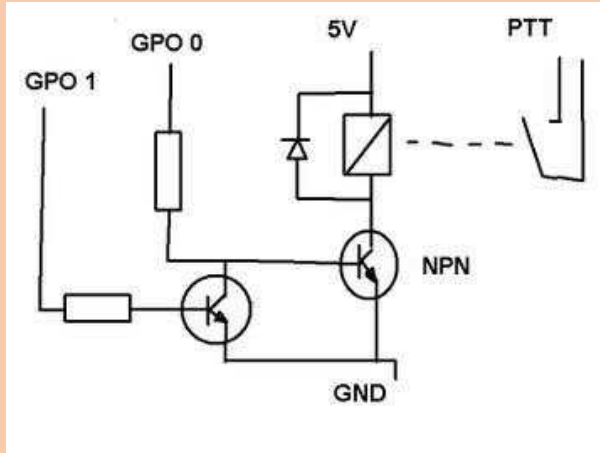
Úpravy Adalm Pluta.

3. Výměna firmware v Plutu – pro DATV a PTT z Adalm Pluta.
 - Firmware 0303 Persistence od F5OEO a F5UII, případně vylepšující patche od IS0GRB pro DATV.
 - Dostupný zde: <http://firmware.hackhamradio.com/> , odkaz občas nefunguje. Nebo zde: <https://www.f5uii.net/en/patch-plutodvb/>, dostupné i patche pro REV:D.
 - Volba režimů DATV nebo SSB přes webové rozhraní, kompletní ovládání DATV provozu včetně ladění DATV RX Minitiouner.

4. Rozšíření rozsahu a zapnutí druhého jádra v procesoru.
 - Rozšíření rozsahu: <https://www.rtl-sdr.com/adalm-pluto-sdr-hack-tune-70-mhz-to-6-ghz-and-gqrx-install/>
 - Zapnutí druhého jádra: <https://www.sdr-radio.com/hacks>

Úpravy Adalm Pluta.

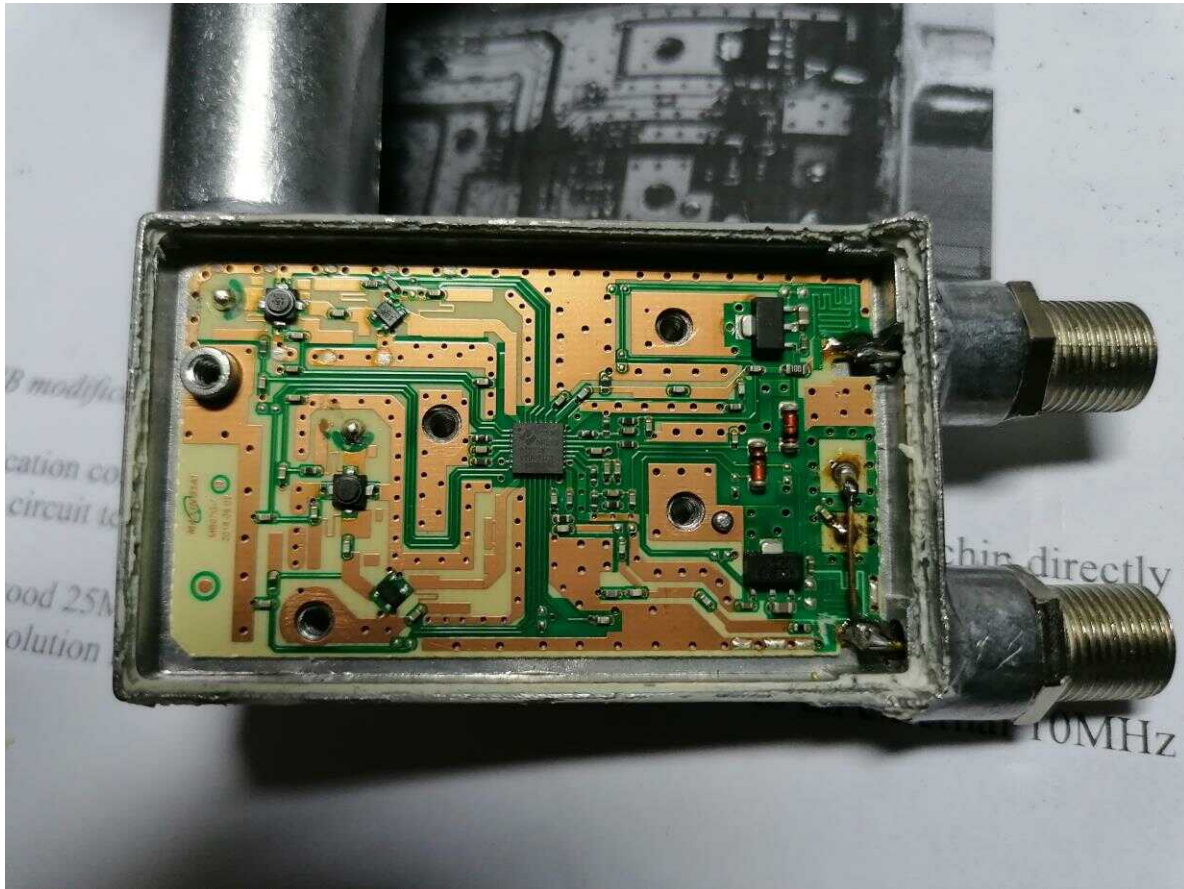
5. Vyvedení PTT. Funguje s firmware od F5OEO a F5UII.



- Vše se připojí přímo na GPIO piny v Adalm Plutu – [zdroj twitter F5OEO](#).

Stabilizace LNB pomocí GPSDO.

Jednoduchá úprava LNB Amiko-L208. Leo Bodnar GPS připojený přes cca 13dB útlum přímo do LNB. V LNB je vyjmutý krystal, odškrábnuté spoje od spodního konektoru a přes 1nF propojený živý pin konektoru na horní pin po krystalu.



mini GPS Clock Configuration

Hardware details

Device name mini GPS Reference Clock
Made by Leo Bodnar Electronics
Firmware version 1.17
Serial number ACBF7D2DAD

Settings

24000000 Output Hz
Set frequency
Factory defaults Advanced <<<

Status

Advanced

8mA Output drive strength
Enable output Blink LED

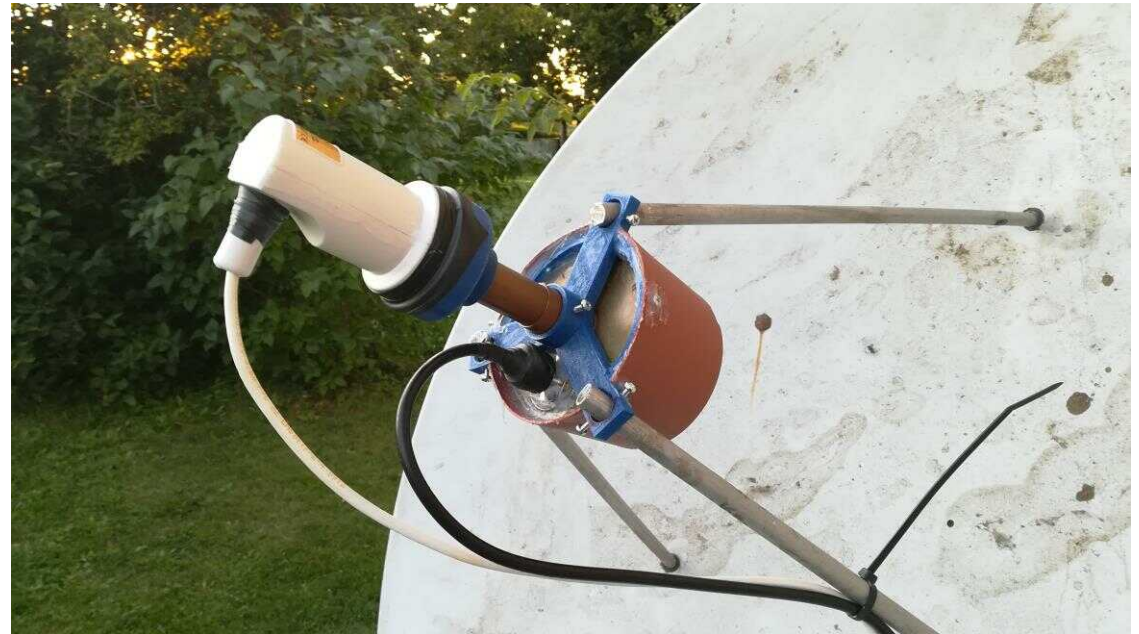
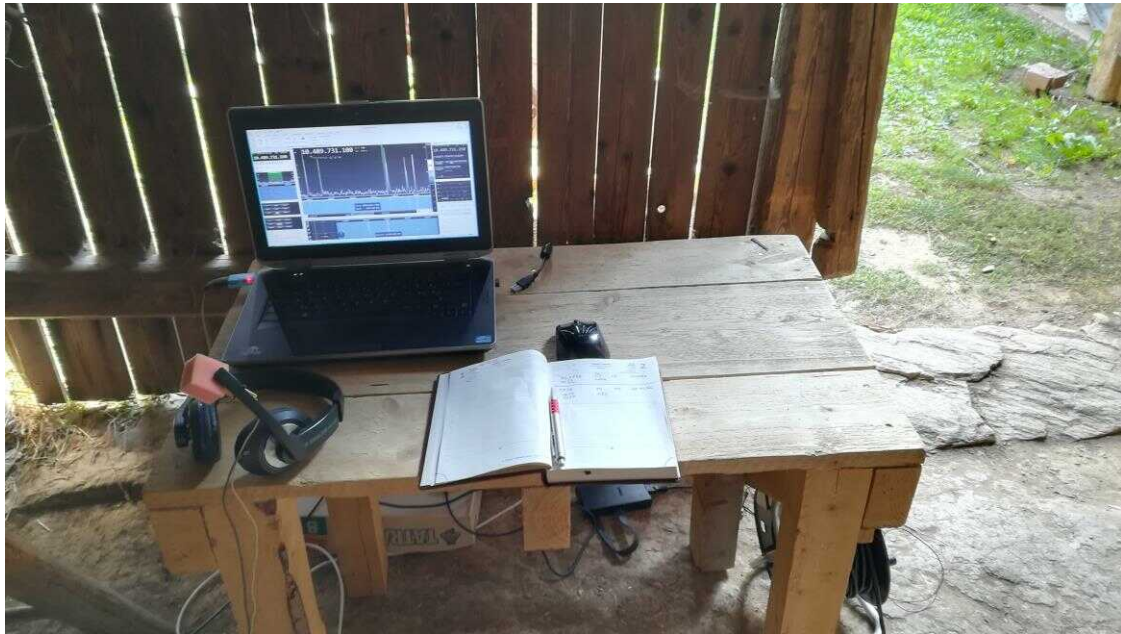
140625 GPS reference, Hz
1 N31
11 N2_HS
4096 N2_LS
11 N1_HS
24 NC1_LS
15 BW Update

Position: 49.7624627, 15.9198437, 654.016
UTC: 2021.10.10 20:15:21

Portable provoz.



Portable provoz.



Díky za pozornost, Pavel OK1PHU.