

Vaja 40 - Wheatstonov most

Jure Kozamernik

March 27, 2022

1 Uvod

Zvezo med pritisnjeno napetostjo U in električnim tokom I , ki teče skozi prevodnik, opisuje Ohmov zakon. Faktor, ki povezuje napetost in tok se imenuje upor R in ima enoto Ω (Ohm).

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Upor je odvisen od dolžine l in preseka S prevodnika ter od specifičnega upora ζ . Za upornike s konstantnim presekom velja enačba (2).

$$R = \frac{\zeta l}{S}, \quad (2)$$

Upor lahko zelo natančno merimo z Wheatstonovim mostom, na katerem primerjamo napetosti v dveh tokovnih vejah električnega kroga. Slika 1 prikazuje shemo Wheatstonovega mostu uporabljenega pri tej vaji.

Veja AB je narejena iz enakomerno debele uporovne žice, s prilagajanjem dolžine a pa lahko določimo položaj, ko v veji CD ni toka. V tem položaju velja enakost iz enačbe (3), pri čemer je R znan upor, l pa dolžina uporovne žice.

Iz enačbe $R_1/R_2 = R_3/R_4$ lahko izračunamo enega od uporov, če so drugi trije znani.

$$R_x = R_0 \frac{a}{l - a} \quad (3)$$

2 Naloga

Izmeri upora danega upornika in žice. Izračunaj specifični upor žice!

3 Potrebščine

1. Ravnilo z merilno žico in drsnikom,
2. usmernik 2 V,
3. uporovna dekada,
4. ampermeter,
5. 8 žic z bananami,
6. merjenca: upornik in žica.

4 Navodilo

Zveži priložene, elemente po zgornji shemi! Na mesto R_x vežeš neznani upornik. Drsnik nastavi na sredo merilne žice! pri tej legi drsnika vključi ampermeter AM, ki naj bo nastavljen na največjo vrednost toka (2A) in izberi tak upor R_0 , da je tok skozi AM najmanjši. Nato poišči ničelno točko. Kontroliraj lego drsnika še pri večji občutljivosti AM in poišči ničelno lego bolj natančno. Preberi lego jezička in oceni natančnost lege z majhnim premikanjem jezička sem in tja. Zamenjaj sedaj uporovno dekada in merjeni upor. Če je bila ničelna točka prej pri a , bi morala biti sedaj pri $l-a$. Zaradi predhodnih uporov na koncih in ker merilna žica ni povsod enakomerna, dobiš nekoliko drugačno vrednost. Izračunaj R_x iz obeh meritev in poišči aritmetično sredino; to je boljši približek.

Meritev ponovi z uporovno žico. Pri uporovni žici mora biti dekada nastavljena na nekaj ohmov. Izmeri tudi dolžino in premer žice ter izračunaj specifični upor uporovne žice.

5 Vprašanja

1. Kolikšna je relativna napaka rezultata, ki jo prinese nenatančno odčitavanje, če si določil lego drsnika na 0,5 mm natančno pri 1 m dolgi merilni žici?
2. Kako je relativna napaka rezultata odvisna od razmerja R_x/R_0 , torej od lege točke D ? Katere že omenjeno navodilo sledi iz tega?

6 Meritve

Table 1: Dimenzije merjene žice

dolžina l [cm]	$100 \pm 0,1$
premer d [mm]	$0,05 \pm 0,05$

Table 2: Meritve neznanega upornika

i	R [Ω]	a [cm]
1	2000	29,1
2	3000	38,4
3	4000	45,7
4	5000	50,9
5	6000	55,5
6	7000	59,5
7	8000	62,5

Table 3: Meritve upora žice

i	R [Ω]	a [cm]
1	2	28,1
2	4	42,1
3	6	51,7
4	8	58,6
5	10	63,6

7 Obdelava meritev

Z uporabo enačbe (3) lahko izračunamo vrednost upora R_x za vsako meritev iz tabele 2. Izračuni za meritve neznane upor:

$$R_x = 2000\Omega \cdot \frac{100 - 29,1}{29,1} = 4872,9\Omega \quad (4)$$

$$R_x = 3000\Omega \cdot \frac{100 - 38,4}{38,4} = 4812,5\Omega \quad (5)$$

$$R_x = 4000\Omega \cdot \frac{100 - 45,7}{45,7} = 4752,7\Omega \quad (6)$$

$$R_x = 5000\Omega \cdot \frac{100 - 50,9}{50,9} = 4823,2\Omega \quad (7)$$

$$R_x = 6000\Omega \cdot \frac{100 - 55,5}{55,5} = 4810,8\Omega \quad (8)$$

$$R_x = 7000\Omega \cdot \frac{100 - 59,5}{59,5} = 4764,7\Omega \quad (9)$$

$$R_x = 8000\Omega \cdot \frac{100 - 62,5}{62,5} = 4800\Omega \quad (10)$$

Iz meritev lahko izračunamo povprečje in ocenimo napako meritve. Dobljena vrednost neznane upor je $R_x = 4805,3 \Omega \pm 0,1 \Omega$. Enak postopek izvedemo še za meritve upora žice. Izračuni za meritve upora žice:

$$R_x = 2\Omega \cdot \frac{100 - 28,1}{28,1} = 5,1\Omega \quad (11)$$

$$R_x = 4\Omega \cdot \frac{100 - 42,1}{42,1} = 5,5\Omega \quad (12)$$

$$R_x = 6\Omega \cdot \frac{100 - 51,7}{51,7} = 5,6\Omega \quad (13)$$

$$R_x = 8\Omega \cdot \frac{100 - 58,6}{58,6} = 5,6\Omega \quad (14)$$

$$R_x = 10\Omega \cdot \frac{100 - 63,6}{63,6} = 5,7\Omega \quad (15)$$

Iz izračunene povprečja in ocenjene napake je upor žice enak $R_x = 5,52 \pm 0,1 \Omega$. Iz dobljenega rezultata lahko izračunamo še specifični upor žice, ki je enak $\zeta = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$

8 Analiza rezultatov

Z uporabo Wheatstonovega mostu smo uspešno določili neznani upor in specifični upor dane žice. končni rezultati imajo relativno majhne napake, ki so posledica dobre izbire znanih uporov. Če se pri izbiri znanega upora R , ta zelo razlikuje od neznane upor R_x nam to da večjo relativno napako, saj se ena izmed vrednosti a oz. la približuje ničli, kar pomeni, da relativna napaka raste. Za dosego natančnih meritev je tako pomembno, da je $R_x / R \approx 1$