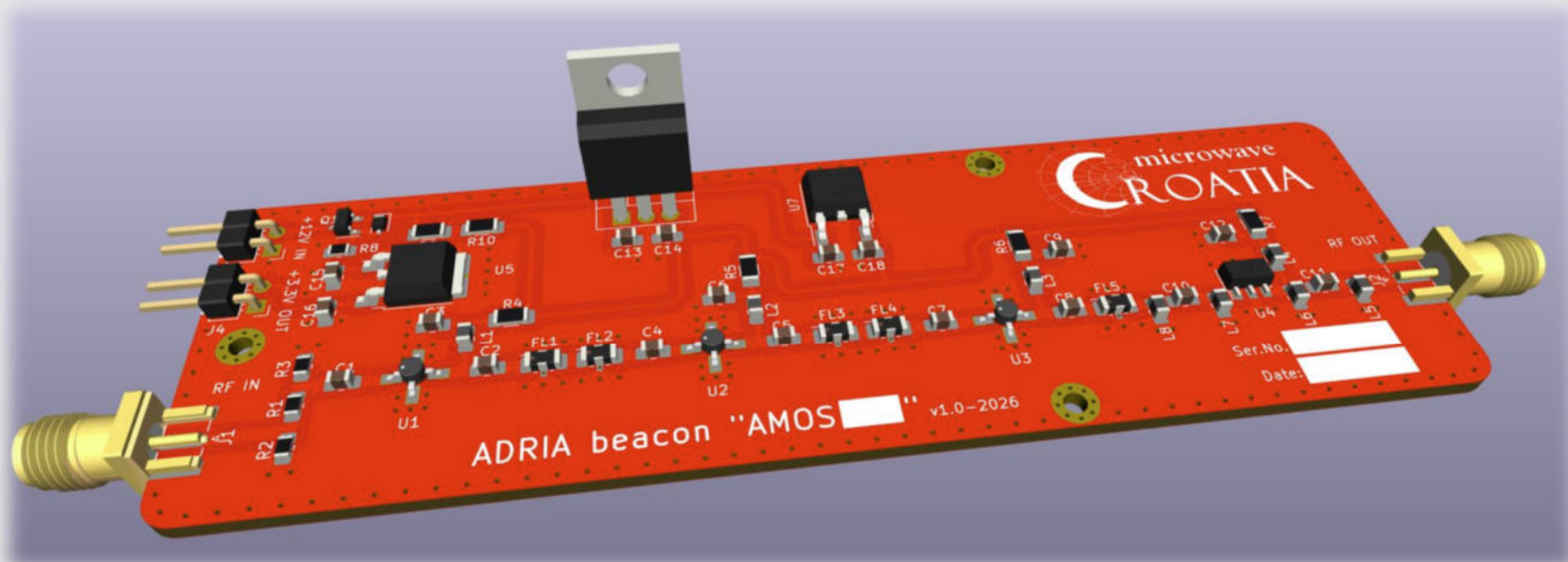


Razvoj 9A mikrovalnog radio fara iz serije ADRIA farovi



HRS Konferencija

Adam Alićajić, 9A4QV

Travanj 2026.

Kako dalje?

- Nedostatak tvorničkih rješenja – radio farova na tržištu (olakšava ishođenje dozvola pri HAKOM-u)
- Samogradnja – zahtjev za radioamaterima sa dobrim tehničkim znanjima u elektronici i radio tehnici sa pristupom mjernoj opremi. (Potrebni tehnički pregledi pri HAKOM-u)
- Nedostatak novih (mladih) kadrova zainteresiranih za tematiku radio farova
- Frekvencijska područja – rizik gubitka zbog zahtjeva komercijalnih korisnika, teleoperatera
- „Use it or lose it” – mala aktivnost na amaterskim frekvencijskim područjima. **Radio farovi kao čuvari „bandova”**. Naježda Wi-Fi korisnika na 2.4 GHz i 5.7 GHz
- Nedostaje nam pomoć s neba...



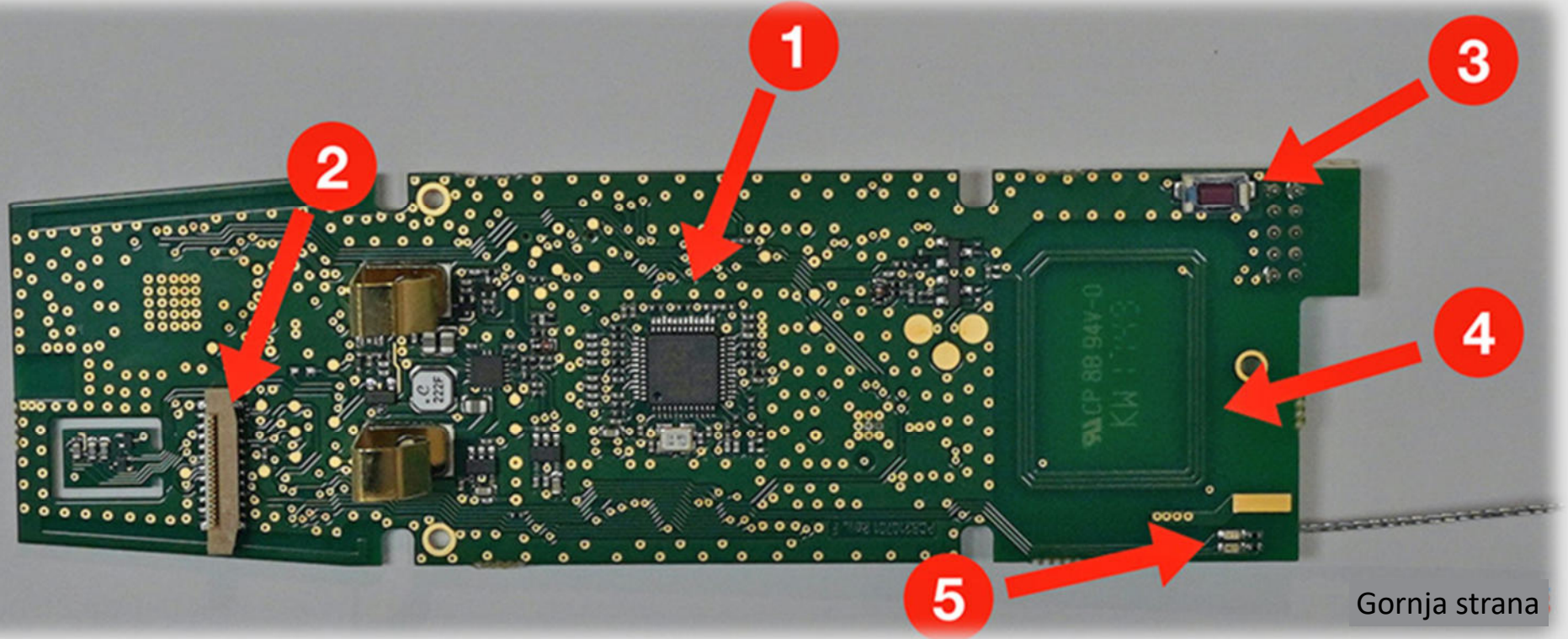
Meteorološka radio sonda Vaisala RS41

- Radiosonda koja se koristi za atmosferska mjerenja
- Pruža visoku točnost i pouzdanost u mjerenju temperature, vlage, tlaka i brzine vjetra
- Dizajnirana za rad u ekstremnim uvjetima
- Radni temperaturni raspon od -90°C do $+60^{\circ}\text{C}$ i radnom visinom do 40 km
- Senzor temperature: Koristi linearno otpornu platinsku tehnologiju za brzo i precizno mjerenje
- Mjerenje vlage: Visoka točnost zahvaljujući SI-standardiziranoj kalibraciji
- GPS podaci: Koristi GPS za određivanje visine i tlaka, što poboljšava točnost mjerenja
- Frekvencija odašiljanja 400 – 404 MHz
- Dimenzije 145 x 63 x 46 mm
- Težina 109 g



Visala RS-41 radio sonda

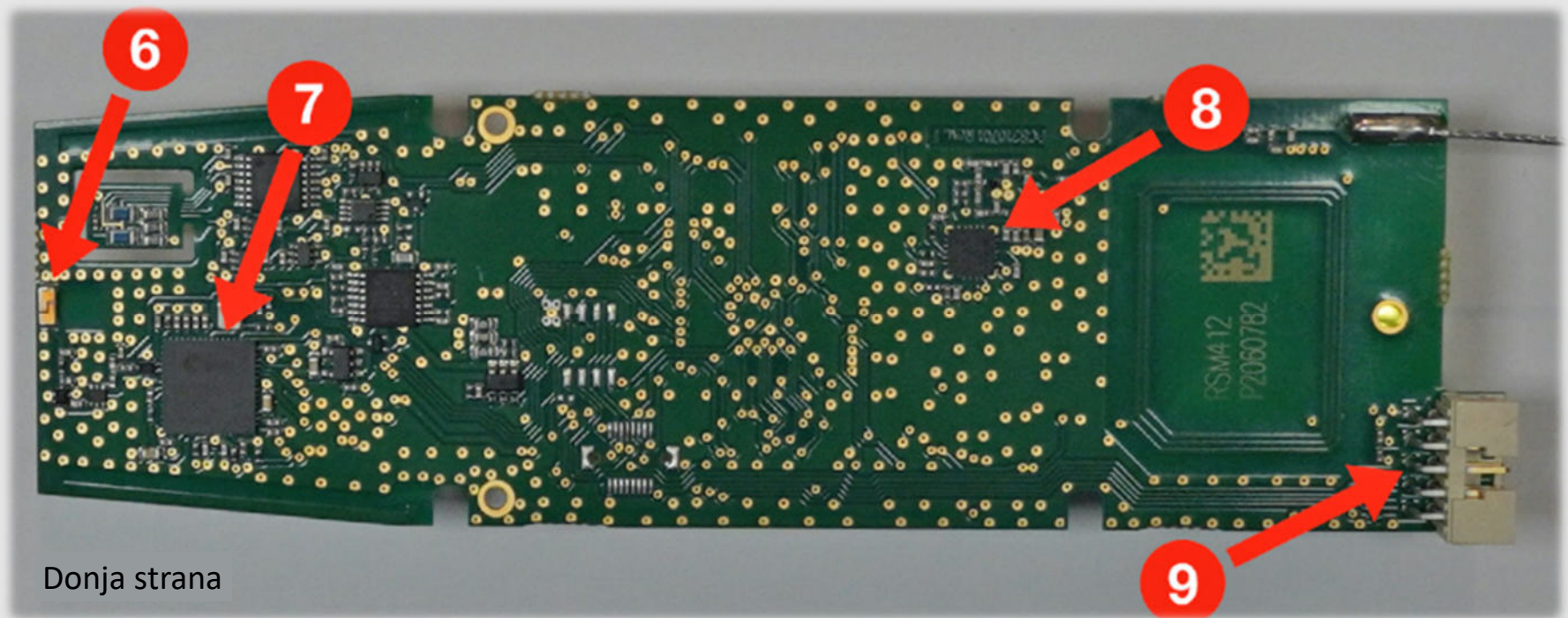
- 1 Mikrokontroler (STM32F100C8T6)
- 2 Vanjska periferija (mjerna osjetila)
- 3 ON/OFF tipkalo
- 4 NFC antena
- 5 LED indikacija statusa sonde



Gornja strana

Visala RS41 radio sonda

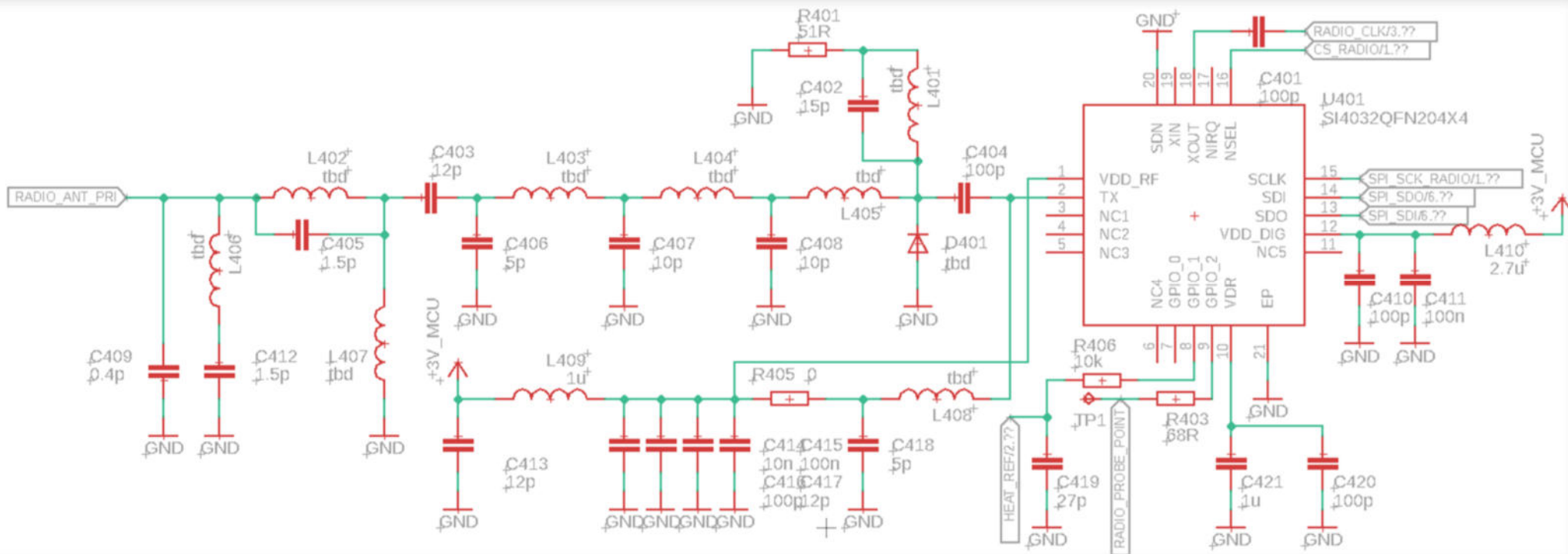
- 6 GPS antena
- 7 GPS prijemnik U-Blox (UBXG6010)
- 8 TX Silicon Labs (SI4032)
- 9 10 pinski konektor (2mm pin pitch)



SI4032 Silicon Labs



- Frekvencijsko područje 240-930 MHz (208-832 MHz)
- Izlazna snaga +1dBm/+20dBm u 7 koraka/3dBm
- Potrošnja 85mA @ Pout +20dBm
- Fazni šum -80dBc/Hz @10kHz
- Harmonička zračenja -42dBm



►1:Transmission Log Mag 10.0 dB/ Ref 0.00 dB
►2:Off

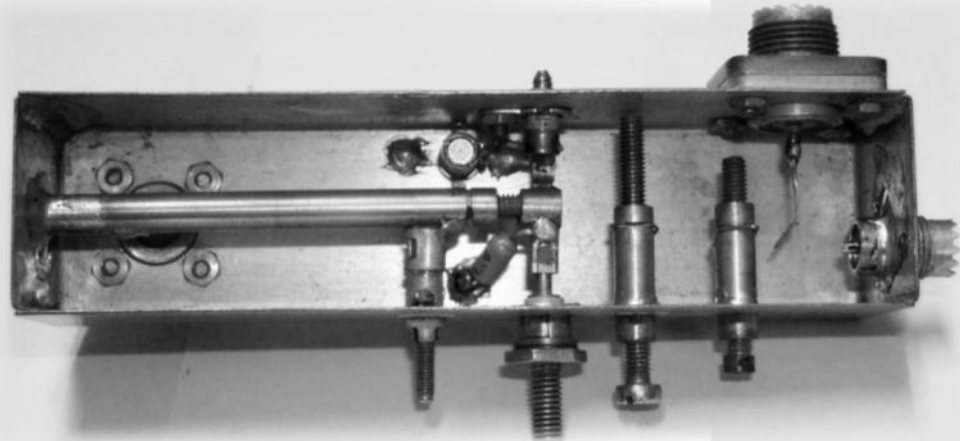
CHAN 1
MKR MHz



Frekvencijska karakteristika
lowpass izlaznog filtera

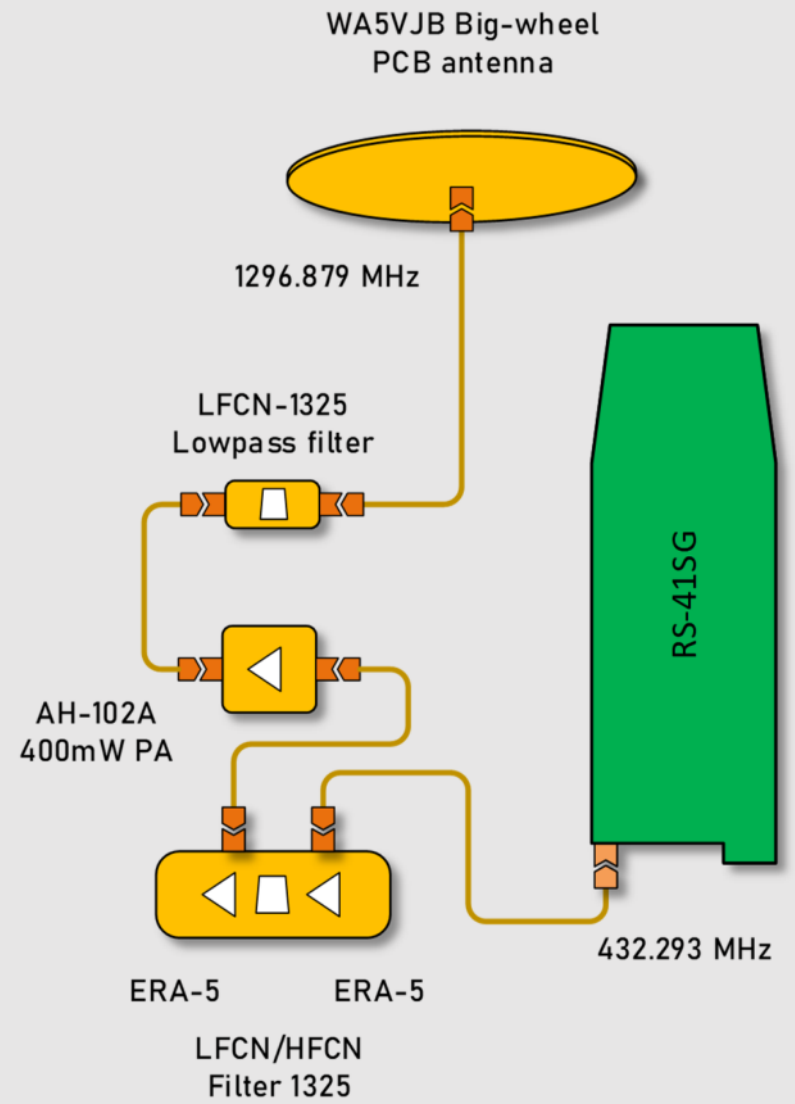
Kako dalje na viša uW područja?

- UMNAŽANJEM osnovne frekvencije!
- Meteorološka radio sonda Vaisala – uporabljivo područje bez modifikacije filtera (SMD 0402) 350 MHz – 520 MHz -10dB
- 1296 MHz = 432 MHz x 3
- 2320 MHz = 386 MHz x 6 (x3 x2)
- 3400 MHz = 378 MHz x 9 (x3 x3)
- 5760 MHz = 384 MHz x15 (x3 x5)
- 10368 = Ne na ovoj pločici



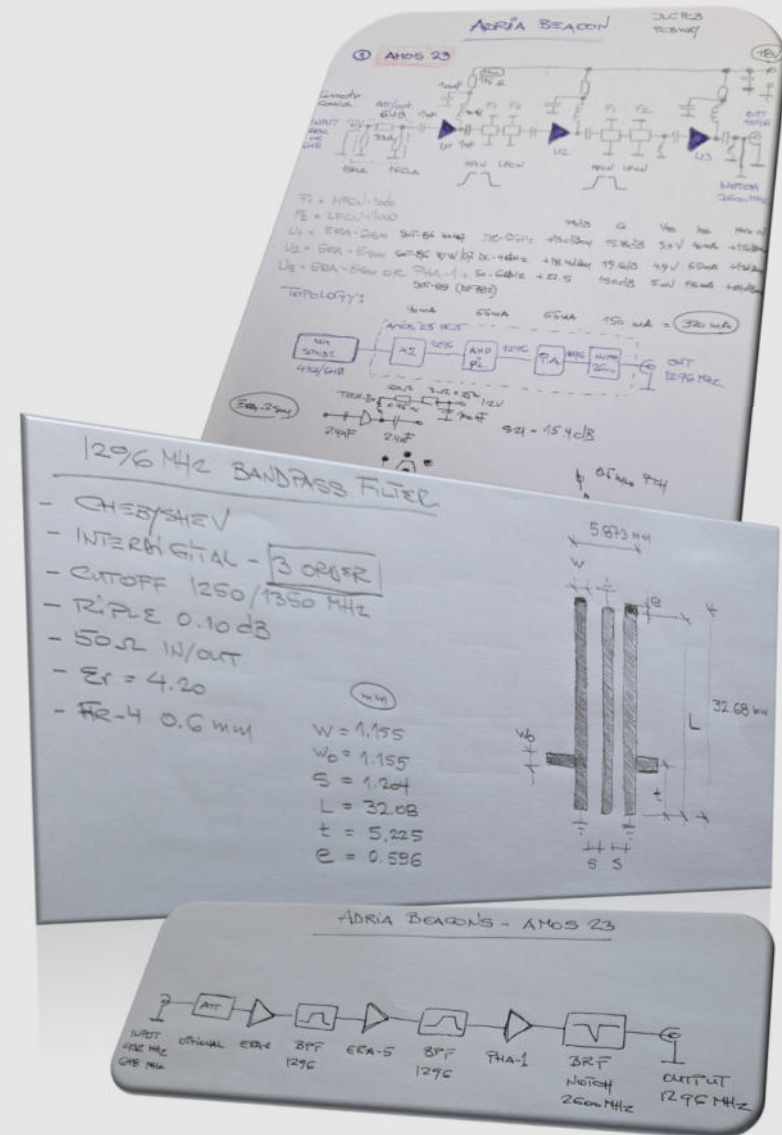
432/1296 MHz varactor multiplier with KA204S (1973)

Pilot projekt – 9A0BLP 1296 MHz

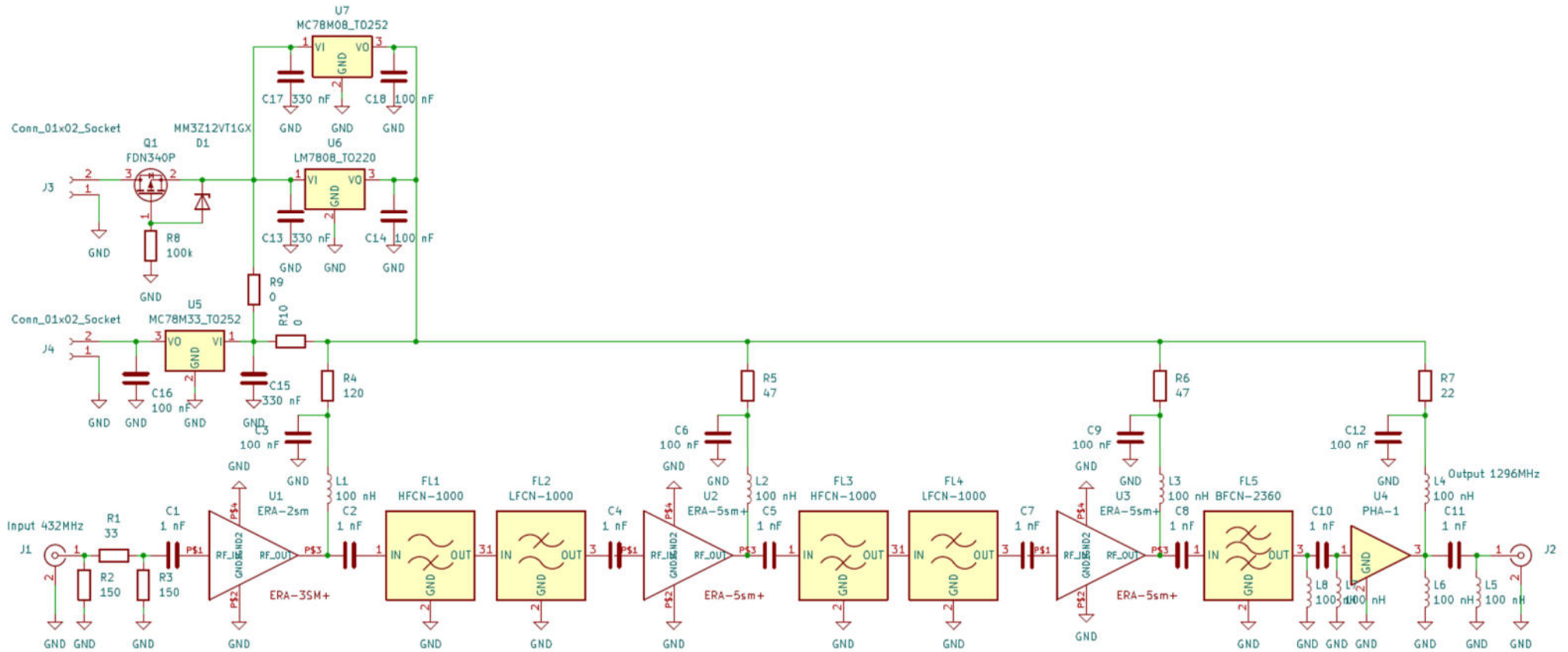


Od ideje.....

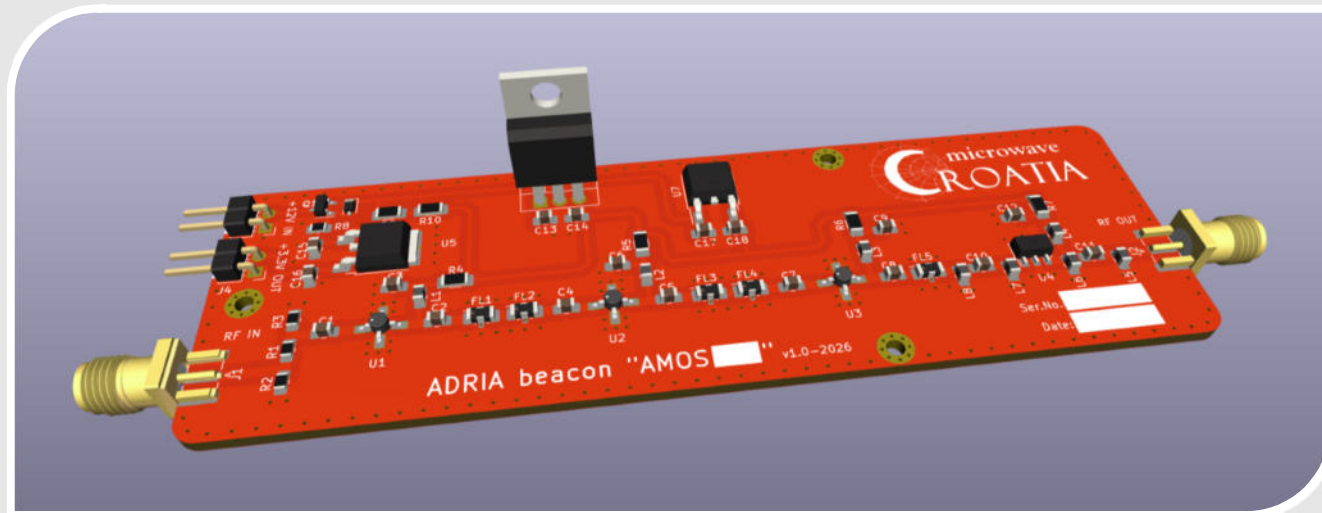
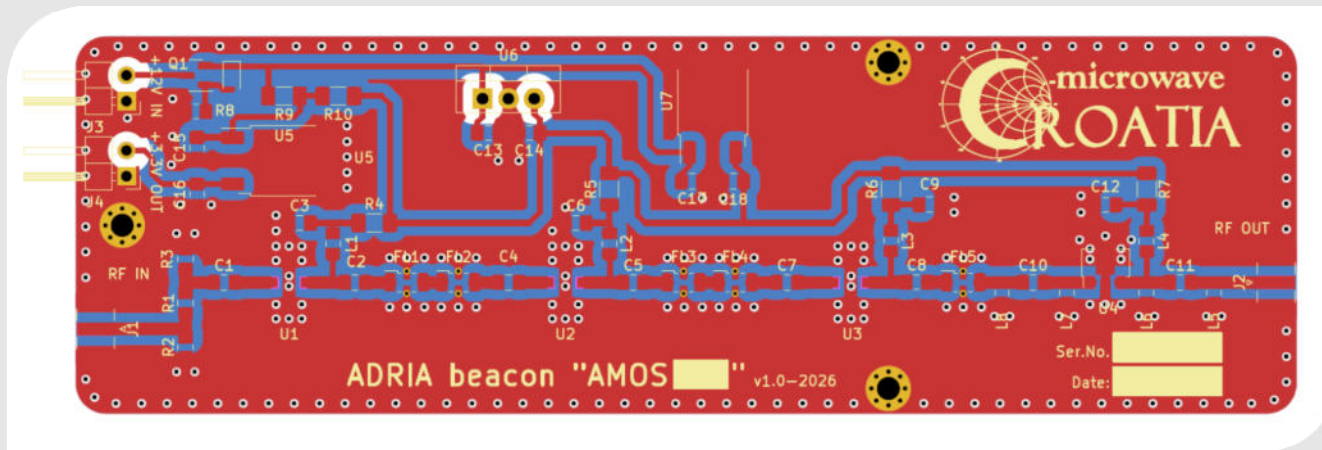
- Jednostavan i „No tune” bez podešavanja dizajn
- Skalabilni dizajn (više frekvencijskih područja na istoj tiskanoj pločici)
- Dimenzijama kompaktno rješenje Meteorološkoj sondi RS-41
- Mogućnost korištenja i drugih izvora frekvencije (razni PLL ili kristalni oscilatori)
- SMD komponente dimenzija ne manjih od 0805
- Fleksibilnost u odabiru aktivnih (MMIC) komponenti
- Ručno sastavljanje prilagođeno početnicima
- Jednostavna provjera ispravnosti sklopa množitelja
- Osnovni instrumenti i alati (AVO-metar, mjerna RF sonda s diodom, lemilica)
- Dobavljive elektroničke komponente (Minicircuits, Mouser)
- Niska cijena realizacije



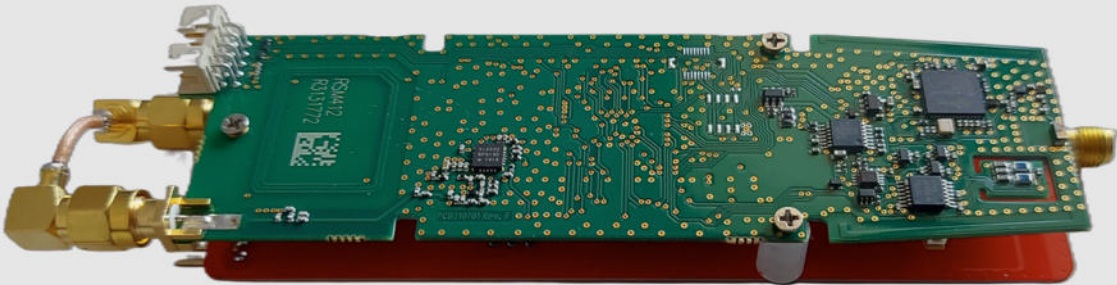
Funkcionalna shema



.... do realizacije



i funkcionalnog sklopa

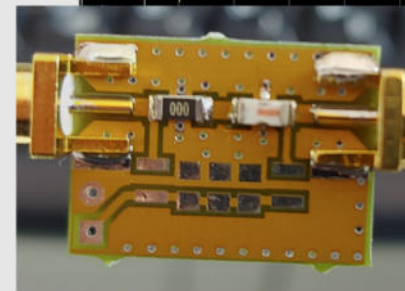
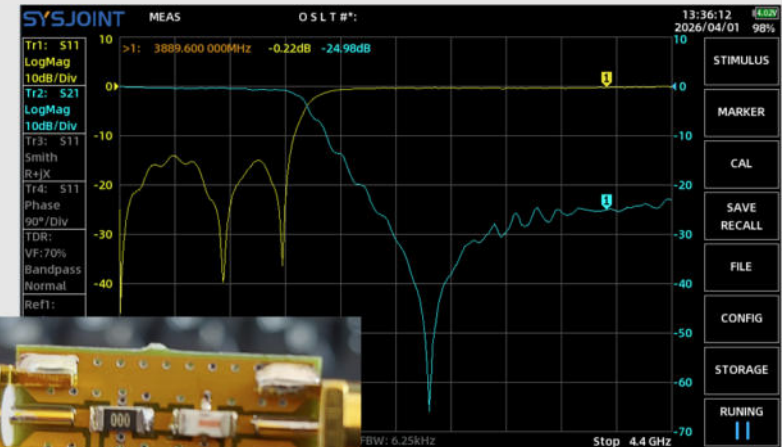


Tehničke karakteristike

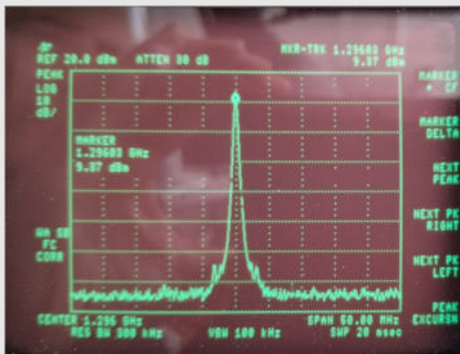
- Tip sklopa – aktivni umnožilac frekvencije (x3, x6, x9, x15)
- Frekvencija rada 1.3GHz, 2.3GHz, 3.4GHz, 5.7GHz
- Aktivne komponente MMIC
- Filteri LTCC – Minicircuits
- Napajanje 12V DC (izlaz 3.3V DC za napajanje sonde RS-41)
- Potrošnja 200mA-300mA
- Izlazna snaga, standardno maksimalno +23dBm (200mW)
- Izlazna snaga, opcionalno maksimalno +30dBm (1W)
- Smanjenje sporednih zračenja 3 - harmonik samo 15dB!

Smanjenje sporednih zračenja

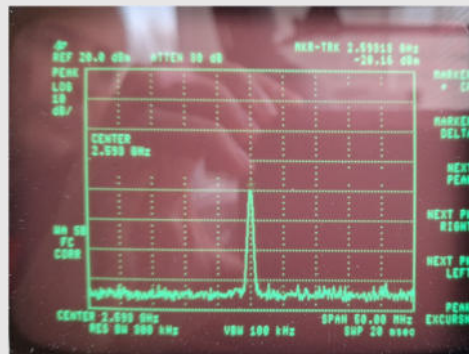
- $43+10\log(P)$ ili 60dB – odaberi manje strogu mjeru (HAKOM) prema Pravilniku o amaterskim radijskim komunikacijama
- $43+10\log(0.2)=43-7=36\text{dB}$
- Potreban niskopropusni filter LPF na izlazu beaconda
- Mjerenje potiskivanja 2.harmonika = 29.5dB
- Mjerenje potiskivanja 3.harmonika = 15.0dB
- Mjerenje potiskivanja 4.harmonika = 25.0dB



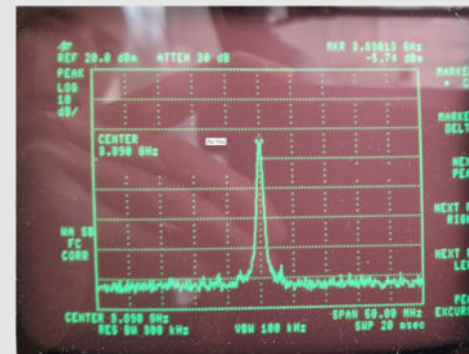
LFCN-1325 LP-Filter



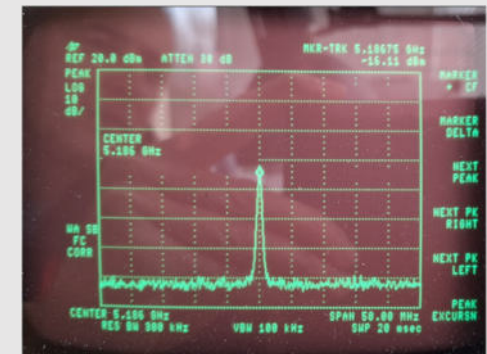
1296.9MHz



2. Harmonik 2593.8MHz



3. Harmonik 3890.7MHz



4. Harmonik 5187.6MHz