

ELEKTRIČNA MJERENJA

Opšte o mjerenju

Mjerenja imaju značajnu ulogu u razvoju ljudskog društva uopšte, a u razvoju nauke i tehnike posebno.

U elektrotehničkoj nauci i njenoj primjeni, električna mjerenja zauzimaju veoma važno mjesto. Električna mjerenja pomažu da se tačno i pravilno shvate zakonitosti elektriciteta i njegove primjene.

U inženjerskoj praksi, mjerenjem se utvrđuju svojstva elektrotehničkog materijala, provjerava kvalitet izrađenih proizvoda, provjerava ispravnost električnih instalacija, mjerenjem se dobija informacija o ispravnosti i sigurnosti uređaja, kao i o ekonomičnosti njegovog rada.

Po svojoj suštini mjerenje je poređenje **količine** jedne veličine sa drugom količinom iste veličine. Pod **veličinom** podrazumijevamo objektivnu prirodnu pojavu kao što je: dužina, masa, sila, električni napon itd. Svaka veličina, koja je definisana matematički formulisanim zakonom, ima dvije bitne karakteristike: **osobinu** ili **kvalitet** i **količinu** ili **kvantitet**.

Kvalitet je obilježje neke veličine, po kome se ona suštinski, po svojoj prirodi, razlikuje od drugih veličina. Kvalitet se još naziva i **dimenzija** neke veličine. Apsurd je porediti kvalitete. Ne može se uzimati odnos dva različita kvaliteta - dimenzije.

Klasifikacija metoda mjerenja vrši se na osnovu toga **šta** se poredi i **kako** se poredi. Ako se mjerenjem poredi dvije količine **iste** prirode, tada kažemo da se mjerenje obavlja **direktnom metodom**; na primjer mjerenje mase pomoću vage sa polugom. Ako se, na osnovu poznatih relacija, mjerenjem poredi količine različitih veličina, tada se mjerenje vrši **indirektnom metodom**; na primjer, mjerenje otpornosti na osnovu izmjernog napona i struje.

Prema načinu kako se poredi količine, postoje takođe dvije osnovne metode:

- **metoda skretanja** ili metoda neposrednog ocjenjivanja i
- **metoda ravnoteže** ili nulta metoda.

Metoda skretanja sastoji se u tome da se poredi skretanje kazaljke, koje ostvari izvjesna količina mjerene veličine i skretanje, koje izaziva jedinica količine te veličine, na određenom mjernom instrumentu.

Ravnotežne metode sastoje se u tome, što se mjerenje količine neke veličine obavlja pomoću mjernog instrumenta, putem upoređenja sa određenom količinom iste veličine (direktna metoda) ili neke druge veličine (indirektna metoda). Kada su količine u ravnoteži, kazaljka instrumenta je na nuli, npr. mjerenje mase pomoću vage sa kracima.

Mjerenje električnih veličina i električni mjerni instrumenti

Većina električnih mjernih instrumenata sadrži pokretni sistem na koji djeluju dva sprega; jedan koji proizvodi mjerna veličina, i drugi, suprotnog smjera, koji proizvodi spiralna opruga, kojom je pričvršćen pokretni dio. Prvi spreg se naziva **aktivni** ili **kretni**, a drugi **otporni** ili **upravljajući**.

Aktivni spreg M_a funkcija je mjerene veličine v i ugla skretanja α .

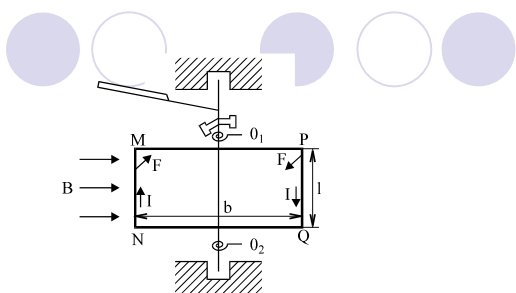
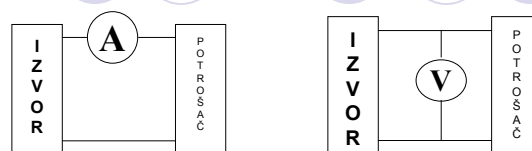
$$M_a = f(v, \alpha)$$

dok je otporni spreg M_0 obično srazmjeran uglu skretanja α .

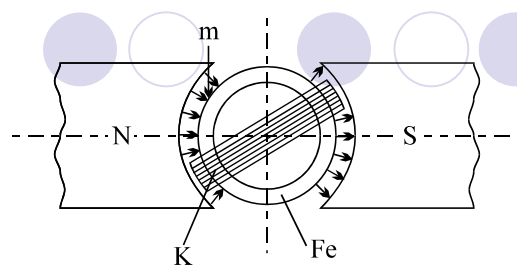
$$M_0 = k_0 \cdot \alpha$$

$$k_0 \cdot \alpha = f(v, \alpha)$$

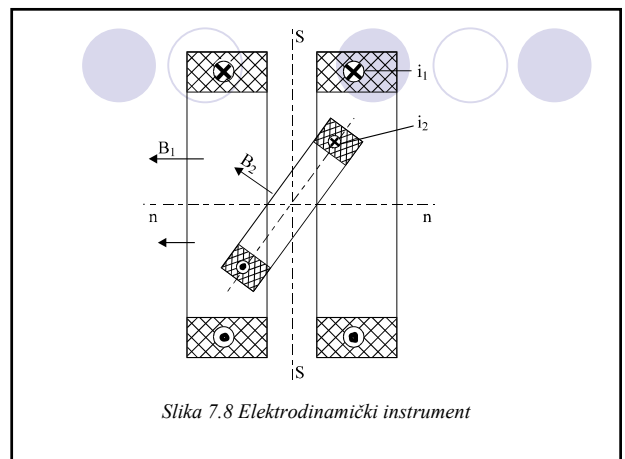
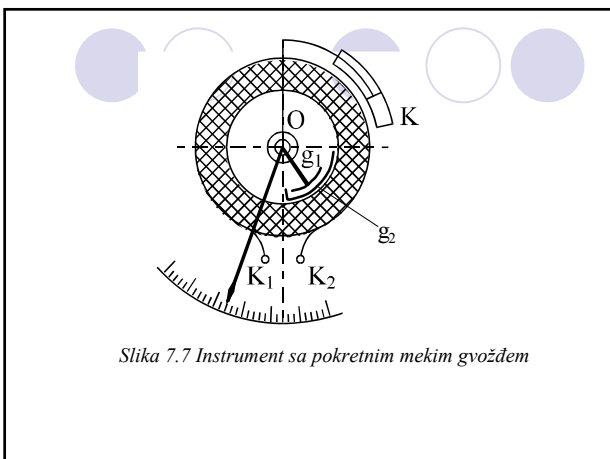
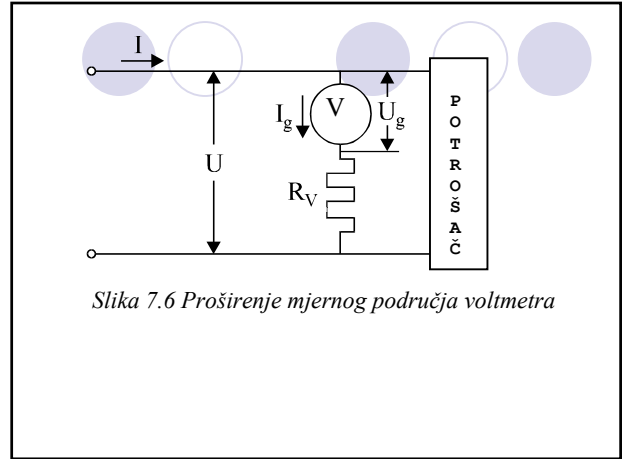
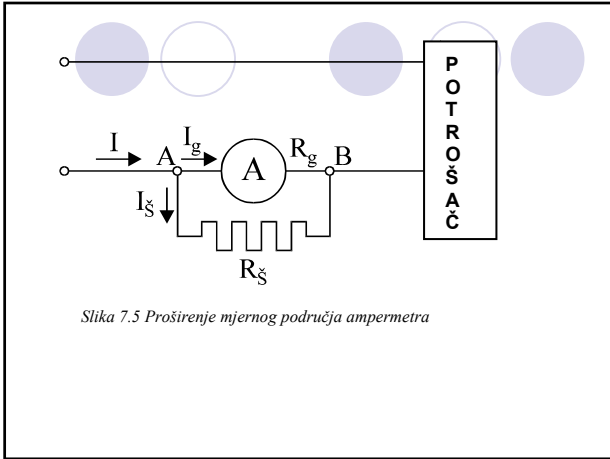
Mjerenje napona i jačine struje

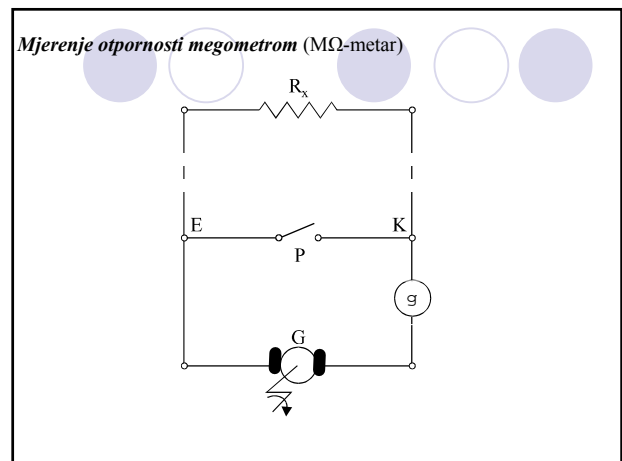
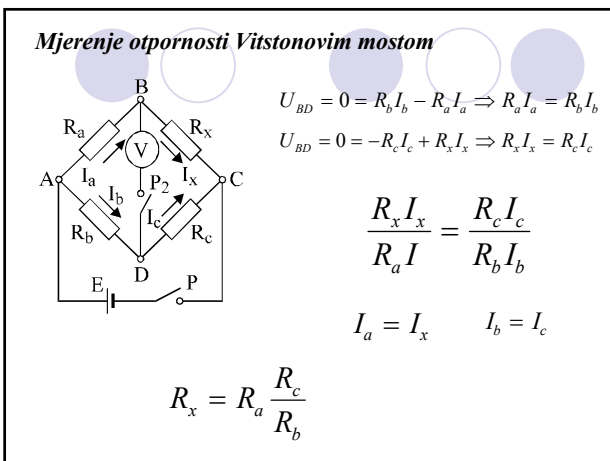
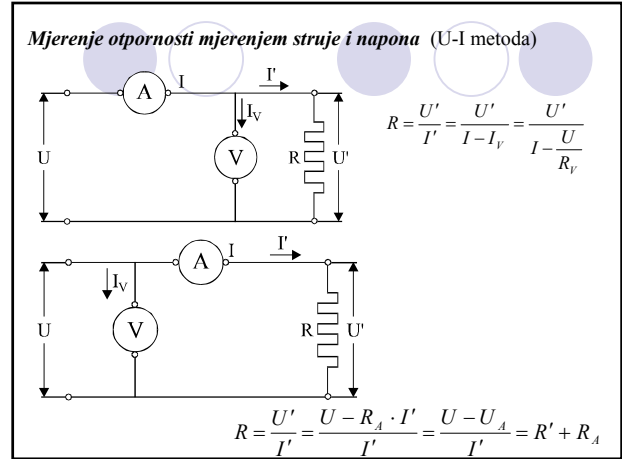
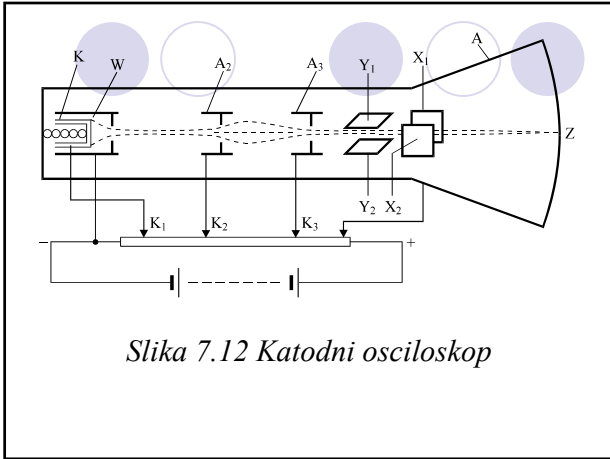


Slika 7.3 Instrument sa zakretnim kalemom



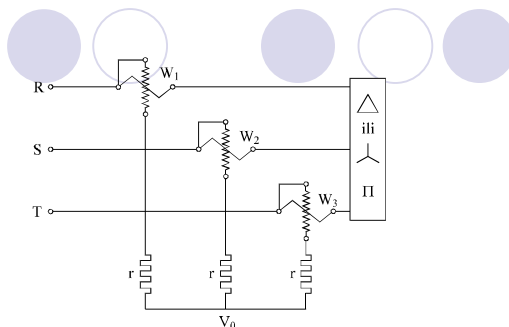
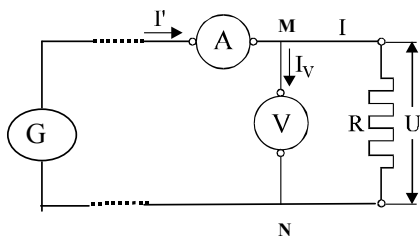
Slika 7.4 Pokretni kalem između polova





Mjerenje električne snage

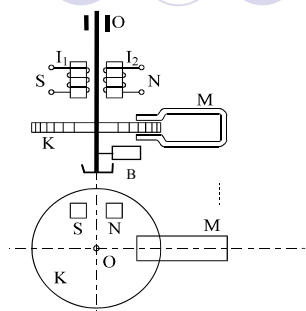
U-I metoda mjerenja snage.



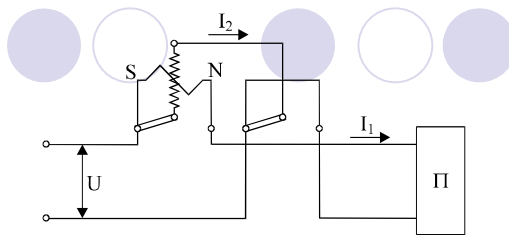
Slika 7.19 Mjerenje snage trofaznog sistema

Mjerenje električne energije

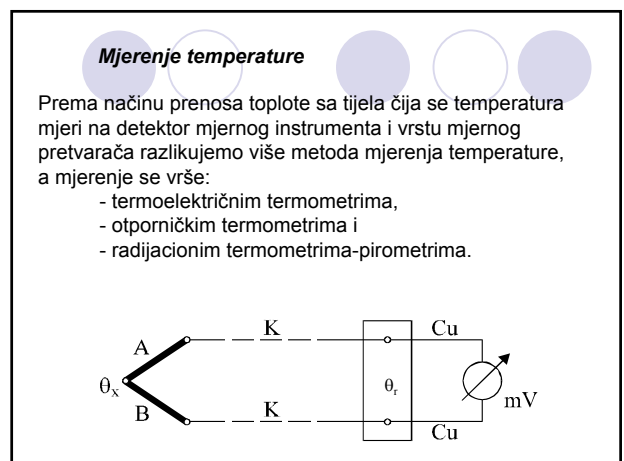
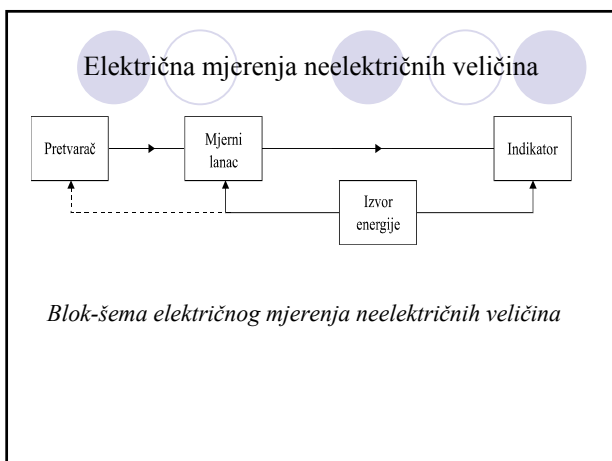
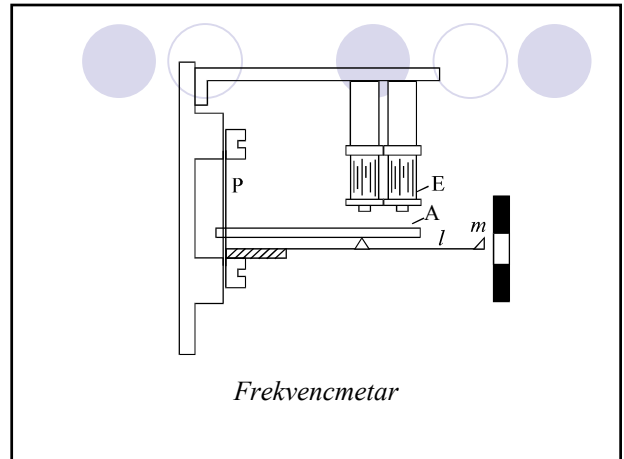
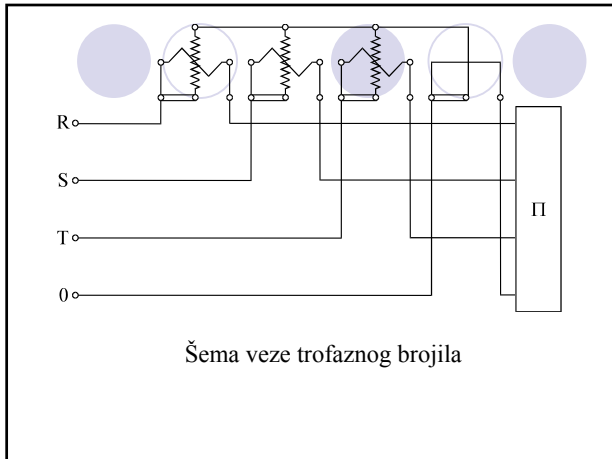
$$W = \int_0^t P(t) \cdot dt$$



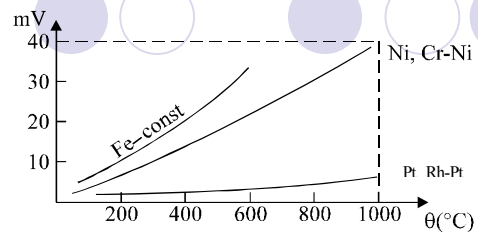
Jednofazno indukciono brojilo



Šema veze jednofaznog indukcionog brojila



- Ako se temperatura referentnog spoja održava konstantnom, tada će skretanje milivoltmetra biti srazmjerno temperaturi radnog spoja. Na radnom spoju dva prikladna različita materijala se spoje tvrdim lemljenjem ili zavarivanjem. Tako dobijamo **termopar**, ili **termospreg** ili **termoelement**. Kao termoparovi najčešće se koriste sledeći materijali (naveden je i dijapazon radnih temperatura):
 - bakar - konstantan (legura Cu, Ni, Mn).....(-200 do 400)
 - željezo – konstantan(-200 do 600)
 - nikalhrom - nikal(0 do 400)
 - platinarodijum - platina(0 do 1600)
 U nekim specijalnim izvedbama, termoelementima je moguće mjeriti temperature i do 2600.



TEMS-a raznih termoparova u funkciji temperature

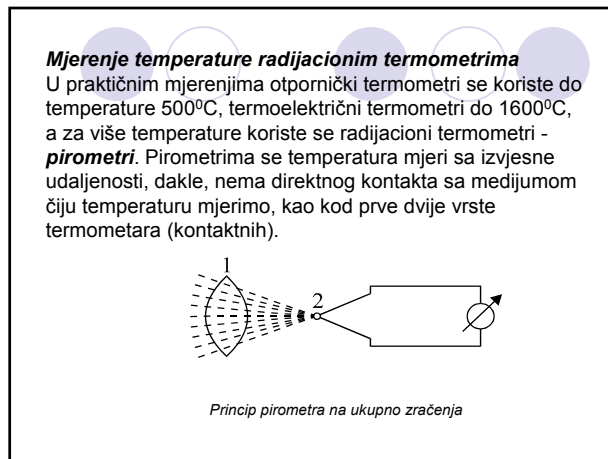
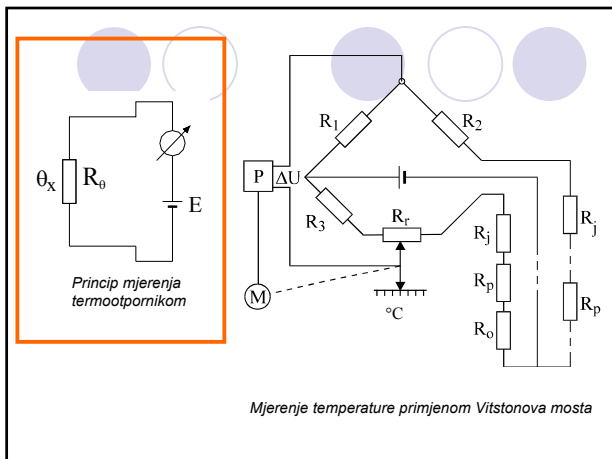
Mjerenje temperature otporničkim termometrima

Termootpornikom se naziva provodnik ili poluprovodnik sa velikim temperaturnim koeficijentom otpornosti, a koji se nalazi u izvjesnom toplotnom odnosu sa okolinom. Struja kroz termootpornik treba da bude mala, kako Džulova toplota razvijena u njemu ne bi izazvala veliku grešku mjerenja.

$$R_{\vartheta} = R_1 [1 + \alpha_1(\vartheta - \vartheta_1) + \beta_1(\vartheta - \vartheta_1)^2 + \dots]$$

- Pitanje izbora materijala za pretvarač zavisi uglavnom od hemijske inertnosti prema okolnoj sredini i željenog intervala mjerenja temperature;
- -bakar: (-50 do 180), sredina bez vlage i korodivnih gasova,
- -nikal: (-250 do 300), do 100 ima linearnu karakteristiku,
- -platina: (-200 do 650),
- - za interval iznad 500 pogodnija upotreba termoelemenata.

U novije vrijeme kao termootpornici se koriste poluprovodnici koji se tada nazivaju **termistori**; to su obično oksidi bakra, kobalta ili mangana. Termistori, pored pozitivnog temperaturnog koeficijenta otpornosti -PTC termistori, mogu da imaju i negativan temperaturni koeficijent otpornosti -NTC termistori, a i osjetljivost im, u određenom temperaturnom diapazonu, može biti znatno veća nego kod metala.



U kolu je i pokazni instrument čije skretanje zavisi od nepoznate temperature θ_x .

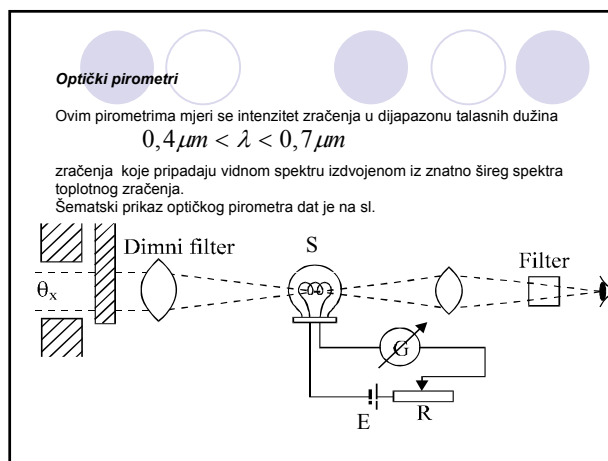
Ukupna energija koju zrači crno tijelo, po Stefan-Bolcmanovom zakonu je:

$$E^o = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5.77 \cdot 10^{-8} Wm^{-2} K^{-4}$$

$$E_s = \varepsilon \sigma T_s^4$$

ε - koeficijent emisivnosti, predstavlja odnos energije zračenja sivog tijela i crnog tijela na istoj temperaturi



Mjerenje mehaničkih napreznja

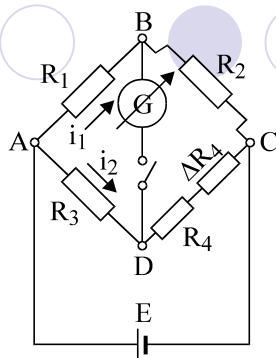
Mehaničke deformacije uzoraka nastale pod uticajem mehaničkih napreznja (pritisak, istezanje, savijanje) efikasno se mogu odrediti primjenom **otporne mjerne trake - tenzometra**. Tenzometar je ustvari tanka otporna žica prečnika od oko 0,2 mm, savijena u cik-cak liniju i zalijepljena na tanku specijalnu hartiju

Mjerna traka radi na principu promjene termogene otpornosti trake usled promjene njene geometrije-dužine i poprečnog presjeka-pri njenom izduženju ili sabijanju. Mjerne trake se mogu primjeniti i kod mjerenja drugih mehaničkih veličina kao što su ubrzanje, pritisak, protok fluida itd. Odnos između relativne promjene otpornosti $\Delta R / R$ i relativne promjene izduženja $\Delta l / l$

naziva se **osjetljivost mjerne trake K**.

$$K = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l} = (1,9 \text{ do } 2,1)$$

predstavlja karakteristiku trake koju daje proizvođač, kao i **sopstvenu otpornost trake R**. Standardne vrijednosti za R su 120 Ω , 350 Ω , 600 Ω i 700 Ω . Kod tipičnih ispitivanja relativna promjena otpornosti $\Delta R/R$ usled napreznja je reda 10^{-4} do 10^{-3} , a ista promjena se dobije i pri promjeni temperature od oko 10 $^{\circ}\text{C}$ što znači da je potrebno uticaj temperature kompenzovati



Mjerna traka u Vitstonovom mostu

Mjerenje nivoa dielektrične tečnosti

Mjerenje nivoa dielektrične tečnosti kao što su: benzin, razna ulja, lakovi itd., vrši se pomoću tzv. Satijevog mosta, koji se napaja iz izvora naizmjenične struje i u dvije grane sadrži kondenzatore od kojih je jedan mjerni pretvarač

