

Uticaj veličine proreza košuljice različitog oblika na parametre koaksijalnog voda

Miloš M. Marinović

Sadržaj - U radu je prikazan uticaj promene veličine proreza košuljice koaksijalnog voda, na njegove parametre. Kao što je poznato, prorezani koaksijalni vodovi se, između ostalog, primenjuju za prenos radio signala u tunelima i na mostovima, tako da je od velike važnosti tačan proračun samih parametara voda. Upoređeni su parametri vodova, sa košuljicama kvadratnog i petougaoanog poprečnog preseka. Iako se ovakav oblik košuljica ne sreće često u praksi, u zavisnosti od problema sa kojima se projektanti ovakvih sistema mogu susresti, sasvim sigurno se može naći slučaj, gde će bas ovakav tip košuljice biti mnogo povoljniji za upotrebu, od standardnog koaksijalnog voda. Proračun je izvršen korišćenjem programskog paketa TEMline.

Ključne reči - Koaksijalni kabl sa četvorougaoanim i petougaoanim ekranom, Metod ekvivalentne elektrode, prorezani koaksijalni vod, TEMline.

I. UVOD

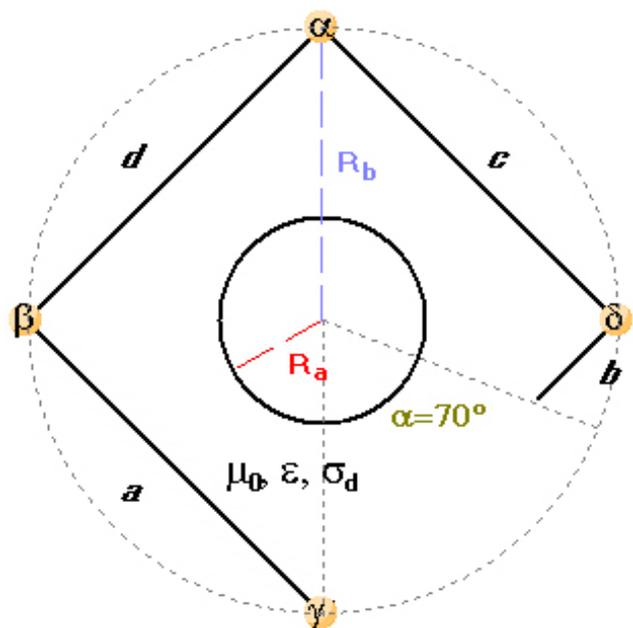
U radu je prikazan uticaj promene veličine proreza košuljice koaksijalnog voda, na njegove parametre. Proračun je izvršen korišćenjem programskog paketa TEMline [1]. Prorezani koaksijalni vodovi se, osim za ostvarivanje radio veze u oknima tunela, rudnika, u metroima i na železnici, koriste i pri izradi memnih linija, transformatora za simetriranje, za kontrolisanje i upravljanje procesima na trakama za proizvodnju. U literaturi se za proračun karakterističnih parametara ovog voda, pominju približni numerički pristupi, do kojih su došli Duncan i Minerva [2], primenjujući za rešavanje varijacioni metod i Gunston [3]. Veoma dobri rezultati dobijeni su i u [4, 5], gde je raspodela potencijala u prorezanom koaksijalnom vodu pretpostavljena u obliku konačnog funkcionalnog reda sa harmonijskim funkcijama razvoja, a koeficijenti određeni tako, da granični uslovi budu što bolje zadovoljeni. Parametri prorezanog koaksijalnog voda, su takođe određivani, u slučaju voda čija je košuljica pravougaoanog poprečnog preseka [6].

Sam programski paket koji je korišćen za proračun karakterističnih parametara prorezanih vodova, kada je košuljica oblika kvadrata i pravilnog petougla, baziran je na Metodu Ekvivalentne Elektrode (MEE). U suštini primene metoda je ideja, da se proizvoljno oblikovane elektrode zamene sistemom ekvivalentnih elektroda, koje se tako dimenzionišu i raspoređuju po površini tela, da ga u potpunosti zamenjuju [7, 8]. Ekvivalentne elektrode se

postavljaju po površini elektroda i ekvipotencijalne su, nalaze se na istom potencijalu kao i sama elektroda. Tako se za određivanje opterećenja ekvivalentnih elektroda koriste sistemi linearnih jednačina, dobijeni pomoću graničnog uslova da su elektrode ekvipotencijalne. Kada se reši ovaj sistem linearnih jednačina i odrede nepoznata opterećenja ekvivalentnih elektroda, potrebna izračunavanja se dobijaju na uobičajeni način. Sistem je uvek dobro uslovljen, jer se na glavnoj dijagonali nalaze najveći elementi.

II. NUMERIČKI REZULTATI

Na slici 1. prikazan je poprečni presek koaksijalnog voda sa košuljicom oblika kvadrata i prorezom od 70° . Slika je eksportovana iz programskog paketa TEMline.



Sl. 1. Poprečni presek prorezanog koaksijalnog voda, sa košuljicom oblika kvadrata

U tabelama 1 i 2 prikazani su rezultati proračuna karakterističnih parametara, kada je odnos poluprečnika unutrašnjeg voda i košuljice konstantan, a menja se veličina proreza, od 0° do 120° , u koracima od 10° .

U tabeli 3 prikazana je zavisnost karakteristične impedanse, Z_c (Ω), od odnosa poluprečnika spoljašnjeg i unutrašnjeg provodnika voda, pri čemu je prorez konstantan i ima vrednost 30° , 60° , 90° i 120° .

Broj upotrebljenih ekvivalentnih elektroda po proračunu je konstantan i iznosi 500.

TABELA 1: VREDNOST KARAKTERISTIČNIH PARAMETARA PROREZANOG KOAKSIJALNOG VODA, KADA KOŠULJICA IMA OBLIK KVADRATA

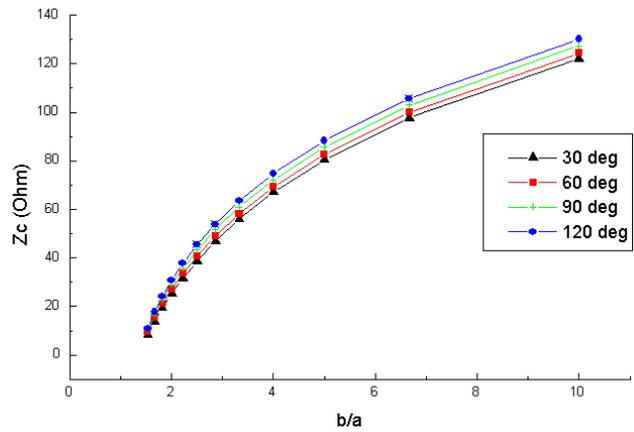
b/a	prorez (°)	Zc (Ω)	C' (pF/m)
2.5	0	38.378	86.855
	10	38.39	86.829
	20	38.502	86.575
	30	38.78	85.954
	40	39.268	84.887
	50	39.956	83.426
	60	40.802	81.695
	70	41.748	79.843
	80	42.66	78.136
	90	43.271	77.034
	100	43.757	76.178
	110	44.483	74.935
	120	45.481	73.29

TABELA 2: VREDNOST KARAKTERISTIČNIH PARAMETARA PROREZANOG KOAKSIJALNOG VODA, KADA KOŠULJICA IMA OBLIK KVADRATA

b/a	prorez (°)	Zc (Ω)	C' (pF/m)
5	0	80.058	41.636
	10	80.074	41.628
	20	80.183	41.572
	30	80.469	41.424
	40	80.979	41.163
	50	81.714	40.793
	60	82.658	40.327
	70	83.744	39.804
	80	84.838	39.29
	90	85.603	38.939
	100	86.21	38.665
	110	87.113	38.264
	120	88.339	37.733

TABELA 3: VREDNOST KARAKTERISTIČNE IMPEDANSE Zc (Ω) KADA KOŠULJICA VODA IMA OBLIK KVADRATA, PROREZ IMA VREDNOST 30°, 60°, 90° i 120°, A ODNOS UNUTRAŠNJEG I SPOLJAŠNJEG POLUPREČNIKA SE MENJA

b/a	prorez (30°)	prorez (60°)	prorez (90°)	prorez (120°)
10	122.07	124.28	127.32	130.17
6.667	97.744	99.947	102.94	105.74
5	80.469	82.658	85.603	88.339
4	67.063	69.228	72.099	74.744
3.333	56.103	58.238	61.005	63.534
2.857	46.826	48.914	51.552	53.938
2.5	38.78	40.802	43.271	45.481
2.222	31.663	33.597	35.852	37.851
2	25.247	27.078	29.056	30.803
1.818	19.371	21.051	22.698	24.146
1.667	13.851	15.316	16.555	17.639
1.538	8.366	9.535	10.286	10.906

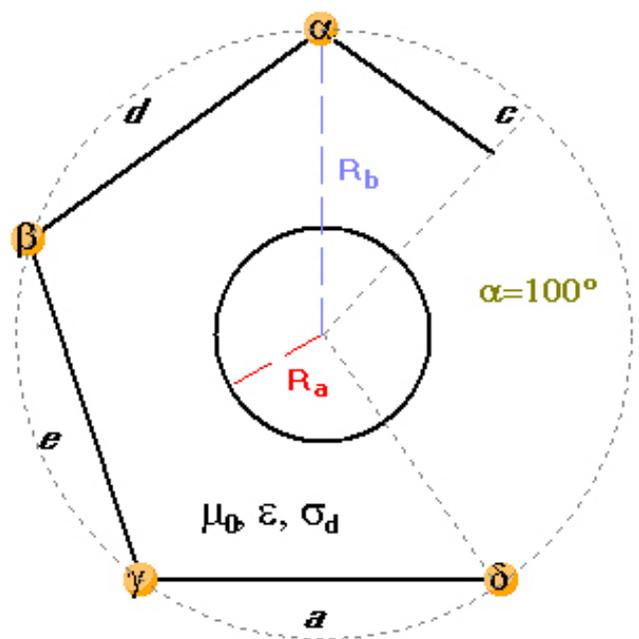


Sl. 2. Zavisnost karakteristične impedanse od odnosa poluprečnika spoljašnjeg (košuljica oblika kvadrata) i unutrašnjeg provodnika prorezanog koaksijalnog voda

Na slici 3. prikazan je poprečni presek koaksijalnog voda sa košuljicom oblika pravilnog petougla i prorezom od 100°. Slika je eksportovana iz programskog paketa TEMline.

U tabelama 4 i 5 prikazani su rezultati proračuna karakterističnih parametara koaksijalnog voda sa košuljicom oblika pravilnog petougla, kada je odnos poluprečnika unutrašnjeg voda i košuljice konstantan, a menja se veličina proreza, od 0° do 120°, u koracima od po 10°. Broj upotrebljenih ekvivalentnih elektroda po proračunu je konstantan i iznosi 500.

U tabeli 6 prikazana je zavisnost karakteristične impedanse, Zc (Ω), od odnosa poluprečnika spoljašnjeg i unutrašnjeg provodnika voda, pri čemu je prorez konstantan i ima vrednost 30°, 60°, 90° i 120°.



Sl. 3 Poprečni presek prorezanog koaksijalnog voda, sa košuljicom oblika pravilnog petougla

TABELA 4: VREDNOST KARAKTERISTIČNIH PARAMETARA PROREZANOG KOAKSIJALNOG VODA, KADA KOŠULJICA IMA OBLIK PRAVILNOG PETOUGLA

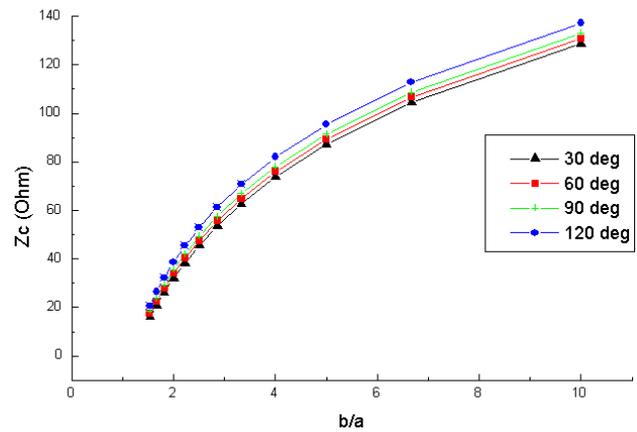
b/a	prorez (°)	Zc (Ω)	C' (pF/m)
2.5	0	45.021	74.039
	10	45.044	74.001
	20	45.193	73.758
	30	45.521	73.227
	40	46.042	72.398
	50	46.725	71.339
	60	47.499	70.177
	70	48.191	69.17
	80	48.653	68.512
	90	49.35	67.544
	100	50.301	66.268
	110	51.5	64.724
	120	52.908	63.002

TABELA 5: VREDNOST KARAKTERISTIČNIH PARAMETARA PROREZANOG KOAKSIJALNOG VODA, KADA KOŠULJICA IMA OBLIK PRAVILNOG PETOUGLA

b/a	prorez (°)	Zc (Ω)	C' (pF/m)
5	0	86.678	38.457
	10	86.701	38.446
	20	86.847	38.382
	30	87.178	38.236
	40	87.718	38.001
	50	88.441	37.69
	60	89.282	37.335
	70	90.048	37.017
	80	90.577	36.801
	90	91.37	36.482
	100	92.45	36.056
	110	93.821	35.529
	120	95.454	34.921

TABELA 6: VREDNOST KARAKTERISTIČNE IMPEDANSE Zc (Ω) KADA KOŠULJICA VODA IMA OBLIK KVADRATA, PROREZ IMA VREDNOST 30°, 60°, 90° i 120°, A ODNOS UNUTRAŠNJEG I SPOLJAŠNJEG POLUPREČNIKA SE MENJA

b/a	prorez (30°)	prorez (60°)	prorez (90°)	prorez (120°)
10	128.77	130.89	133.03	137.23
6.667	104.44	106.56	108.68	112.83
5	87.178	89.282	91.37	95.454
4	73.778	75.862	77.909	81.904
3.333	62.82	64.881	66.878	70.753
2.857	53.555	55.577	57.51	61.242
2.5	45.521	47.499	49.35	52.908
2.222	38.425	40.349	42.097	45.441
2	32.072	33.916	35.528	38.639
1.818	26.32	28.045	29.505	32.334
1.667	21.034	22.626	23.879	26.396
1.538	16.127	17.518	18.553	20.723



Sl. 4. Zavisnost karakteristične impedanse od odnosa poluprečnika spoljašnjeg (petougona košuljica) i unutrašnjeg provodnika prorezanog koaksijalnog voda

III. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan uticaj promene veličine proreza košuljice koaksijalnog voda, na njegove parametre. Kako se iz rezultata može videti, podešavanjem veličine proreza i odnosa poluprečnika provodnika, veoma lako se mogu dobiti vodovi željenih karakteristika. Proračuni su izvršeni sa dva tipa poprečnog preseka košuljice - oblika kvadrata i oblika pravilnog petougla, korišćenjem programskog paketa TEMline, baziranog na Metodu Ekvivalentne Elektrode.

LITERATURA

- [1] M.Marinović, "Programski paket za proračun karakterističnih parametara konvencionalnih vodova", Magistarska teza, 2007., Elektronski fakultet u Nišu. <http://temline.milosmarinovic.com>
- [2] J.W.Duncan, V.P.Minerva, "Bandwitch Balun Transformer", Proc. IRE, Feb. 1960., v.48, p. 156-164.
- [3] Gunston, M.A.R., "Microwave Transmission - Line Impedance Data", Van Nostrand Reinhold Companz LTD, New York, Cincinnati, Toronto, Melbourne, 1972.
- [4] D.M.Veličković, "Slit Cable Calculation", Euroem, Bordeaux, 30 May - June 4. 1994., pp THp-04-06.
- [5] D.M.Veličković, D.Miljević, "Prorezani koaksijalni vod", IBID, pp. V. 181-186.
- [6] D.M.Veličković, Ž.J.Mančić, D.G.Zulkić, "Oklopljeni prorezani vod sa pravougaonom košuljicom", Zbornik radova sa V telekomunikacionog foruma TELFOR '97, Beograd, 25-27 novembar 1997., str. 499-502.
- [7] D.M.Veličković, "Equivalent Electrode Method", Scientific Review, 1996., Belgrade, Number 21-22, pp. 207-248.
- [8] D.M.Veličković, "The Equivalent Electrode Method", 34 Internationales Simposium Theoretische Elektrotechnik, 26-31 October, Ilmenau, Band 2, pp. 125-128.

Abstract - This paper presents the difference of characteristic parameters, between coaxial lines with different slit size. Slit coaxial lines are used for radio signal transmission in tunnels and on bridges, and correct calculation of characteristic parameters is very important. Program package TEMline is used for calculation.

INFLUENCE OF SHIELD SLITS SHAPE AND SIZE ON THE COAXIAL CABLE PARAMETERS

Miloš Marinović