

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Poročilo

Vaja 40 - Wheatstonov most

Luka Orlić

9. april 2023

Kazalo

1	Teoretični uvod	2
2	Naloga	3
3	Vprašanja	3
4	Potrebščine	3
5	Skica	3
6	Meritve	4
6.1	Metodologija	4
7	Obdelava meritev	5
8	Analiza rezultatov	6

1 Teoretični uvod

Pri električnem prevodniku, na katerem je pritisnjena enosmerna napetost U , teče električni tok I . Razmerje med pritisnjeno napetostjo in električnim tokom je upor R , kot to opiše enačba(1). Enota za upor je $[\Omega \quad \frac{V}{A}]$. Upor R je odvisen od velikosti in oblike upornika in od specifičnega upora ζ . Za upornike s konstantnim presekom S in dolžino l upornika, velja enačba (2). Upor se da zelo natančno merit z Wheatstonovim mostom, na katerem primerjamo napetost na dveh tokovnih vejah električnega kroga. Pri odklopljenemu galvanometru se napetost med točkama A in B razdeli v prvi veji v razmerju R_1/R_2 , v drugi pa v razmerju R_3/R_4 . Če sta razmerji enaki, med točkama C in D ni napetosti. Ko vključimo galvanometer, skozenj tedaj ni toka. Iz enačbe (3) lahko izračunamo enega od uporov, če so drugi trije znani. Pri šolski izvedbi je ena veja Wheatsonovega mosta (npr. ADB) narejena iz enakomerno debele uporne žice. Upora R_3 in R_4 sta tedaj sorazmerna z dolžinama $AD = a$ in $DB = l - a$. Z drsnikom poiščite tisto točko D , pri kateri skozi galvanometra ni toka Neznani upor je tedaj opisan z enačbo (4

$$R = \frac{U}{I} \tag{1}$$

$$R = \frac{\zeta l}{S} \tag{2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \tag{3}$$

$$R_x = R_0 \cdot \frac{a}{l - a} \tag{4}$$

2 Naloga

- i.) Izmeri upor danega upornika in žice. Izračunaj specifični upor žice!

3 Vprašanja

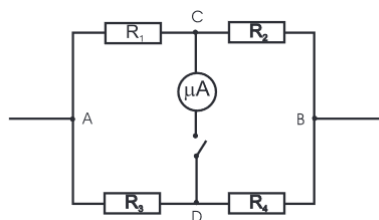
- i.) Kolikšna je relativna napaka, ki jo prinese nenatančno odčitavanje, če si določi lego drsnika na 0,5 mm natančno pri 1m dolgi merilni žici
- ii.) Kako je relativna napaka odvisna od razmerja R_x/R_0 torej od lege točke D ? Katero že omenjeno navodilo sledi iz tega?

4 Potrebščine

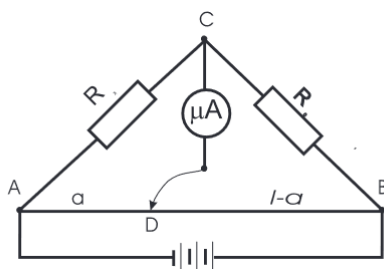
- Ravnilo z merilno žico in drsnikom,
- Usmernik 2V
- Uporovna dekada,
- Ampermeter,
- Merjenca: upornik in žica,
- 8 žic z bananami.

5 Skica

Skica (1) in Skica (2) sta skici poskusa.



Slika 1: Shema električnega vezja Wheatsonovega mostu



Slika 2: Vezava pri vaji

6 Meritve

Meritev neznanega upora			
Index	$R_{Dekada} [k\Omega]$	$a [m]$	$a - l [m]$
1	1	0.172	0.828
2	2	0.297	0.703
3	4	0.459	0.541
4	6	0.557	0.443
5	8	0.634	0.366
6	10	0.678	0.322
Meritev upora žice			
Index	$R_{Dekada} [\Omega]$	$a [m]$	$a - l [m]$
1	1	0.195	0.805
2	2	0.293	0.707
3	3	0.374	0.626
4	4	0.437	0.563
5	5	0.484	0.516
6	6	0.529	0.471
7	7	0.566	0.434
8	8	0.596	0.404
9	9	0.621	0.379

$$U = 6,0 V$$

$$l = 1,00 m$$

$$d = 0,51 mm$$

$$S = 1,6 \cdot 10^{-6} m^2$$

(5)

6.1 Metodologija

Ko smo uspešno vezali upornike na Wheatsonov most, smo prižgali galvanometer, ter premaknili stik v smer, tako da se je vrednost galvanometra zmanjšala, ter nato ponovno odčitali galvanometer, za vsako meritev smo to ponavljali, dokler nismo dosegli ravnovesne (0V) lege.

7 Obdelava meritev

Z uporabo enačbe (4), lahko določimo nezani upor in upor žice, ter njune napake, kjer je R_0 upor na dekadi, a je dvakrat izmerjeno povprečje meritev, in $l - a$ je izračunana vrednost dolžine preostanka žice, ter R_x je iskani (računani) upor.

Rezultati so:

$$\begin{aligned} R_{neznani} &= 4,7 \cdot 10^3 \cdot (1 \pm 0,02) \, \Omega \\ R_{zica} &= 5 \cdot (1 \pm 0,19) \, \Omega \end{aligned} \tag{6}$$

8 Analiza rezultatov

Rezultate smo obdelali računsko, ter zapisali le rezultate.

Če privzamemo $n = 0,5mm$ in $b = l - a$, sledi:

$$\begin{aligned} R_x &= R_0 \cdot n/a \cdot n/b \\ R_x &= R_0 \cdot n^2 \frac{1}{ab} \\ \frac{R_x}{R_0} &= n^2 \frac{1}{ab} \end{aligned} \tag{7}$$

Pokaže se, da za čim manjšo napako, rabimo imeti razmerje čimbolj $R_x/R_0 \approx 1$ ter da, posledično je tudi razmerje $a/b \approx 1$, kajti če je razmerje uporov, $R_x/R_0 \ll 1$ ali $R_x/R_0 \gg 1$, potem sledi da ali $a - > 0 \Rightarrow 1/ab - > inf$ ali $b - > 0 \Rightarrow 1/ab - > inf$, kar pomeni da se napaka veča.