472 kHz – kako do optimalne ERP (efektivne izsevane moči)

Na WRC-12, je bilo radioamaterjem, omogočeno delo na novem 630 metrskem področju. Pri dovoljeni moči, ki jo oddajnik sme oddajati, je ta navedena v efektivni izotropni sevalni moči ali EIRP. To je enota, ki se v radioamaterski praksi skoraj ne uporablja, razen do sedaj na 2200 metrov, oziroma 136/137 kHz in to v ERP. Večini radioamaterjem operaterjem v praksi ni možno postaviti anten, ki bi na tem področju izsevale večino moči, ki jo oddajnik pošlje proti anteni. Namen tega zapisa je okvirni napotek, kako na dani lokaciji najbolje izkoristiti prostor in postaviti anteno, ki bo izsevala čim več moči oddajnika.

EIRP – ERP

Po Splošnem aktu o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi (člen 4, tabela št. 1 – Radiofrekvenčni pasovi in maksimalne oddajne moči), je za frekvenčni pas 472 – 479 kHz, za radioamaterja A razreda, določena maksimalna izsevana moč **5 W** EIRP (Uradni list RS, št. 68/2013 z dne 16.8.2013). Ker se v nadaljevanju operira z enoto ERP, je treba EIRP primerjati z ERP:

5 Wat EIRP = 3 W ERP

$$ERP = \frac{EIRP}{1{,}64}$$

ANTENE

Običajno se na 630-metrskem področju uporablja vertikalna antena s kapacitivnim zaključkom, T antena ali inverted L antena. Ko sva z Romanom S52AS opravila meritve poljske jakosti signala na 473 kHz in po teh meritvah še izračun povprečja, ki je vzeto kot optimalna srednja vrednost ERP, se je ta dokaj ujemal z izračuni, dobljenimi po kalkulatorju, po katerem so navedene vrednosti v *tabeli 1*. Da dobimo začetno predstavo o tej zadevi, so v kalkulatorju uporabljene vrednosti: višina antene, dolžina horizontalnega dela antene oziroma dolžina delov kapacitivnega zaključka na vrhu vertikalne antene, ter RF amperi, merjeni z ampermetrom s termo križem.

Slika 1

Napotek:

Za uporabo kalkulatorja, ki se nahaja na web strani M1GEO (M1-GEO Electrically Short Antenna Calculator), bo potrebno imeti RF Ameter s termo križem. Do njega ni težko priti. Ponudnikov na eBay-u je kar nekaj. Tabela 1 je vodilo in pomoč, katero območje merjenja pride v poštev za meritve, glede na dane razmere. Da se dobiti ustreznega za sprejemljivo ceno.

Tabela 1 - Kako do 3 W ERP

Vertikalni del antene	Horizontalni del antene	RF amperi	ERP
10m	20m	4,7 A	2,97 W
10m	40m	4,4 A	3,1 W
10m	100 m	4 A	2,96 W
10m	12 x 2m	4,6 A	2,98 W
15m	20m	3,3 A	2,93 W
15m	40m	3 A	2,98 W
15m	100m	2,7 A	2,96 W
15m	6 x 1m	4,1 A	3,01 W
15m	12 x 1m	3,7 A	3,1 W
15m	6 x 2m	3,7 A	3,1 W
20m	40m	2,3 A	2,91 W
20m	100 m	2,1 A	3,11 W
20m	6 x 1m	3,2 A	3,0 W
25m	40m	1,9 A	2,93 W
25m	100m	1,7 A	3,13 W
25m	6 x 1m	2,6 A	2,92 W
25m	12 x 0,5m	2,6 A	2,92 W
30m	6 x 1m	2,3 A	3,15 W
30m	12 x 0,5m	2,3 A	3,15 W
40m	12 x 0,5m	1,7 A	2,89 W

KAKO DOLOČITI OPTIMALNO ANTENO

Kalkulator prikaže številne parametre antene, odvisno s kakimi podatki razpolagamo in kakšna je točnost teh podatkov, ki jih vnesemo v tabelo za izračun. Ustrezno izvedena prilagoditev na anteno ter izvedba same antene, omogoča, da z manjšo močjo oddajnika dosežemo večji antenski tok in obratno. Tako »Input Power« niti ni nujno vnašati. Dolžino horizontalnega dela glede na ERP, je smiselno povečevati do določene mere, vsekakor je pa bolje anteno glede na ta parameter, vertikalno podaljšati.

Slika 2: prikaz razporeditve antenskega toka na anteni dolžine četrt lambda (levo), pri skrajšani verziji z podaljševalno tuljavo v podnožju antene (sredina) in pri skrajšani verziji, z podaljševalno tuljavo v sami anteni (desno).

PRIKAZ PARAMETROV M1GEO ERP KALKULATORJA

Vnos podatkov:

Operating Frequency	474000	Hz
Base (Feed) Current	1.5	A
Input Power		W
Height Above Ground	15	m
Top Loading Length	20	m
Wire Conductivity	5.800E+07	Siemens/metre [?]
Wire Radius (half diameter)	3	mm
Soil Relative Permittivity	10	
Soil Conductivity	10E-03	Siemens/metre [?]
Groundplane Radius	20	m
Show Inner Workings?	☑ Yes	

Rezultati:

Parameter	Symbol	Value	Units
Height	h	15	metres
Wire Radius	a	0.003	metres
Wavelength	lambda	632.911392405063	metres
Space Phase Constant (Wave Number)	beta	0.00992743278534374	radians/metre
Top-Loading Branches	n	1	
Top-Loading Resonant Length (per n)	Lres	144.341896447532	metres
Top-Loading Characteristic Impedance	Z0t	552.620422318571	Ohms
Vertical Element Characteristic Impedance	Z0m	511.031591484974	Ohms
Top-Loading Reactance	Xt	-2746.62924595142	Ohms
Feedpoint Reactance	Xa	-1478.12322312873	Ohms
Base Current	I0	1.5	Amps
Top Current	It	0.839710681596796	Amps
Top-to-Base Current Ratio	ItI0	0.55980712106453	
Normalised Current Distribution Area	A	0.116136602643515	metres-squared
Radiation Resistance	Rrad	0.539508418943107	Ohms
Wire Loss Resistance	Rc	4.73701163064857	Ohms
Ground Plane Equivalent Loss Resistance	Rgp	0.152216594066507	Ohms
Conductor Resistance Per Unit Length	Rl	0.00952914464687935	Ohms/metre
Vertical Power	Pvertical	0.100770346722245	Watts
Radiated Power	Wrad	0.606946971310996	Watts
Resistance Total	Ra	5.42873664365819	Ohms
Antenna Efficency	Percent	9.93801052355997	%
Radiated Power	Prad	0.606946971310996	Watts

UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA:

Moj primer: z izhodno močjo oddajnika cca 20 W, sem na priključku antene (med transformatorjem impendance in variometrom), dosegel vrednost 0,8 - 0,9 A RF toka. Z dodajanjem ustrezne tuljave na vrh vertikalnega dela antene inv. L antene, se je antenski tok zaradi boljše razporeditve toka na sami anteni (slika 2), povečal od cca 0,9 A na cca 1,2 A RF toka, kar za vrednost ERP pomeni znatno povečanje. Tuljavo lahko vstavimo v samo vertikalno anteno in nadaljujemo v vertikalno smer. Slika 2 prikazuje razlike v razporeditvi antenskega toka na sami anteni. Oddajnik priključen na umetno breme 50 ohmov prek RF ametra, je dajal cca 0,5 A RF toka, kar odgovarja tej moči. Razlika med 0,5 in 0,9 A RF, je bila dosežena z eksperimentiranjem na samem transformatorju impendance. Variometer je bil izdelan tako, da ima razmeroma visok Q, ravno tako tuljava v anteni (cca Q 700). Tuljava slabe kakovosti, pomeni neke vrste grelec v anteni, ki seveda, bolje da ga ni. Za meritve poljske jakosti signala, je bila izdelana neresonančna RX lop antena. Za meritve tega, je bil uporabljen W&G SPM-3, predhodno kontroliran in umerjen. Meritve v neposredni bližini antene (okoli 15 m od vertikalnega dela), so prikazale okoli 4 dBu razlike med anteno brez *»top-hat«* tuljave in nameščeno tuljavo v anteni, v korist antene s *»top-hat«* tuljavo, ki pa seveda niso upoštevane za izračun ERP. Z obračanjem te neresonančne RX loop antene v smeri vertikalnega dela antene, je merilnik kazal maksimalen nivo signala. Pravokotno na os loop antene, pa je kazal minimum oz. sevanja točno na os lop antene, skoraj ni bilo zaznati. Na horizontalnem delu antene ni bilo omembe vrednega nivoja signala, ne glede na to, da smo merili praktično izpod horizontalnega dela antene. To potrjuje pomembnost vloge vertikalnega dela antene in njegove vloge na nivo ERP vrednosti.

Za izvedbo optimalnih meritev poljske jakosti signala, če se ta seveda izvaja, je potrebna razdalja od 1 – 5 lambda (630 m), merjeno na čim več mestih okoli antene. Za izračun so bile upoštevane srednje vrednosti, izločeni pa izmerjeni ekstremi nivoja polja, čeprav tudi ti nudijo zelo interesantne in uporabne zaključke. Pri meritvah sva se z Romanom trudila, da je meritev na vsaki točki, izvedena s potrebno pazljivostjo oz. čim večjo natančnostjo. Na tak način izvedbe meritev in posledično izračuna, je možno reči, da se te meritve in izračun po kalkulatorju, prikazan v tabeli 1, lahko vzame kot uporaben za začetek pri načrtovanju postavitve najustreznejše antene, glede na možnosti, ki jo nudi lokacija.

Antena je v fazi izpopolnjevanja, bolje rečeno, izpopolnjevanja prilagoditve, v vsaki fazi premerjena tudi z antenskim analizatorjem in SWR mostičkom. Pri tem je zanimivo sledeče: v začetku, pri neustrezni prilagoditvi na anteno, seveda gledano na najpomembnejši faktor, ki odreja ERP, to pa so RF amperi v anteni, je SWR vrednost že pri cca 0,3 A RF, bila v mejah izpod 1:2. Pri 0,5 A RF, kar bi bilo končno sprejemljivo, glede na isto vrednost, ki jo je oddajnik pošiljal proti 50 ohmskemu bremenu, je bil nivo SWR-a pod 1:1,5. Ure dela na prilagoditvi in sami anteni, so posledično rezultirale na povečanju toka na 1,2 A RF (SWR ves čas okoli 1:1,3), kar je seveda uspeh. Prav tako se ni prehitro za zanašati na optimalne vrednosti antenskega analizatorja pri (pre)nizkem RF toku. Vsaka uspešna sprememba na področju prilagoditve in same izvedbe antene, naj prinaša naraščanje antenskega toka in s tem ERP, SWR vrednost in parametri, prikazani na antenskem analizatorju, so pri tem stranskega pomena.

Če je večina dela optimalno izvedena, bodo tudi vrednosti na teh merilcih, ves čas nekje v mejah optimuma, RF tok pa se bo povečeval in to je za ERP najpomembnejše. Malo čudno se to sliši, vendar praksa to potrjuje.

NAMIG

Ni vseeno, kako je antenska vrv postavljena ob (kovinskem) nosilcu, kako je postavljen horizontalni del, kako elementi kapacitivnega zaključka in podobno. Eksperimenti na anteni v tem smislu v praksi prinesejo tudi znatno povečanje antenskega toka, ojačano sevanje oddajnega signala v določeno smer in to za nekajkrat in podobna presenečenja. Vendar je to ugotovljivo le z meritvami jakosti polja na zgoraj opisani način v prostoru okoli antene, velja pa samo za merjeno anteno. Seveda s kalkulatorjem tega ni mogoče ugotoviti, niti ne z antenskimi analizatorji, še manj z meritvami SWR-ja. Samo sprememba jakosti sevanja signala v prostoru pove, ali je korekcija na anteni uspela ali ne. Za tem pa stoje ure potrpežljivega dela in vztrajnost, poglabljanje v vsak del prilagoditve, izvedbe same antene, upoštevanje »okolice« antene itd...

Želim vam uspešno aktivacijo na 630 metrskem področju, če se boste odločili zanjo. Ne dvomim o tem, da vam bo ta in predhodni članek o novem 630 metrskem področju, vkolikor ga proučite, v pomoč pri realizaciji aktiviranja.

Viri:

- *M1GEO-Electrically Short Antenna Calculator*
- *Determining ERP and EIRP, DR01*

Merilni BPSK generator za 10Mb/s

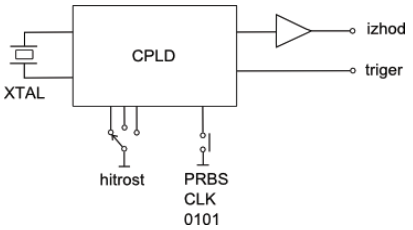
Pri izdelavi in oživljanju svoje prve UHF BPSK (bi-phase shift keying) radijske postaje, ki sem jo izdelal po objavi avtorja Matjaža Vidmarja [1] [2], sem se srečal s potrebo po novem merilnem instrumentu. Manjkal mi je generator binarnega signala. Radijska postaja je načrtovana za hitrost prenosa podatkov 1,2288Mb/s na frekvenci 430,8MHz.

Zasnova postaje je v nekaterih pogledih nova in zato zanimiva. Pritegnila me je pravzaprav zaradi domiselne uporabe CPLD (complex programmable logic device) vezja. Vezje je avtor uporabil na dveh mestih in sicer za izvedbo PLL-ja (phase-locked loop) lokalnega oscilatorja postaje in za bitno sinhronizacijo sprejemnika. Postaja uporablja koherentno demodulacijo, kjer je zanesljivo izločanje signala ure zelo pomembno.

Ob pogledu na objavljeno logično vezje sem se spomnil navdušenja in izzivov ob mojih davnih začetkih uporabe TTL (transistor-transistor logic) vezij serije 74XX in nadaljevanja, ko so vezja postala obsežnejša, domače tiskanine dvostranske, vije pa nič podobne današnjim. Takrat je bil prehod z diskretnih vezij na čipe določen s prehodom tranzistorjev na TTL čipe, to danes velja ob prehodu z logičnih čipov različnih generacij na kompleksno programabilno logiko.

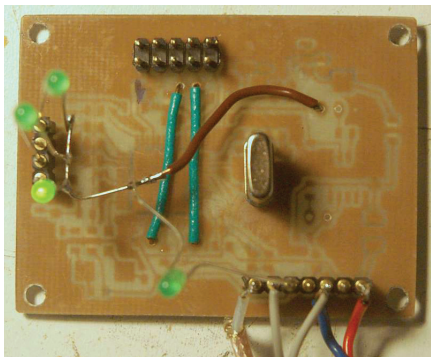
Zasnova instrumenta

Glavna zahteva za instrument je bila enostavna in je izšla iz omenjenega preizkušanja postaje. Instrument naj zagotavlja naključni binarni signal (PRBS – *pseudo-random binary sequence*) za preizkus in umerjanje oddajnika in sprejemnika BPSK radijske postaje. Ko sem brskal okoli in iskal ustrezno rešitev, sem našel staro objavo istega avtorja [3]. Tam je opisana izvedba generatorja s klasičnimi logičnimi vezji in inačico generiranja naključnega binarnega signala z uporabo LFSR (*Linear Feedback Shift Register*) [8]. Opisani generator je ustrezal osnovni zahtevi, zato sem se lotil izdelave.



Slika 1- Blokovni načrt osnovnega instrumenta

Ob neki priložnosti mi je avtor generatorja omenil, da bi ga bilo najlažje narediti kar na njegovi obstoječi zasnovi tiskanine za Bitsync iz projekta (x)ATNC [4] [5]. Zamisel mi je bila všeč, saj sem eden tistih, ki se nerad loti ponovnega načrtovanja vezja, če je bilo to že enkrat izdelano in v njegovo načrtovanje ter odpravljanje napak vloženo znanje in energija. Poleg tega je Bitsync vezje na spletu ponujeno drugim v uporabo. Objavljeno je bilo v sklopu projekta ATNC. Osnovno tiskano vezje predvideva uporabo SMD elementov, vključno z vezjem Altera CPLD.



Slika 2 - Fotografija preizkusa na tiskanem vezju Bitsync

Vzel sem torej prazno Bitsync ploščico, jo opremil z Altera EPM3032ATC44 vezjem in kvarčnim oscilatorjem 19,6608MHz. Oscilator sem izvedel