

Mikrovalna sonda za merjenje moči

Primož Lemut - S53KS

Uvod

Velikokrat nam uspe sestaviti razne amaterske naprave brez temeljnih meritev in smo zadovoljni že po kratkem preizkusu. Ob kasnejših nepojasnjenih dogodkih, prenehanju delovanja in podobno se ponavadi zamislimo in vzamemo v roke merilni instrument. Pri sestavljanju mikrovalovnih SSB radijskih postaj si lahko s primernimi merilnimi instrumenti prihranimo marsikakšno urico iskanja napak, poti in nadlegovanja kolegov. Eden izmed enostavnejših, pa kljub temu zelo uporaben, je merilnik moči.

Princip delovanja

Zasnova sonde, ki jo predstavljam, je že stara, novejša so le komponente, s katerimi jo izdelam. Na seminarju o gradnji mikrovalovnih SSB postaj nam je Matjaž-S53MV predstavil BAT 62-03W, ki je primeren za gradnjo takega instrumenta. Poleg visoke frekvenčne meje je njena pglavitna lastnost še visoko dovoljena zaporna napetost (40V).

Shema sonde je predstavljena na sliki 1. Asimetričen VF vod zaključimo z bremenom 50 ohm, preko diode BAT62-03W pa merimo vrhno napetost, ki jo gladimo z disk kondenzatorjem 1nF s primernim VF karakteristikami. Od tod preko upora 1kohm vodi mo enosmerno napetost preko skoznika 1nF skozi kovinsko ohišje merilnika. Upor 1kohm je namenjen samo zaščiti diode pred

o
j
e
o
b
v
k
l

$$P = \frac{U^2}{2Z_0} [W]; Z_0 = 50\Omega$$

$$P_1 = 10 \log \frac{P}{0.001} = 10 \log(10U^2) = 10 + 20 \log U [dBm]$$

Slika 2 - Izračun moči iz izhodne napetosti.

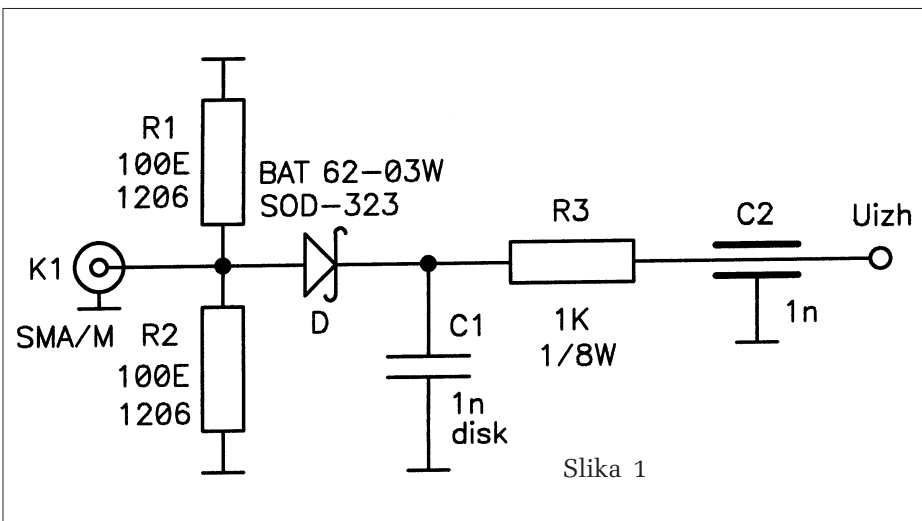
opu instrument pač na tokovnem območju npr. 10A. Omenjena dioda namreč stane veliko manj, kot je vreden trud, da razspajkamo kovinsko škatlico, zamenjamo diodo in jo zopet sestavimo. Na izhodno točko priključimo V-meter in iz izmerjene napetosti določimo moč bodisi v mW ali dBm. Poudariti velja, da veljajo zveze (izračun) s slike 2 samo do neke napetosti(0,2V), če gremo še nižje, moramo uporabiti korekcijsko krivuljo. Le-ta upoštevamo tudi ohmsko obremenitev sonde z voltamperom (slika 3).

IZDELAVA SONDE

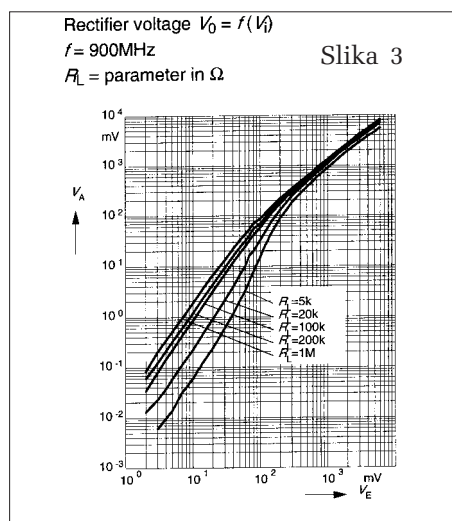
Sondo vsekakor vgradimo v kovinsko škatlico, saj na tak način najlažje zaustavimo neželeno sevanje in s tem povezane moteče pojave. VF moč dovedemo v sondo preko kratkega kosa poltrdega koaksialnega kabla UT41, na konec katerega montiramo kvaliteten moški SMA konektor. Kvalitetni konektorji so izdelani tako, da je srednji kontakt kar srednja žila poltrdega kabla, s čimer se izognemo velikim spremembam impedance in s tem povezanimi izgubami. Taka izvedba ima le to slabo lastnost, da deluje ob priključitvi

konektorja precejšnja vzdolžna sila na srednjo žilo poltrdega kabla. Če bi ob vstopu kabla v kovinsko škatlico enostavno prispajkali zaključitvena SMD upora, bi to zanesljivo premenilo njuno uničenje. Zato sem v škatlico vgradil dodatno ploščico s kratkim mikrotrakastim 50 ohmskim vodom. Na FR\$ laminatu debeline 0,8mm je širina voda približno 1,5 mm ali 60 mils. Dolžina voda v prototipu je 4mm. Poleg utrditve srednje žile nam opisana ploščica omogoča še enostavnejšo montažo ostalih elementov, predvsem kar se tiče toplotne obremenitve le-teh pri spajkanju. Disk kondenzator prispajkamo v izvrtino v ploščici. Med izvrtino in koncem mikrotrakastega voda je približno 1mm. Izvrtino za kondenzator kakor tudi izvrtini za ozemljitev zaključitvenih uporov z druge strani zapremo s koščkom tanke medeninaste ali bakrene pločevine. Anodo diode prispajkamo prav na konec mikrotrakastega voda med SMD upora velikosti 1206. Mehanska izvedba sonde je prikazana na sliki 4, približne dimenzije tiskanega vezja in razporeditev elementov pa so podane na sliki 5. Sam sem ploščico izdelal kar iz ostankov priključenega voda nekega mikrotrakastega filtra, zato predloge tiskanega vezja nimam. Z disk kondenzatorja prispajkamo upor 1kohm (1/8W) na skoznik v zadnji stranici sonde. Če želimo sondo uporabljati tudi na 10GHz področju, jo moramo vgraditi v škatlico, ki ima večji dimenziji manjši od 20 mm, da so

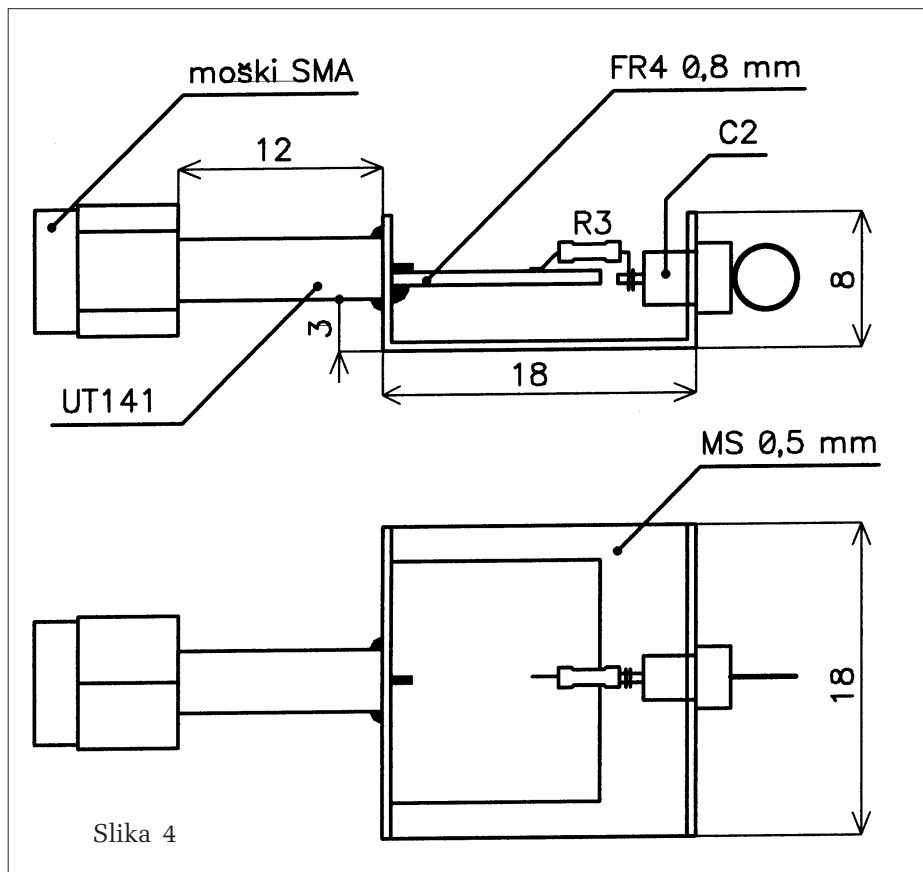
n
a
š
o
p
o
z
a
b
l
j
i
v
o
s
t
j
o
,
k



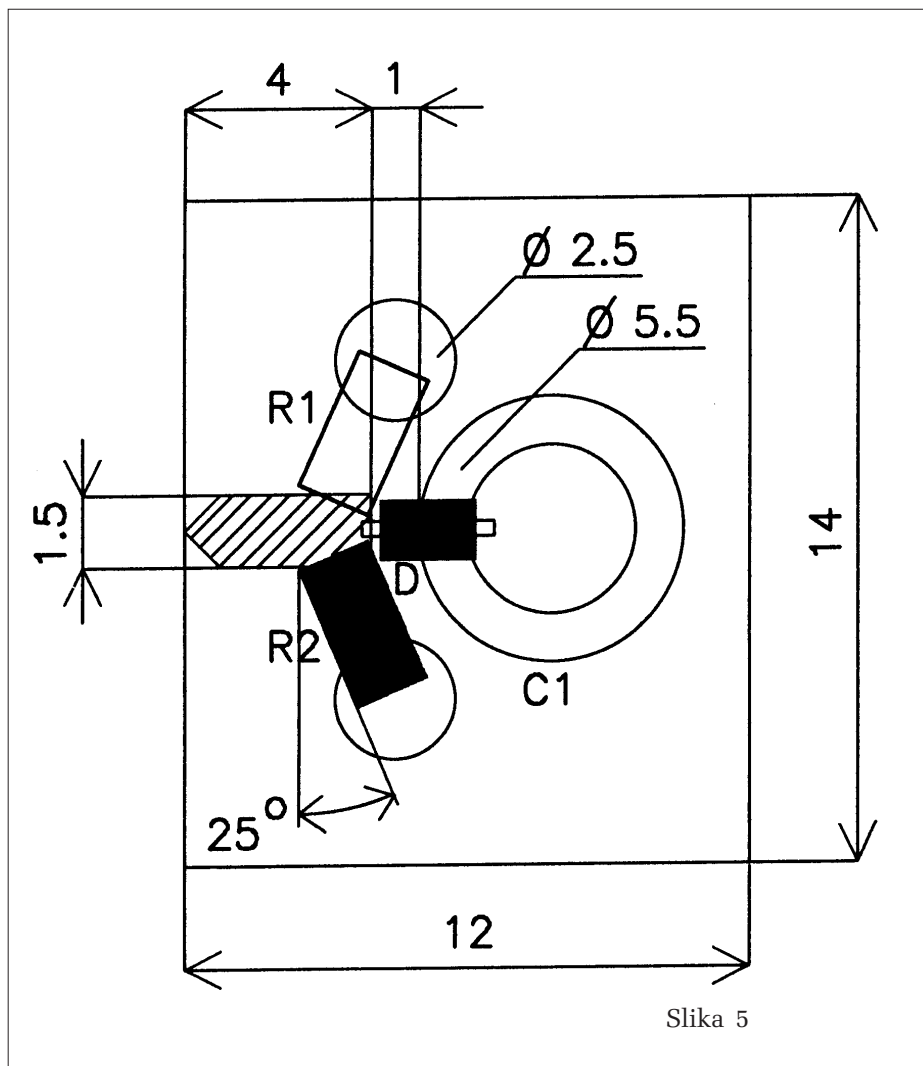
Slika 1



Slika 3



Slika 4



Slika 5

Izbral zunanje mere 18 x 18 mm. Pokrovec iz enega ali tanjšega materiala kot nosilni del vgradimo po preizkusu. Prispajkamo ga po vseh straneh.

REZULTATI IN UPORABA

Izdelamo sondo sva z Matjažem-S53MV preizkusila na amaterskih področjih med 1 in 10GHz. Na 23 cm področju sonda kaže pravo vrednost, na 13 cm pa kakšnih 20% premalo. Vzrok slednjega najbrž tiči v ne dovolj kvalitetnem disk kondenzatorju 1 nF, ki ima ravno tam šeno svojih resonanc. V 5 in 3 cm področju je izhodna napetost prava. Precejšnje presenečanje je pravi odziv v 3 cm področju, se večja pa zelo dobra prilagoditev. V 5 cm področju je prilagoditev nekoliko slabša, a še vedno boljša od 15 dB.

Da bi opisano sondo po pravici lahko imenovali merilni instrument, bi bilo potrebno vložiti precej truda v izdelavo korekcijskih tabel za posameznega frekvenčnega področja. Pa še te bi bilo potrebno ob zamenjavi posamezne komponente z enako drugega proizvajalca popraviti. Zato je ta sonda namenjena merjenju nivojev z natančnostjo +/- 1 dB, kar tudi ni premajhna natančnost, če pomislimo s kolikšnim dinamičnim območjem imamo ponavadi opraviti. Posamezne enote tudi niso občutljive na tako majhne spremembe nivoja. Na primer, izhodna moč, spremenjena za 1 dB, ne bo odločilna za vzpostavitev zveze, enako spremenjen nivo lokalnega oscilatorja prav tako ne bo povzročil bistvenega povečanja šuma ali prekrmljenja mešalnika. Na izhod sonde ponavadi priključimo analogen voltmeter, še bolje takega z vgrajenim vhodnim ojačevalnikom, kar omogoča točnejše meritve pri nivojih pod 0 dBm. Pred tem se moramo seveda prepričati, da slednji ni podvržen VF motnjam. Podobno velja za digitalni voltmeter, čeprav le-ta ni najbolj uporaben pri ugaševanju. Z uporabo korekcijske krivulje s slike 3 lahko merimo moči od -30 dBm (0.01V) do 0.5W/27 dBm (7.1V), prenese pa tudi kratkotrajne obremenitve z 1W/30 dBm (10V). Največjo točnost doseže v področju nad 0 dBm. Za instrument, ki ga sestavimo v nekaj urah in nam ne stanjša preveč denarnice, prihranimo pa precej uganj, je to dovolj.