

Vesoljski nadzornik moči z imenom LEILA
=====

Matjaž Vidmar, S53MV

Umetni zemeljski sateliti so nedvomno zelo uporabne telekomunikacijske naprave. Pomembna prednost satelitskih zvez je v razmeroma majhnih močeh oddajnikov, ki so potrebne za medcelinske zveze. Sodobna vesoljska tehnika omogoča uporabo čedalje manjših moči in čedalje manjših anten. V nekaj letih pričakujemo že prve satelite za mobilno telefonijo, ki naj bi bili dosegljivi kar s toki-voki-jem.

Tudi noben radioamaterski satelit v tem pogledu ni izjema. Preko vseh sodobnih amaterskih satelitov lahko vzpostavimo SSB zvezo z oddajnikom moči 10W ali manj. Na žalost večina radioamaterjev tega noče razumeti in uporablja bistveno prevelike moči za delo preko satelitov. Vzrok je verižna reakcija, ki jo sproži nekaj nasilnikov.

Nasilništvo radioamaterji sicer dobro poznamo s kratkih valov, kljub temu, da tam ta pojav nima tako hudih posledic. Kljub silnim kilovatom brontozavra, ki oddaja na 14.200MHz, je večji del 20m področja istočasno še vedno na razpolago ostalim radioamaterjem. Brontozaver bi namreč potreboval moč okoli 100 megavatov, da bi na 14MHz sprožil "luksemburški pojav" križne modulacije v ionosferi, oziroma moč nekaj gigavatov, da bi dokončno izžgal luknjo v ionosferi.

Na satelitu grejo stvari drugače. Linearni satelitski pretvorniki so opremljeni z avtomatsko regulacijo ojačenja, ki zagotavlja, da oddajnik pretvornika ni nikoli prekrmljen. Ena sama premočna postaja lahko sproži delovanje avtomatske regulacije ojačenja, ki potem zniža moč vsem uporabnikom. Ko ostali amaterji ne slišijo več svojega signala na izhodu pretvornika, tudi sami poskusijo povečati moč svojega oddajnika in še bolj zadušijo občutljivost sprejemnika na krovu satelita.

Rezultat takšne verižne reakcije najlažje opazimo ob koncu tedna, ko s 100W oddajnikom komaj slišimo lastni telegrafski signal na pretvorniku satelita v visoki tirnici, kot je to AO-10 ali AO-13. Za običajno SSB zvezo so spet potrebni kilovati kot v kameni dobi radijske tehnike. V telemetrijskih podatkih, ki jih oddaja isti satelit s svojim radijskim svetilnikom, lahko tedaj prečitamo, da je zaradi prekrmljenja oddajnika avtomatska regulacija ojačenja znižala občutljivost sprejemnika za 20dB ali celo 25dB.

ARO znižanje ojačenja za 20dB v satelitskem sprejemniku pomeni preprosto to, da vsi uporabniki oddajajo z oddajniki, ki imajo 100-krat preveliko izhodno moč. Če bi uspeli prepričati vse uporabnike, da v enaki meri zmanjšajo izhodno moč, se to na izhodnem signalu satelitskega pretvornika ne bi prav nič poznalo. Vsak uporabnik bi dobil natančno isti del moči satelitskega oddajnika kot prej.

Prepričevanje radioamaterjev je bilo v začetku kar učinkovito, saj so satelite uporabljali izkušeni UKV amaterji, ki so vložili dosti znanja in truda v izgradnjo svoje zemeljske

postaje. Žal danes prepričevanje prav nič več ne zaleže, saj je pot do ustrezne radijske postaje z antenami in rotatorji vred preveč enostavna. Kdor brezbržno podpiše ček v trgovini in prinese domov najnovejše čudo z daljnega vzhoda z ikebano ledic na prednji plošči, tega prav gotovo nič ne briga, da so pravila obnašanja na satelitu nekoliko drugačna od tistih, ki se jih je naučil na 14MHz ali na 27MHz.

Na ionosfero ne moremo kaj bistveno vplivati, zato nasilniki še danes neovirano lomastijo po kratkih valovih. Obratno lahko v satelitskem pretvorniku do določene mere ukrepamo proti nasilnikom, ki zlorablajo skupno dobrino, to je izhodno moč pretvornika na krovu satelita. Načrtovalci satelitov so v ta namen razvili različne ukrepe.

Najenostavnejši ukrep je delitev prepustnega pasu satelitskega pretvornika v več podobmočij. Vsako podobmočje ima svojo medfrekvenčno verigo in svojo ARO. Nasilnik v tem slučaju sproži le ARO ene medfrekvenčne verige, vse ostale verige pa delajo naprej s polno občutljivostjo. Ruski sateliti iz serije RS naprimer razdelijo prepustni pas pretvornika širine 40kHz v 10 podobmočij širine 4kHz, vsako podobmočje pa ima svoje lastno medfrekvenčno sito in neodvisno ARO.

Opisani ukrep se obnese pri satelitih v nizkih tirnicah, kjer nujno prihaja do velikih razlik v jakosti signalov zaradi zelo različnih razdalj do zemeljskih postaj. Slaba lastnost deljenja prepustnega pasu pretvornika so neizbežne luknje med posameznimi podobmočji. Ukrep tudi nima nobene vzgojne vloge, saj nasilniku ne javlja, da je njegova moč previsoka.

Za pretvornike satelitov v visokih tirnicah, kot je to bodoči AMSAT-P3D in njegovi nasledniki, je treba poiskati učinkovitejši ukrep. Na krovu satelita AMSAT-P3D bo zato vgrajen nadzornik moči z imenom LEILA (LEistung Limit Anzeige), ki bo nesramnim uporabnikom takoj sporočil, da s prekrmljenjem pretvornika zlorablajo satelit. Ko samo opozorilo ne bo zaleglo, bo LEILA postavil na delovno frekvenco nasilnika zaporno sito, ki bo prevelik signal preprosto "izrezalo" iz celotnega prenašanega frekvenčnega spektra.

Delovanje sklopa LEILA na krovu satelita AMSAT-P3D je prikazano na sliki 1. Sprejemniki in oddajniki na krovu satelita AMSAT-P3D so izdelani kot sprejemni in oddajni konverterji, ki vsi uporabljajo skupno medfrekvenco 10.7MHz. Preklopna matrika omogoča različne povezave izhodov sprejemnikov z vhodi oddajnikov, zato so vsi sprejemniki in oddajniki načrtovani za isto jakost signala -15dBm (okoli 30uW) in isto pasovno širino 250kHz.

Zemeljska upravna postaja lahko preko telekomandnega sprejemnika in računalnika na krovu satelita vstavi sklop LEILA med poljuben sprejemnik in oddajnik. Sklop LEILA vsebuje dva mešalnika in meša signal 10.7MHz na nižjo medfrekvenco okoli 500kHz in od tam nazaj na 10.7MHz. Signal za mešanje proizvaja PLL sintetizator, da nazivna vrednost medfrekvence 500kHz sovpaše s katerokoli frekvenco v prepustnem pasu sit na 10.7MHz.

Sklop LEILA razpolaga z lastno upravno logiko, ki v neaktivnem stanju preiskuje celotni prepustni pas sprejemnika. Pri tem se frekvenca PLLja premika v pasu od 10.0MHz do 10.4MHz, kar pomeni preslikavo pasu 10.5-10.9MHz na vrednost LEILA medfrekvence 500kHz. Na vsaki frekvenci LEILA izmeri jakost signala iz AM detektorja in jo primerja s pragom, ki ga nastavi upravna postaja preko 4-bitnega D/A pretvornika.

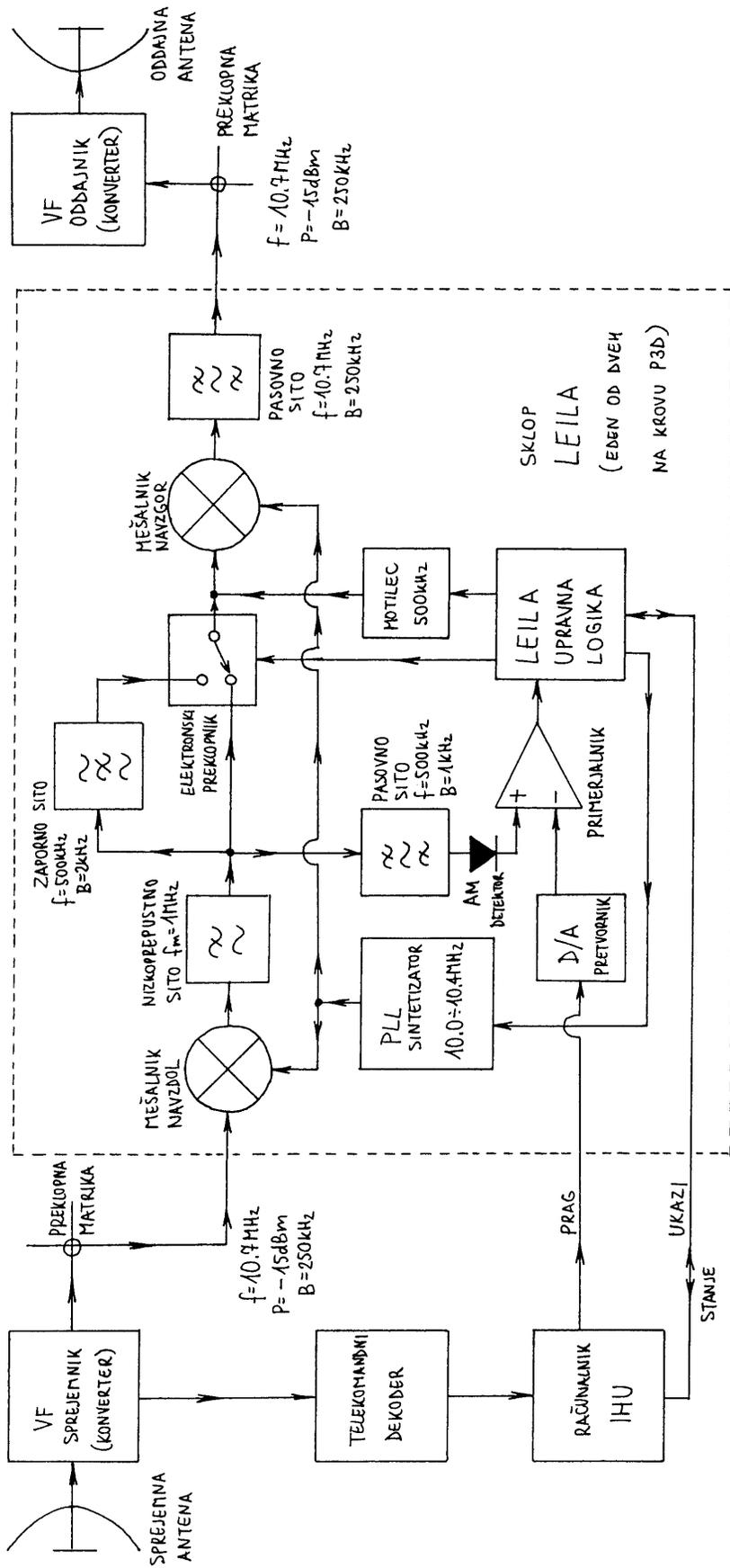
Če določen signal preseže nastavljeni prag, je LEILA našel nasilnika in takoj ukrepa. Upravna logika predvsem ustavi skaniranje frekvence PLLja in vključi motilec na 500kHz. Dvotonski signal motilca, "titutitutu...", bo tako prekril signal nasilnika. Po potrebi lahko LEILA vključi tudi zaporno sito, ki signal nasilnika oslabi za 30dB, se pravi zniža moč nesramnega uporabnika za faktor 1000-krat. Pri tem ostaneta motilec in zaporno sito vključena vse dotlej, dokler nasilni uporabnik ne zniža moči svojega oddajnika pod predpisani prag.

Ker se na enem pretvorniku lahko hkrati pojavi več nasilnežev, sta na krovu satelita AMSAT-P3D vgrajena dva neodvisna sklopa LEILA, ki se lahko vežeta tudi zaporedno. Povezave sprejemnikov, oddajnikov, obeh sklopov LEILA, radijskih svetilnikov ter digitalnega pretvornika RUDAK na preklopno matriko so prikazane na sliki 2. Zaradi čimvečje zanesljivosti je preklopna matrika izdelana iz dveh neodvisnih delov A in B, vgrajena stikala pa so označena z obkroženimi križišči.

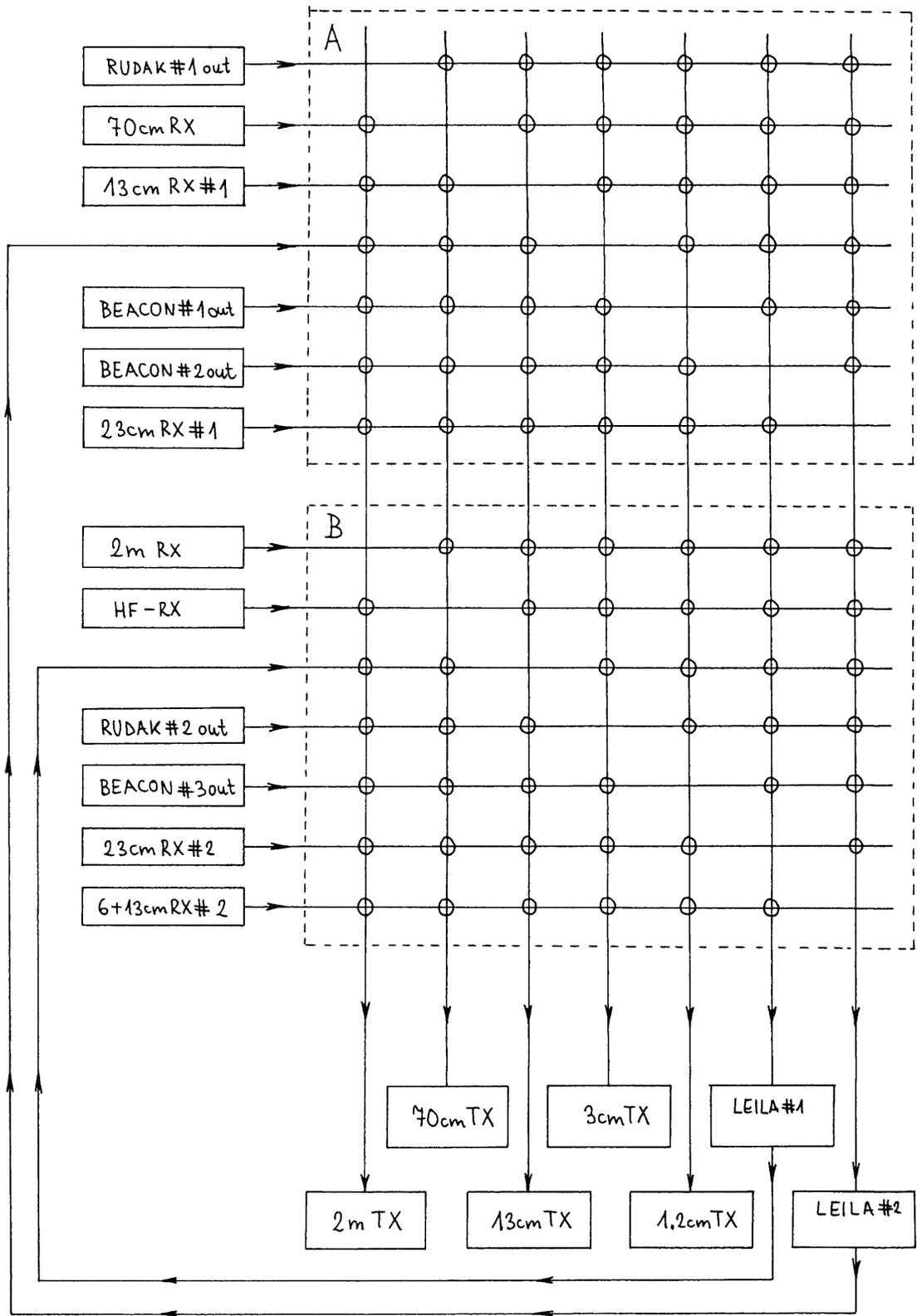
Novi satelit AMSAT-P3D ima vgrajene na krovu močnejše oddajnike in antene z večjim dobitkom. Izpopolnjeni sistem stabilizacije lege satelita bi moral antene stalno usmerjati proti Zemlji, kar bi moralo omogočiti zveze tudi z ročnimi postajami. Pri tem morata sklopa LEILA zagotoviti, da nam razmeroma redki nasilniki ne bojo pokvarili veselja z novim satelitom.

Seznam slik:

Slika 1 - Delovanje sklopa LEILA na krovu satelita AMSAT-P3D.
Slika 2 - Preklopna matrika na satelitu AMSAT-P3D.



Slika 1 - Delovanje sklopa LEILA na krovu satelita AMSAT-P3D.



Slika 2 - Preklopna matrika na satelitu AMSAT-P3D.