

Antene exponențiale - Partea a 2-a Optimizare.

YO8RAC – Codruț Alecsandrescu

YO4UQ – Cristian Colonati

Am fost plăcut impresionat de interesul cu care a fost primită această antenă în decursul timpului în spațiul YO. Am reținut și încercările concrete de realizare și funcționare promovate de către "hamii" noștri cu mult timp în urmă. Adevărata surpriză a fost însă inițiativa lui Codruț – YO8RAC care a venit cu două propuneri remarcabile:

- a. Descrierea parametrizată a antenei exponențiale și
- b. Propunerea de optimizare a acesteia în scopul îmbunătățirii parametrilor de funcționare.

Nu m-am gândit nici un moment că această antenă ar mai prezenta un interes efectiv iar exercițiul din primul articol a fost numai un exemplu de funcționare pentru programul de simulare 4NEC2 pentru o descriere "nostalgică" de antenă filară.

Meritul acestei noi intervenții îi revine în totalitate lui Codruț precum și comentariilor pozitive din subsolul articolului care m-au îndemnat la continuarea unei noi prezentări extensive. Cu acordul lui Codruț YO8RAC, care a lăsat la latitudinea mea elaborarea prezentării, voi încerca să trecem în revistă evoluțiile parametrilor constructivi și electrici ai acestei antene ca rezultat al proceselor de optimizare. Nu vom intra în detaliile procesului de optimizare ci vom prezenta cât mai sugestiv rezultatele. Dacă timpul și "timpurile" ne vor permite vom încerca să facem în viitor un tutorial asupra subiectului de optimizare.

Pentru cine a citit primul articol cu privire la antena exponențială descrisă de YO2CJ, paramerii constructivi inițiali propuși pentru optimizare (care se regăsesc în tabul "Symbols" din fereastra Edit a programului 4NEC2) de către YO8RAC, au fost:

- înălțimea antenei = Hight14M = 5.25m care a fost selectată dar la care nu s-a umblat în optimizare.
- raza mijlocie = Radius14M = 1.14m
- înălțimea cercului mijlociu = HightExpo = 1.7m
- radial pentru 14MHz = CW14M = 5.4m
- radial pentru 21MHz = CW21M = 3.6m
- radial pentru 28MHz = CW28M = 2.7m

Denumirile parametrilor sunt cele originale date de Codruț iar ca dimensiuni de plecare în procesul de optimizare au fost cele propuse în documentația originală. Pentru radiale au fost propuse inițial dimensiuni relativ acordate în $\lambda/4$ funcție de benzi. În continuare vom trata mai multe variante constructive asupra cărora s-au încercat procese de optimizare.

- Propunerea lui Codruț care va fi regăsită sub denumirea de YO2CJ_RADIAL_MB_PARAM_OPT_6.nec și apoi schimbată de mine într-un pachet de mai multe variante în YO2CJ_0_ART1.
 - Alte trei variante de optimizare la această primă propunere YO2CJ_0_ART2, YO2CJ_0_ART3, YO2CJ_0_ART4 realizate de YO4UQ.
 - O variantă constructivă nouă pentru antena exponențială în care am mărit numărul de elemente radiante de la 6 la 12 decalate spațial la 30 de grade unul de altul, cu montaj și radiale la sol.
 - Aceeași variantă constructivă cu 12 elemente radiante ridicată de la sol și radiale înclinate la 120 grade.
 - La propunerea lui Morel 4X1AD (ex YO4BE) o variantă pentru benzile joase 3,5 și 7 MHz.
1. **Propunerea lui YO8RAC** pentru parametrizarea geometriei antenei: tabul Geometry, tabul Symbols cu rezultatele dimensionale în urma optimizării și tabul Source/Load cu sursa de alimentare.
- Exemplul ferestrei "Optimizer and Evaluator".
 - Graficele cu parametri SWR/RL, Gain și Impedance.
 - Schițele constructive pentru antenele optimizate.
 - Tabul Geometry cu valorile rotunjite la nivel de cm pentru elementele dimensionale constructive.

Dacă încărcați singuri aceste valori, deja optimizate, în fereastra Edit din tabul Geometry și rulați 4NEC2 obțineți graficele de funcționare și parametrii electrici ai acestei antene. Este de menționat încă de la început că procesul de optimizare se poate face cu toți parametrii simultan sau selectiv cu unul sau mai mulți parametri în etape de optimizare diferite. Se alege soluția optimizată cea mai convenabilă.

Prima captură de ecran prezintă fereastra Edit tabul Geometry cu varianta sa parametrizată cu variabilele definite pentru optimizare așa cum au fost ele definite de YO8RAC.

Nr	Type	Tag	Segs	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Radius	Comment
1	Wire	1	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(000)	Radius14M*sin(000)	HightExpo	0.001	
2	Wire	2	20	Radius14M*cos(000)	Radius14M*sin(000)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
3	Wire	3	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(060)	Radius14M*sin(060)	HightExpo	0.001	
4	Wire	4	20	Radius14M*cos(060)	Radius14M*sin(060)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
5	Wire	5	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(120)	Radius14M*sin(120)	HightExpo	0.001	
6	Wire	6	20	Radius14M*cos(120)	Radius14M*sin(120)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
7	Wire	7	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(180)	Radius14M*sin(180)	HightExpo	0.001	
8	Wire	8	20	Radius14M*cos(180)	Radius14M*sin(180)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
9	Wire	9	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(240)	Radius14M*sin(240)	HightExpo	0.001	
10	Wire	10	20	Radius14M*cos(240)	Radius14M*sin(240)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
11	Wire	11	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(300)	Radius14M*sin(300)	HightExpo	0.001	
12	Wire	12	20	Radius14M*cos(300)	Radius14M*sin(300)	HightExpo	0	0	0.15	0.001	
13	Wire	13	1	0	0	0.15	0	0	0.05	0.001	
14	Wire	14	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(000)	Cw14M*sin(000)	0.01	0.001	
15	Wire	15	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(030)	Cw21M*sin(030)	0.01	0.001	
16	Wire	16	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(060)	Cw28M*sin(060)	0.01	0.001	
17	Wire	17	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(090)	Cw14M*sin(090)	0.01	0.001	
18	Wire	18	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(120)	Cw21M*sin(120)	0.01	0.001	
19	Wire	19	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(150)	Cw28M*sin(150)	0.01	0.001	
20	Wire	20	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(180)	Cw14M*sin(180)	0.01	0.001	
21	Wire	21	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(210)	Cw21M*sin(210)	0.01	0.001	
22	Wire	22	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(240)	Cw28M*sin(240)	0.01	0.001	
23	Wire	23	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(270)	Cw14M*sin(270)	0.01	0.001	
24	Wire	24	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(300)	Cw14M*sin(300)	0.01	0.001	
25	Wire	25	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(330)	Cw28M*sin(330)	0.01	0.001	

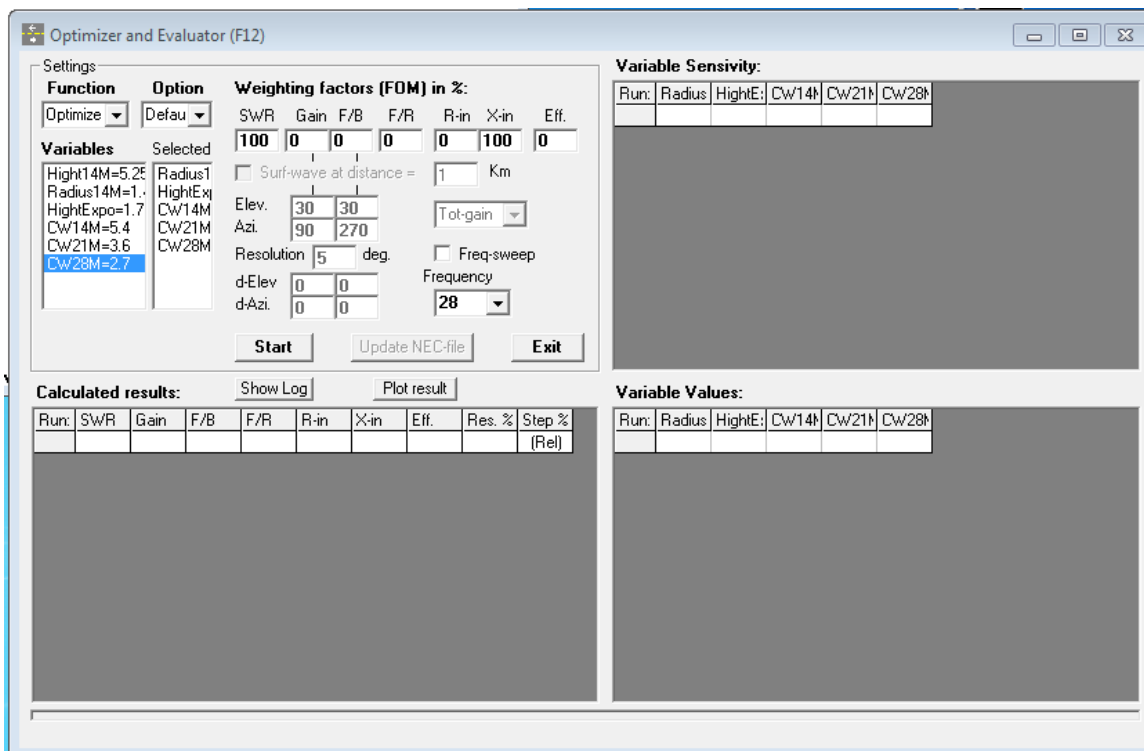
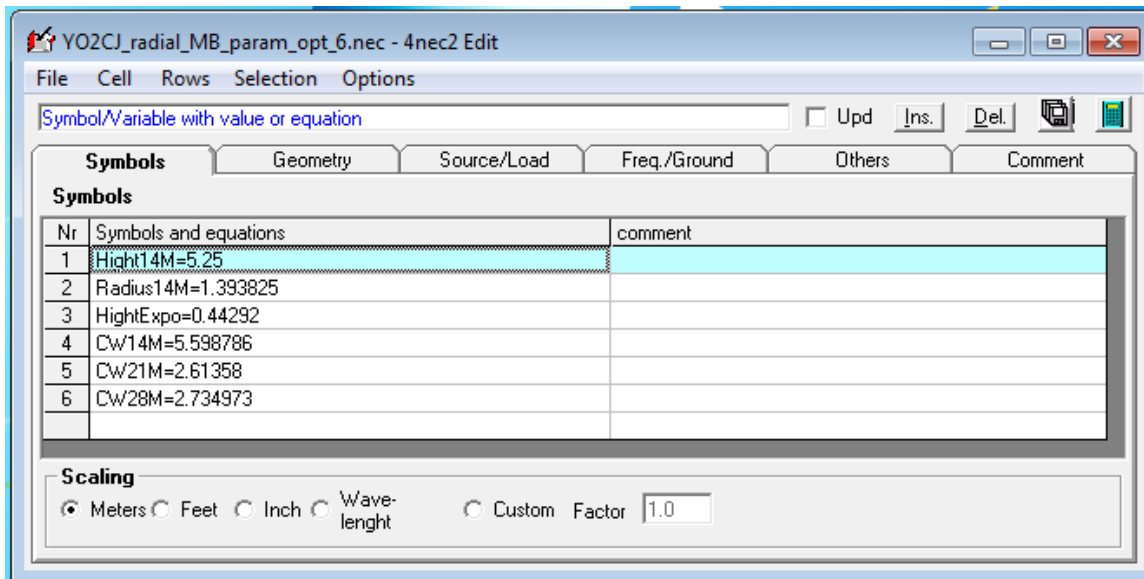
În continuare se vede tabul Symbols cu valorile inițiale ale parametrilor care vor intra în optimizare.

Nr	Symbols and equations	comment
1	Hight14M=5.25	
2	us14M=1.14	
3	HightExpo=1.7	
4	Cw14M=5.4	
5	Cw21M=3.6	
6	Cw28M=2.7	

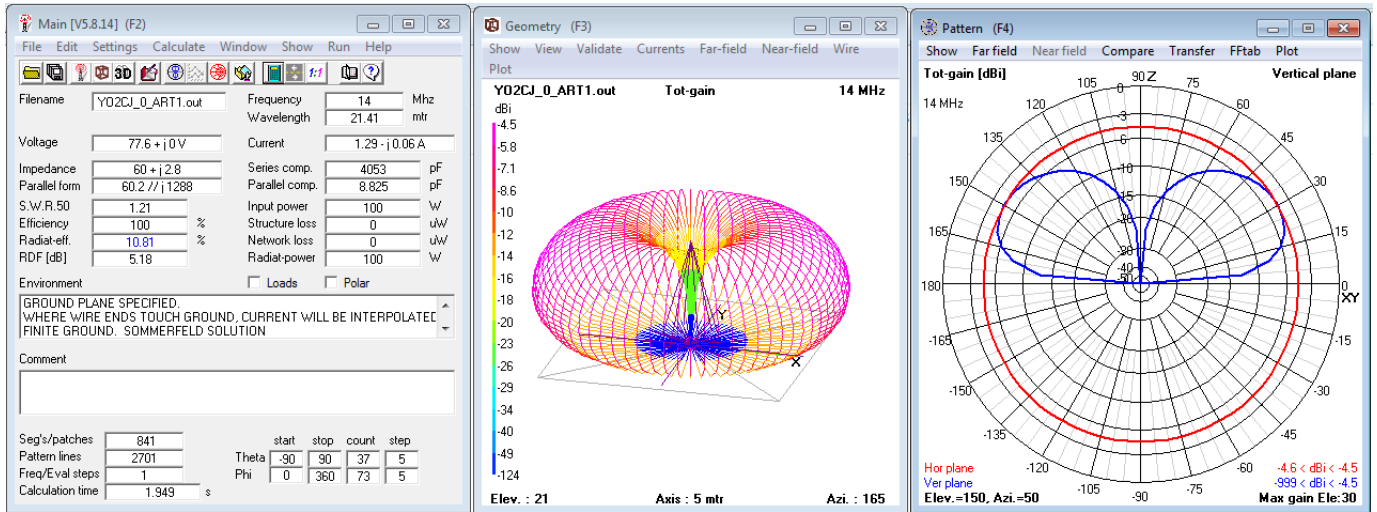
Scaling
 Meters Feet Inch Wave-length Custom Factor

Din meniul principal al lui 4NEC2 – Calculate se alege opțiunea Start Optimizer și așa cum se vede în figura următoare, fereastra Optimizer and Evaluator se selectează cu click una sau mai multe variabile care trec din coloana Variables în coloana Selected. Se dă din buton Start și începe optimizarea. La sfârșitul procesului de optimizare se dă Update NEC–file și noile date ale parametrilor optimizați se duc în fișierul [nume].nec cu care am lucrat.

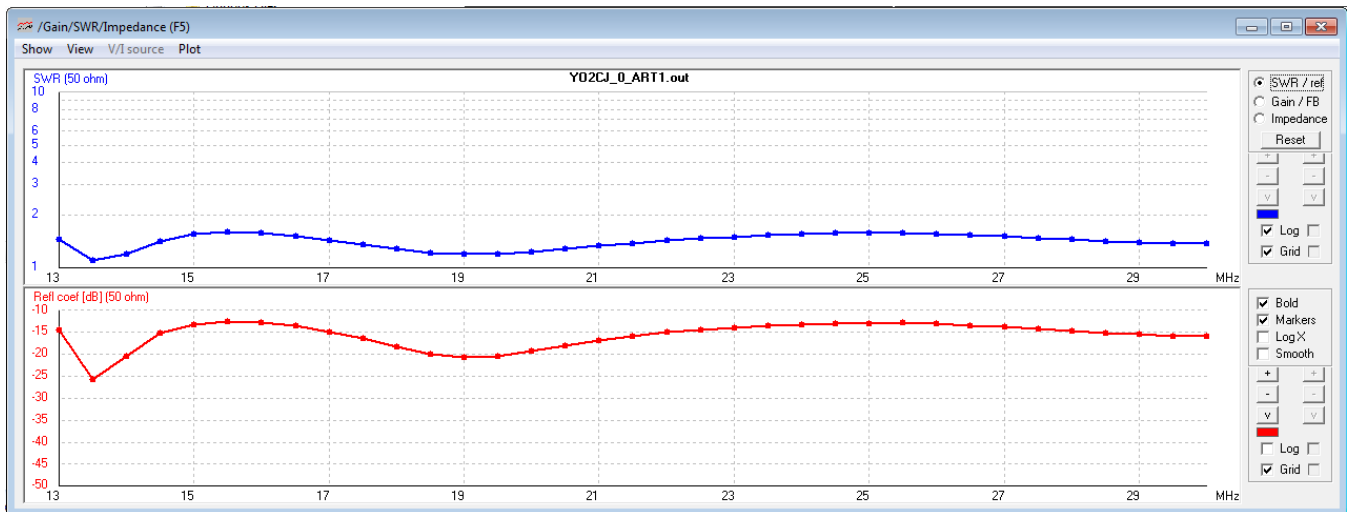
Este util de menționat că procesul de optimizare poate avea o durată remarcabilă funcție de numărul de parametri selectați simultan și de memoria și viteza de lucru a calculatorului. Pentru calculatorul meu cu parametrii medii de funcționare: Win7 pe 32 de biți, 4GB memorie din care Win7 vede numai 3GB și un procesor Intel E8400 la 3GHz pentru un proces de optimizare cu un singur parametru durata a fost de cca. 1 minut iar pentru un proces de optimizare cu toți cei 5 parametri a fost de cca. 15 de minute. Deci atenție la capacitatea de calcul pe care o aveți atunci când doriți să faceți o optimizare. Durata mai depinde și de complexitatea constructivă a antenei, numărul de taguri și numărul de segmente definite în tabul Geometry.



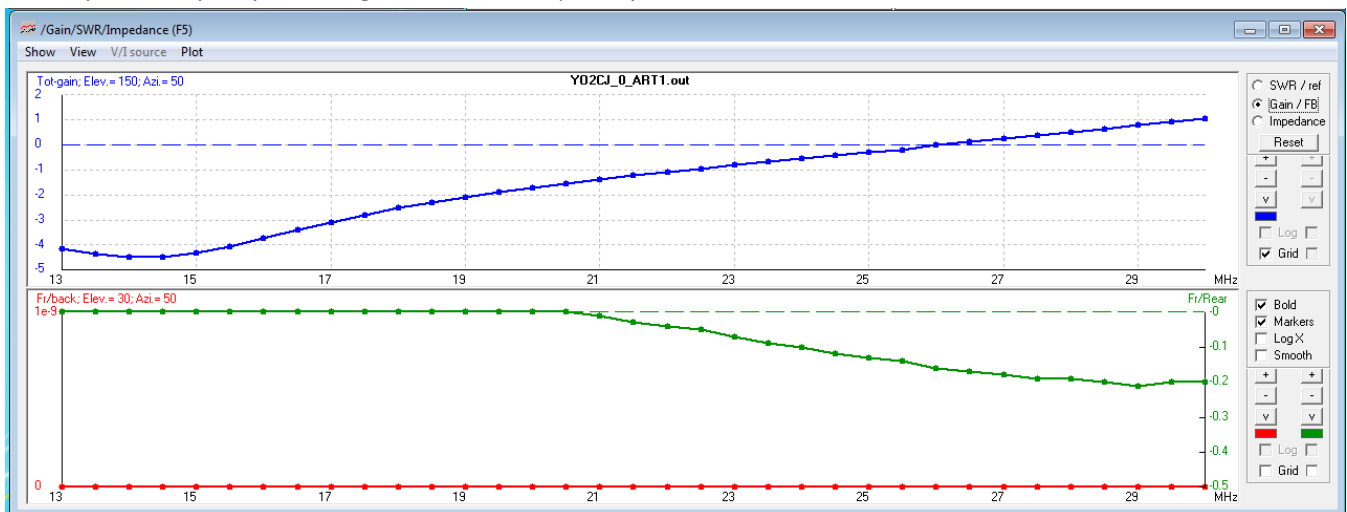
Prin optimizările succesive făcute de Codruț sau obținut rezultatele care sunt prezentate în figura alăturată. Fișierul final optimizat, după ce i s-au verificat toate caracteristicile pentru frecvențele de interes și sau vizualizat curbele caracteristice pentru parametrii electrici în lărgimea de bandă 13 la 30 MHz, a fost salvat cu o nouă denumire YO2CJ_0_ART1 pentru a face loc și altor variante de optimizare. Sunt prezentate în continuare soluțiile obținute pentru această variantă.



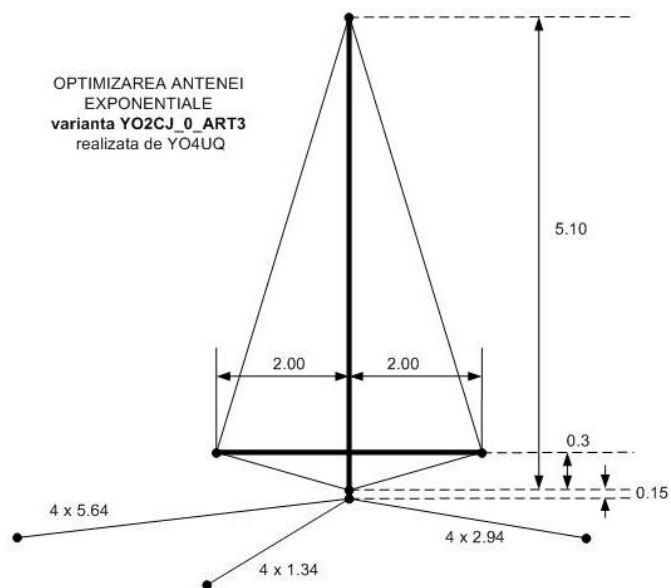
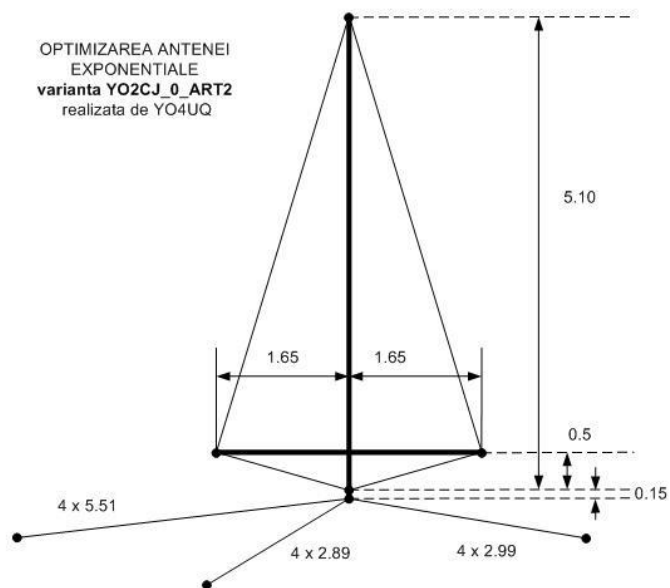
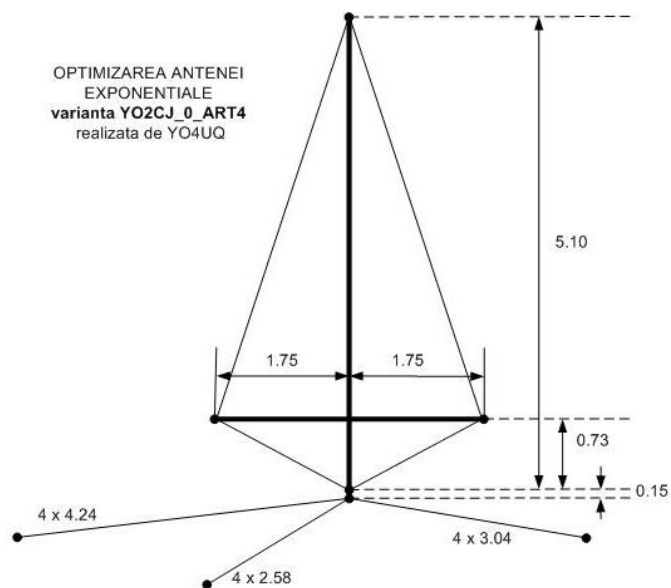
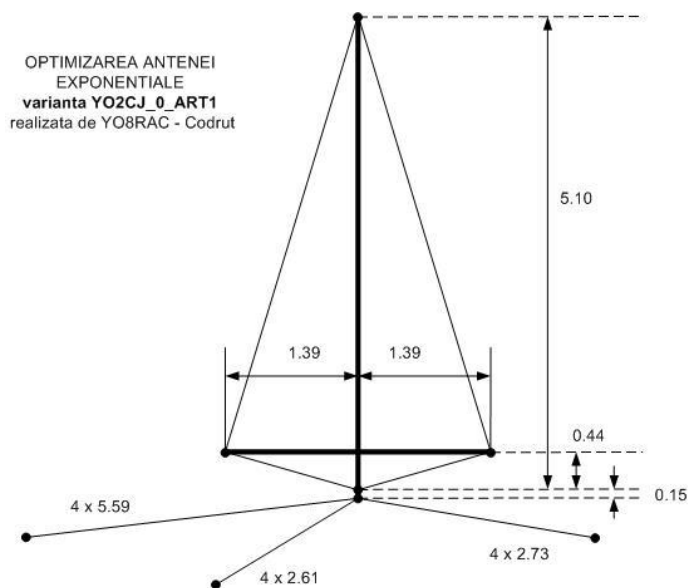
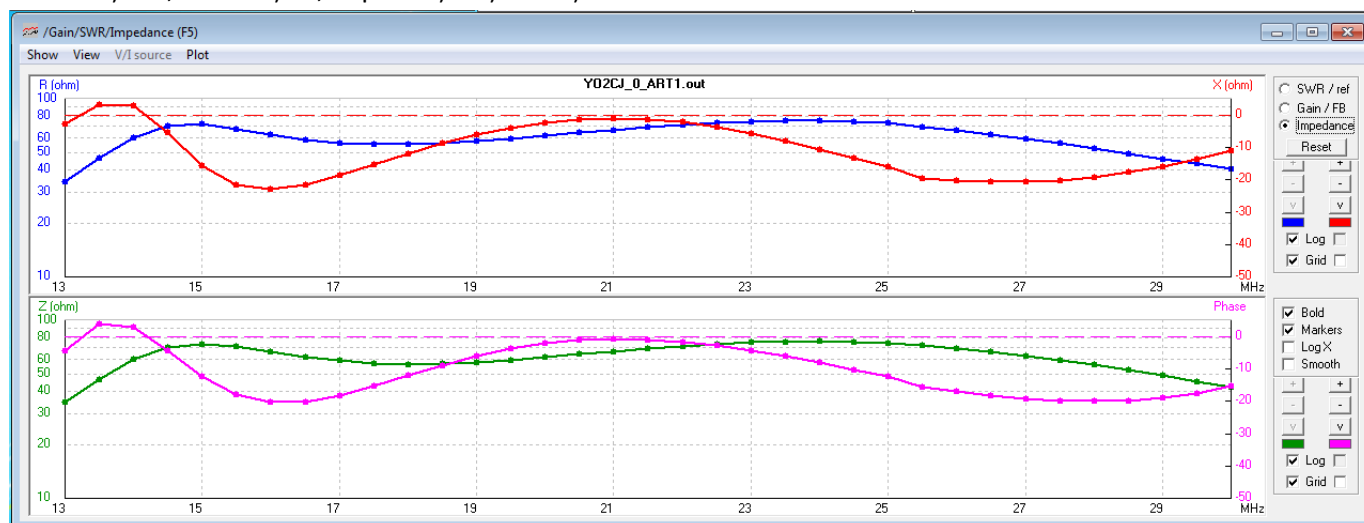
Graficul de eșantionare cu pasul de 0.5MHz între 13 și 30MHz pentru SWR și RL.



Graficul pentru câștigul antenei Gain și Forward/Backward în același interval de frecvențe. Se observă un Gain foarte prost în aproape toată gama de frecvențe acoperită.



Rezistența Rs, reactanța X, impedanța Z și variația fazei în intervalul 13 la 30 MHz.



Cum arată parametrii constructivi pentru cele 4 variante de optimizare.

Parametrii constructivi	YO8RAC YO2CJ_0_ART1	YO4UQ YO2CJ_0_ART2	YO4UQ YO2CJ_0_ART3	YO4UQ YO2CJ_0_ART4
Înălțimea H	5,25	5,25	5,25	5,25
Diametrul mediu D	1,39	1,65	2,00	1,75
Înălțimea la D mediu	0,44	0,5	0,3	0,73
4 x radiale 14MHz	5,59	5,51	5,46	4,24
4 x radiale 21MHz	2,61	2,99	1,34	3,04
4 x radiale 28 MHz	2,73	2,89	2,94	2,58

Dimensiunile sunt date în metri cu rezoluție la nivel de cm.

Înălțimea H este dată de la punctul rece al radialelor plus 0.15m izolatorul de montare și conexiunea caldă.

Înălțimea la D mediu este de la punctul cald la diametrul mediu D al radianelor.

Sunt 12 radiale decalate între ele la 30 de grade, perechi de câte 4 la 90 de grade.

Parametrii electrici obținuți pentru cele 5 benzi acoperite în soluțiile optimizate de bandă largă.

YO2CJ_0_ART1 alias YO8RAC YO2CJ_RADIAL_MB_PARAM_OPT_6					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	49.8+j9.03	49.36	1.2	12.2
18.1	16.56	79.9+j0	75.10	1.35	16.76
21.05	14.24	69.4-j2.21	69.22	1.39	21.64
24.95	12.02	74.9-j15.6	76.37	1.61	27.83
28.05	10.69	54.5-j19.4	58.23	1.46	34.22
YO2CJ_0_ART2 YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	49.7+j8.28	49.26	1.18	11.91
18.1	16.56	74.6+j1.66	60.44	1.12	17.56
21.05	14.24	70.8+j10.9	71.35	1.48	22.08
24.95	12.02	77-j5.59	77.08	1.55	27.96
28.05	10.69	58-j9.73	59.16	1.26	34.36
YO2CJ_0_ART3 YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	53.6+j24.4	57.43	1.6	10.83
21.34	16.56	63.6-j14.4	65.83	1.42	15.46
16.56	14.24	65-j0.06	64.87	1.3	20.71
14.24	12.02	64.7-j2.13	64.58	1.3	25.94
12.02	10.69	56+j3.34	56.20	1.14	29.81
YO2CJ_0_ART4 YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	29.5-j0	29.19	1.7	16.84
18.1	16.56	85.3+18.4	87.06	1.82	18.52
21.05	14.24	85.5+J5.16	88.40	1.78	24.01
24.95	12.02	67.9-J24.7	71.56	1.68	31.96
28.05	10.69	42.7-J6.76	43.61	1.24	42.72

În continuare sunt prezentat tab-ul Geometry din varianta YO8RAC în care coordonatele spațiale X, Y, Z ale elementelor din care este construită antena (tag-urile optimizate) sunt date în valori absolute cu rezoluția la nivel de centimetrii. Dacă aveți răbdarea să încărcați tab-ul Geometry cu aceste valori și rulați 4NEC2 obțineți soluția prezentată și o antenă perfect realizabilă fizic. Nu uitați setările în taburile Source/Load și Freq./Ground.

YO2CJ_0_ART1.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options

Default straight line wire-element Upd Ins. Del.

Symbols **Geometry** Source/Load Freq./Ground Others Comment

Geometry (Scaling=Meters) Use wire tapering

Nr	Type	Tag	Segs	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Radius
1	Wire	1	40	0	0	5.25	1.4	0	0.44	0.001
2	Wire	2	20	1.4	0	0.44	0	0	0.15	0.001
3	Wire	3	40	0	0	5.25	0.7	1.2	0.44	0.001
4	Wire	4	20	0.7	1.2	0.44	0	0	0.15	0.001
5	Wire	5	40	0	0	5.25	-0.7	1.2	0.44	0.001
6	Wire	6	20	-0.7	1.2	0.44	0	0	0.15	0.001
7	Wire	7	40	0	0	5.25	-1.4	0	0.44	0.001
8	Wire	8	20	-1.4	0	0.44	0	0	0.15	0.001
9	Wire	9	40	0	0	5.25	-0.7	-1.2	0.44	0.001
10	Wire	10	20	-0.7	-1.2	0.44	0	0	0.15	0.001
11	Wire	11	40	0	0	5.25	0.7	-1.2	0.44	0.001
12	Wire	12	20	0.7	-1.2	0.44	0	0	0.15	0.001
13	Wire	13	1	0	0	0.15	0	0	0.05	0.001
14	Wire	14	40	0	0	0.05	5.59	0	0.01	0.001
15	Wire	15	40	0	0	0.05	2.25	1.3	0.01	0.001
16	Wire	16	40	0	0	0.05	1.36	2.36	0.01	0.001
17	Wire	17	40	0	0	0.05	0	5.59	0.01	0.001
18	Wire	18	40	0	0	0.05	-1.3	2.25	0.01	0.001
19	Wire	19	40	0	0	0.05	-2.36	1.36	0.01	0.001
20	Wire	20	40	0	0	0.05	-5.59	0	0.01	0.001
21	Wire	21	40	0	0	0.05	-2.25	-1.3	0.01	0.001
22	Wire	22	40	0	0	0.05	-1.36	-2.36	0.01	0.001
23	Wire	23	40	0	0	0.05	0	-5.59	0.01	0.001
24	Wire	24	40	0	0	0.05	1.3	-2.25	0.01	0.001
25	Wire	40	40	0	0	0.05	2.36	-1.36	0.01	0.001

2. Antena exponențială ameliorată. O variantă constructivă specială propusă de YO4UQ.

Bazat pe rezultatele obținute până în acest moment am încercat o variantă mai complexă în scopul de a determina o ameliorare a rezultatelor. S-au propus ca elemente constructive:

- păstrarea înălțimii antenei.
- suplimentarea numărului de elemente radiante filare de la 6 la 12 aranjate stelar cu un pas de 30 de grade.
- un număr de câte 4 radiale acordate (prin optimizare) pe fiecare din cele trei benzi (14, 21, 28MHz) aranjate simetric la 90 de grade pe fiecare bandă și decalate câte trei, între benzi, cu 30 de grade.
- optimizarea pe aceleași elemente constructive: înălțimea cercului mijlociu, raza cercului mijlociu și lungimea radialelor.
- suplimentar după constatări a apărut un element nou de optimizare, încărcarea capacitivă a antenei.

Constatări:

Prin adăugarea elementelor radiante filare antena a căpătat o încărcare inductivă suplimentară. Pentru a compensa această încărcare inductivă s-a aranjat în vârful antenei o încărcare capacitivă formată din 12 "spițe" stelate. A fost adăugat simbolul C drept parametru de optimizare pentru determinarea lungimii spițelor și obținerii unei capacitați de compensare convenabile. Rezultatul multiplelor cicluri de optimizare a fost obținerea unei antene de bandă largă cu un SWR permanent sub 1:2 pentru toată gama de la 13 la 30MHz și ameliorarea câștigului de la -2.6dBi la 14MHz la +2.6dBi la 28MHz. Rezultatele dimensionale constructive s-au păstrat convenabile. Este prezentat tabul Geometry parametrizat care permite optimizarea după mai mulți parametrii.

ALL_12_wires_1.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options

Default straight line wire-element Upd Ins Del

Symbols		Geometry			Source/Load	Freq./Ground	Others			Comment
Geometry (Scaling=Meters)										
Nr	Type	Tag	Segs	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	Radius
1	Wire	1	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(000)	Radius14M*sin(000)	HightExpo	0.001
2	Wire	2	20	Radius14M*cos(000)	Radius14M*sin(000)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
3	Wire	3	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(060)	Radius14M*sin(060)	HightExpo	0.001
4	Wire	4	20	Radius14M*cos(060)	Radius14M*sin(060)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
5	Wire	5	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(120)	Radius14M*sin(120)	HightExpo	0.001
6	Wire	6	20	Radius14M*cos(120)	Radius14M*sin(120)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
7	Wire	7	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(180)	Radius14M*sin(180)	HightExpo	0.001
8	Wire	8	20	Radius14M*cos(180)	Radius14M*sin(180)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
9	Wire	9	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(240)	Radius14M*sin(240)	HightExpo	0.001
10	Wire	10	20	Radius14M*cos(240)	Radius14M*sin(240)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
11	Wire	11	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(300)	Radius14M*sin(300)	HightExpo	0.001
12	Wire	12	20	Radius14M*cos(300)	Radius14M*sin(300)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
13	Wire	13	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(030)	Radius14M*sin(030)	HightExpo	0.001
14	Wire	14	20	Radius14M*cos(030)	Radius14M*sin(030)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
15	Wire	15	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(090)	Radius14M*sin(090)	HightExpo	0.001
16	Wire	16	20	Radius14M*cos(090)	Radius14M*sin(090)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
17	Wire	17	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(150)	Radius14M*sin(150)	HightExpo	0.001
18	Wire	18	20	Radius14M*cos(150)	Radius14M*sin(150)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
19	Wire	19	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(210)	Radius14M*sin(210)	HightExpo	0.001
20	Wire	20	20	Radius14M*cos(210)	Radius14M*sin(210)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
21	Wire	21	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(270)	Radius14M*sin(270)	HightExpo	0.001
22	Wire	22	20	Radius14M*cos(270)	Radius14M*sin(270)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
23	Wire	23	40	0	0	Hight14M	Radius14M*cos(330)	Radius14M*sin(330)	HightExpo	0.001
24	Wire	24	20	Radius14M*cos(330)	Radius14M*sin(330)	HightExpo	0	0	0.15	0.001
25	Wire	25	1	0	0	0.15	0	0	0.05	0.001
26	Wire	26	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(000)	Cw14M*sin(000)	0.01	0.001
27	Wire	27	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(030)	Cw21M*sin(030)	0.01	0.001
28	Wire	28	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(060)	Cw28M*sin(060)	0.01	0.001
29	Wire	29	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(090)	Cw14M*sin(090)	0.01	0.001
30	Wire	30	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(120)	Cw21M*sin(120)	0.01	0.001
31	Wire	31	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(150)	Cw28M*sin(150)	0.01	0.001
32	Wire	32	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(180)	Cw14M*sin(180)	0.01	0.001
33	Wire	33	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(210)	Cw21M*sin(210)	0.01	0.001
34	Wire	34	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(240)	Cw28M*sin(240)	0.01	0.001
35	Wire	35	40	0	0	0.05	Cw14M*cos(270)	Cw14M*sin(270)	0.01	0.001
36	Wire	36	40	0	0	0.05	Cw21M*cos(300)	Cw14M*sin(300)	0.01	0.001
37	Wire	37	40	0	0	0.05	Cw28M*cos(330)	Cw28M*sin(330)	0.01	0.001
38	Wire	38	10	0	0	5.25	C*cos(000)	C*sin(000)	5.25	0.002
39	Wire	39	10	0	0	5.25	C*cos(030)	C*sin(030)	5.25	0.002
40	Wire	40	10	0	0	5.25	C*cos(060)	C*sin(060)	5.25	0.002
41	Wire	41	10	0	0	5.25	C*cos(090)	C*sin(090)	5.25	0.002
42	Wire	42	10	0	0	5.25	C*cos(120)	C*sin(120)	5.25	0.002
43	Wire	43	10	0	0	5.25	C*cos(150)	C*sin(150)	5.25	0.002
44	Wire	44	10	0	0	5.25	C*cos(180)	C*sin(180)	5.25	0.002
45	Wire	45	10	0	0	5.25	C*cos(210)	C*sin(210)	5.25	0.002
46	Wire	46	10	0	0	5.25	C*cos(240)	C*sin(240)	5.25	0.002
47	Wire	47	10	0	0	5.25	C*cos(270)	C*sin(240)	5.25	0.002
48	Wire	48	10	0	0	5.25	C*cos(300)	C*sin(300)	5.25	0.002
49	Wire	49	10	0	0	5.25	C*cos(330)	C*sin(330)	5.25	0.002

Ca urmare a mai multor cicluri de optimizare încercate s-au obținut și două rezultate semnificative în care s-au realizat atât un bun raport de unde staționare cât și o ameliorare a câștigului în toată banda de la 13 la 30MHz. Valorile dimensionale ameliorate ca urmare a optimizării sunt prezentate în tabul Symbols din captura de ecran alăturată. Aceste variante au fost realizate cu radialele la sol, antena ridicată doar pe izolatorul de bază.

Puțin mai jos este postat și tabelul cu principalii parametri radioelectrici ai celor două variante optimizate.

Ca anexe la prezentul material vor fi date toate fișierele .nec care pot fi lansate cu 4NEC2 și testate de către dumnevoastră.

ALL_12_wires_1.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options

Symbol/Variable with value or equation Upd Ins. Del. Copy Paste

Symbols	Geometry	Source/Load	Freq./Ground	Others	Comment
Symbols					
Nr	Symbols and equations	comment			
1	Hight14M=5.25				
2	Radius14M=1.704286				
3	HightExpo=1.515497				
4	Cw14M=4.038301				
5	Cw21M=3.287232				
6	Cw28M=6.602451				
7	C=0.508				

Scaling

Meters
 Feet
 Inch
 Wave-length
 Custom Factor

Main [V5.8.14] (F2)

File Edit Settings Calculate Window Show Run Help

Filename: ALL_12_wires_1.out

Frequency: 28 Mhz
Wavelength: 10.71 mtr

Voltage: 74.1 +j0V
Current: 1.35 -j0.25A

Impedance: 53 +j9.86
Parallel form: 54.9 //j295

S.W.R.50: 1.22
Efficiency: 100 %
Radiat-eff: %
RDF [dB]:

Environment: Loads Polar

GROUND PLANE SPECIFIED.
WHERE WIRE ENDS TOUCH GROUND, CURRENT WILL BE INTERPOLATED.
FINITE GROUND. SOMMERFELD SOLUTION

Comment:

Seg's/patches: 1321
Pattern lines: 1295
Freq/Eval steps: 35
Calculation time: 154.719 s

Theta: -90 90 37 5
Phi: 115 115 1 0

Geometry (F3)

Show View Validate Currents Far-field Near-field Segm.

Plot: ALL_12_wires_1.out 28 Mhz

Elev. : 38 Axis : 5 mtr Azi. : 178

Pattern (F4)

Show Farfield Nearfield Compare Transfer Fftab Plot

Tot-gain [dBi] Vertical plane

Freq=13

ALL_12_wires_1.out
Azi. = 335

-999 < dBi < -2.8

/Gain/SWR/Impedance (F5)

Show View V/I/source Plot

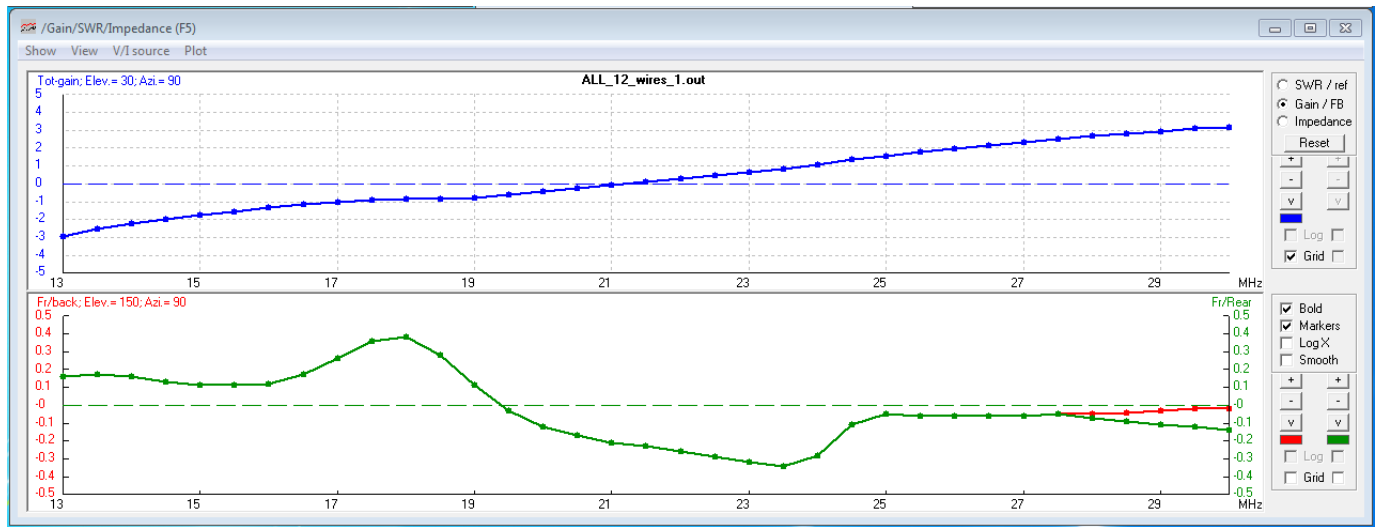
SWR [50 ohm] ALL_12_wires_1.out

Refl coef [dB] [50 ohm]

Legend: SWR / ref, Gain / FB, Impedance

Options: Log, Grid, Bold, Markers, Log X, Smooth

Se vede în continuare ameliorarea Gain în toată banda de la 13 la 30 MHz. Se vede câștigul total pentru elevația de 30° crescând linear de la -2dBi la 14MHz la +3dBi la 28MHz



Tabelul cu parametrii electrici pentru cele două variante ameliorate.

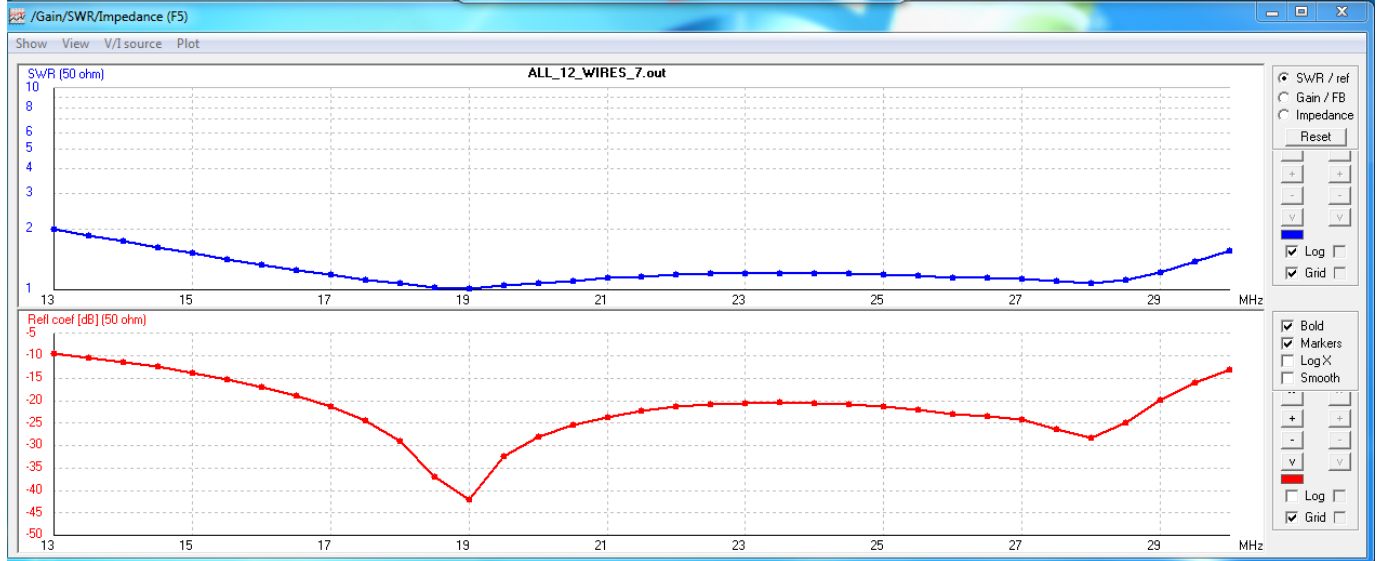
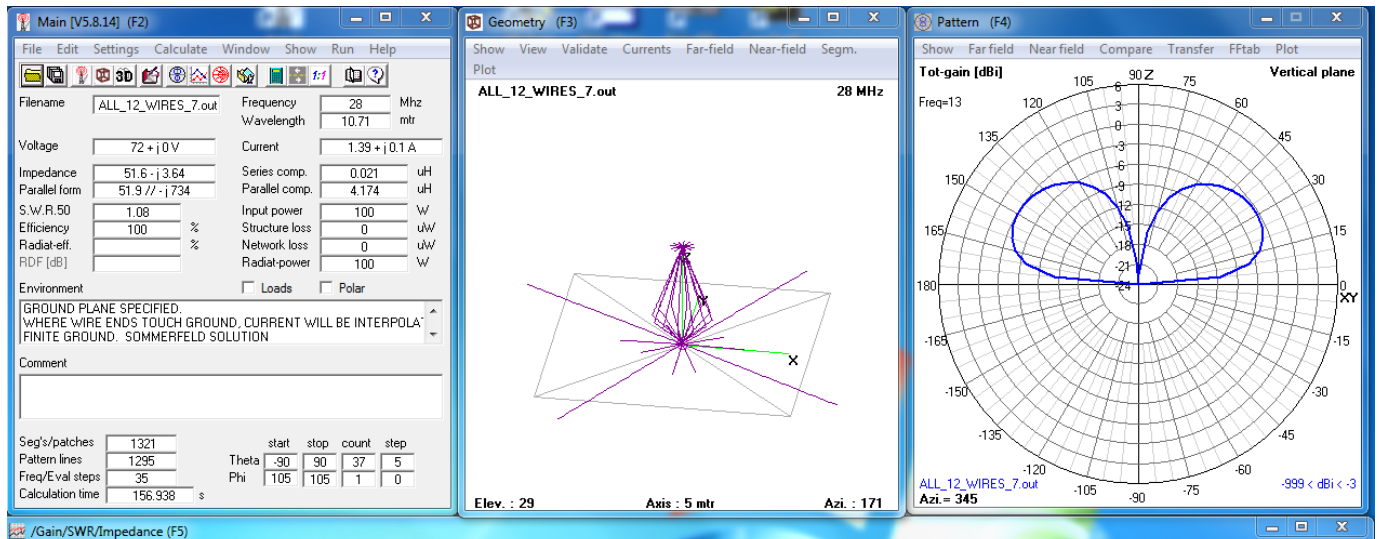
ALL_12_wires_1 YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	29.8-j4.08	30.14	1.69	18.01
18.1	16.56	52.7+j22.8	56.75	1.56	24.03
21.05	14.24	57.3+j25	62.25	1.62	30.74
24.95	12.02	72.4+j17	74.21	1.59	44.67
28.05	10.69	52.6+j10.1	53.95	1.22	60.23
ALL_12_wires_7 YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	41.8-j241	48.45	1.73	48.45
18.1	16.56	47.8-j2.07	47.59	1.06	47.59
21.05	14.24	55+j4.81	55.30	1.14	55.30
24.95	12.02	59.2+j2.53	59.16	1.19	59.16
28.05	10.69	52.2-3.81	51.73	1.08	51.73

Parametrii constructivi	ALL_12_wires_1	ALL_12_wires_7
Înălțimea Hight	5,25	5,25
Raza medie Radius	1,7	1,4
Înălțimea la Radius	1,52	1,47
4 x radiale 14MHz	4,04	2,94
4 x radiale 21MHz	3,29	2,08
4 x radiale 28 MHz	6,6	9,24
C capacitatea vârf	12 x 0,5m	12 x 0,6m

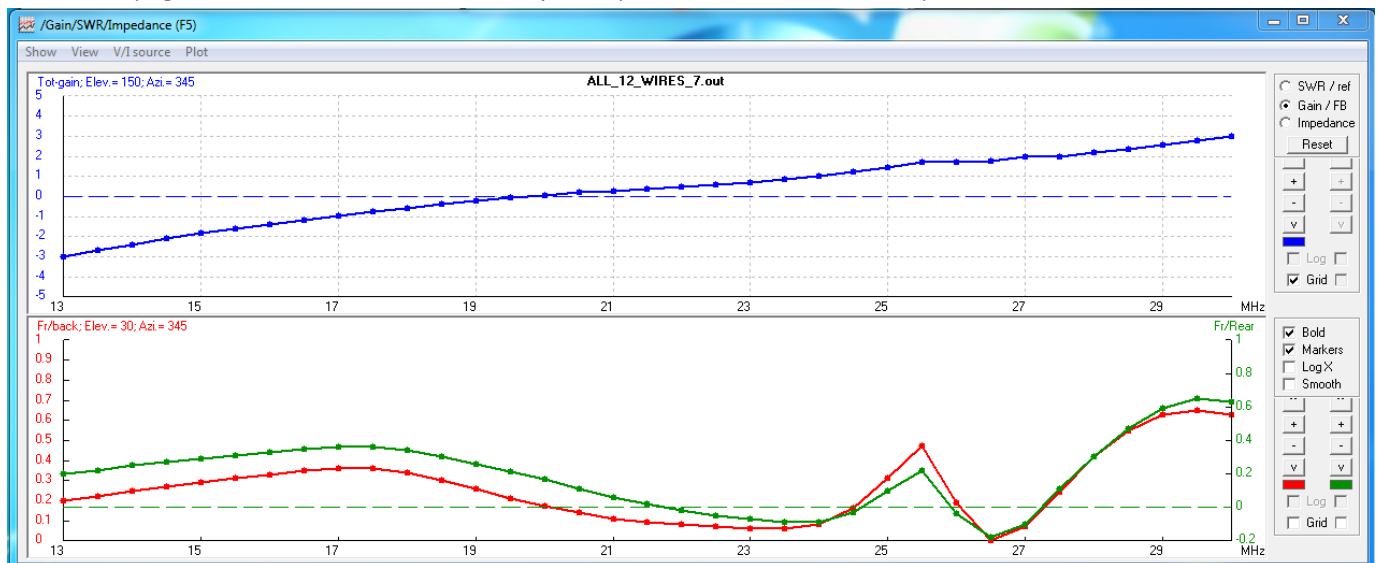
În cea de a doua variantă din tabelul de mai sus **ALL_12_wires_7** sau obținut parametrii de adaptare foarte buni iar câștigul a fost similar cu cel din prima variantă. Eficiența de radiație s-a uniformizat pentru întreaga lărgime de bandă. **S-a obținut o adevărată antenă de bandă largă pentru toate benzile între 14 și 28MHz.**

Nu trebuie să vă mirați de lungimile radialelor generate de către 4NEC2 în procesele de optimizare. În corelare cu toate celelalte elemente constructive și caracteristicile solului "Măria Sa Programul" care conține algoritmi matematici de optimizare pentru a minimiza SWR și reactanța X_s a făcut ce știe el mai bine și a scos un rezultat corespunzător. Am marcat cu roz cei mai buni parametrii electrici și dimensionali.

Poate cineva, cândva, va încerca să construiască această antenă și să comunice rezultatele.

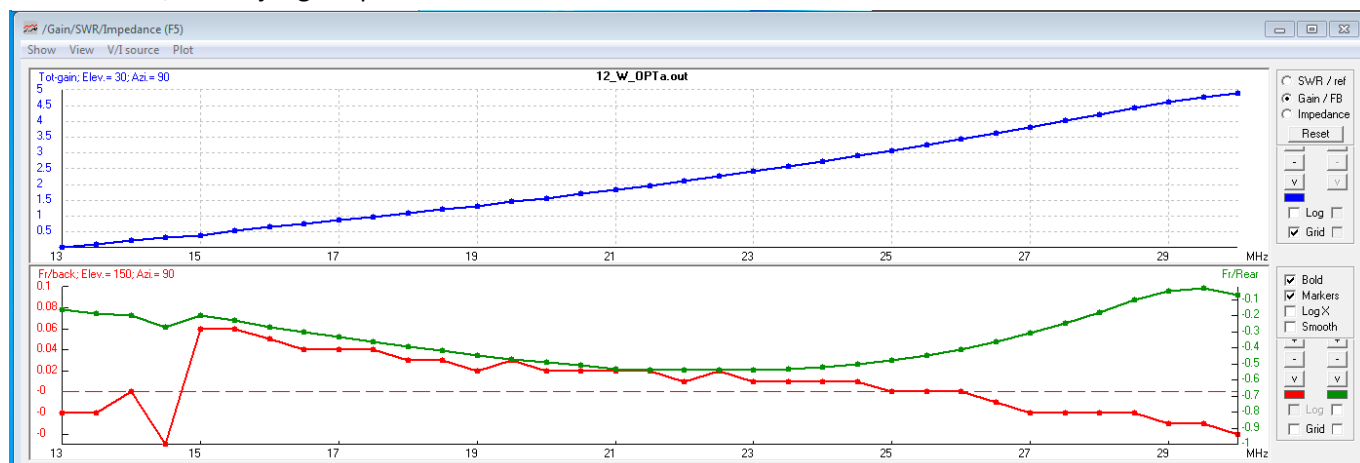


Câștigul total ameliorat al antenei exponențiale la sol cu 12 radiante și 12 radiale acordate.



Ca o ultimă variantă de optimizare, pentru a încerca în continuare să ameliorăm câștigul antenei, s-a recurs la soluția ridicării acesteia de la sol astfel încât radialele (de data acesta de lungime fixă, nerezonante) să facă clasicul unghi de 120 grade între două radiale opuse față de verticală. Rezultatele nu mai sunt la fel de bune ca pentru antena aranjată la sol. În schimb s-a ameliorat semnificativ câștigul total.

Pentru a nu aglomera spațiul de postare vom da numai captura de ecran care să arate ameliorarea câștigului și marcate cu roz dimensiunile. Se observă ameliorarea câștigului care este pozitiv pe tot intervalul de la 14 la 28 MHz, unde ajunge la peste +4dBi.

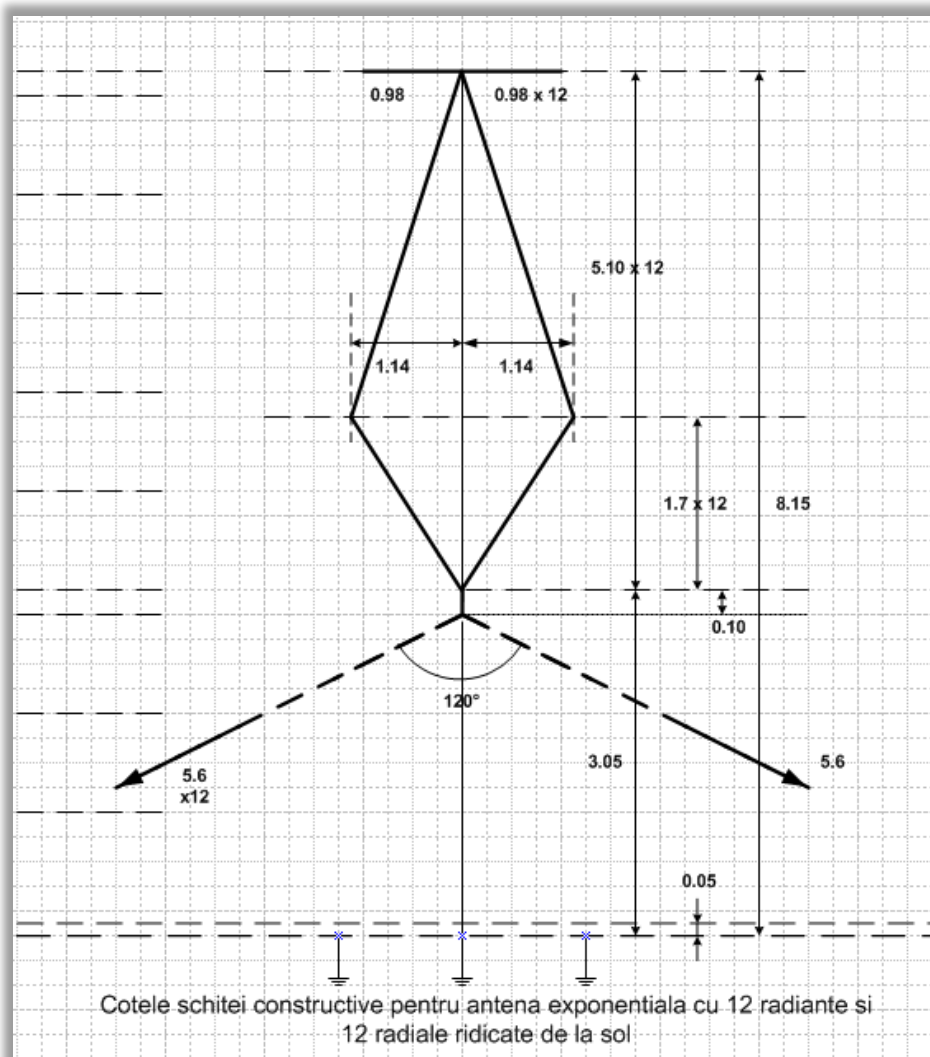
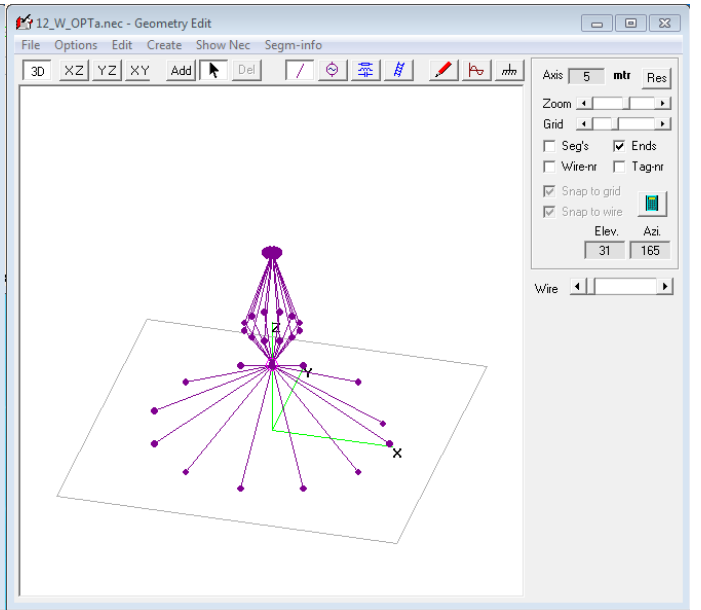
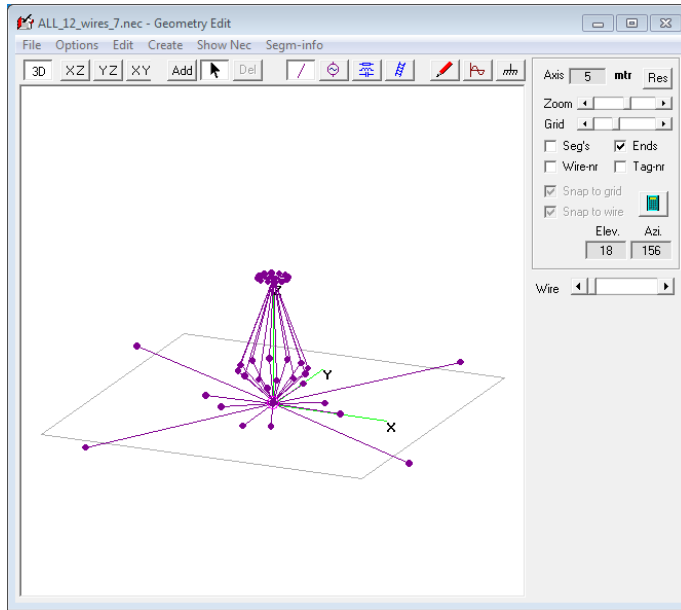


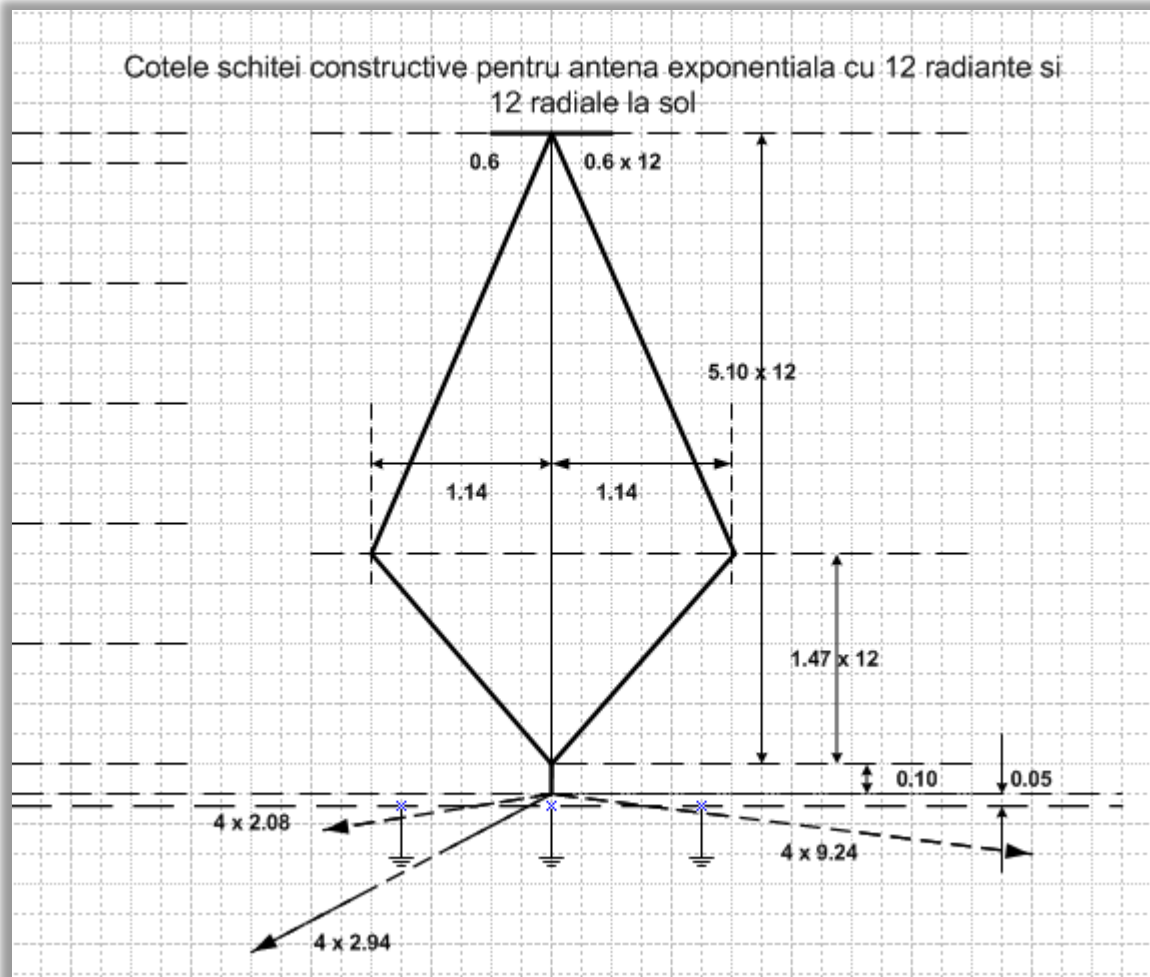
Tabelul cu parametrii electrici ai antenei cu 12 radianate si 12 radiale fixe ridicata de la sol

12_W_OPTa YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	37.7+j21.6	42.90	1.76	30.81
18.1	16.56	72.1+j59.2	91.88	2.74	38.58
21.05	14.24	114+j66.8	131.74	3.19	47.82
24.95	12.02	121+j21.2	153.74	3.11	67.25
28.05	10.69	132-j9.68	132.31	2.65	89.8
12_W_OPTd YO4UQ					
Fq [MHz]	λ [m]	Z [Ω]	modul Z [Ω]	SWR	Rad eff. [%]
14.05	21.34	51.2+j34.6	61.0	1.96	31.49
18.1	16.56	114+57.6	125.6	2.96	43.03
21.05	14.24	148-j0.06	148	2.95	61.61
24.95	12.02	66.1-j10.6	66.1	1.4	11.7
28.05	10.69	78.5+j66.9	101.3	3.02	94.43

Parametrii constructivi	12_W_OPTa	12_W_OPTd
Înălțimea Hight	5,10	5,10
Raza medie Radius	1,14	1,14
Înălțimea la Radius	1,7	1,7
4 x radiale 14MHz	5,6	5,6
4 x radiale 21MHz	5,6	5,6
4 x radiale 28 MHz	5,6	5,6
C capacitatea vârf	12 x 0,3m	12 x 0,98m
Urcarea antenei H	3,05	3,05

Așa arată schițele celor două antene exponențiale cu câte 12 elemente radiante și tot atâtea radiale pentru care s-au obținut cele mai bune optimizări. Prima, **ALL_12_radials_7** cu radialele la sol și cea de a doua **12_W_OPTa** ridicată de la sol cu 3m și radiale de lungime fixă încliate. Dimensiunile sunt date în tabelele de mai sus. Capturile de ecran alăturate au fost făcute din 4NEC2 unde din meniul principal s-a ales Setting > Geometry Edit iar apoi s-a activat tot din meniul principal Edit.





Scurte concluzii.

- Mulțumesc încă odată lui Codruț pentru ideie. Reluarea optimizărilor a fost de-a dreptul incitantă și rezultatele chiar au depășit așteptările.
- Se relevă încă odată puterea simulatoarelor de antene în proiectarea sau măcar în evaluarea performanțelor. Acum nu mai este cazul să-i credem pe diverșii ofertanți pe cuvânt ci avem posibilitatea chiar să verificăm, cel puțin pentru antenele mai simple, parametrii ofertei.
- “Cârcotașii” vor spune că au lucrat la fel de bine DX-uri și cu un fir lung sau cu o antenă de o formă bizară, aranjată la nimereală și că nu este nevoie de atâta analiză. Din punctul lor de vedere s-ar putea să aibă dreptate... dar antenele de construcție nouă, industriale sau de amator oferite astăzi, sunt toate trecute prin studii de optimizare.
- Pentru prietenul nostru Morel 4X1AD, pe care îl știm bun cunoscător al antenelor, am atașat două fișiere .nec pentru benzile joase de 3,5 și 7 MHz ale antenei exponențiale descrise de YO2CJ în cartea sa. Din păcate după mai multe încercări de optimizare nu am reușit să ajung la un rezultat convingător. Poate Morel va reuși.

Anexe atașate.

- Sub formă compressată: fișierele .nec executabile **NEC_files** ; capturi de ecran ca exemple pentru situațiile analizate **YO8RAC_ART1_ARC4** variantele cu 6 radiante, **Wire_12_JOS** variantele cu 12 radiante la sol, **Wire_12_SUS** variantele cu 12 radiante ridicate și radiale înclinate.
- Articolul sub formă .pdf.