

Štampani antenski niz pravougaonih petlji simetrično napajan na 26 GHz

Popović Nenad i Mičić Zoran

Sadržaj — U radu je opisana antena sa reflektorom na 26 GHz (Band Fixed Wireless Access – FWA) sastavljena od šest pravougaonih petlji redno povezanih i napajanih na sredini 50Ω simetričnim vodom sa prelazom na mikrostrip. Reflektorska ploča je postavljena na udaljenosti od antenske ravni za $0.1\lambda_0$. Petlje su odštampane na substratu sa $\epsilon_r=3.38$ i debljine $h=0.2\text{mm}$. Obim petlje je reda talasne dužine a odnos stranica je $\gamma = 2.3$ ($\gamma = W/H$ - duža/kraća). Izmereno pojačanje antene na 26GHz iznosilo je 10.8 dBi.

Ključne reči — Antenski niz pravougaonih petlji, mikrotalasi, mikrostrip.

I. UVOD

ANTENE u obliku petlje (Loop Antennas) mogu imati različite oblike, od kojih se najčešće sreću pravougaoni, kvadratni, trouglasti, elipsasti, kružni ali i mnogi drugi. Popularnosti ovih antena prvenstveno kao prijemnih, pridonela je njihova karakteristika jednostavne konstrukcije i lake analize. Može se pokazati da su male petlje (pravougaone ili kružne) ekvivalentne sa magnetnim dipolom čija je osa normalna na ravan petlje. Takođe, i matematički oblici polja zračenja su im identični [1]-[4]. Kod pravougaonih petlji daleko polje se može dobiti kao zbir pojedinačnih polja svake od stranica pri čemu se za njega može reći i da je linearno polarisano posebno kada je u pitanju jednotalasna petlja. S druge strane, lako je primetiti da postoje dva granična slučaja kod ovog tipa antena (pravougaone), kada se radi o odnosu njihovih stranica. Naime, kada strana sa napajanjem teži veoma maloj vrednosti, tada se petlja praktično svodi na simetrični vod, dok sa druge strane kada se ova stranica znatno povećava i postaje mnogo veća od susedne, pravougaona petlja prelazi u zatvoreni dipol [5].

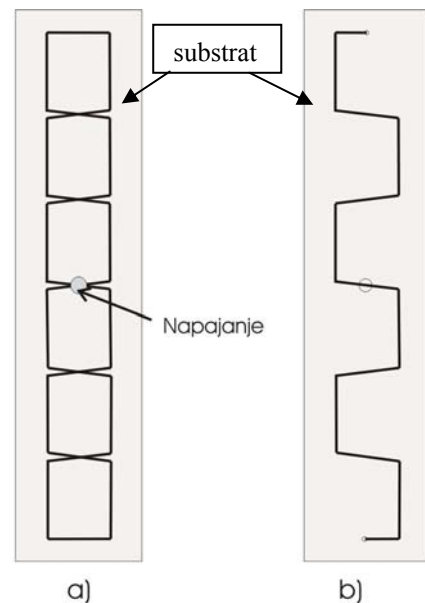
U pogledu klasifikacije antenske petlje mogu se svrstati u dve kategorije, električno kratke i električno dugačke. Električno kratke imaju ukupan obim manji od $\lambda/10$, dok je kod dugačkih ova dimenzija približno jednaka talasnoj dužini (λ) [2] [4].

Nenad V. Popović, Institut za mikrotalasnu tehniku i elektroniku „IMTEL-Komunikacije“ a.d., Bulevar Mihaila Pupina 165b, 11070 Beograd, Srbija (telefon: 381-64-8236509; faks: 381-11-3115884; e-mail: nenad@insimtel.com).

Zoran Mičić, Institut za mikrotalasnu tehniku i elektroniku „IMTEL-Komunikacije“ a.d., Bulevar Mihaila Pupina 165b, 11070 Beograd, Srbija (telefon: 381-64-8236511; faks: 381-11-3115884; e-mail: zoran@insimtel.com).

II. STRUKTURA ANTENE

Na slici 1. prikazana je skica realizovane antenske strukture na dielektričnom nosaču.



Sl. 1. Izgled antenske strukture sastavljene iz tri plus tri pravougaone petlje napajane u sredini simetričnim vodom.

Struktura antene je simetrična tako da se jedna njena polovina (sl.1b.) nalazi sa jedne a druga sa druge strane substrata dok su sa vijama na vrhu i dnu obe polovine spojene u kompletan antenski sistem. Odnos stranica $\gamma = 2.3$ je odabran da bi se dobilo veće pojačanje bez obzira na gubitak idealne karakteristike impedanse [6].

Reflektorska ploča je postavljena na udaljenosti od antenske ravni za $0.1\lambda_0$ i njenom promenom menja se u značajnoj meri ulazna impedansa antene.

III. ANALIZA

Antena je analizirana u programskom paketu Wipl-D [7]. Rezultati dobijeni analizom za dijagram zračenja antene u obe prostorne ravni (Θ, Φ), prikazani su na slici 2.

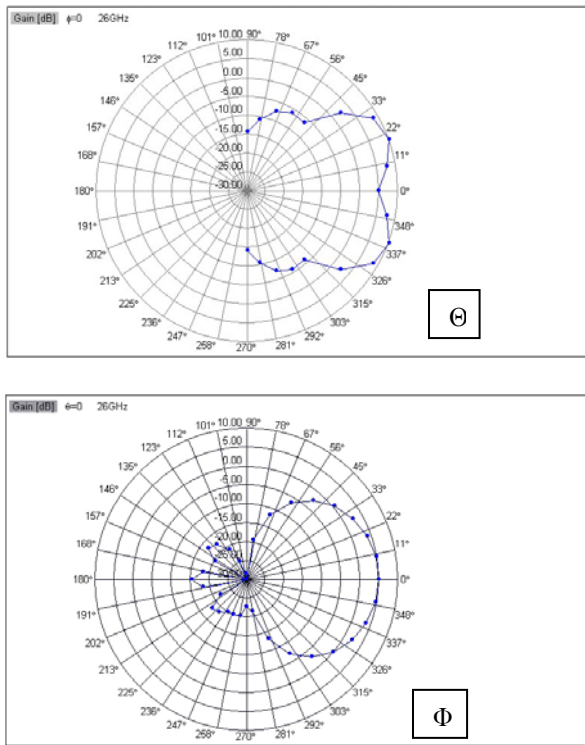
Maksimalno pojačanje antene je oko 10dBi i nešto je pomereno od $\Theta=0^\circ$ za oko $\pm 20^\circ$, što se i vidi sa dijagrama zračenja na slici 2b. Promenom rastojanja reflektora od antenske ravni ne menja se značajno oblik dijagrama zračenja već se u manjoj meri menja pojačanje a u većoj ulazna impedansa, odnosno prilagođenje.

V. REZULTATI MERENJA

U Tabeli 1. prikazani su rezultati za ulaznu impedansu realizovanog modela antene dobijeni merenjem na analizatoru mreže, a na slici 3. grafik koji prikazuje promenu S11 u funkciji učestanosti.

TABELA1: ULAZNA IMPENDANSA ANTENE DOBIJENA MERENJEM.

Učestanost (GHz)	Impedansa (Ω)	SWR
25.0	19.88+j31.82	3.71
25.2	23.60+j39.36	3.65
25.4	29.31+j47.49	3.59
25.6	38.97+j57.16	3.52
25.8	56.01+j66.25	3.35
26.0	84.37+j67.48	3.09
26.2	118.75+j45.40	2.85
26.4	123.02-j3.05	2.53
26.6	94.06-j29.39	2.15
26.8	67.86-j28.06	1.77
27.0	56.50-j19.02	1.45
27.2	54.98-j11.26	1.25
27.4	57.63-j12.84	1.28
27.6	52.98-j17.02	1.38
27.8	43.92-j16.63	1.42
28.0	38.75-j12.00	1.42

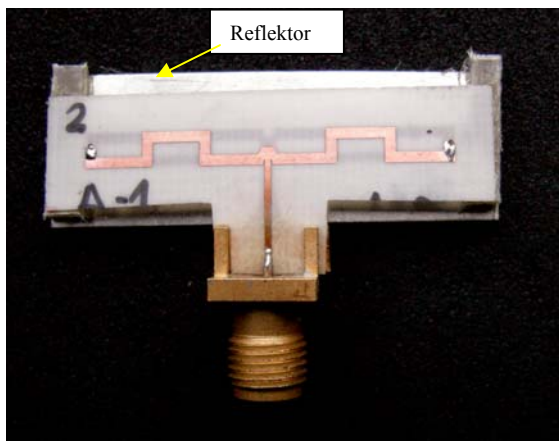


Sl. 2. Dijagrami zračenja antene u ravnima Θ, Φ na učestanosti od 26 GHz.

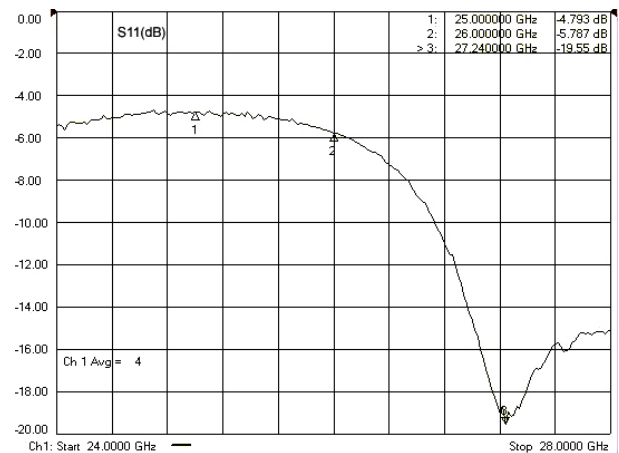
IV. REALIZACIJA

Antena je realizovana na substratu Rogers 4003, sa dielektričnom konstantom 3.38 i debljinom 0.2mm. Gabariti antene su: 36x15x2.5mm. Na slici 3. prikazana je fotografija realizovanog modela antene.

U izradi filma nastale su greške (verovatno zbog tehnoloških ograničenja) u odnosu na projektovane dobijene u progamu WIPL-D, od oko 7-8% u dužinama vodova dok su u širinama one i znatno veće i kretale su se od 10 do 20%. Prilikom ecovanja ove greške su smanjene za par procenata "podecavanjem" što je bilo moguće jer su bile u "plusu".



Sl. 3. Izgled modela realizovane antenske strukture.



Sl. 3. Dijagram promene S11 u funkciji učestanosti (od 24 do 28GHz).

Izmereno je pojačanje antene prikazano je u Tabeli 2.

TABELA2: IZMEREANO POJAČANJE ANTENE.

učestanost (GHz)	pojačanje (dBi)
25.0	10.3
25.5	10.3
26.0	10.8
26.5	13.9

VI. ZAKLJUČAK

Rezultati dobijeni merenjem na realizovanom modelu antene nešto su se razlikovali od onih dobijenih

projektovanjem, što je i bilo za očekivanje, jer dimenzije dobijene projektovanjem i one koje su ostvarene na filmu i kasnije ecovanjem, bile su različite u granicama od 10 do 15%. Ovo se može popraviti izradom novog filma.

S druge strane, ravan reflektor je veoma jednostavan za realizaciju ali u odnosu na polu-cilindričan i posebno na parabolično-cilindričan ima lošije karakteristike i obliku dijagrama zračenja a takođe i u pogledu pojačanja (za oko 1-2 odnosno, za oko 4dB). No, zato su ova dva poslednja, i znatno složenija za realizaciju.

LITERATURA

- [1] John D. Kraus, "Antennas," Mc Graw-Hill, 1950, pp.155-172.
- [2] C.A. Balanis, "Antenna Theory", J. Wiley & Sons inc., second edition, 1997.
- [3] T. Tsukiji, S. Ton, "On Polygonal Loop Antennas," *IEEE Trans. on Antennas and Propagat.*, Vol. AP-28 No 4, pp.571-575, july 1980.
- [4] P.A. Kennedy, "Loop Antenna Measurements," *IRE Trans. Antennas Propagat.*, pp.610-618, october 1956.
- [5] R. King, "The Rectangular Loop Antenna as a Dipole," *IRE Trans. Antennas Propagat.*, pp.53-61, january 1959.
- [6] R. L. Li, V.C. Fusco, "Circularlz Polarized Twisted Loop Antenna," *IEEE Trans. on Antennas and Propagat.*, Vol .50, pp.1377-1381, oct. 2002.
- [7] B.Kolundžija, T.Sarkar, J.Ognjenović, R.Harison, *WIPL-D Pro V.5.1 - Electronic modeling of composite wire and plate structure*, Artech House, 2004.

ABSTRACT

The paper presents the antenna with a reflector operating at 26GHz (Band Fixed Wireless Access – FWA). The antenna is composed of six rectangular loops connected in serial and fed through 50Ω symmetrical microstrip line placed in the middle of the structure. Reflector plate is positioned at the distance of $0.1\lambda_0$. The loops are printed on the dielectric substrate with $\epsilon_r=3.38$ and thickness $h=0.2\text{mm}$. Circumference of each loop is close to wavelength and the loop sides length ratio $\gamma =W/H$ (long/short) is 2.3.

26 GHz Symmetrically Fed Printed Rectangular Loop Antenna Array Popović Nenad and Mičić Zoran