Trafic radio via QO-100

Prof. Aliodor Drăgan YO2BOF

După un an și jumătate de trafic radio via QO-100 vă propun un articol pe această temă. Scopul articolului este de a transfera celor interesați cunoștințele necesare realizării traficului radio prin satelitul QO-100, acumulate de autor pe parcursul abordării acestui mod de lucru. Soluția prezentată este una originală și a rezultat din o serie de experimente inspirate de alți radioamatori pasionați de traficul via satelit, în acest caz QO-100.

Introducere

Numele complet al proiectului este: Es'hail-2 / AMSAT Faza 4-A / Qatar-OSCAR 100. Satelitul Es'hail-2 este un satelit geostaționar comercial de înaltă performanță destinat să îmbunătățească acoperirea în bandă largă, difuzarea și conectivitatea globală în Qatar. Este primul satelit geostaționar echipat cu transpondere pentru radioamatori (P4-A). Este un proiect comun al Qatar Satellite Company (Es'hailSat), Qatar Amateur Radio Society (QARS) și AMSAT Germania (AMSAT-DL). Es'hail-2 este produs în Japonia de MELCO (Mitsubishi Electric Corporation). A fost lansat la 15 noiembrie 2018 cu o rachetă Falcon 9 de la baza din Cap Canaveral (Florida). Cântărește 3 tone, dispune de o putere electrică instalată de 15KW bazată pe panouri solare și baterii Lithium-Ion. Poziția orbitală a satelitului este 25,9 grade est.

Satelitul are două transpondere pentru radioamatori, unul pentru moduri cu bandă îngustă CW, SSB, PSK etc. (NB : Narrow band) și unul pentru transmisiuni de televiziune cu bandă largă – DATV (WB : Wide band). Harta frecvențelor și planurile benzilor NB și WB le găsiți explicate la urmatoarea adresă: <u>https://amsat-dl.org/en/p4-a-nb-transponder-bandplan-and-operating-</u> <u>guidelines/</u>. Pe scurt. Banda îngustă (NB) are 500 KHz. Satelitul emite (downlink) în banda de 10GHz (10.489.500 KHz – 10.490.000 KHz), polarizare verticlă. Satelitul recepționează (uplink) în banda de 2,4GHz (2.400.000 KHz – 2.400.500 KHz), polarizare circulară dreapta. Pentru a ne ușura poziția în frecvență fiecare capăt de bandă este semnalat printr-o baliză care emite de la sol și servește la



telemetriere. Nivelul acestor balize ne servește și ca referință pentru nivelul de putere cu care accesăm satelitul. Semnalul propriu recepționat nu trebuie să depășească acest nivel. Pentru respectarea acestei cerințe satelitul este prevăzut cu un sistem de avertizare a utilizatorului când depășește acest prag generând peste emisiunea utilizatorului un semnal audio foarte puternic. Când auziți acest semnal înseamnă că trebuie să reduceți puterea de emisie. Acest sistem este cunoscut sub numele de LEILA (LEIstung Limit Anzeige). Ce bun ar fi uneori un astfel de sistem și în celelalte benzi !

Recepția QO-100

Traficului radio prin satelitul QO-100 pentru mine a fost o provocare ce a început în toamna anului 2020. Am cumpărat de ocazie un LNB cu antena Poty montată și in decembrie am făcut primele teste de recepție. Parabola recuperată de la un abonament Digi de 80cm s-a dovedit foarte buna pentru teste. Ca receptor am utilizat un RTL-SDR conectat la un calculator pe care am instalat software-ul SDR-Console. Pentru alimentarea LNB-ului am utilizat un alimentator de 12 V și am construit un T-bias. Orientarea antenei s-a făcut manual, după aflarea datelor telemetrice cu ajutorul unei busole și a unui raportor.



După procurarea antenei (indiferent – offset sau focar central) aveți nevoie de un LNB. Puteți achiziționa orice model de LNB. Eu am testat cele mai iefine , cel original ramas de la Digi etc. și toate funcționează ok. Deriva de frecvență în funcție de temperatură diferă de la un model la altul , dar acest lucru este compensat de software-ul SDR-Console excelent, așa că nu aveți nevoie de control GPS sau alte artificii. Încercați și vă veți convinge!.

După ce ați stabilit antena, LNB-ul, sistemul de fixare mecanică urmează conectarea LNB-ului la receptor, care așa cum am spus la inceput poate fi un simplu RTL-SDR. Alimentarea LNB-ului se face prin cablul coaxial de 75 ohmi (RG6) conectat la un mic modul T-bias confecționat din cablaj imprimat (sau o cutiuță metalică cu capac) si mufele aferente. Acest modul puteți să îl cumparați sau să il construiți. Schema electrica este foarte simplă. Condensatorul între intrare și ieșire are 12pF, bobina de șoc între alimentare și LNB are 6-7 spire CuEm de 0,8mm pe un suport de 6mm, iar condensatorul de decuplare între alimentare și masă are 1-2nF.



Pentru ca LNB-ul să lucreze pe polaritate verticală nu depașiți 13-14V tensiune de alimentare. Pentru realizarea primei recepții mai sunt necesari doi pași. 1.Instalarea softului, 2.Orientarea antenei și calcularea parametrilor de telemetrie în funcție de poziția geografică în care vă aflați.

Instalarea softului.

Cel mai bun soft pentru traficul via satelit QO-100, în opinia mea este SDR-Console. Este un soft foarte complex. Numai utilizând-ul o să vă faceți o părere. Autorul lui este G4ELI Simon Brown. Este un soft gratuit. Mulțumim Simon pentru efort. Softul recunoaște o mulțime de device-uri SDR. Toate informațiile despre SDR-Console le gasiți aici : <u>https://www.sdr-radio.com/</u>

Vesiunile pentru 32bits / 64bits din aprilie 2022 le găsiți aici: <u>https://irp.cdn-</u> website.com/46d0be53/files/uploaded/SDR-Radio%20V3.1%2C%2032-bit%2C%202022-04-12_1254.zip , respectiv <u>https://irp.cdn-website.com/46d0be53/files/uploaded/SDR-</u> Radio%20V3.1%2C%2064-bit%2C%202022-04-12_1245.zip

Download-ați versiunea care se potriveste calculatorului dumneavoastră. (32bits/64bits) După decompresarea fisierului zip obțineți un fișier executabil pentru instalarea programului. Lansați execuția programului de instalare în regim de administator. Pe timpul instalării trebuie să aprobați instalarea mai multor module Visual C++ necesare programului. La finalul instalării nu lansați în execuție programul. Acum intoduceți RTL-SDR în unul din porturile USB. Înainte de lansarea programului asigurați-vă că PC-ul "vede" device-ul conectat. Cum faceți acest lucru. Start(click dreapta pe Start) ---Device Manager ---Universal Serial Bus devices , trebuie să vedeți ceva de genul RTL2838UHIDIR sau asemănător în funcție de RTL-SDR-ul utilizat. Dacă acest lucru este OK puteți lansa programul SDR Console (V3).

Nu vă grabiți, sunt necesare o serie de setări. În primul rând va trebui să alegeți device-ul pe care îl folosiți, Click pe Definitions. În noua fereastră alegeți Search, apoi alegeți din listă device-ul dumneavoastră. În acest exemplu RTL Dongle --- USB. După această alegere veți fi anunțat că a fost găsit un device selectat. Aprobați adăugarea lui în listă. În noua fereastră Click pe Edit (Convert selection) . În noua fereastră Click pe +QO100 pentru a încărca parametri necesari acestui mod de lucru. În fereastra Converter Definitions vor apare trei setări predefinite. Click pe prima setare si schimbați numele(Title) în RTL. Pentru moment setările rămân așa. Applay + Save. Save și în următoarea fereastră. Aici click pe device-ul din listă, alegeți Converter RTL și Bandwidth 750KHz apoi Start. În căteva secunde programul se va lansa . Recepția se va poziționa pe o frecvență aleatoare. În meniul principal alegeți View --- Spectrum aici selectați 99,9 la Freq range . Restul rămân așa cum sunt. Click ---OK. În pagina principală sunt dechise mai multe ferestre. În dreapta jos la una din ferestre veți observa o pictogramă ce reprezintă o tastatură. În fereastra ce se deschide denumită Radio Frequency, în caseta Frequency completați 10489.750000, iar în caseta Span .260000. În parte de jos a ferestrei va apare domeniul de frecvență recepționată. În acest exemplu 10.489.490.000-10.490.010.00, adică 10KHz la stâga față de baliza de jos și la 10 KHz dreapta față de baliza de sus. Prin acest truc chiar dacă frecvența oscilatorului din LNB nu este exact pe 9750MHZ probabilitatea, la căutarea satelitului, de a recepționa măcar una din balize aste foarte mare. În acest moment sunteți pregătiți pentru căutarea satelitului. Pentru aceasta să trecem la orientarea antenei.

Orientare antenei

Am ținut să prezint această parte într-un capitol separat deoarece recepția sateliților geostaționari de TV a fost o preocupare a autorului în perioada 1984-1996. Da, în 1984 am aflat de preocuparea radioamatorilor francezi privind recepția transmisiunilor TV via satelit în banda de 3-4GHZ. În data de 29 decembrie 1988 am reușit și eu prima recepție a unui satelit geostaționar de TV ce transmitea programele italiene RAI 1, RAI 2 etc. A urmat apoi Astra și multe altele. În acea perioadă LNB-ul se obținea foarte greu, am folosit antene parabolice din folie de aluminiu pe suport

de fibră de sticlă. Receptorul era de construcție proprie și evident cu acord manual. Recepționam o singură polaritate, pentru schimbarea polarității semnalului recepționat roteam cu 90 de grade LNBul în suport. Lucrurile s-au schimbat radical după ani '90. Dar asta este deja istorie !. În urma experienței acumulate în 1990 am publicat în revista RET (Revista Electronicii Timișorene) un articol privind orientarea antenei parabolice pentru recepția sateliților geostaționari. Vă prezint în continuare articolul la care se face mentiune.



CUM ORIENTEZ ANTENA CU REFLECTOR PARABOLIC ?

prof.DRAGAN ALIODOR Y022B0F

INFO-SAT Tehnica moderna a microundelor permite in pre-zent receptia emisiunilor TV radiodifuzate de pe sateliti, cu instalati de receptie construite de amatori. O astfel de instalatie cuprinder antena (antena de microunde + reflectorul parabolic + prima conversie sau LNC), receptor in gama 950 MHz-1750 MHz (conceput si realizat special pentru demodularea semnalelor TV-satelit), monitorul (TV alb-negru sau color, amplificator sterao HiFi); dacodor pentru videotext sau pentru prorame codate, etc. Prasupune ca sintem in possia unel instalatii complete, verificate (sau garantate de furnizor) si dorim sa receptionam un satelit TV. In acest moment apare intrebareas CUM ORIENTEZ ANTENA ?. Pentru a raspunde la aceasta intrebare, sa incegem cu putina

aspunde la aceasta intrebare, sa incepem cu putina

Satelitii destinati transmisiei TV, telecomuni-catii, informatii meteo, etc. sint sateliti geosta-tionari, adica sint plasati pe orhita care satis-face condita de geostationaritate la o altitudine de 35865 km deasupra Ecuatorului si in planul Ecuatoru-lui, si apar imobili pentru observatorul terestru (vezi RET nr.6, pag.3). Proprietarul satelitului anunta de regula pozi-tia satelitului asteli ASTRA 19,2-grd.EST, EC34-13 grd.EST, INTELSAT VA-F11-27,5 grd.VEST, etc., ceea ce inseama unghiul facut de axa ON cu dreapta ce trece prin O si punctul A, B, C.... (fig.1), adica pozitia satelitului pe orbita.



FG1 In cele ce urmeara acest unghi s-a notat SAT. Axa Off este determinata de punctul O (centrul Pamin-fului) si punctul K, locul de intersectie al meridia-nului zero qu Ecuatorul. Punctul de intersectie al axei (fl cu orbita geostationara, Ol, este o referinta in ce priveste situarea satelitului la est sau la vest de acest punct. Punctele A, B, C,..., reprezinta istelitului ASTRA A la 19.2 grd.EST. Pentru un observator terestru situat in emisfera mordica orbita geostationara este vizibila numai partial sub forma unui arc de cerc, inaltimea maxima istelitudinea La care se afla observatorul. Pentru un observator situat la la taitudinea LA si orbita geostationara este vizibila depinde de latitudinea La care se afla observatorul. Pentru un observator situat la latitudinea LA se orbita geostationara este vazut sub un unghi in plan vertical "e", numit ELEVATIE (flg.2). Valoarea numerica a acestor unghiuri depinde de latitudine (LA). Ionsitudine (LO) si pozitia sateli-tului SAT (ex., pentru ASTRA, SAT = 19,2). Pentru un sistem de referinta in care azimut zero corespunded directiei MKGD asa cum se vede in fig.2. EST = 90 grd., SUD = 130 grd., VEST = 270 grd., unghiul azimut este date de relatia: a = 180 + arctg(t tg (LO - SAT)/ sin LA)

.

2

V022B0F Daca alegem ca referinta directia SUD, atunci pentru a>130, din valoarea a scadem 180 si obtinem un unghi al pentru azimutu satelitulu, dar cu precizarea ca, acest unghi al se masoara de la pozitia SUD spre VEST, pentru valori a(180, din 180 scadem a, si obtinem o valoare a12, care reprezinta azimu-tul satelitului fata de SUD spre EST. In formuña de calcul data pentru unghiul a, valorile LA si LO sint pozitive pentru tara noastra, care este situata in emisfera nordica si la est de meridianul zero. Unghiul SAT se introduce cu semnul plus pentru satelitii situati la est de punctul Gi (fig.1), si cu semnul minus pentru satelitii situa-ti la vest de O1. Unitatea de masura pentru unghiuri este radul sexzecima! (grd.). Unghiul eftEVATIE se masoara intr-un plan perpendicular pe planul unghiului azimut si este cuprins intre 0 si 90 grd. (verticala locului). Valorea unghiului " e" este data de relatia:

$$= \arctan \left\{ \frac{\cos 1A \times \cos (10 - SAT) - 0.151}{\sqrt{1 - (\cos 1A \times \cos (10 - SAT))^4}} \right\}$$

semnul pentru unghiul SAT este acelasi de la calulul unghiului a

a . Fozitia pe orbita a satelitilor receptionabili (teoretic cel putin) de pe teritoriul tarii noastre este data in lista de mai jos :

INTELSAT VA F12	60	ard.	FST;	KOPERN1KUS		23.5	grd.	FST
ASTRA	19,2	grd.	EST;	ECS 1		1.5	grd.	EST
ECS 4	13	grd.	ES1;	ECS 5		10	grid.	EST
ECS 2	7	grd.	EST;	INTELSAT V	F2	1	grd.	VEST
TELECOM 1C	- 5	grd.	VES1;	INTELSAT V	F6	18,5	grd,	VEST
TDF 1 (TV-SAT2) 19	grd.	VEST;	INTELSAT V	F11	27,5	grd.	VEST
PANAMSAT	45	and.	V. 50					

Sa trecem acum la practica. De pe o harta cit mai exacta (militara) a zonei in care locuum extragem coordonatele IA si LO a locului de receptie, cit mai precis. De regula putem afla coordonatele exprimate in grade, minute si secunde. Le vom transforma in valori zecimale tinind cont ca 1 min. = 1/60grd., 1 sec. = 1/3600 grd. Exemplu:

46 grd. 5 min. 14 sec. = 4c + 5/60 + 14/3600 = 46,087222 grd. Alegem satelitu sau la VEST de Ul Alegem satelitul dorit si tinind cont de situarea lui la EST sau la VEST de GI, atribuim semnul corespunzator unghiului SAT. Cu valorile astfel obtinute pentru LA, LO, SAT calculam unghiurile " a " si " e ".

Pentru cei care dispun de un calculator personal (SFCC-, HC-85, TIM S, etc.) in anexa la acest articol este TRUM.





lista de mai sus. De remarcat ca pentru unghiuri de elevatie mai mici ca 25 grd. receptia satelitului depinde de orizontul local, cladiri inalte, copaci, dealuri etc.

unghiul de elevatie este unghiul pe care trebuie sa-In practica,

I faca axa parabolei cu planul orizontal (fig.3). Pentru orientarea antenei dupa acest unghi, confectionam un ra-portor cu fir cu plumb din tabla subtire de aluminiu (fig.4), pe care il gravam cu un obiect ascutit, folosind un raportor scolar, ca in figura

Aseram raportorul pe marginea reflectorului parabolic (vezi fig.3), unghiul indicat de raportor este tocmai unghiul de elevatia, decarece unghiul indicat de raportor este tocmai unghiul de elevatia, decarece unghiul indicat de raportor este din punct de vedere geome-tric egal cu unghiul "e" ca unghiuri cu laturile perpendiculare. Gradarea dubla a raportorului permite masurarea unghiului de o parte si de alta a reflectorului in functie de pozitia de acces. Practic am constatat ca masurarea unghiului "a" nu este necesara decarece dupa fixarea antenei la elevatia corespunzatoare, se roteste antena in jurul axei verticale (in vecinatatea directiei date de busola pentru "a"), pina la receptionarea semalului dat de satelitul cautat. Daca receptorul este cu acord manual, simultan se cauta in banda de recepte, semalul corespunzator unui post traismis de sate-litul cautat. Dupa mai multe incercari cu siguranta veti receptiona cautat. Dupa mai multe incercari cu siguranta veti receptiona litul

litul cautat. Nupa mai multe incercari cu siguranta veti receptiona satelitul cautat. Astfel problema orientarii antenei cu reflector parabolic pe coordonatele satelitului cautat este rezolvata. Desigur metoda prezentata este simpla, dar il asigur pe cititor ca este eficace si ii recomand sa incerce.



- 90 LET H=PI/180
- 100 LET LU=LO*H : LET LA=LA*H
- 100 CLS:PRINT TAB 3;"SATELIT";TAB 14;"AZIMUT";TAB 23;"ELEVATIE" 120 FRINT 130 FOR F=1 TO 13
- 140 READ N\$:READ S 150 LET S=S*H 160 LET K=(L0-S)

- 160 LET K=(LO-S) 170 LET A=180+180/PI*ATN ((TAN K)/SIN LA) 180 LET E=ATN (((COS LA*COS K)-0.151)/(SQR(1-(COS LA*COS K)*2))) 190 IF A>180 THEN GOTO 210 200 IF A<180 THEN GOTO 220 200 IF A<180 THEN GOTO 220

200 IF ACLEO THEN BUTG 220 210 LET A=A-130 : LET 0\$="VEST" : 60TO 230 220 LET A=180-A : LET 0\$="EST" : 60TO 230 230 PRINT TAB 0;N\$;TAB 15;INT (A*100)/100;" ";O\$; TAB 26 ; INT ((E*180/PI)*100)/100

240 PRINT

Bibliografie: 200 NEA1 ("PANAMSAT",-45,"INTELSAT F11",-27.5,"IDF1(TV-SAT2)",-19,"INTELSAT F6" 260 DATA "PANAMSAT",-45,"INTELSAT F1",-27.5,"IDF1(TV-SAT2)",-19,"INTELSAT F6" ,-18.5,"TELECOM 1C",-5,"INTELSAT F2",-1,"ECS 2",7,"ECS 5 (F5)",10,"ECS E. Spindler - Antene. Seria practica M. Basoiu - Receptia TV la distanta. Reviste: RET no.6, Radiotehnika 7/89, UAIA "FARAMATSHI", -4., INTELSAT F1, -2., DETAILSATT, F2, STELEAN ,-13.5, "TELECOM 1C", -5, "INTELSAT F2", -1, "ECS 2", 7," ECS 5 (FS)", 10, "EUS 4(F4)", 13, "ECS 1", 16, "ASTRA", 19.2, "KOPERNICUS", 23.5, "INTELSAT F12", 60

Ok, să revenim în 2022. Teoria, vrem nu vrem, este aceeași. Așadar aveți nevoie de un raportor cu fir cu plumb. Eu am folosit un raportor scolar din plastic pe care l-am fixat de o bucată de cornier de aluminiu. Pentru antenele cu focar central metoda de stabilire a unghiului de elevație este aceeași cu cea menționată în articol. Pentru antenele offset, măsurarea elevației se poate face pe bratul ce sustine LNB-ul, cu mentiunea că la valoarea unghiului de elevatie calculat se adaugă unghiul făcut cu orizontala de brațului suport LNB. La antenele Digi acest unghi este 22 grade, deci pentru o elevație calculată de 40 grade, satelitul se va căuta la un unghi de 62 grade indicate de raportorul cu fir cu plumb. Asa cum precizam în articol, unghiul de azimut nu e nevoie să fie măsurat exact, el este orientativ relativ la o busolă sau la cunoașterea punctelor cardinale ale locului.

Azi, aflarea coordonatelor telemetrice ale satelitului în funcție de locul recepției sunt la un click distanță prin soft-urile online. Orice smartphone vă permite aflarea coordonatelor geografice în care vă aflați. Unele soft-uri fac automat acest lucru pentru dumneavoastră. Am identificat două situri care vă ajută la aflarea coordonatelor telemetrice ale sateliților http://www.dishpointer.com/ Click pe butonul cu cerculeț și vă găsește automat coordonalele, iar in lista de sateliți trebuie să alegeți ES la poziția 25,9 grade, al doilea este http://www.satlex.de/ . Sunt si o mulțime de aplicații SatFinder pentru telefoane mobile pe Magazin Play si App Store.







FIG.4

Cu sistemul de recepție în funcțiune, fixăm elevația antenei, după care rotim antena pornind de la direcția sud spre est până recepționăm satelitul. În cazul nostru chiar dacă nu este trafic în acel moment pe satelit trebuie să recepționăm baliza de jos, baliza de sus și o transmisie PSK chiar la mijlocul intervalului dintre balize. După o primă recepție, evident facem ajustările necesare pentru maximum de semnal. Ne este de mare ajutor S-metrul software-ului.



Pentru a vă acorda pe frecvența dorită, faceți click pe zona de waterfall și apoi cu rotița mouse-lui faceți acordul fin. Frecvențele balizelor fiind cunoscute ar trebui ca frecvența afișată să corespundă cu frecvența balizelor. În captura de ecran de mai sus se observă că frecvența afișată pentru baliza PSK diferă de cea reală, 10.489.751.800 Hz în loc de 10.489.750.000 Hz. Acest lucru se datorează faptului că lanțul nostru de recepție nu are o referință. La recepție acest lucru nu are nici o influență negativă asupra recepției. La emisie însă este important să știm cu precizie pe ce frecvență emitem. Acest lucru se datorează faptului că frecvența oscilatorului local din LNB nu este exact 9750 MHz și se modifică cu temperatura. SDR-Console poate fi setat pe frecvența oscilatorului local din LNB satfel ca valoarea frecvenței indicate să corespundă cu cea reală. (emisie / recepție). Cum facem acest lucru îl voi explica după ce stabilizăm deriva de frecvență datorată temperaturii. SDR-Console are posibilitatea de a recepționa simultan o altă frecvență pe care o alegem noi și care poate fi considerată frecvență etalon la care să se raporteze programul atât la recepție cât și la emisie.

Pentru a activa sistemul de stabilizare a frecvenței efectuați Click pe View (Meniul principal)—Click pe butonul cel mai din dreapta Select , în noua fereastră Program Options bifați căsuța Geostationary Beacon din listă, apoi OK. Sunteți invitat să restartați programul. După restart în meniul View va apare un buton nou intitulat Geostationary Beacon. Prin acționarea acestui buton vă apare o fereastră nouă intitulată Geostationary Satellite Beacon. În zona de waterfall click pe frecvența balizei PSK și apoi pe al doilea buton din partea stângă (play). Sistemul se stabilizează și este gata de lucru. Prindeți fereastra de parte superioră și trageți-o până se activează butonul de fixare și alegeți partea de jos a ecranului. Click pe Mode (În fereastra din stânga) și alegeți modul CW-U. Acum încadrați semnalul PSK cu ajutorul monitorului de acord, frecvența indicată de program va fi 10.489.750.000 Hz. Din acest moment frecvența indicată de program este cea reală și va fi frecvență de emisie. În cazul în care nici de această dată frecvența indicată nu corespunde cu

valoarea frecvenței reale și diferența este mică , până în 10 KHz puteți compensa acest lucru prin activarea butonului XIT care vă permite să modificați frecvența de emisie astfel încât emisia să fie exact unde este recepția. Voi detalia acest mecanism la secțiunea emisie.



Înainte de a continua trebuie făcute câteva precizări cu privire la LNB. Așa cum era de așteptat tehnologia a evoluat în timp și în prezent la categoria LNB low cost găsim două tipuri: a)LNB bazate pe rezonatoare cu dielectric sau DRO (Dielectric Resonator Oscillator), b)LNB bazate pe tehnologia PLL (Phase-locked loop). Cele din prima categorie au o instabilitate foarte mare, deriva de frecvență în funcție de temperatură fiind între 250KHz și 2MHz în plus sau în minus. Este vorba de primele LNB-uri din ani 88-90. Aceste modele nu sunt utilizabile pentru scopul propus. A doua categorie este foarte răspândită de prin 2000. Cel mai ieftin LNB din 2022 este PLL. Așa că șansa de a mai găsi unul DRO este foarte mică. Deriva de frecvență în funcție de temperatură fiind între 25KHz și 50KHz în plus sau în minus ea putând fi ușor compensată prin software.

Din varii motive frecvența oscilatorului local nu este exact 9.750 MHz. Dacă diferența de frecvență este mare este posibil să nu recepționăm decât o parte a benzii transmise. În acest caz trebuie să tatonăm valoarea pe care comunicăm soft-ului ca frecvență LO. Pentru a modifica această valoare procedați astfel : Home—Stop, Home—Select Radio—Definition—Edit (Converter selection). În fereastra de setări Click pe RTL, apoi Edit. În fereastra Rx introduceți noua valoare Ex. 9.749.980.000 (-20KHz), pentru un alt LNB 9.749.960.000 (-40KHz) etc., sau valori peste 9.750 MHz dacă este cazul. Click Applay și Save. Relansati programul. În mod normal un LNB are frecvența LO foarte aproape de 9.750 MHz așa că nu ar trebui să fie probleme.

Am testat trei tipuri de reflectoare parabolice 60cm, 80, cm offset și 1,2m cu focar central. La recepție nu am constatat diferențe foarte mari. Semnalul satelitului este puternic. Emițătorul satelitului are 100W și o antenă cu câștig de 17 dB. Indicațiile S-metrului sunt relative, am văzut că depind de întregul lanț de recepție (dimensiunea reflectorului, parametri LNB-ului, parametrii părții de recepție, pierderi în cabluri etc.)

Pentru a vă familiariza cu SDR-Console vă sfătuiesc să faceți recepții o perioadă, să citiți zonele de help care vă apar la deschiderea ferestrelor de setări. Din păcate nu am gasit un manual de utilizare complet, dar autorul a încercat să ne ajute la fiecare element de meniu cu un mic help.

Emisia via QO-100

După șase luni de recepții, documentare și experimente am hotărât să fac pasul următor și să încerc trecerea la emisie. Internetul vă oferă o mulțime de variante, cu avantaje și dezavantaje. Trebuie să le studiați cu atenție. În final mi-am făcut o părere, personală și a rezultat un "setup qo-100 by YO2BOF" funcțional 100% și cu un cost relativ mic în coparație cu alte astfel de setup-uri.

De la bun început am ales un setup bazat pe SDR, suntem în Secolul XXI totuși !!!. Singurul SDR emisie/recepție care mi-a inspirat încredere a fost Lime SDR Mini. Principalele sale avantaje ar fi : o amplificare considerabila pe linia de recepție, stabilitatea foarte bună a oscilatorului local, gabaritul mic, o linie de comunicare USB 3 cu PC-ul. Ar mai fi și altele pe care vă las să le descoperiți singuri. Desigur are și unele dezavantaje cum ar fi puterea de iesire de doar 0 dBm (1mW) și încălzirea accentuată. Cu toate acestea rezultatul final este unul excelent.

Cea mai arzătoare problemă a fost consumul de 200-300mA care nu este suportat de unele interfețele USB. Am rezolvat această problemă foarte simplu legând montajul printr-un cablu prelungitor USB 3 pe care l-am scurtat la o dimensiune strict necesară , asigurând alimentarea de 5 V dintr-o sursă externă. La PC ajung doar liniile de date. În timp a aparut problema suprâncălzirii, în apropierea temperaturii de 45 grade device-ul se blochează (se activează protecția termică). Pentru rezolvarea acestei probleme am găsit aici la această adresă o soluție home made simplă ușor de realizat. <u>https://twitter.com/blister_green/status/1417802930779009028</u> . Fișierele STL necesare imprimării carcasei 3D se descarcă de aici : <u>https://www.thingiverse.com/thing:4914380/files</u> . Ventilatoarele de 25mm le-am achiziționat de pe eBay.



Soluțiile industriale de răcire au un preț ce depășește prețul device-ului. Soluția home made este OK, deviceul funcționează fără probleme. Temperatura depășește 38 grade foarte rar. Primul Lime SDR mini l-am achiziționat de ocazie (nu știu dacă este original sau nu), următoarele două le-am achiziționat de la Aliexpress și funcționează la fel de bine. Rămâne să hotărâți singuri.

Un alt element care a trebuit selectat a fost hub-ul utilizat. După o serie de încercări TP-LINK USB 3.0 3 Port HUB & Gigabit Ethernet Adapter Model: UE 330 s-a dovedit a fi cel mai bun.

Cel mai bun USB 3.0 Active Cable s-a dovedit a fi modelul din categoria KU3REP. Inițial am achiziționat unul de 15m (KU3REP15), ulterior am mai înseriat unul de 5m (KU3REP5) pentru lejeritate la conectarea dintre setup și PC. Atenție cel de 15m are trei amplificatoare de linie, iar cel de 5 m unul, care sunt văzute de PC ca HUB-uri. Cu cel din setup (tp-link) în total sunt cinci HUB-uri, adică numărul maxim suportat de device-ul USB 3 din PC. Putem spune că distanța maximă de la setup și PC poate fi în jur de 20m. În mod normal este suficient. (Le găsiți la <u>www.conectica.ro</u>)



Desigur puteți achiziționa de la început unul de 20 m, dacă este cazul.

La ieșirea Tx a LimeSDR mini se conectează filtrul de bandă, linia de amplificare și etajul final. Din motive de low cost am utilizat module SPF 5189 Z pe linia de amplificare și EP-AB003 ca etaj final. Deoarece filtrul de banda și conectica până la final au pierderi importante am utilizat trei module. Conectarea în cascadă este acceptată de module, ele fiind doar cu un element activ. La intrarea în etajul final nivelul semnalului a ajuns la 20dBm suficient pentru a obține 37dBm (5W) output din etajul final.



Deoarece EP-AB003 a fost blocat pe emisie prin scurtcircuitarea pinilor 4 și 5 ai circuitului ADA 4851-4 am întrerupt alimentarea pe perioada recepției. Motivul este simplu, evităm încălzirea finalului datorită curentului de repaus. Modificarea este ușor de realizat și găsiți o serie de tutoriale video. De asemeni am întrerupt pe perioada recepției alimentarea modulelor SPF 5189 Z din acelați motiv. Această abordare a fost posibilă deoarece SDR-Console dispune de posibilitatea comandării prin USB a unui modul cu relee care poate fi programat cum să acționeze din soft. Dar despre asta vom vorbi la momentul setărilor de emisie.



Modulul USB cu două relee îl găsiți aici <u>https://www.emag.ro/modul-usb-cu-2-relee-de-10a-suport-pentru-win7-xp-32-bit-linux-hs0086/pd/DGGKXHMBM/</u>. Prezența acestui releu controlat prin USB a făcut necesară utilizarea unui HUB suplimentar în structura setup-ului. Modelul utilizat de mine este UE 330 (tp-link).

Setup-ul mai utilizează un modul stabilizator de 12V (5A), un modul stabilizator de 5V (2A), un T-Bias și două ventilatoare (80x80mm) care extrag aerul cald din cutie. Nu uitați să faceți găuri de absorbție în partea de jos a cutiei. Personal am utilizat o cutie de instalații electrice. Întregul montaj este alimentat la 15V-18V (Un alimentator de laptop)





Antene de emisie pentru 2,4GHz

Dacă nu avem o antenă de emisie montată, putem cumpăra una gata făcută sau putem să o construim singuri. La câteva luni după începerea activității de trafic via QO-100 am avut un QSO cu DC8PAT (Patric). După QSO am accesat pagina sa QRZ unde am găsit numeroase informații despre activitatea QO-100. Patric a descris cum a realizat o antenă Helix și a pus la dispoziție un linck de unde se pot descărca toate detaliile realizării antenei. <u>https://www.thingiverse.com/thing:3899461</u> Curios din fire, am studiat fișierele descărcate. Am înțeles că este ușor de realizat și m-am apucat de treabă. După procurarea materialelor, tipărirea 3D a pieselor m-am apucat de montaj. În versiunea construită de mine am înlocuit conectorul de tip N cu unul de tip SMA, iar reflectorul l-am realizat din cablaj imprimat dublu stratificat.



După ajustarea elementului de adaptare prin lungire și scurtare am fixat spirala prin lipire cu adeziv termic . ROS=1,12 la 2,4GHz. A urmat fixarea LNB-ului și respectiv a ansamblului în locul celui existent cu antenă Poty. Rezultatul a fost uimitor, setup-ul funcționa foarte bine. În timp am avut impresia că emisia funcționa un pic mai bine, probabil antena helix realiza o iluminare mai bună pentru parabola de 80 cm, motiv pentru care a rămas ca antenă definitivă.



Aș dori să lămuresc un aspect legat de noțiunile de polarizare circulară stânga și polarizare circulară dreapta. Un amic mi-a scris că el a văzut în documentația despre QO-100 că antena satelitului recepționează unde cu polarizare circulară dreapta, iar sensul spirelor antenei construite de mine este spre stânga, motiv pentru care este de părere că nu e OK. Răspunsul nu l-am avut imediat, însă după puțin studiu personal explicația este aceasta : pentru antena de emisie sensul polarizării este dat de sensul de rotație a burghiului pentru ca acesta să avanseze de la sursă spre eter, iar în cazul antenei helix coincide cu sensul spirelor, pentru antena de recepție sensul polarizării

este dat de sensul de rotație a burghiului pentru ca acesta să avanseze din eter spre antenă. Un alt fenomen ce are loc este inversarea sensului undelor polarizate circular la reflexie. În concluzie emitem cu polarizare circulară stânga, prin reflexie (pe reflectorul parabolic) ea devine polarizare circulară dreapta. În acest fel semnalul nostru de uplik va fi maxim pe antena de recepție a satelitului. Atenție , găsiți în literatura versiuni de uplik direct, cu antene elicoidale de 20 de spire sau mai mult, acestea trebuie sa fie inășurate spre dreapta pentru a accesa QO-100 corect și cu randament.

La punerea în funcție a celui de al treilea setup pentru antena de 60 cm offset am decis construirea unei antene Poty, pentru a spulbera mitul, conform căruia ea trebuie debitată pe CNC, bla,bla. Nu este așa. La un magazin de hobby on line am gasit la doar 21 RON o placa de alamă suficientă pentru două antene Poty. Detaliile de construcție le găsiți aici: <u>https://uhf-satcom.com/blog/patch_antenna</u>, iar de aici fisierele STL pentru construcția efectivă <u>http://www.hybridpretender.nl/poty.html</u> a accesoriilor. Eu am procedat astfel: am proiectat si imprimat la imprimanta 3D un sablon pentru reflector și un șablon pentru reflector. (lucru care m-a ajutat la construirea altor antene Poty). Am debitat o bucată de tablă pentru reflector și una pentru director cu dimensiuni ceva mai mari. Am executat gaura centrală la dimensiunea țevii de cupru, după care am însemnat piesele necesare. Pentru debitarea grosieră am utilizat un flex, apoi am polizat marginile cu grijă.



Rezultatul, după asamblare, o antenă Poty excelentă. Cu ROS = 1,08 la 2,4GHz.Pentru acordul antenei a fost necesară mărirea suprafeței directorului cu o plăcuță de 5x10mm, în unul din colțurile ne-teșite deoarece rezona cu circa 200 KHz mai sus. Dacă se întâmplă invers, să rezoneze mai jos atunci cu un flex ajustați una din margini până la rezonanță. La acest tip de antenă trebuie să fie două minime pentru a rezulta polarizare circulară stânga. Teoria antenei Poty este complexă, dacă aveți rabdare puteți să o aprofundați. Mai fac precizarea că lentila convergentă (pentru microunde) din capul ghidului de undă am realizat-o din material PLA. (normal pentru imprimări 3D)

Am montat ansamblul Poty LNB inițial pe antena de 60 cm până am gasit satelitul, apoi am montat ansamblul construit Poty LNB (LNB GooBay achizitionat la pretul de 48 RON) și am fost plăcut surprins că funcționa excelent.



Setări soft pentru emisie

Device-ul ales LimeSDR Mini are nevoie de un driver. Acesta se găsește la următoarea adresă https://www.ftdichip.com/Drivers/D3XX/FTD3XXDriver_WHQLCertified_v1.3.0.4.zip

După descărcare și dezarhivare în directorul rezultat ve-ți găsi un set de drivere grupate după tipul sistemului de operare (32/64bits), respectiv versiuni de windows. Alegeți dosarul ce corespunde calculatorului dumneavoastră. Din setul de trei fișiere alegeți pe cel de tipul xxxx.inf pe care faceți click dreapta. În fereastra ce se deschide alegeți Install și așteptați să se încheie instalarea.

Înainte de lansarea SDR-Console conectați cablul USB 3 ce vine de la setup. Asigurați-vă că LimeSDR este "văzut" de calculator. Click dreapta pe Start, alegeți cu click Device Manager. Deschideți ultima opțiune din listă Universal Serial Bus controlellers și trebuie să vă apară în listă FTDI FT601 USB 3.0 Bridge Device. Dacă acest lucru nu se întâmplă înseamnă că aveți o problemă de conexiune cu LimeSDR.

Conectați la calculator un microfon. Eu vă recomand un microfon USB cu electret (de gaming), sau mai bine un ansamblu cască-microfon USB (pt. chat). Eu utilizez Microsoft LifeChat LX-3000.

Acum puteți porniți SDR-Console. Presupunem că antena este orientată corect din faza de setare a recepției cu RTL-SDR. La pornire vă apare fereastra Select radio. Repetați pași de la recepție adică Definitions – Search –Alegeți din listă LimeSDR – Add Definitions – Add—Radio Definitions. Acum veți observa că aveți două device-uri în listă. Debifați RTL Dongle apoi click pe butonul Edit de lângă Convert selection. Dacă ați stabilit frecvența corectă a LO din LNB când s-a setat recepția rețineți această valoare dacă este același LNB. (exemplu 9749.740.000). Alegeți un alt rând din listă click pe Edit. La Type alegeți Down-converter, la Rx/TX alegeti RX/TX, la Title completați Lime, la Rx înlocuiți valoarea existentă cu cea reținută de la RTL (în cazul exemplului 9749.740.000), iar la TX lăsați (completați) valoarea 8089.500.000 (frecvența de schift între Tx și Rx). La final click pe Applay

și Save. Click pe Save în fereastra Radio Definitions.. În fereastra Select Radio, selectați LimeSDRmini. Se activează Converter : Lime și Bandwidth 750KHz. Acum click pe Start.

Dacă totul este OK, trebuie să pornească recepția satelitului. Evident sunt necesare o serie ajustări. Click pe Auto (In dreapta ferestrei de sus). Aspectul se îmbunătățește substanțial. In partea de sus dreapta a ferestrei de sus apar la trecerea cu mouse-ul cinci butoane . Low și High vă permit reglarea aspectului spectrului ca așezare în fereastă respectiv ca amplitudine. După de aranjați spectrul cum doriți selectați baliza PSK de mijloc în fereastra Beacon (cea de jos) o recunoașteți după aspect, o linie albă uniformă mai groasă. După ce ați pornit stabilizarea frecvenței, baliza de mijloc se poziționează la mijlocul ferestrei de spectru și la margini vedeți baliza de jos și respectiv baliza de sus. Dacă sunteți pe modul CW-U frecvența afișată este 10.489.750.000. Senalul balizei de mijloc se aude clar în căști sau difuzor. Treceți pe modul USB ,click pe semnalul diferitelor stații (în fereastra de waterfall) reglați fin frecvența cu rotița mouse-ului și bucurați-vă de o recepție excelentă.

În stânga ecranului aveți mai multe meniuri pe care le puteți închide și deschide. Deschideți meniul Radio. În această fereastră sunt importante Rx Ant LNAW, Tx Ant BAND1, Gain = stabiliți din slider în funcție de nivelul pe care îl aveți. În medie 25dB este o valoare OK. Apoi aveți o line în care apare temperatura receptorului din Lime și diferența față de LO, care de regulă este de ordinul herților. La emisie apare temperatura părții de emisie din Lime. Aici trebuie sa vă uitați din când în când. Să nu depășiți 45 grade fiind că Lime intră în protecție (întrerupe emisia). Deschideți fereastra Noise Reduction și alegeți NR1, zgomotul va deveni foarte mic și recepția o plăcere.

Pentru a putea emite efectiv trebuie să deschidem fereastra Transmit astfel: Click pe meniul Transmit și apoi pe DSP. Trageși noua fereastră în partea dreaptă a ecranului. Repoziționați fereastra Satelitte Beacon în zona centrală jos.



Setarea releelor USB se face astfel : Transmit—Options—deschideți directorul TX—alegeți USB Relay. În fereastra alăturată puneți primele două poziții astfel: Receive OFF, Delay 0ms, Transmit ON, Delay 0ms, Curent OFF. Închideți fereastra.

Poziționați cursorul Gain și Proc la 50 %Observați că sunetul și microfonul sunt pe Default. Dacă este nevoie le schimbați. Emisia și recepția sunt pe aceeași frecvență. Alegeți o frecvență liberă și sunteți gata să emiteți. Pentru început apăsați butonul Tune și glisați Drive la 100%. În fereastra IF Display (din stânga) ar trebui să vedeți tonul generat de program. În fereastra Spectrum și Waterfall ar trebui să vedeți semnalul emis. După acest test puteți evalua cum stă partea de uplink. Acum apăsați TX, sistemul trece în emisie cu voce. Vorbiți în fața microfonului și ascultați-vă în caști, activați XIT și cu rotița mouse-lui faceți ca vocea să fie clară, verificând în același timp ca semnalul să se încadreze în limitele din fereastra IF Display (din stânga). Felicitări !!! puteți începe traficul via QO-100.

Alte reglaje și setări

Cele prezentate mai sus sunt doar cele mai importante setări necesare pentru a putea recepționa și emite. Mai sunt o serie de setări opționale. Asfel dacă lucrăm cu difuzor, sistemul fiind full duplex, semnalul audio din difuzor va fi captat de microfon și sistemul face microfonie. Pentru a evita acest lucru setați nivelul audio pe timpul emisiei la 10% sau mai puțin pentru a nu intra în microfonie astfel: Apăsați butonul cu trei puncte din dreapta butonului Tune. În fereastra Transmit Options alegeti Receiver Mute , bifați căsuța Enable și stabiliți o valoare convenabilă. Închideți fereastra. Puteți corecta tonul vocii operatorului prin activarea egalizatorului de audio astel : Deschideți Transmit Options (click pe tasta cu trei puncte) , deschideți dosarul Audio și alegeți Equaliser. Aici bifați casuța Enable, dreapta jos, apoi din cursoare reglați anvelopa după dorință.

Pentru a nu lungi prea mult articolul vă propun să deschideți ferestrele de meniu și opțiuni, să citiți textele de ajutor asociate. Căutați pe Youtube sunt foarte multe tutoriale. Treptat veți descoperii ce vă interesează. Atenție însă la versiunile de SDR-Console la care se face referire, unele setări s-ar putea să fie modificate sau plasate în alte meniuri. În 2020 s-a schimbat planul de frecvențe al lui QO-100 așa că fiți atent. Alegeți articole și videoclipuri mai recente.



Mult succes celor care vor aborda traficul radio via QO-100.

73! de la YO2BOF / Adi