

50 MHz – Antenă magnetică ultraeconomică.

YO4UQ - Cristian Colonati

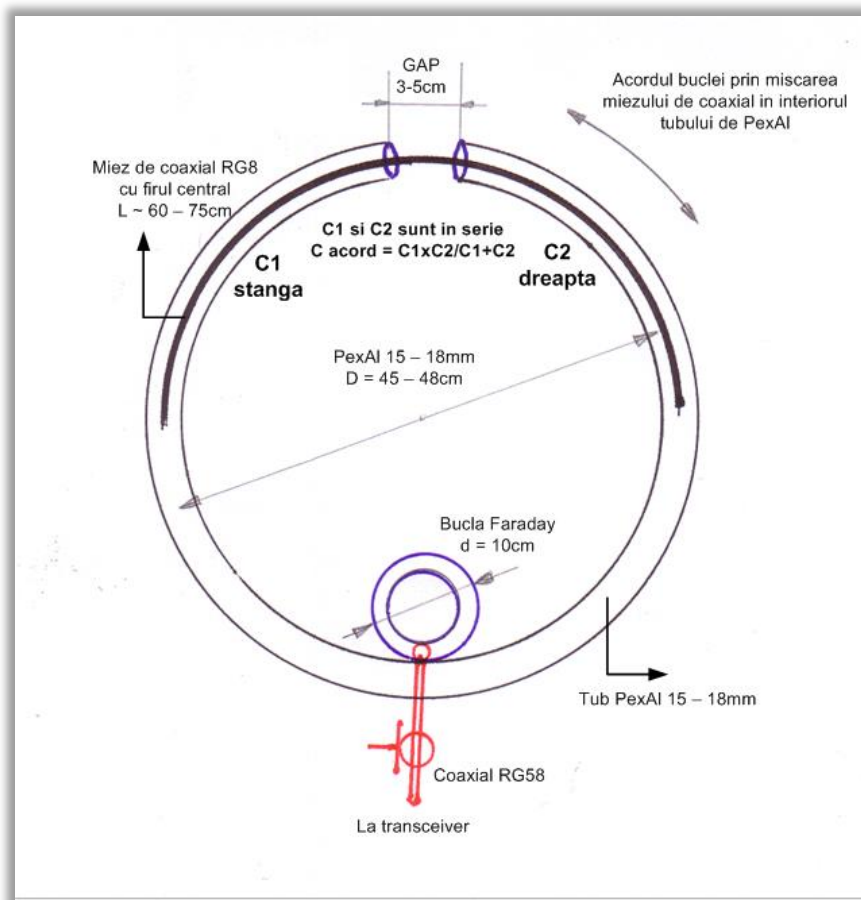
1. Considerații inițiale.

- 1.1. Majoritatea transceiverelor de generație mai nouă au pe lângă benzile de unde scurte și prima bandă de VHF cea de 50 MHz.
- 1.2. Banda de 50MHz este puțin folosită de radioamatorii YO. Este utilizată mai ales în concursuri. Este puternic afectată de condițiile de propagare pe distanțe lungi.
- 1.3. Are o lărgime de bandă generoasă de 2MHz (50 la 52MHz) și acceptă practic toate modurile de lucru, toate tipurile de emisiuni: CW, SSB, FM, Digitale și alte moduri speciale.
- 1.4. Fiind foarte puțin încărcată (sau aproape deloc) poate fi folosită cu succes în QSO-urile locale: mese rotunde, QTC-uri, testarea unor echipamente și programe adiacente în comunicațiile de radioamatori, rețele de urgență, ș.a. fără să deranjăm benzile aglomerate de unde scurte.
- 1.5. Prezentul material încearcă să pună la dispoziție o antenă economică și realizabilă într-un timp extrem de scurt, ușoară, transportabilă și care poate fi amplasată oriunde: în interiorul casei, pe balcon sau în portabil (parc, auto, etc.), extrem de utilă în comunicațiile locale.

2. Calcule dimensionale.

- 2.1. În <http://www.radioamator.ro/articole/view.php?id=920>, unul dintre articolele anterioare privind antenele magnetice, precum și în Internet sunt programe specializate pentru calculul antenelor magnetice. Ca anexă la prezenta expunere este din nou postat programul de calcul în format Excel 2003 sau 2007 în care se introduc datele dimensionale și de material inițiale și se obțin rezultatele și parametrii de funcționare. Conform considerațiilor inițiale, pentru o antenă ușoară, portabilă, a fost propus ca material alumiuniul sub forma tubului de PexAl utilizat la instalațiile de apă / încălzire care se găsește sub formă de colaci. Este izolat la exterior și interior cu pelicule de material plastic de foarte bună calitate din pdv al RF și are o inserție mijlocie din țevă de aluminiu care nu oxidează, nu corodează și de grosime mai mult decât suficientă pentru a susține curentul de RF distribuit prin efect pelicular (0,012mm față de 0,5mm disponibil).
 - Model: ALpex – VALROM 16x2 cu diametrul exterior 16mm, diametrul tubului de aluminiu 15mm / 0,5mm grosime, diametrul interior 11,5mm. Toate calculele se fac pentru diametrul alumiuniului de 15mm.
- 2.2. Ca o soluție nouă și originală antena magnetică proiectată pentru 50MHz **nu are nevoie de un condensator variabil** în accepțiunea clasică. Acordul antenei la frecvența de rezonanță alesă în banda de 50MHz se face cu un condensator cilindric a cărui capacitate se realizează între armătura de aluminiu a tubului de PexAl și "inima" translucidă a unui cablu RG8 la care firul central este cea de a doua armătură a condensatorului cilindric. Schița antenei precum și captura de ecran cu valorile inițiale propuse și parametrii dimensionali și de funcționare calculați sunt prezentate în figurile alăturate. Datele inițiale au fost date identice pentru ambele materiale atât cupru cât și aluminiu. Datele inițiale sunt foarte simple: frecvența dorită (în cazul nostru 50MHz), diametrul **D** al buclei, diametrul **d** al tubului din care este realizată bucla și puterea de funcționare. Restul datelor despre constante de material și restricții dimensionale ale antenelor magnetice sunt cuprinse în program. Rezultatele dimensionale și parametrii de funcționare sunt generate automat după ce s-a dat Enter după introducerea datelor inițiale. Acestea pot fi schimbate de ori câte ori se dorește pentru a putea analiza mai multe variante de realizare. Doritorii pot analiza singuri: încadrarea în dimensiuni, perimetrul, randamentul deosebit de bun al buclei (90%) și diferența minimă de 2% între cupru și aluminiu, banda de trecere de 220kHz suficientă pentru nevoile de comunicație locală, precum și o tensiune mai mică de 4kV, care se generează pe condensatorul cilindric, la 100 watt debitați de transceiver. Această tensiune este mică pentru izolația combinată de trei straturi: materialul plastic din interiorul tubului de PexAl, stratul de aer de cca. 2mm și stratul izolator al "centralului" translucid de RG8 de cca. 3mm.

Cel mai interesant și important parametru calculat este însă capacitatea de rezonanță **Cr** și implicit capacitatea de acord **Ca**. Rezonanța este dată de suma dintre capacitatea distribuită **Cd** și capacitatea de acord **Ca**. Asupra acestor elemente vom insista ca rezultat al măsurătorilor preliminare care au determinat dimensionarea antenei.



A	B	C	D	E	F	G	H
4				Date dimensionale			
5	Frecventa F [MHz]	50	50	Perimetrul antenei p [m]	1,414	1,414	
6	Diametrul antenei D [m,cm]	0,45	0,45	Latura poligonului a [m]	Nu	Nu	
7	Diametrul conductor d [mm]	15	15	Aria antenei A [m ²]	0,159	0,159	
8	Puterea P [watt]	100	100	Bucla de alimentare - Link 1/5.D [cm]	9	9	
9	Numarul de spire N [nr]	1	1	Date functionale			
10				Inductanta L [μH]	0,984	0,984	
11	Constante de material	Cupru	Aluminiu	Capacitatea la rezonanta C [pF]	10,3	10,3	
12	Conductivitatea [S/m]	Cu = 5,8*10 ⁷	Al = 3,5*10 ⁷	Capacitatea distribuita Cd [pF]	3,8	3,8	
13		58000000	35000000	Capacitatea de acord Cs [pF]	6,5	6,5	
14				Reactanta la rezonanta Xl=Xc [Ω]	309	309	
15	Incadrarea in dimensiuni			Rezistenta de radiatie Rp [Ω]	0,608	0,608	
16	Cupru p=λ/8	0,750		Rezistenta de pierderi Rp [Ω]	0,055	0,071	
17	λ/8 < p real < λ/4	1,414		Randamentul / Eficienta η [%]	92	90	
18	p=λ/4	1,500		Comparat cu bucla ideala K [dB]	-0,38	-0,48	
19	Aluminiu p=λ/8		0,750	Factorul de calitate Q	233	227	
20	λ/8 < p real < λ/4		1,414	Largime de banda BW [kHz]	215	220	
21	p=λ/4		1,500	Tensiunea eficace U _{er} [V]	2683	2652	
22	CV distanta rotor / stator [mm]			Tensiunea varf la varf U _{vv} [V]	3784	3739	
23	Cupru	2,7		Curentul in antena la rezonanta I [A]	9	9	
24	Aluminiu	2,7		Adancimea efectului pelicular δ [mm]	0,009	0,012	
25							
26	YO4UQ 2013			Antena magnetica circulara			

3. Măsurători preliminare și dimensionare.

3.1. Măsurători asupra capacităților realizabile cu ajutorul condensatorului cilindric format din armătura tubulară de aluminiu a PexAl și firul metalic al "centralului" translucid de coaxial RG8. Determinarea capacității specifice pF/cm pentru condensatorul cilindric s-a făcut cu câte o măsurătoare cu un capacimetru electronic pentru mai multe lungimi de "inimă" de coaxial introdusă în tubul de PexAl și anume:

- La 33cm măsurat 22pF = 0,562 pF/cm
- La 68,5cm măsurat 39pF = 0,569 pF/cm
- La 105cm măsurat 59pF = 0,575 pF/cm și s-a luat media de 0,568 pF/cm.

3.2. Din aplicarea succesivă a mai multor variante de intrare pentru datele de calcul, pentru a asigura un diametru cât mai mare pentru antenă și în consecință o eficiență sporită a rezultat ca soluție rezonabilă un diametru de 45cm la care capacitatea de acord ar putea fi în jur de 6,5pF iar capacitatea de rezonanță s-ar situa la cca 10 ÷ 11pF. Ași fi curios să aflu, în mod real nu teoretic, cum s-ar putea asigura niste capacități așa de mici cu un alt gen de condensator variabil de formulă clasică. Restul parametrilor se văd în captura de ecran prezentată anterior.

3.3. Realizarea capacității de acord cu ajutorul condensatorului cilindric. Din schița antenei se observă realizarea capacității de acord cu cele două capacități C1 și C2 care au un montaj în serie. Prin amplasarea "miezelui" de coaxial simetric în interiorul tubului de PexAl se realizează un condensator în care $C1 = C2 = C$ iar C_a are valoarea $C_a = (C1 \times C2) / (C1 + C2) = C^2 / 2 \times C = C / 2$. Capacitatea C este funcție de lungimea "miezelui" de coaxial introdus în PexAl. Pentru o lungime totală de 65cm din care 5cm fost "gap"-ul superior al antenei s-a obținut:

$$C = 30\text{cm} \times 0,568 \text{ pF/cm} = 17,04\text{pF} \text{ de unde: } C_a = C/2 = 8,52\text{pF}$$

Pentru capacitatea de rezonață se mai adaugă capacitatea distaribuită $C_d = 3,8\text{pF}$ și obținem:

$$C_r = C_a + C_d = 8,52\text{pF} + 3,8\text{pF} = 12,32\text{pF}$$

Atât din calcule cât și din măsurători bucla are o inductanță de cca. $1\mu\text{H}$ ($0,984 \div 1,057$).

Pentru aceste două valori frecvența de rezonanță obținută a fost de:

$$F[\text{MHz}] = \sqrt{\frac{25330}{C[\text{pF}] \cdot L[\mu\text{H}]}} = \sqrt{\frac{25330}{12,32 \cdot 1}} = 45,34 [\text{MHz}]$$

care este sub valoarea dorită a benzii de 50 MHz.

4. Acordul în bandă.

Acum vine partea cea mai interesantă a acordului în bandă. Nu avem decât să mișcăm "miezul" coaxialului în dreapta sau în stânga și cele două capacități C1 și C2 se dezechibreză $C1 \neq C2$.

Capacitatea serie echivalentă devine atunci:

$$C_a = C1 \cdot C2 / C1 + C2$$

în care valorile lui C1 și C2 sunt funcție de lungimile "miezelui" în cele două capete ale tubului de PexAl. În tabelul alăturat aveți toate calculele pentru situațiile de mișcare din 5 în 5 centimetrii pentru "miezul" de acord.

L1	L2	Cspec	C1	C2	Cacord	Cdistr	Crez	Ind	F
cm	cm	pF	pF	pF	pF	pF	pF	μH	MHz
30	30	0,568	17,04	17,04	8,52	3,8	12,32	0,984	45,71
25	35	0,568	14,02	19,88	8,28	3,8	12,08	0,984	46,16
20	40	0,568	11,35	22,72	7,57	3,8	11,37	0,984	47,58
15	45	0,568	8,52	25,56	6,39	3,8	10,19	0,984	50,26
10	50	0,568	5,64	28,40	4,37	3,8	8,17	0,984	56,13
5	55	0,568	2,84	31,24	2,60	3,8	6,4	0,984	63,42

Atențiune! Variația frecvenței nu este direct proporțională cu modificarea lungimii.

Se observă că printr-o mișcare de 25cm se obține un ecart de variație a frecvenței între 45 și 63MHz adică de 22MHz. Zona interesantă pentru banda de 50MHz (50 la 52MHz) se situează la cca. 15cm față de unul din capete indiferent în ce direcție este mișcat miezul de coaxial. Toată banda de 50MHz se întinde numai pe distanța de cca. $2 \div 3\text{cm}$.

Chiar acum, pentru acest capitol, câteva recomandări pentru cei care vor dori eventual să realizeze și să folosească această antenă.

Lărgimea de bandă obținută pentru un SWR de 1:1,5 a fost de 148kHz (între 50028 și 50176kHz) iar pentru 1:2 de 220kHz, suficientă pentru deplasarea fără acordul manual al "miezului" de coaxial pe o nouă frecvență, în jurul celei de întâlnire, numai din VFO. Sau făcut teste locale în YO3 cu stații situate la câțiva km distanță YO3HFY (Nico) și YO3INW (Ionica) cu un FT450 și antena agățată pe balcon de firele de plastic pe care se usucă rufe. Controalele au fost excelente atât în SSB, CW sau BPSK31. S-a lucrat cu mai multe puteri la emisie. La 100 watt antena nu simte tensiunea de cca 4kV la condensatorul cilindric de acord. Ași fi dorit să încerc la o putere mai mare dar nu am un PA pentru 50MHz.

7. Realizarea practică.

În fotografiile alăturate se poate vedea realizarea practică a antenei. Pentru cei interesați soluțiile constructive rămân la priceperea și alegerea unor variante de material sau dimensionale personale.



Pentru atacul antenei YO3HFY a propus în locul link-ului Faraday un transformator cu un tor de ferită de dimensiuni și parametrii de funcționare corespunzători frecvenței de 50MHz și în primar cu 1 sau 2 spire. Cine are disponibil așa ceva poate să încerce. Soluția cu tor este convenabilă dar scumpește puțin antena.

8. Note finale.

- Se pot găsi soluții convenabile pentru obținerea unor rezultate bune cu mijloace modeste, economice.
- Diferențele privind eficiența antenelor magnetice (corect și îngrijit realizate constructiv) din materiale diferite de cupru sau aluminiu sunt nesemnificative, de numai 2 ÷ 3 procente în favoarea celor de cupru. Atunci când aluminiul se poate prelucra corespunzător este de preferat fiindcă este mai ușor și oxidul superficial care este foarte subțire nu influențează semnificativ conductivitatea. Diferența de randament se poate compensa cu un plus minor de putere injectată din transceiver.
- PexAl-ul nu oxidează fiind protejat de două straturi de materiale izolante atât în interior cât și în exterior și care nu deteriorează factorul de calitate Q.
- Pentru cei care doresc să-și calculeze singuri antene magnetice de diverse forme: patrat, cerc, hexagon, octogon cu una sau mai multe spire, sunt atașate la material programele în format Excel 2003 și 2007. Pentru aducere aminte a fost atașat și Bandplanul IARU reg.1 pentru 50MHz.
- Cei din YO3 și din împrejurimi care doresc să-și testeze propria antenă pe 50 MHz o pot face cu autorul acestor rânduri care le stă la dispoziție cu un sked prealabil stabilit pe e-mail la yo4uq@yahoo.com
- Propunerea acestei antene a avut și obiectivul de a folosi o resursă importantă de comunicații, banda de 50MHz, cu eforturi investiționale minime.