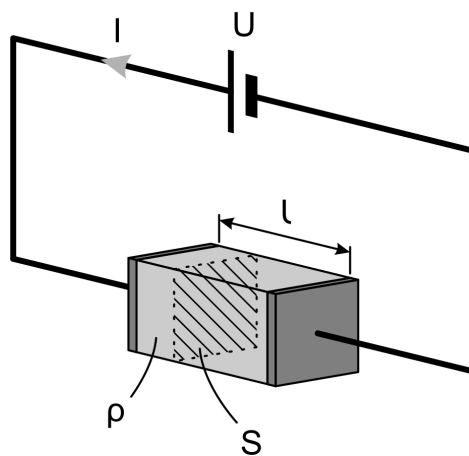


## Merenje teraometrom Symmetry SM304

SY322 • 2. april 2006.

Goran Kostić

### 1. Otpornost i specifična otpornost



**Slika 1.** Skica otpornika i veličina od značaja.

**Otpornikom** nazivamo element sa dva električna priključka između kojih je napon (u svakom trenutku) proporcionalan struji kroz priključke. Koeficijent proporcionalnosti napona nazivamo **otpornost** otpornika.

Dakle veza između napona  $U$ , struje  $I$  i otpornosti  $R$ , otpornika, data je narednim ekvivalentnim obrascima:

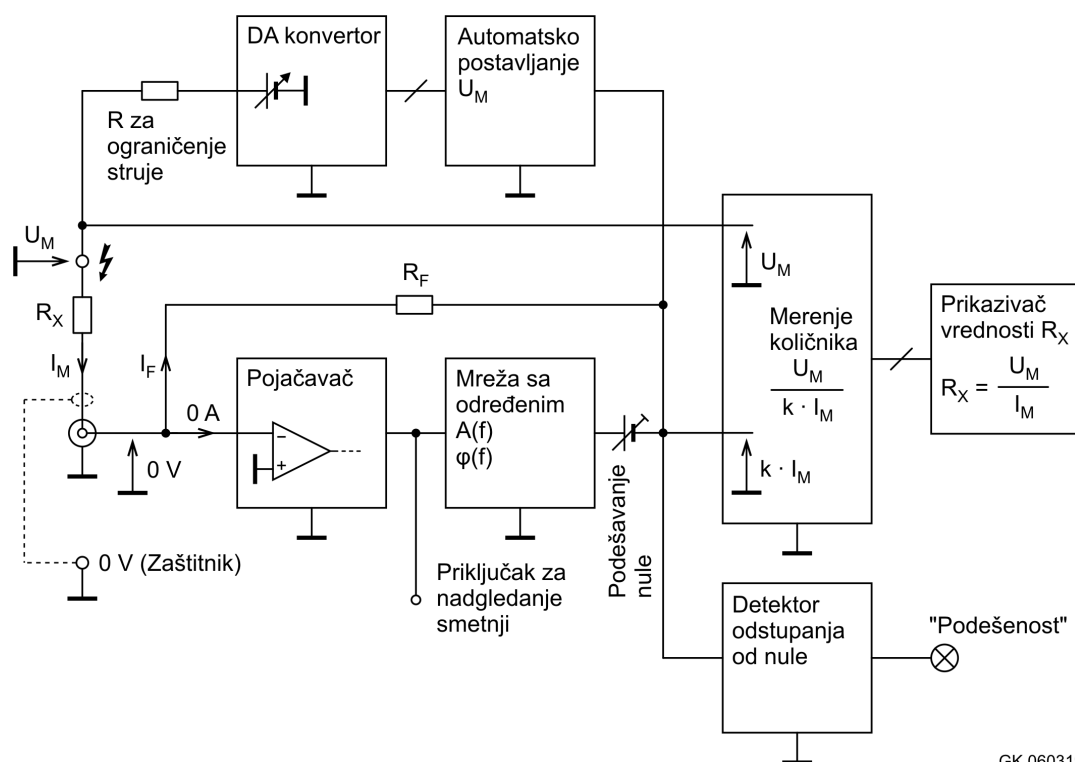
$$U = R \cdot I, \quad I = \frac{U}{R}, \quad R = \frac{U}{I}.$$

Otpornik se može realizovati tako što se dve paralelne elektrode, koje su i električni priključci, postave na suprotne strane slabo-provodnog materijala. Videti sliku 1. Otpornost tako izvedenog otpornika proporcionalna je razmaku između elektroda, a obrnuto proporcionalna površini poprečnog preseka slabo-provodnog materijala. Koeficijent proporcionalnosti otpornosti nazivamo **specifična otpornost**.

U slučaju realizovanja otpornika kao na slici 1, veza između razmaka između elektroda,  $l$ , površine poprečnog preseka slabo-provodnog materijala,  $S$ , i specifične otpornosti materijala,  $\rho$ , data je sledećim ekvivalentnim obrascima:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad \rho = R \frac{S}{l}, \quad l = R \frac{S}{\rho}, \quad S = \rho \frac{l}{R}.$$

## 2. Teraommetar SM 304



Slika 2. Principijelna šema teraommetra *Symmetry* SM304.

Teraommetar *Symmetry* tip SM304 meri količnik napona između priključaka merenog otpornika i struje kroz priključke merenog otpornika. Taj količnik je jednak vrednosti otpornosti merenog otpornika. Videti sliku 2.

Pri velikim otpornostima i praktičnim vrednostima napona, struja kroz priključke merenog otpornika je vrlo mala. Tako male vrednosti struje mogu se meriti sa visokom tačnošću korišćenjem operacionog pojačavača sa malom ulaznom mirnom (*bias*) strujom u konfiguraciji invertujućeg pojačavača. Ova konfiguracija obezbeđuje da je ulazni priključak pojačavača kroz koji se meri struja, na naponu (u odnosu na "masu" uređaja) jednakom nuli. Napon, između ulaznog priključka i "mase" jednak nuli, obezbeđuje da nema "oticanja" merene struje kroz neidealne izolatore ulaznog priključka.



Slika 3. Teraommetar *Symmetry* SM304.

### 3. Praktične napomene za korišćenje teraommetra SM 304

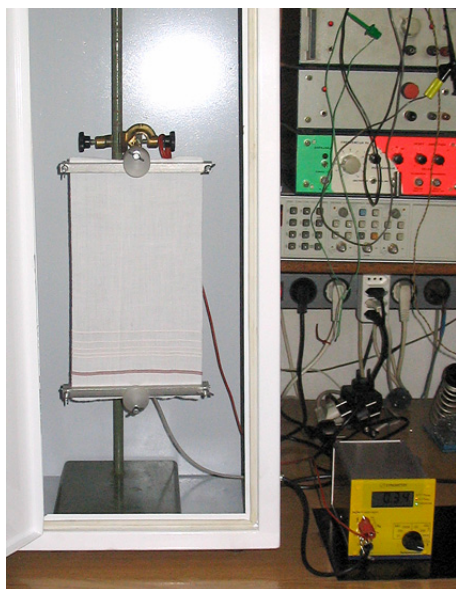
1) Uzorak sa kontaktima između kojih se meri otpornost mora da bude u elektromagnetskom oklopu.

Oklapanje se obavlja jer je neophodno dovođenje na najmanju meru naizmenične struje smetnji kroz ulazni priključak (središni, koaksijalni priključak) teraommetra. Ova struja potiče od magnetske indukcije u petlji u kojoj je mereni otpornik, kao i od kapacitivne sprege elemenata vezanih na ulazni priključak i svega iz okoline što je na nekom promenljivom naponu. Dovoljno veliko slabljenje magnetske indukcije i kapacitivne sprege efikasno obezbeđuje oklop koji je magnetski i električki provodan i povezan sa "masom" (tj. 0 V) teraommetra. Dobar elektromagnetski oklop je zatvorena kutija od gvođenog lima.

Kabl kroz koji se vodi struja u ulazni priključak teraommetra takođe mora da bude elektromagnetski oklopljen. Odgovarajuća svojstva ima svaki kabl karakteristične impedanse  $75 \Omega$ , sa kvalitetnom polietilenskom izolacijom preko centralnog provodnika i njenim spoljnim prečnikom većim od 2,5 mm.

Svi merni opsezi teraommetra su podjednako osetljivi na opisane smetnje. Teraommetar ima test priključak za nadgledanje ovih smetnji osciloskopom ili voltmetrom. Kao drugi priključak koristiti priključak 0 V na prednjoj ploči. Na test priključku se može meriti naizmenična komponenta napona i ona predstavlja smetnje. Napon smetnji ima mali uticaj na tačnost merenja ako je manji od 1 V od vrha do vrha. Napon smetnji je dovoljno proveriti samo pri validaciji mernog sklopa (elektromagnetskog oklopa, elektroda, kablova, i teraommetra).

2) Pre merenja na opsezima 2000 G $\Omega$  i 20 T $\Omega$  treba podesiti nulu instrumenta. Glavni razlog razdešavanja je promena temperature ambijenta.



**Slika 4.** Primer elektromagnetskog oklopa u kome će se po zatvaranju vratanca meriti otpornost uzorka tkanine. Teraommetar i kontakti za uzorak su proizvodnje *Symmetry*.

Podešavanje (za sve opsege) obaviti sledećim postupkom:

- isključiti konektor iz ulaznog priljučka (i priključak ostaviti slobodan)
- preklopnik mernih opsega postaviti na 20 T $\Omega$
- podesiti trimer iza leve bočne ploče teraommetra tako da svetli zeleni indikator na prednjoj ploči označen sa "Podešenost" (ovim je obavljeno podešavanje).

3) Preći na naredni veći opseg kada svetli indikator  $R > R_{\max}$ . Preći na naredni manji opseg kada svetli indikator  $R < R_{\min}$ .

GK 060402