

## Impedanca monopola

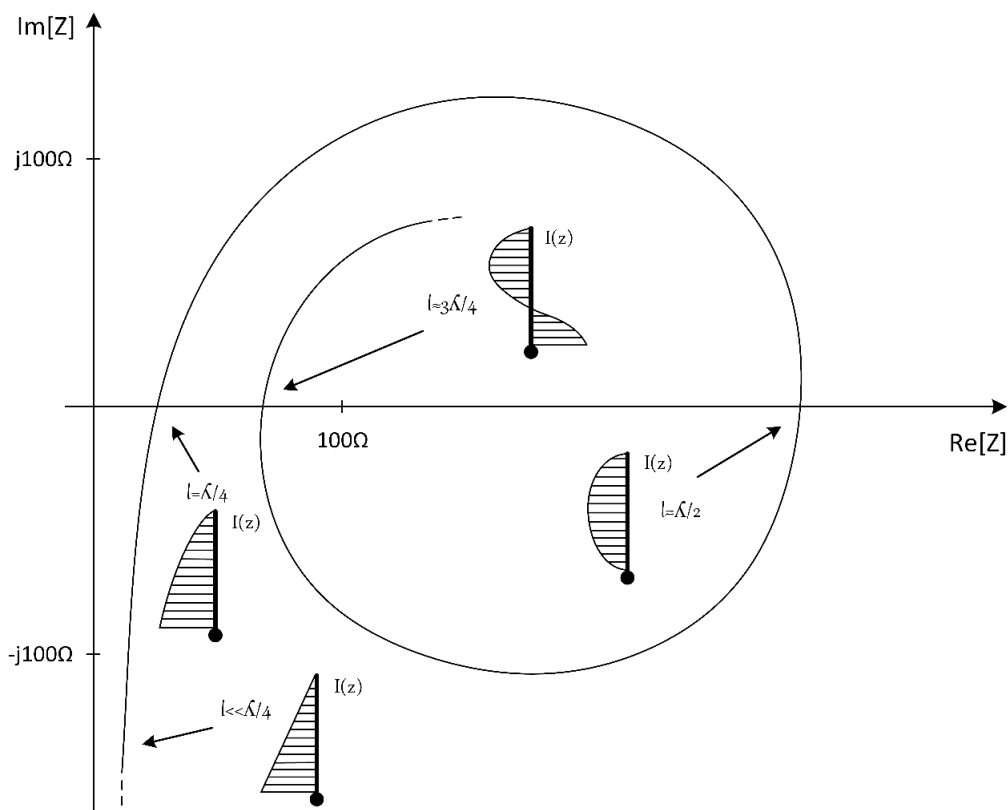
### Vpliv porazdelitve toka na impedanco tanko žične antene

Pri tanko žičnih antenah je zaradi majhnega premera v bližini same žice izredno močno bližnje polje, sevano polje pa je tu v primerjavi z bližnjim skoraj zanemarljivo. Ker je bližnje polje po obliki enako statičnemu polju, se na tanko žičnih antenah vzpostavijo stojni valovi podobno kot na nezaključenih prenosnih vodih.

Impedanca tanko žične antene je zato sestavljena iz povsem reaktivne impedance stojnega vala na žici antene in iz delovne upornosti zaradi sevanja. Reaktivni del impedance tanko žične antene se z dolžino antene oziroma s frekvenco hitro spreminja. Hkrati se antena obnaša tudi kot vod - transformator impedance za sevalno upornost.

V grobem je velikost impedance seveda obratno sorazmerna jakosti toka na žici antene. Če napajamo anteno v hrbtu toka stojnega vala, bo impedanca razmeroma nizka. Če pa napajamo anteno v vozlu toka stojnega vala, bo impedanca precej visoka.

Na vrhu hrpta toka doseže impedanca nizko in precej stabilno vrednost, ki dosti ne zavisi od premera žice, pač pa le od vrste in oblike celotne antene. V maksimumu toka se namreč reaktivni del impedance natančno uniči, ostane le realni del - sevalna impedanca - ki zavisi od vrste in oblike antene.



Slika 1: Vpliv porazdelitve toka na impedanco monopola.

Pravega vozla toka na anteni ne moremo doseči, ker ima impedanca v vsakem slučaju vedno vsaj majhen, od nič različen realni del. Zato je smiselno govoriti o minimumu toka na žici antene. Tudi v bližini minimuma toka se da poiskati takšno napajalno točko, da je impedanca čisto realna. Vrednost impedance v minimumu toka je seveda zelo visoka in zelo odvisna od

premera žice antene, čeprav je impedanca tu lahko povsem realna. Razlaga za ta pojav je sledeča: k sevanju antene največ prispevajo hrbti toka, zato je tu impedanca določena le z vrsto in obliko antene. Ta impedanca se preslika v dosti višjo vrednost v minimumih toka preko četrt valovnega transformatorja, ki ga predstavlja antenska žica. Impedanca tega četrt valovnega transformatorja in s tem prestavno razmerje so seveda močno odvisni od premera žice.

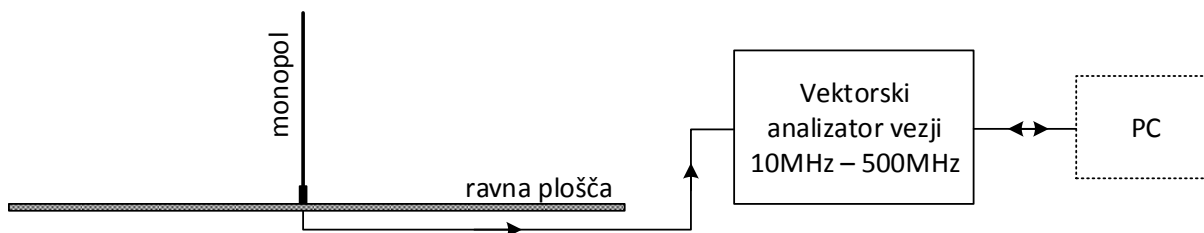
Na Sliki 1 je narisani potek impedance za najenostavnejši primer: monopol, napajani na enem koncu. Zelo kratki monopoli ( $l \ll \lambda/4$ ) predstavljajo le kapacitivno breme z majhno izgubno (sevalno) upornostjo. Pri dolžini približno  $\lambda/4$  se reaktivna impedanca prvič izniči in tu ima monopol povsem realno, nizko in stabilno impedanco. Okoli dolžine  $\lambda/2$  napajamo monopol v minimumu toka in dobimo visoko realno impedanco, pri dolžini  $3\lambda/4$  pa spet nizko realno impedanco.

### Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- Merjene antene - monopole – različnih dolžin z ustreznim priključkom.
- Ravno aluminijasto ploščo z izvrtino na sredini.
- Vektorski analizator vezji v frekvenčnem pasu 10 MHz do 500 MHz s pripadajočim mostičem.
- Pripomočke za kalibracijo (kratkostičnik, 50 ohm breme, 60 dB slabilec)
- Priključne kable za vse povezave.

Postavitev merilnih pripomočkov prikazuje Slika 2, rasporeditev pa Slika 3.



Slika 2: Skica vezave merilnih pripomočkov



Slika 3: Slika vezave merilnih pripomočkov

## Opis poteka vaje

Zaradi enostavnosti izvedbe vaje si izberemo najenostavnejšo možno anteno, to je monopol. Monopol napajamo na enem koncu z izvorom, priključenim preko merilnega mostička za merjenje impedance tako, da žilo koaksialnega priključimo na monopol. Oklop kabla je potrebno tudi nekam priključiti, da monopol sploh lahko napajamo. Skupaj s konektorjem ga priključimo na veliko (v primerjavi z valovno dolžino) ravno kovinsko ploščo.

Meritev impedance bomo opravili z vektorskim analizatorjem vezji, ki že razpolaga z ustrezno programsko in strojno opremo za meritev impedance. Pred pričetkom meritev moramo (če to še ni storjeno) inštrument ustrezno kalibrirati, da matematično izničimo vplive povezovalnih kablov, priključkov, mostičev, torej da resnično merimo le našo anteno. Poskrbimo da imamo območje meritev nastavljeno med 10 MHz in 500 MHz. Sledimo postopkom za ročno kalibracijo ali pa si pomagamo z ustreznim programom, ki nas vodi skozi postopek kalibracije in z napravo komunicira preko vodila HP-IB.

Pri kalibraciji merimo parametre za tri različne pogoje. Odprte sponke zagotovimo z odstranitvijo monopolne antene iz priključnega konektorja, ter opravimo prvi del kalibracije. Kratak stik simuliramo s pripomočkom, ki ga vstavimo v konektor. Dober stik z osrednjo žilo in oklopom zagotovimo s konstantnim pritiskanjem kratkostičnika na konektor. Prilagojeno breme v našem primeru pomeni idealna 50 Ohm upornost, torej nič odbitega vala nazaj na priključne sponke merilnika. Ker je tehnično takšno breme težko izdelati, se poslužimo uporabe stabilcev. Na izhodu merilnega mostiča z vrtenjem matice konektorja previdno odstranimo naš kabel, ki je speljan do ravne kovinske plošče. Neposredno na vhod priključimo visokokakovostne stabilce, ki skupaj predstavljajo vsaj 60 dB slabljenja. Izhod stabilca pustimo nezaključen. Napredujoči val bo slabljen za 60 dB, na kar se bo odbil od odprtih sponk in bo zopet slabljen. Merilnik tako na svojem izhodu vidi navidezno 50 Ohm prilagojeno breme. Nato povežimo vse kable nazaj v prvotno postavitvev.

Natančno opravljena kalibracija nam zagotavlja točnost meritve. Ker naš postopek kalibracije ne zagotavlja absolutne točnosti, opazujemo le relativno spremembo impedance za različne primere monopolnih anten.

Skalo merilnika ustrezno nastavimo tako, da na zaslonu vidimo celotno frekvenčno področje. Smiselna izbira je logaritemska skala, saj bo pojav tam najbolj opazen.

V konektor vstavimo prvo monopolno anteno in poiščemo minimume. Zapišemo si vrednosti  $|Z|$  in fazo, ter frekvenco, pri kateri se minimum nahaja. Nato postopek ponovimo še za preostale antene.

Za monopol  $l \approx 50\text{cm}$  izrišemo diagram podobnem tistemu na Sliki 1.

## Naloga

1. Poiščite in izmerite impedančne minimume za 4. različne monopolne antene.
2. Za monopol  $l \approx 50\text{cm}$  izrišite diagram Realne komponente impedance v odvisnosti od imaginarne komponente impedance. Pomagajte si z ustrezno nastavitvijo merilnega inštrumenta.