



Fizikalni praktikum II

Poročilo

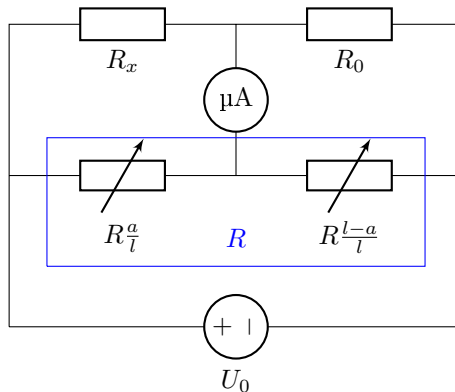
Vaja 40: Wheatstonov most

Simon Bukovšek

Datum vaje: 15. marec 2022
Datum oddaje poročila: 22. marec 2022

1 Teoretični uvod

Wheatstonov most je električno vezje, ki se uporablja za določanje upornosti neznanega upora. Sestavljen je iz vira napetosti (U), znanega upora (R_0), neznanega upora (R_x), mikroampermetra (mA) in premičnega upornika s skupno upornostjo R . Prikazan je na spodnji skici.



Premični upornik prilagajamo toliko časa, da je tok skozi mikroampermeter enak nič. Tedaj je razmerje med padcom napetosti na levi in desno strani premičnega upora enako razmerju padcov napetosti med neznanim uporom R_x in znanim uporom R_0 .

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_l^a}{R_l^{l-a}} = \frac{a}{l-a}$$

Tako lahko pri znanem R_0 in izmerjenima a in l določimo R_x .

2 Pripomočki

- Wheatstonov most

- Prilagodljiv upor
- Vir napetosti
- Mikroampermeter

3 Meritve

Znani upor smo nastavili na vrednost, da je ampermeter kazal čim manjšo vrednost, ko je bil Wheatstonov most poravnan na sredino. Nato smo nastavili mikroampermeter na največjo občutljivost in prestavili most na tako razdaljo, da je bil tok skozi ampermeter enak nič. Zaradi možnih nelinearnosti smo meritve ponovili, pri čemer je bil most obrnjen (če smp prej dobili vrednost a , bi v drugi meritvi morali dobiti vrednost blizu $l - a$). Vrednosti smo povprečili in s tem dobili bolj zanesljivo vrednost. S tem smo izmerili upornost neznanega upora. Postopek smo ponovili z žico znanega preseka in dolžine ter s tem določili specifično upornost žice.

4 Podatki in analiza

Pri meritvi upornosti neznanega upora je bil znan upor nastavljen na $R_0 = 6 \text{ k}\Omega$. Dolžina Wheatstonovega mostu je bila $l = (1000 \pm 1) \text{ mm}$. Meritvi sta bili sledeči:

- $a_2 = (43,7 \pm 0,5) \text{ cm}$;
- $a_1 = (56,0 \pm 0,5) \text{ cm}$

Povprečen odmik se izračuna po enačbi $\bar{a} = \frac{1}{2}(a_1 + l - a_2) = (43,8 \pm 0,4) \text{ cm}$. Sedaj velja

$$R_x = R_0 \frac{a}{l - a} = (4680 \pm 70) \Omega.$$

Teoretično, če bi bila napaka na merilu $0,5 \text{ mm}$ (v resnici je reda $0,5 \text{ cm}$), je to relativna napaka odčitka 0.05% , relativna napaka izmerjenega upora pa $\sqrt{2}$ -krat toliko, torej okoli 0.07% . Pri upoštevanju napak, je pomembno še, da je znan upor R_0 reda velikosti neznanega upora. Namreč, če bi bilo razmerje R_x/R_0 mnogo večje ali manjše od ena, bi bilo tako tudi razmerje $a/(l - a)$. Ker je a odčitana z absolutno napako, je relativna napaka najmanjša, ko je $a = l/2$. V kolikor je a zelo blizu nič ali zelo blizu l , postane relativna napaka zelo velika, to pa je ravno v primeru, ko je razmerje R_x/R_0 zelo veliko ali zelo majhno. Prav zaradi tega smo na začetku naravnali znan upor na približno velikost neznanega.

Pri meritvi specifične upornosti žice smo nastavili znani upor na vrednost $R_0 = 7 \Omega$. Premer žice je bil $d = (0,59 \pm 0,01) \text{ mm}$, dožina pa $x = (104 \pm 1) \text{ cm}$. Meritvi na Wheatstonovem mostu sta bili:

- $a_1 = (44,3 \pm 0,5) \text{ cm}$;
- $a_2 = (55,5 \pm 0,5) \text{ cm}$.

Povprečno vrednost nam spet da formula $\bar{a} = \frac{1}{2}(a_1 + l - a_2) = (44,4 \pm 0,4) \text{ cm}$. Upornost žice je tako enaka $R_x = r_0 \frac{a}{l - a} = (5,59 \pm 0,09) \Omega$. Specifična upornost se izračuna po obrazcu:

$$\zeta = \frac{R\pi d^2}{4x} = (1,47 \pm 0,09) \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$