

VAJA 16. - MEDSEBOJNA IMPEDANCA DVEH POLVALOVNIH DIPOLOV

1. Medsebojni vplivi anten pri sestavljanju skupin

Pri sestavljanju enakih anten v skupino pogosto ne moremo zanemariti medsebojnih vplivov med antenami. Pri tem ne smemo spregledati dejstva, da vsaka antena sama zase deluje v nekoliko drugačnih pogojih. Bližnja okolica posamične antene ni več prazen prostor, pač pa je zapolnjena z drugimi posamičnimi antenami iz iste antenske skupine.

Vpliv ostalih sestavnih delov skupine se kaže na dva načina: vpliv ostalih posamičnih anten, ko te niso vzbujane in vpliv ostalih posamičnih anten zaradi vzbujanja z istim izvorom. Antenske skupine običajno načrtujemo tako, da je prvi vpliv zanemarljiv, to pomeni, da nosilna kovinska struktura ene posamične antene ne dela sence drugi posamični anteni.

Medsebojni vpliv posamičnih anten v skupini zato običajno zapišemo z medsebojnimi impedancami oziroma z eno od matrik, s katerimi opisujemo večvhodna vezja. Skupino anten potem obravnavamo na enak način kot vezja.

Najenostavnejši primer je skupina dveh polvalovnih tankožičnih dipolov, prikazana na sliki 1. Če enega od dipolov odklopimo od generatorja in pustimo njegove priključne sponke odprte, po njem tečejo le zelo majhni tokovi in je vpliv na drugi dipol zanemarljiv. Obnašanje skupine dveh dipolov zato dobro opišemo z impedančno matriko Z . Pri tem sta Z_{11} in Z_{22} lastni impedanci dveh osamljenih dipolov, medsebojni vpliv pa opisujeta medsebojni impedanci Z_{12} in Z_{21} .

Če sta dipola enaka, sta seveda impedanci Z_{11} in Z_{22} med sabo enaki. Zaradi recipročnosti pa sta medsebojni impedanci Z_{12} in Z_{21} med sabo vedno enaki tudi pri dveh različnih dipolih. Medsebojna impedanca dveh dipolov (Z_{12} ali Z_{21}) je seveda funkcija medsebojne orientacije dipolov in razdalje med njima.

Skupini dveh dipolov ustreza tudi antena sestavljena iz enega dipola pred veliko kovinsko steno. Impedanco in ostale lastnosti takšne antene dobimo s pomočjo zrcaljenja, kot je to prikazano na sliki 2. Zrcalni dipol se seveda napaja z obratno fazo toka, da dobimo nično polje na mestu kovinske stene.

Recipročnost velja tudi v skupini iz več anten in so zato ustrezne medsebojne impedance v obeh smereh enake. Impedance vsake posamične antene v skupini iz več enakih anten pa niso več nujno enake med sabo, ker je seštevek vplivov ostalih posamičnih anten različen za vsako posamično anteno. Napajalno vezje za skupino iz več kot dveh anten je zato lahko komplicirano!

Končno, če poznamo matriko medsebojnih impedanc antenske skupine, lahko preko enostavnega računa določimo vhodno moč v skupino in preko nje dobitek skupine. Takšen način določanja dobitka skupine je običajno enostavnejši za računanje in za praktično meritev. Na primer, dobitek bočne skupine z dvema sofazno napajanimi polvalovnima dipoloma bo največji pri tisti oddaljenosti med dipoloma, ko doseže impedanca najnižjo realno

vrednost, kar pomeni najnižjo vhodno moč v skupino za enako sevano polje.

2. Seznam potrebnih pripomočkov

Za izvedbo vaje potrebujemo:

- (1) Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 400MHz, z izhodno močjo do 10dBm (10mW) in možnostjo amplitudne modulacije z 1kHz pravokotnim signalom.
- (2) Polvalovni dipol s simetričnim vezjem, na stojalu.
- (3) Mostiček za merjenje impedance.
- (4) Detektor za mostiček.
- (5) Kos aluminijeve pločevine, velikosti 1 kvadratni meter.
- (6) Priključne kable za vse povezave.

Razporeditev in povezava merilnih instrumentov je prikazana na sliki 3.

3. Obrazložitev in opis poteka vaje

Medsebojno impedanco med dvema polvalovnima dipoloma najlažje izmerimo z uporabo zrcaljenja. Na ta način potrebujemo za meritev en samo polvalovni dipol, ki mu merimo impedanco na priključnih sponkah. Medsebojno impedanco potem preračunamo po enačbi na sliki 2.

Merjeni dipol priključimo na mostiček za merjenje impedance, če se le da preko kabla takšne dolžine, da ustreza celoštevilskemu mnogokratniku valovne dolžine na delovni frekvenci antene. Na ta način odpade vsakršno preračunavanje impedance, ki jo odčitamo na skali mostička.

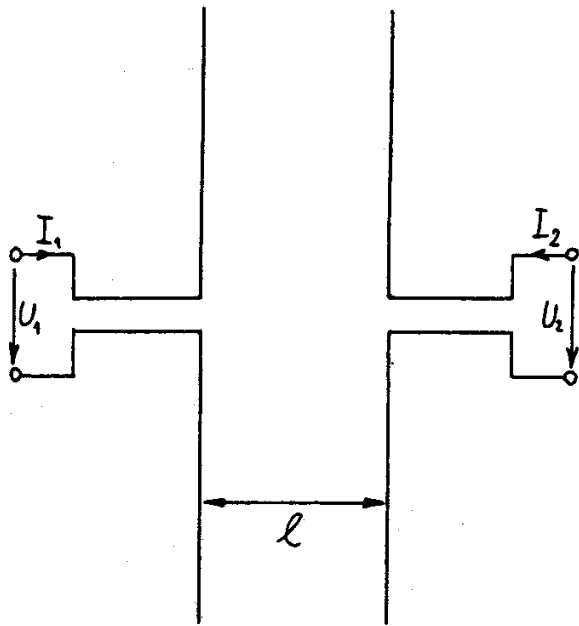
Mostiček priključimo na moduliran izvor (1kHz AM), ker modulacijo potrebuje za svoje delovanje detektor. Z mostičkom najprej izmerimo impedanco samega dipola brez kovinske plošče. Ta impedanca ustreza vrednosti Z_{11} v impedančni matriki.

Nato dipolu približamo kovinsko ploščo. Kovinska plošča bi morala biti neskončno velika. Za našo točnost meritve zadošča kovinska plošča, ki je velika nekaj valovnih dolžin. Kovinsko ploščo približujemo dipolu ter merimo razdaljo med ploščo in dipolom. Na vsaki razdalji ponovno poiščemo ravnotežje mostička ter odčitamo izmerjeno impedanco.

Medsebojno impedanco dobimo tako, da odštejemo od vrednosti Z_{11} izmerjeno impedanco na dani razdalji. Zaradi zrcaljenja je seveda razdalja do drugega dipola enaka dvakratni razdalji dipola od reflektorja!

4. Prikaz značilnih rezultatov

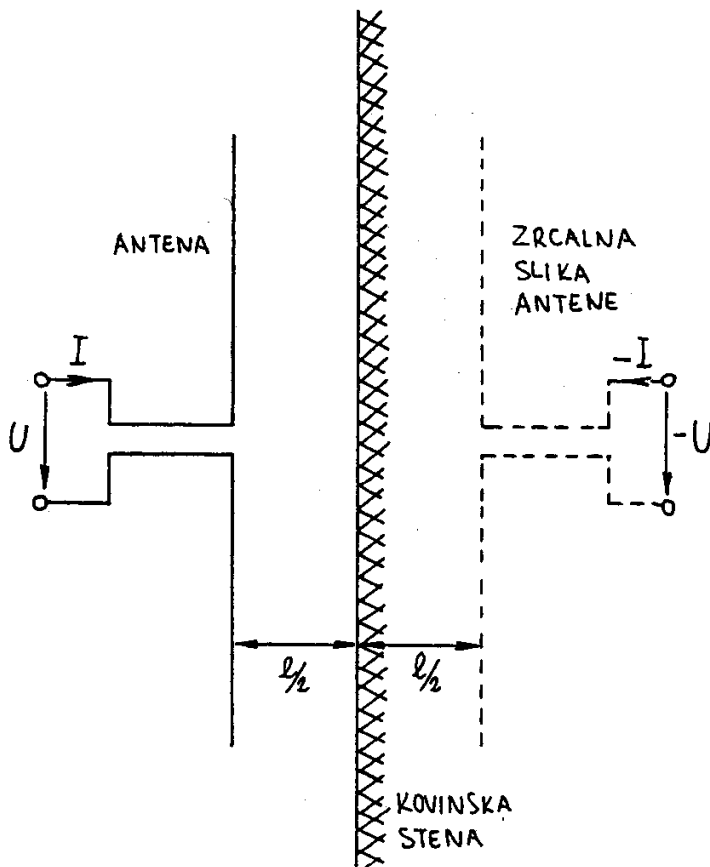
Idealni potek medsebojne impedance za dva vzporedna polvalovna dipola je prikazan na sliki 4 kot funkcija razdalje med dipoloma. Pri resnični meritvi seveda pride do napak, predvsem zaradi končnih dimenzij kovinske plošče in netočnosti samih meritev. Od vseh netočnosti se najbolj pozna vpliv meritve Z_{11} , saj se od te vrednosti odštevajo vse ostale izmerjene vrednosti.



$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

Recipročnost $\rightarrow Z_{12} = Z_{21}$

Slika 1. - Definicija medsebojne impedance anten.

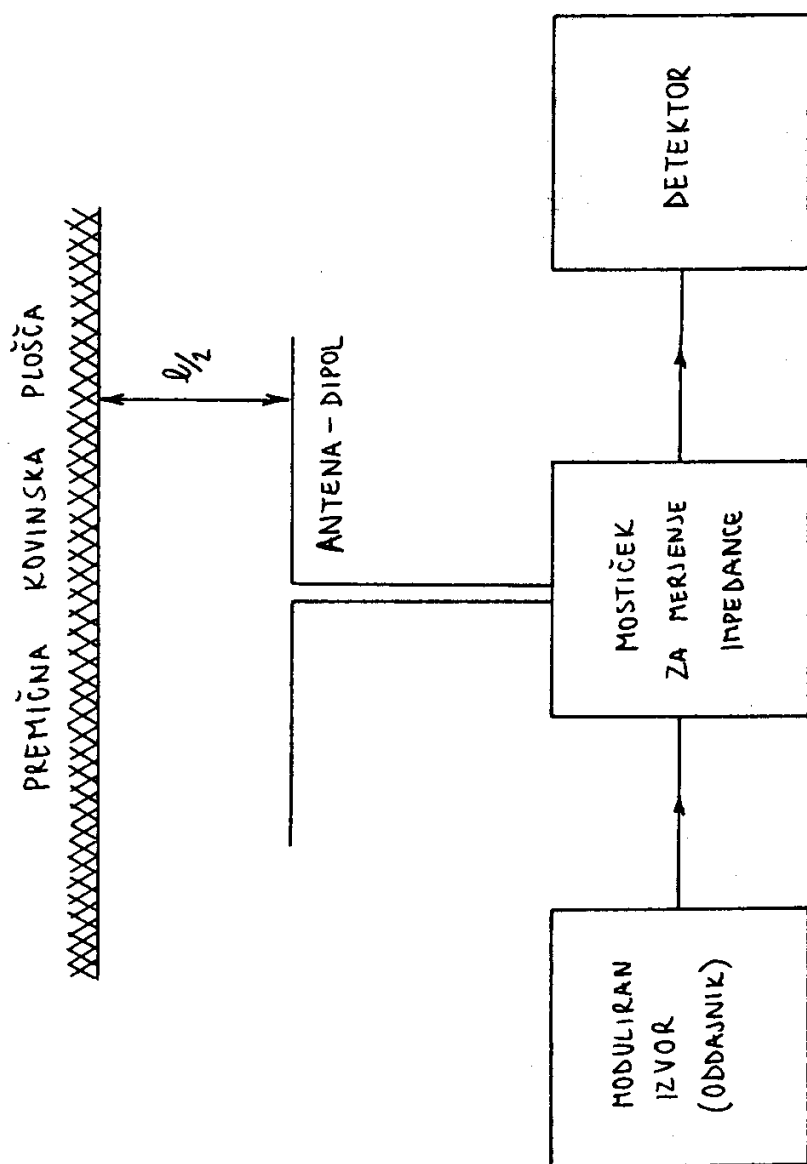


$$U_1 = Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2$$

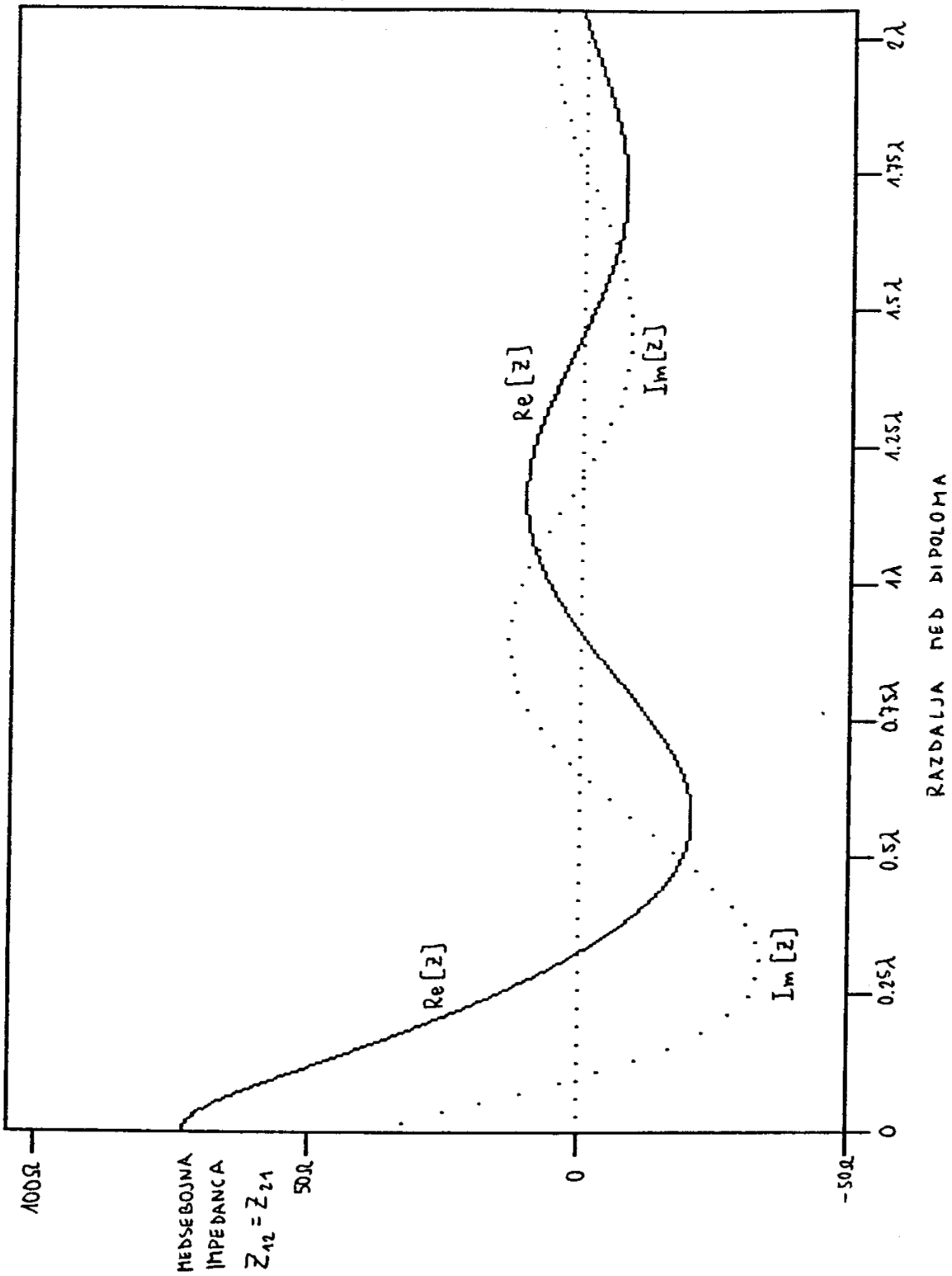
$$U = Z_{11} I + Z_{12} \cdot (-I)$$

$$Z_{vh} = \frac{U}{I} = Z_{11} - Z_{12}$$

Slika 2. - Impedanca dipola pred kovinsko steno.



Slika 3. - Vezava merilnih instrumentov.



Slika 4. - Izmerjena medsebojna impedanca med polvalovnimi dipoloma.