

## ŠTAMPANA KOLINEARNA ANTENA NA 13 GHz

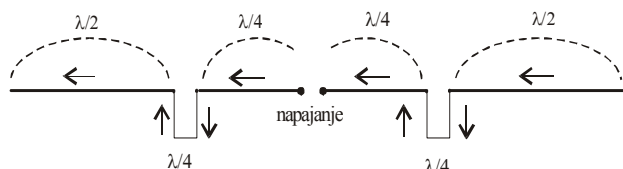
Nenad Popović, Institut IMTEL u Beogradu

**Sadržaj** – U radu je prikazana štampana kolinearna antena na 13GHz, realizovana od tri međusobno povezana polutalaska dipola. Spoj između dipola izveden je putem četvr-talasnih vodova koji menjaju fazu struje za  $180^\circ$  i time omogućavaju istofaznu raspodelu struje u sva tri dipola. Kolinearni niz se napaja simetričnim vodom karakteristične impedanse od  $240\Omega$ , koji na svom drugom (ulaznom) kraju prelazi, posredstvom mikrostrip lineranog prilagođenja (prelaza - tejpera), na ulaznu karakterističnu impedansu od  $50\Omega$ . Pored prilagođenja, linerani prelaz, prevodi simetričan na nesimetričan mikrostrip vod.

Antenski niz je postavljen iznad reflektorske ravni na rastojanju od  $0.35\lambda$ . Kompletano projektovanje antene obavljeno je u programu WIPL-D.

### 1. UVOD

Kolinearni niz dipola napajan u sredini, za razliku od sličnog, klasičnog niza dipola, ne zahteva složenu mrežu za napajanje, već veoma jednostavnu, koja je slična onoj koju ima samo jedan dipol. No, da bi se ostvarilo istofazno napajanje dipola u nizu, ovde se primenjuju četvrt-talasnih vodova koji menjaju fazu struje za  $180^\circ$ . Ovo je ilustrovano skicom na slici 1.



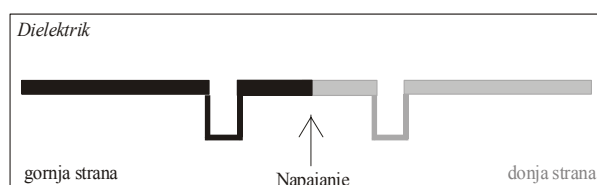
Sl.1. Kolinearni niz zračećih elemenata

### 2. ŠTAMPANI KOLINEARNI NIZ

Na slici 1 prikazan je izgled štampanog kolinarnog niza sastavljenog od tri polutalaska zračeća elementa, odnosno dipola sa odgovarajućim kolima za promenu faze i prikazom toka struja.

Kratkospojeni četvrt-talasnih vodovi između polutalasnih zračećih elemenata, kao što je rečeno, menjaju fazu struje za  $180^\circ$ , tako da su struje u sva tri zračeća elementa niza u fazi. Dodajmo, i to da je impedansa na krajevima zračećih elemenata visoka (min. struje), a takođe je i ulazna impedansa kratkospojenih četvrt-talasnih vodova visoka. Napajanje se vrši u srednjoj sekciji niza, na polutalaskom dipolu realizovanom iz dva četvrt-talaska dela. (Sl.1). Ulazna impedansa ovakvog niza je relativno visoka i kreće se između 200 i  $300\Omega$ . Ovako visoke impedanse kod štampanih vodova lako se ostvaruju upotrebom simetričnih vodova, tako da je za napajanje i odabran jedan ovakav vod. Sama konstrukcija niza izvedena je iz dva simetrična dela (dve polovine) koji su otštampani na dielektriku sa jedne i

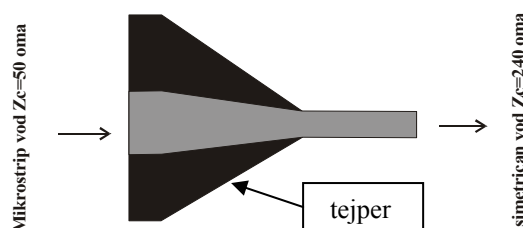
druge njegove strane, tako da je napajanje simetričnim vodom veoma jednostavno i logično. No, da bi se dobio nesimetričan  $50\Omega$  ulazni priključak, izvršen je prelaz sa simetričnog voda na mikrostrip pri čemu je ujedno primenjena i transformacija visoke impedanse od  $240\Omega$  na  $50\Omega$ , linearnim "tejperom" - prelazom. Da bi se olakšao proračun i smanjilo vreme rada računara (više sati po jednoj analizi), pri analizi i optimizaciji, odvojena je sama antena od mreže za napajanje i njihove optimizacije rađene su nezavisno jedna od druge, na dva računara. Na slici 2 prikazan je izgled kolinarnog štampanog niza, otštampanog sa jedne i druge strane dielektrika.



Sl.2. Skica štampanog kolinarnog niza antene

### 3. MREŽA ZA NAPAJANJE

Kao što je već pomenuto, mreža za napajanje je realizovana u vidu simetričnog  $240\Omega$  voda koji prelazi u nesimetričan mikrostrip vod i pri tom postepeno menja svoju karakterističnu impedansu, od visoke, simetričnog voda do  $50\Omega$  karakteristične impedanse mikrostrip voda i ulaznog SMA priključka. Izgled mreže za napajanje prikazan je na slici 3.

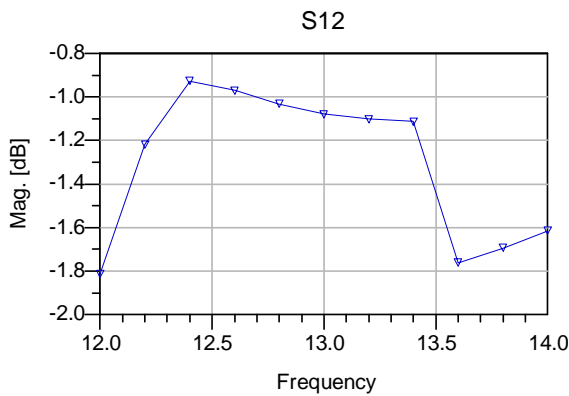
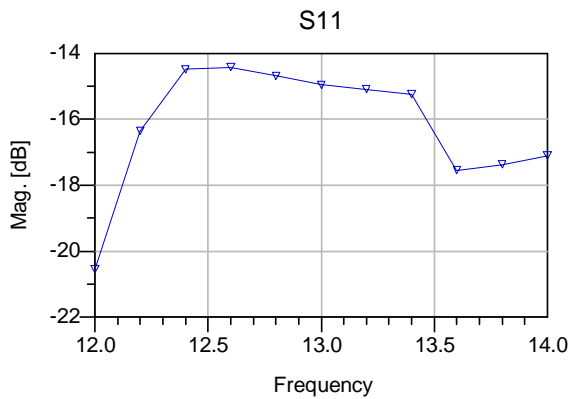


Sl.3. Skica štampane mreže za napajanje kolinarnog niza antene

Širine vodova ( $240$  i  $50\Omega$ ) izračunate su upotrebom programa LINECALC i ubačene u WIPL-D u kome je izvršena analiza i optimizacija prelaza. Na slici 4 prikazani su i grafici dobijeni simulacijom u programu WIPL-D.

Za dužinu linearnog prelaza (tejpera) uzima se  $n\lambda/4$  ( $n=1,2,3,\dots$ ). Simulacija je pokazala da se najbolji rezultati dobijaju kada se za dužinu prelaza (tejpera) uzme dužina između  $\lambda$  i  $1.5\lambda$ . U našem slučaju ta dužina dobijena optimizacijom, iznosila je  $16.3\text{mm}$  (ili oko  $\lambda$ ) na dielektriku dielektrične konstante 3.38 i debljine  $0.508\text{mm}$ .

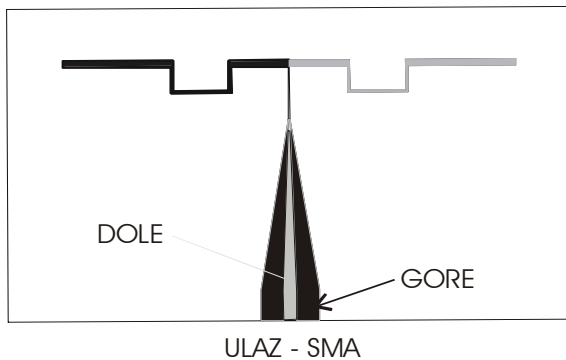
Na slici 4 prikazani su dobijeni rezultati simulacije ovako realizovane mreže za napajanje antenskog niza.



Sl.4. Karakteristika ulaznog prilagođenja (S11) i prenosna karakteristika (S12), mreže za napajanje antenskog niza

#### 4. REALIZACIJA

Kompletna štampana antena sa mrežom za napajanje projektovana je na supstratu Rogers, relativne dielektrične konstante 3.38 i debljine 0.508mm. Naštampani vodovi, odnosno lik antene, se nalazi simetrično i sa jedne i sa druge strane supstrata, kao što je to prikazano skicom antene na slici 5. Štampana struktura sa donje strane supstrata osenčena je sivom bojom a ona sa gornje crnom.



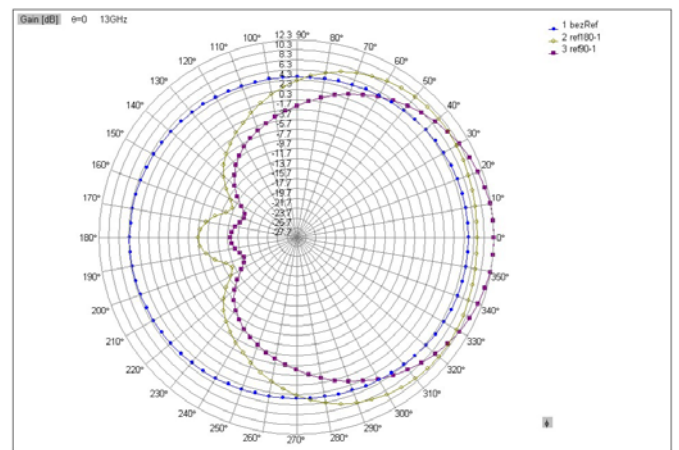
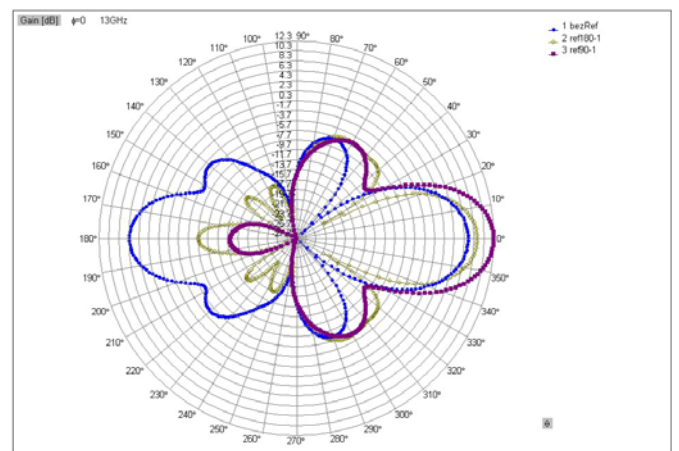
Sl. 5. Skica kompletne antene sa mrežom za napajanje

#### 5. REZULTATI ANALIZE I SIMULACIJE

Analiza i simulacija antene izvršena je sa programom WIPL-D. U programu su analizirane različite dužine zračućih elemenata i dužine kratkospojenih vodova. Iz obavljenih analiza, izabrani su rezultati, odnosno dimenzije koje daju najbolje prilagođenje i pojačanje antene na učestanosti od 13GHz.

U drugom koraku, analizirana je antenska struktura sa reflektorskom ravni. Prvo sa ravnom ( $180^\circ$ ) a potom i sa ugaonom ( $90^\circ$ ). Reflektorske ravni bile su postavljene na rastojanju  $s=0.35\lambda$  od ose antenskog niza.

Na slici 5, prikazani su dijagrami zračenja antene u obe ravni, bez reflektorske ravni i sa reflektorskim ravnima od  $180^\circ$  i  $90^\circ$ , dobijeni simulacijom u programu WIPL-D. Dodajmo, da su usvojene dimenzije reflektora: širina  $4s$  a visina, oko  $5\lambda$ .



Sl.5. Dijagram zračenja u E i H, odnosno,  $\theta$  i  $\phi$  ravni

U sledećim Tabelama prikazani su numerički rezultati preuzeti sa gornjih grafika za sva tri slučaja (bez reflektora i sa njim) na centralnoj i krajnjim učestanostima; za pojačanje (Ga), 3-decibelsku širinu uglova zračenja u obe ravni i odnos zračenja napred-nazad.

f=12.5GHz	bez refl.	ref-180 <sup>0</sup>	refl-90 <sup>0</sup>
Ga (dBi)	7.1	9.8	12.4
$\theta_{3dB}$ (°)	26	22	24
$\phi_{3dB}$ (°)		154	78
F/B (dB)	0.8	18	25.5

f=13 GHz	bez refl.	ref-180 <sup>0</sup>	refl-90 <sup>0</sup>
Ga (dBi)	7	9.75	12.3
$\theta_{3dB}$ (°)	26.5	22.5	23
$\varphi_{3dB}$ (°)		154.5	76.5
F/B (dB)	0.9	16.8	26.5

f=13.5GHz	bez refl.	ref-180 <sup>0</sup>	refl-90 <sup>0</sup>
Ga (dBi)	6.9	9.75	12.2
$\theta_{3dB}$ (°)	27	22.5	22.5
$\varphi_{3dB}$ (°)		156	74
F/B (dB)	1	15.7	27.5

## 5. ZAKLJUČAK

Jedna od osnovnih karakteristika ovako realizovanog kolinearnog antenskog niza, je veoma jednostavna mreža za napajanje. No, u slučaju da se želi veće pojačanje antene, a ono se ostvaruje povećanjem broja zračćih elemenata, nedostatak je porast njene ulazne impendanse, sa povećanjem broja zračćih elemenata (dipola), pa se za nju približno može reći da iznosi oko  $n100\Omega$  (n-broj dipola). To sa druge strane znači da mreža za napajanje više nije jednostavna već postaje nešto složenija. Ali kada se traže pojačanja do 15dBi, tada kolinerni niz od tri zračćea elementa pokazuje sve svoje dobre osobine.

Ulazno prilagođenje antene bilo je veoma dobro za sva tri analizirana slučaja ( $S_{11} < -16\text{dB}$ ), a maksimalno pojačanje preko 12dBi sa ugaonim reflektorom.

## LITERATURA

- [1] Nenad Popović, "Kolinearna antena sa ugaonim reflektorom na 1.2 GHz", *XLV KONFERENCIJA ZA ETRAN, Bukovička banja - Arandjelovac, jun 2001*, Sveska II, str. 245-246 .
- [2] Henry Jasik, "Antenna engineering handbook", *McGraw-Hill*, New York, 1961.
- [3] B.Kulundžić, T.Sarkar, J.Ognjenović, R.Harison, "WIPL-D" - *Electronic modeling of composite wire and plate structure*", Artech House, 1995.

Autor se zahvaljuje na pomoći u realizaciji ovog rada kolegi Zoranu Mičiću kao i Ministarstvu nauke i životne sredine republike Srbije.

**Abstract** — Printed antenna with reflector and colinear array of halfwavelength dipoles as a primary radiator, operating at 13 GHz is presented. The primary radiator is realized with three radiating elements and quarterwavelength networks for phase change. Antenna design is performed using WIPL-D software package.

### PRINTED COLINEAR ANTENNA AT 13 GHz

Nenad Popović