

## Delovanje SWR POWER merilnika

Za začetek tipičen HF SWR merilnik nima zmožnosti ločenega vzorčenja napajalne in povratne moči, napetosti ali toka. Vsak opis naprave ali njenega vezja, ki kaže, da je ta zmožnost napačna. To lahko empirično pokažemo z dvema različnima poskusoma.

### Poskus 1

Priključite 100 omski upor neposredno na izhod 50-metrskega merilnika SWR (brez koaksialnega kabla) in neposredno priključite vhod merilnika SWR na oddajnik (brez koaksialnega kabla). Upor bo razpršil vso moč, ki jo oddajnik lahko odda v obremenitev 100 ohmov - brez odbojev napetosti, toka ali moči, ker ni prenosne linije. Toda merilnik bo pokazal SWR 2: 1.

### Poskus 2

Oddajnik priključite neposredno na vhod merilnika SWR 50 ohmov. Na izhodu merilnika SWR povežite 75 ohmski koaksialni kabel in do konca priključite 75 ohmsko obremenitev. Ker se obremenitev ujema z  $Z_0$  (karakteristična impedanca) koaksialnega kabla, na koaksialnem kablu ni odbojev napetosti, toka ali moči. Vendar bo merilnik pokazal SWR 1,5: 1.

### Kako deluje?

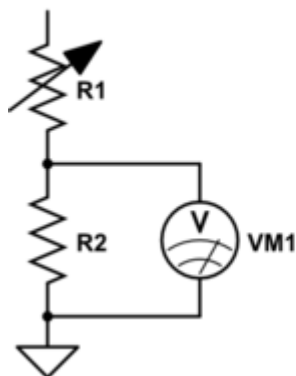
Tipični HF SWR merilnik deluje tako, da vzorči kompleksno napetost in tok na točki vstavitve, iz katere izračuna efektivni SWR na točki vstavitve na prenosnem vodu s karakteristično impedanco 50 ohmov (ali kakšno drugo impedanco, za katero merilnik SWR meri. je zasnovan).

Izraz "učinkovito" se uporablja tukaj, ker se izračun izvaja ne glede na to, ali je prenosna linija prisotna ali ne, in ne glede na dejansko značilno impedanco prisotne prenosne linije.

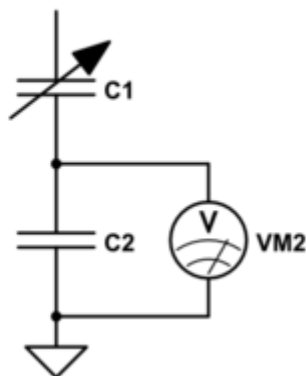
### Vzorčenje napetosti

Merilniki SWR uporabljajo eno od treh različnih metod za vzorčenje kompleksne napetosti na točki vstavitve.

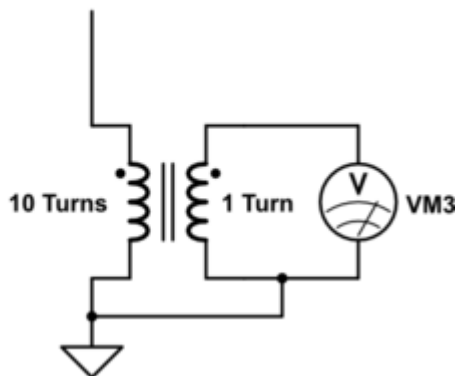
A resistive divider



A capacitive divider



A step down transformer



V vsakem primeru se tokokrog vzorčenja napetosti spušča višja napetost, ki je prisotna na prenosni liniji na točki vstavitve na bolj obvladljivo nižjo napetost za tokokrog merilnika

SWR. V primeru uporovnih in kapacitivnih razdelilnih vezij je zgornji element običajno nastavljen tako, da omogoča merjenje SWR merilnika (več o tem kasneje).

Napetost, ki je prisotna na prenosni liniji v točki vzorčenja, je kompleksna vsota vseh napetosti naprej in vsote odbitih napetosti, ki izhajajo iz neusklajene obremenitve in vira. To se lahko izrazi kot:

$$V_{\text{line}} = V_f + V_r$$

kjer je  $V_f$  kompleksna napetost naprej in  $V_r$  je kompleksna reflektirana napetost na mestu vzorčenja.

Vzorčena napetost iz katerega koli zgornjega vezja se lahko nato izrazi kot:

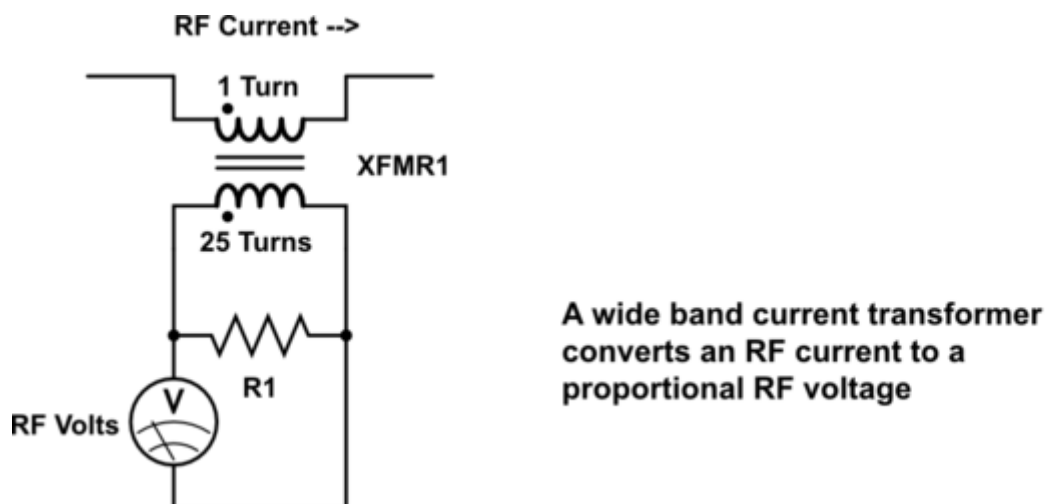
$$V_1 = (V_f + V_r) * k_1$$

kjer je  $k_1$  konstanta skaliranja, ki jo določa načrtovanje vezja za vzorčenje napetosti.

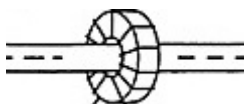
### Vzorčenje toka

Skoraj vsak merilnik SWR uporablja isto tehniko za vzorčenje kompleksnega toka, ki je prisoten na prenosni liniji na mestu vstavljanja. Tehnika vključuje vezje, ki na prvi pogled izgleda kot stopnični transformator napetosti z uporovnim bremenom na sekundarni, vendar je dejansko posebna konfiguracija, znana kot širokopasovni transformator.

Širokopasovni tokovni transformator pretvori RF tok, ki poteka skozi njegovo primarno stran, v proporcionalno RF napetost na sekundarni strani. Pretvorba poteka tako, da se na sekundarni strani postavi upor bremena (ki se včasih imenuje tudi breme). Obremenitveni upor mora biti veliko manjši od karakteristične impedance sekundarne strani transformatorja, da je ta pretvorba toka in napetosti sorazmerna.



Transformator je običajno toroidna naprava, pri čemer srednji prevodnik prenosnega voda, ki poteka skozi luknjo toroida, tvori 1- primarno navitje s sekundarnim navitjem, ki je večkrat preklopljen skozi toroidno jedro.



Kompleksni tok, ki je prisoten na prenosni liniji v točki vzorčenja, je razlika med prednjim in odsevanim tokom:

$$I_{\text{line}} = I_f - I_r$$

kjer je  $I_r$  kompleksen prednji tok in  $I_r$  je kompleksni reflektirani tok.  
Kompleksna napetost, ki izhaja iz vzorčenega toka s širokopasovnim tokovnim transformatorjem, se potem lahko izrazi kot:

$$V_2 = (I_f - I_r) * k_2$$

kjer je  $k_2$  je preoblikovanje faktor, v V / amp, kot je določena s pasovno trenutno obliko transformator vezja širok.

### Izračun SWR in moč

Zdaj potrebujemo način, da uporabimo vzorčeno napetost in tok za izračun SWR-ja, kot tudi naprej in odbite moči. Večina enačb za izračun teh vrednosti vključuje poznavanje napetosti naprej in odbite napetosti. Ampak do sedaj imamo le  $V_1$ , ki je sorazmeren vsoti teh kompleksnih napetosti, kot je prikazano v enačbi 2. Vendar pa obstaja še en način za izražanje kompleksnega toka, ki je prisoten na točki vzorčenja, ki nam lahko pomaga:

$$I_{\text{line}} = \frac{V_f - V_r}{Z_o}$$

kjer je  $Z_o$  značilna impedanca prenosnega voda, običajno 50 ohmov v amaterskih radijskih aplikacijah.

Nato lahko nadomestimo enačbo 5 v enačbo 4

$$V_2 = (V_f - V_r) * \frac{k_2}{Z_o}$$

Sedaj odštejemo  $V_2$  v enačbi 6 od  $V_1$  v enačbi 2:

$$V_1 - V_2 = ((V_f + V_r) * k_1) - ((V_f - V_r) * \frac{k_2}{Z_o})$$

Pri  $Z_o$  50 ohmov, če nastavimo razmerje  $k_2$  na  $k_1$  na 50, je enačba 7 močno poenostavljena:

$$V_1 - V_2 = ((V_f + V_r) - (V_f - V_r)) * K_1 = V_r * 2 * K_1$$

Ohranjanje enakega razmerja  $k_2$  do  $k_1$ , vendar dodajanje  $V_1$  in  $V_2$ :

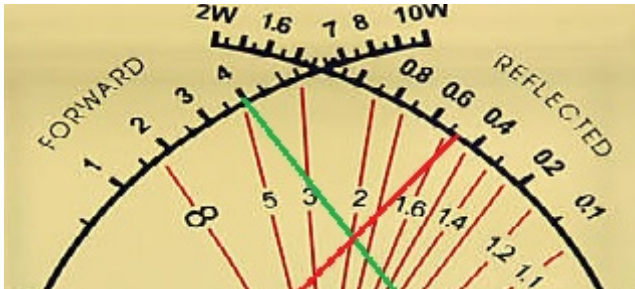
$$V_1 + V_2 = ((V_f + V_r) + (V_f - V_r)) * K_1 = V_f * 2 * K_1$$

Ker je izraz  $2 * k_1$  konstanta, ki jo je oblikovalec poznal, se zlahka razloči v naslednjih aplikacijah enačb 8 in 9.

To dodajanje in odštevanje  $V_1$  in  $V_2$  je bilo v preteklosti izvedeno s stikalom na SWR metru. Zdaj je bolj običajno, da je  $V_1$  napajan v središče pipe sekundarnega

širokopasovnega tokovnega transformatorja. Pri ustreznih vrednostih vezja je ena noga transformatorja  $V_1 + V_2$ , medtem ko je druga noga  $V_1 - V_2$ .

Ker je moč sorazmerna s kvadratom napetosti, nam enačba 8 daje napetost, ki je sorazmerna z reflektirano močjo, enačba 9 pa nam daje napetost, ki je sorazmerna s prednjo močjo. Vsaka od teh napetosti se napaja na svoje gibanje merilnika, kjer logaritemska skala, narisana na površini merilnika, pretvori linearno odklon, ki temelji na napetosti, na moč.



Pretvorba moči naprej in izražene moči v SWR je podana kot:

$$SWR = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}}$$

Ali pa je pretvorba  $v_r$  in  $v_r$  v SWR dana kot:

$$SWR = \frac{1 + (V_r/V_f)}{1 - (V_r/V_f)}$$

Zgoraj prikazana površina merilnika prikazuje presečišče obeh igel na liniji SWR 2: 1, ki ustreza enačbi 10 za prikazane moči. Oblikovalec merilnikov SWR preprosto zapiše številne vrednosti SWR na števcu, ki ustrezajo preseku moči naprej in nazaj.

### Umerjanje merilnika SWR

Tipičen postopek umerjanja za merilnik SWR je, da se neposredno na izhod merilnika priključi uporovno obremenitev, ki je enaka  $Z_0$  napajalnega voda. Oddajnik odda ustrezno količino energije na vhod merilnika SWR. Omrežje za razdelitev napetosti se nato prilagodi tako, da je  $P_r$  enak 0.

Ker je  $P_r$  sorazmerna  $(V_r)^2$ , lahko iz enačbe 7 vidimo, da ta prilagoditev preprosto zagotavlja, da je  $k_2 / k_1 = 50$  za merilnik SWR, ki je bil zasnovan za 50 ohmsko napeljavo.

Dušan S52NR