

# Antena 9A4ZZ bipol

## 9A4ZZ Bipole Antenna



Slika 1. – Postavljena antena 9A4ZZ bipol za 40-metarski opseg

9A4ZZ bipol je kratkovalna antena, originalno rješenje do kojeg sam došao nakon duljeg rada i eksperimentiranja tijekom 2004. godine. S njom sam, uz snagu od 100 W, na 20-metarskom i 40-metarskom opsegu, održao veze sa svim kontinentima. Namijenjena je za rad u uvjetima skućenoga prostora, odnosno tamo gdje se ne može postaviti uobičajena kratkovalna antena, bilo zbog dimenzija bilo zbog smetnji (TVI), kao i upotrebu u *portablu*, na brodu i slično (sl. 1.). Radi bez antenskoga *tunera*, jer je ulazna impedancija antene 50 Ω. Nazvao sam je *bipol* kako bi se razlikovala od uobičajenoga *dipola* (jer ima isto dva pola).

### Princip rada antene 9A4ZZ bipol

Da biste lakše razumjeli način rada *bipol* antene usporedit ću je s antenom *magnetic loop* (magnetska petlja), koja je poznata većini radioamatera. Antena *magnetic loop* je ustvari paralelni rezonantni titrajni krug, kojemu je induktivnost zavojnice  $L$  zamijenjen malom induktivnosti cijevi smotane u kružnicu (čime se morao povećati kapacitet  $C$ , da bi se održala rezonantna frekvencija kruga). Na taj su način otpori  $X_L$ ,  $X_C$  i  $R$  postali mali i kroz krug teče velika VF struja. Ona uzrokuje jako VF magnetno polje, koje opet inducira električno polje. Poyntingov vektor kojim se definira zračenje  $S = E \times H$  u ovom slučaju ima

malu električnu komponentu  $E$ , a veliku magnetsku komponentu  $H$ , te kažemo da je to magnetska antena.

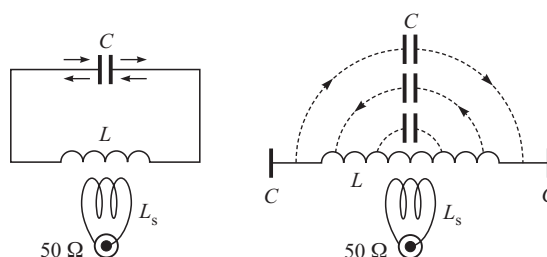
9A4ZZ bipol je kratka, rezonantna, električna antena koja je nastala tako da je paralelni rezonantni titrajni krug (Sl. 2a.) otvoren na mjestu kapaciteta  $C$  (Sl. 2b.). Na taj se način smanjio kapacitet  $C$ , a da bi se održala rezonantna frekvencija kruga,

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}},$$

mora se povećati induktivnost  $L$ . Zbog toga se povećao otpor, što se vidi iz jednadžbi za induktivni i kapacitivni otpor:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L,$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}.$$



Slika 2. – Titrajni krug, a) zatvoren i b) otvoren

Iz tog razloga se pojavio visok napon na sastavnicama titrajnoga kruga, a mala struja u krugu. Električno polje  $E$  oko antene je veliko, a magnetno polje  $H$  je malo. Poyntingov vektor je  $S = E \times H$ , gdje je električna komponenta  $E$  velika, a magnetna komponenta  $H$  mala, te kažemo da je to električna antena. Na krajevima bipola pojavljuje se visok napon, dok je struja kroz antenu mala i zato su gubici maleni. Pod pretpostavkom da je titrajnom krugu u oba slučaja privedena ista snaga, oko takve antene stvara se polje visoke impedancije te se prilagođuje naponskom transformacijom impedancije s velike impedancije, na malu od 50 Ω.

### Konstrukcija i opis antene 9A4ZZ bipol

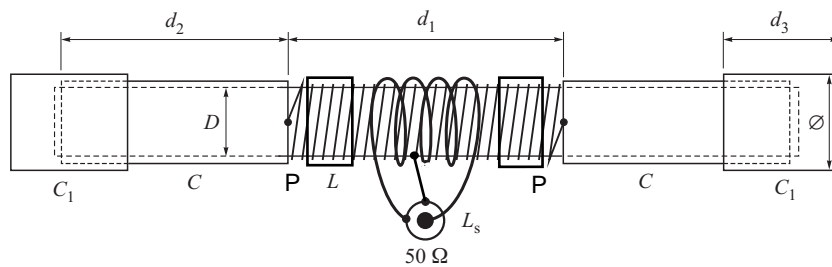
9A4ZZ bipol je zbog praktičnosti i manje cijene napravljena na standardnim PVC cijevima, koje služe kao nosači i zaštita antene (Sl. 3.). Antena je napravljena od zavojnice  $L$  od bakrene žice s PVC izolacijom, namotane na PVC cijev. Duljina žice za zavojnicu  $L$  je približno polovica valne duljine ( $\lambda/2$ ), a presjek žice je 1,5 mm<sup>2</sup> (kako bi imala što manje gubitke). Zavojnica je spojena s dva valjka od aluminijskoga lima, koji su montirani na krajevima cijevi. To su dva pola bipola, koji čine kapacitete  $C$  i  $C_1$ , s kojima se ugađa na željenu frekvenciju. Antena se napaja preko sprežne zavojnice  $L_s$ , isto od bakrene žice 1,5 mm<sup>2</sup> (da bi imala što manje gubitke), u izolaciji koja je namotana preko antenske zavojnice  $L$ . Od omjera broja zavoja zavojnica  $L$  i  $L_s$  zavisi omjer transformacije i ulazna impedancija antene. U tablici 1. prikazane su dimenzije antene za više opsega. Broj zavoja dan je za srednju frekvenciju opsega, a rezonantnu frekvenciju odredite prema vašoj želji.

Zavojnice namotajte tako da antena bude rezonantna na najvišoj željenoj frekvenciji opsega pri uvučenim valjcima  $C_1$  potpuno preko valjka  $C$ , tako da kasnije izvlačenjem valjka  $C_1$  ugodimo antenu na nižu, odnosno bilo koju željenu frekvenciju. Na krajevima je antenska zavojnica  $L$ , spojena s valjcima  $C$ , a na sredini je spojena s hladnim krajem sprežne zavojnice  $L_s$ , te je na taj način antena simetrična.

Zavojnice  $L$  i  $L_s$  moraju se zaštititi od atmosferilija, jer bi u protivnom došlo do promjene induktivnosti antenske zavojnice i do razgađanja antene. Zaštita se izvodi s PVC cijevima većeg promjera, koje se navlače na zavojnicu i sa strana zabrtve protiv prodora vode. Mehanička izvedba vidi se na slikama, gdje se vidi i priključnica SO 239, na koju se priključuje koaksijalni kabel  $50 \Omega$ . Moguće su i druge kombinacije broja zavoja i dimenzija valjaka, kao i antene za druge opsege, ali sam ove izabrao kao reprezentativne.

### Ugađanje antene 9A4ZZ bipol

Ulazna impedancija ugođene antene je  $50 \Omega$ . Antene se ugađa dovodenjem u rezonanciju ukupne induktivnosti i ukupnoga kapaciteta antene, tj. izjednačavanjem vrijednosti ukupnoga induktivnog otpora s ukupnom vrijednosti kapacitivnoga otpora. Antena se fino ugađa na impedanciju  $50 \Omega$  promjenom kapaciteta  $C$  antene, i to jednakim produženjem ili skraćanjem obaju krakova bipola, tj. valjaka  $C_1$ . Skraćivanjem krakova bipola mijenja se rezonantna frekvencija na više, odnosno produženjem na niže. Fino se ugađa promjenom induktivnosti zavojnice  $L$ . To se obavlja kratkospojnim prstenom širine 5...10 cm od aluminijskoga lima, koji se omota oko zaštitne cijevi vrućega kraja zavojnice  $L$ , i pomiče uzduž cijevi. 9A4ZZ bipol je rezonantna monobandna antena s visokom koncentracijom elektromagnetskoga polja u neposrednoj blizini antene, pa se zbog sigurnosti operatora treba ugađati dok odašiljač nije u odašiljanju. Ugođenost antene kontrolira se SWR metrom postavljenim što bliže anteni, kao i maksimalnim svjetlom fluorescentne cijevi primaknutoj uz antenu. Uz oba kraka bipola fluorescentna cijev mora svijetliti jednakom jakošću, s tim da je u sredini bipola svijetli minimalno. Nakon ugađanja antene napajane s kratkim kabelom, antena se poslije postavljanja dodatno ugoditi s napojnim kabelom u punoj radnoj duljini. Ova antena ima široki opseg, a podaci su dani u nastavku. Antena 9A4ZZ bipol maksimalno zrači uzduž bipola na obje strane, a minimalno pod pravim kutom na središte antene (Sl. 4.). Napaja se preko koaksijalnoga kabela impedancije  $50 \Omega$  (RG 58/U). Duljina kabela nije kritična,



Slika 3. – Nacrt antene 9A4ZZ bipol

$f/\text{MHz}$	$d_1/\text{cm}$	$d_2/\text{cm}$	$d_3/\text{cm}$	$D/\text{cm}$	Broj zavoja $L$	Broj zavoja $L_s$
1,8	70	70	35	11	230	70
3,5	80	70	35	5	260	50
7	45	35	12	5	130	25
14	20	14	12	3	133*	12

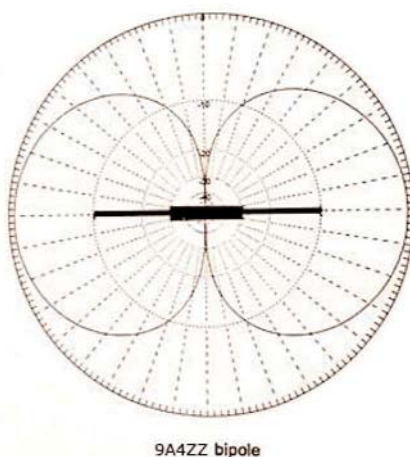
\*Bakrena žica 1 mm (lakom izolirana)

Tablica 1.

odnosno impedancija se bitno ne mijenja promjenom duljine koaksijalnoga kabela. Kako se ne bi inducirale VF struje u opletu koaksijalnoga kabela, on se vodi pod kutom od  $90^\circ$  u odnosu na bipol, jer je jakost elektromagnetskoga polja (EM) najmanja uz središte bipola. Da bi se to potpuno uklonilo, može se namotati VF čok ili staviti feritne perle, ali 2 m od priključnice, jer se VF napon u kabelu ne javlja od povratnih struja, već se inducira u opletu kabela zbog jakog polja u blizini antene. Također je potrebno uzemljiti odašiljač.

postaviti horizontalno ili vertikalno, upotrebljavajući odgovarajuće uobičajene PVC cijevi. Kad se postavlja vertikalno dobije se kružni dijagram, a postavljanjem horizontalno usmjereni dijagram zračenja. To treba uzeti u obzir kod postavljanja antene. Dijagram zračenja prikazan je na slici 4. Za bliže veze preporuča se horizontalno postavljanje, a za DX rad vertikalno. Antena 9A4ZZ bipol vrlo je učinkovita i jak izvor VF zračenja, te nije preporučljivo biti u njezinoj blizini kada se radi snagom većom od 100 W.

Antena 9A4ZZ bipol ima prednost u odnosu na EH antenu jer je simetrična i nema problema s VF strujama po koaksijalnome kabelu, te se lakše ugađa. U odnosu na antenu magnetic loop ima deset puta veću širinu opsega rada ugođene antene, nema skupih i kritičnih sastavnica.



Slika 4. – Dijagram zračenja antene 9A4ZZ bipol

### Postavljanje antene 9A4ZZ bipol

Budući da je električno polje u blizini antene vrlo jako, antenu je potrebno odmaknuti od metalnih objekata kako bi se spriječili gubici. Preporuča se postaviti antenu na visini od najmanje desetine valne duljine. Antena se može



Slika 5. – Izgled izrađene antene za 160-metarski opseg

**Tehničke karakteristike antene 9A4ZZ bipol za 160-metarski opseg****Električni podaci**

- VSWR 1:1 na 50  $\Omega$ .
- Ulazna impedancija prilagodiva po cijelom opsegu na 50  $\Omega$ .
- Maksimalno dopuštena privedena VF snaga 500 W (PEP za SSB/CW).
- Širina opsega antene pri VSWR 2:1 je 50 kHz.
- Polarizacija H/V zavisno od postavljanja.
- Dimenzije: duljina/promjer: 240 cm/11cm.

**Tehničke karakteristike antene 9A4ZZ bipol za 80-metarski opseg****Električni podaci**

- VSWR 1:1 na 50  $\Omega$ .
- Ulazna impedancija prilagodiva po cijelom opsegu na 50  $\Omega$ .
- Maksimalno dopuštena privedena VF snaga 500 W (PEP za SSB/CW).
- Širina opsega antene pri VSWR 2:1 je 150 kHz.
- Polarizacija H/V zavisno od postavljanja.
- Dimenzije: duljina/promjer: 240 cm/5 cm.

**Tehničke karakteristike antene 9A4ZZ bipol za 40-metarski opseg****Električni podaci**

- VSWR 1:1 na 50  $\Omega$ .
- Ulazna impedancija prilagodiva po cijelom opsegu 50  $\Omega$ .
- Maksimalno dopuštena privedena VF snaga 500 W (PEP za SSB/CW).
- Širina opsega antene pri VSWR 2:1 je 300 kHz.
- Polarizacija H/V zavisno od postavljanja.
- Dimenzije: duljina/promjer: 120 cm/5 cm.

**Tehničke karakteristike antene 9A4ZZ bipol za 20-metarski opseg****Električni podaci**

- VSWR 1:1 na 50  $\Omega$ .
- Ulazna impedancija prilagodiva po cijelom opsegu 50  $\Omega$ .
- Maksimalno dopuštena privedena VF snaga 500 W (PEP za SSB/CW).
- Širina opsega antene pri VSWR 2:1 je 600 kHz.
- Polarizacija H/V zavisno od postavljanja.
- Dimenzije: duljina/promjer: 40 cm/3 cm.

(Konstruktor antene 9A4ZZ bipol je Mladen Petrović, 9A4ZZ,  
www.hamradio.hr/9A4ZZ.)



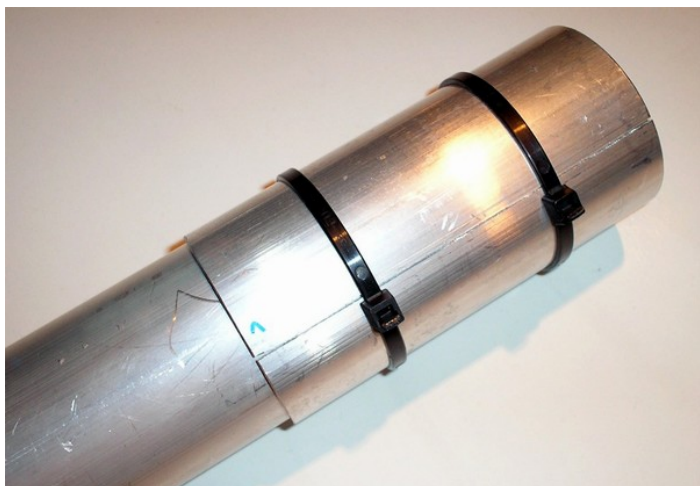
Slika 6. – Izgled izrađene antene za 80-metarski opseg



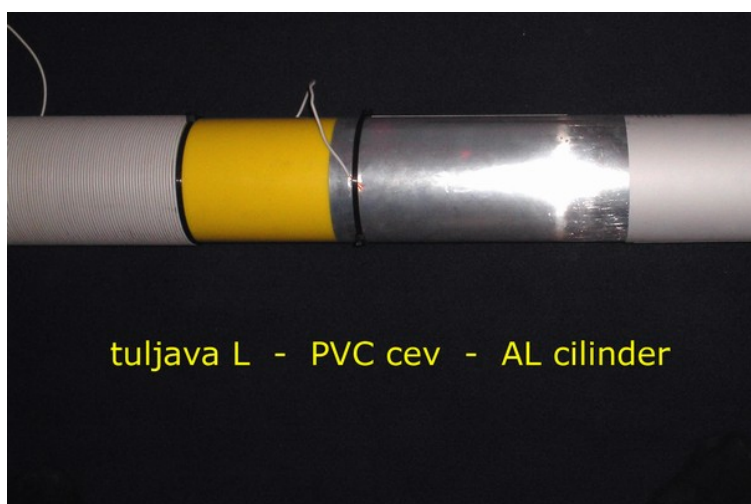
Slika 7. – Izgled izrađene antene za 40-metarski opseg



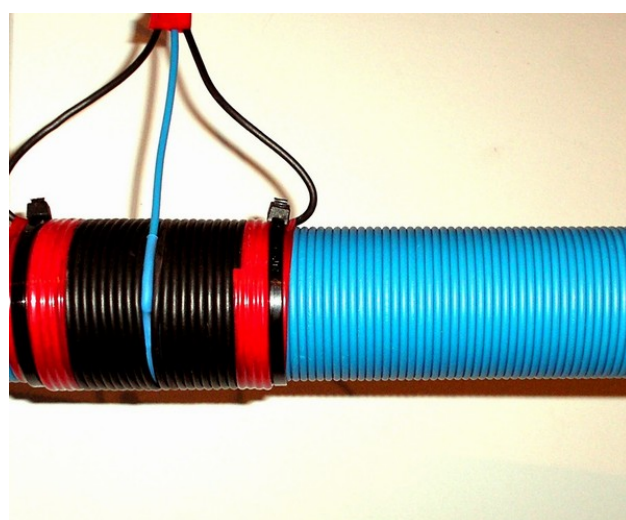
Slika 8. – Izgled izrađene antene za 20-metarski opseg



tuljava LS za 160m (PVC cev 110mm)



tuljava L - PVC cev - AL cilinder



rešitev zaščite antene



tuljava L in Ls na PVC cevi 75mm za 80m



9A4ZZ BIPOLE antena za 160m

9A4ZZ BIPOLE antena za 80m

