

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktiku 2

Zpracoval: Radek Žemlička

Naměřeno: 19. listopadu 2009

Obor: F

Testováno:

Úloha č. 5: Měření odporu a indukčnosti můstkovými metodami

$T = 21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

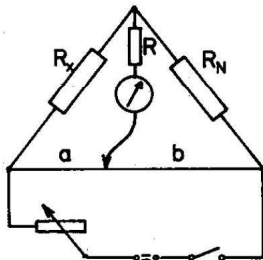
$p = 855\text{ hPa}$

$\varphi = 65\text{ }^{\circ}$

1 Měření hodnot dvou odporů a hodnot jejich paralelního a sériového zapojení

1.1 Teorie a způsob měření

Pro měření byl použit následovně zapojený Wheatsonův most, viz obrázek 1



Obrázek 1: Užité zapojení Wheatsonova mostu pro měření velikosti odporu.

Pro odpory R_x a R_n a odporový drát o délce $(a + b)$ platí v daném zapojení následující vztah:

$$R_x = R_n \cdot \frac{a}{b} \quad (1)$$

1.2 Měření

Byly měřeny hodnoty dvou odporů: R_1 a R_2 , a následně jejich hodnoty v paralelním a sériovém zapojení. Naměřené a vypočítané hodnoty shrnují tabulky 1, 2, 3 a 4.

$a[cm]$	$b[cm]$	$R_n[\Omega]$	$R_x[\Omega]$
50	50	1016	1016
48	52	1105	1020
45	55	1243	1017
52	48	935	1013
55	45	828	1012

Tabulka 1: Měření odporu R_1

$a[cm]$	$b[cm]$	$R_n[\Omega]$	$R_x[\Omega]$
50	50	677	677
48	52	734	678
45	55	830	679
52	48	622	674
55	45	551	673

Tabulka 2: Měření odporu R_2

$a[cm]$	$b[cm]$	$R_n[\Omega]$	$R_x[\Omega]$
50	50	1697	1697
48	52	1841	1699
45	55	2073	1696
52	48	1561	1691
55	45	1379	1685

Tabulka 3: Měření odporů R_1 a R_2 zapojených sériově

$a[cm]$	$b[cm]$	$R_n[\Omega]$	$R_x[\Omega]$
50	50	406	406
48	52	450	415
45	55	498	407
52	48	373	404
55	45	331	405

Tabulka 4: Měření odporů R_1 a R_2 zapojených paralelně

Z naměřených hodnot byly vypočítány následující velikosti odporů:

$$R_1 = (1016 \pm 2)\Omega$$

$$R_2 = (676 \pm 2)\Omega$$

Velikost odporu R_s rezistorů R_1 a R_2 zapojených sériově:

$$R_s = (1694 \pm 3)\Omega$$

Velikost odporu R_p rezistorů R_1 a R_2 zapojených paralelně:

$$R_p = (407 \pm 2)\Omega$$

Pro kontrolu výsledků byly spočítány R_s a R_p z hodnot R_1 a R_2 . Platí $R_s = R_1 + R_2$ a $\delta_{R_s} = \sqrt{\delta_{R_1}^2 + \delta_{R_2}^2}$.

Pro R_p platí $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ a $\delta_{R_p} = \sqrt{\left(\frac{R_2 \cdot (R_2 + R_1) - R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)^2}\right)^2 \cdot \delta_{R_1}^2 + \left(\frac{R_1 \cdot (R_2 + R_1) - R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)^2}\right)^2 \cdot \delta_{R_2}^2}$

Tedy:

$$R_s = (1692 \pm 3)\Omega$$

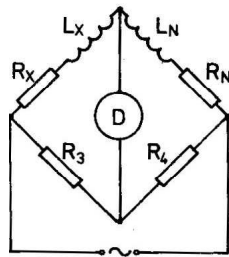
$$R_p = (405,9 \pm 0,8)\Omega$$

2 Měření indukčnosti cívky

2.1 Teorie a způsob měření

Zapojíme-li zdroj střídavého proudu, odpory R_3 , R_4 , cívku o známé indukčnosti L_n a druhou o neznámé indukčnosti L_x do Wheastnova můstku podle schématu na obrázku 2 a nebude-li detektorem D procházet žádný proud, pak platí pro neznámou cívku vztah:

$$L_x = L_n \cdot \frac{R_3}{R_4} \quad (2)$$



Obrázek 2: Užité zapojení Wheastsonova mostu pro měření indukčnosti cívky

Vzájemnou indukčnost dvou cívek můžeme zjistit dvojím měřením L_s a L_n kdy cívky jednou propojíme v souhlasném a potom v nesouhlasném směru. Pak platí:

$$L_{12} = \frac{1}{4}(L_s - L_n) \quad (3)$$

2.2 Měření

Nejprve byla měřen cívka L_1 . Měření a zněj plynoucí výsledky shrnuje tabulka 5 Ze získaných hodnot bylo vypočítáno:

$$L_1 = (0,0445 \pm 0,0004)H$$

$R_4[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_n[H]$	$L_1[\Omega]$
1000	440	0,1	0,0440
2000	890	0,1	0,0445
3000	1350	0,1	0,0450
4000	1760	0,1	0,0440
8000	3600	0,1	0,0450

Tabulka 5: Měření indukčnosti cívky L_1

Dále byla měřena cívka L_2 . Měření a z něj plynoucí výsledky shrnuje tabulka 6. Ze získaných hodnot bylo vypočítáno:

$$L_2 = (0,045 \pm 0,002)H$$

$R_4[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_n[H]$	$L_2[\Omega]$
1000	450	0,1	0,0450
2000	900	0,1	0,0450
3000	1300	0,1	0,0433
4000	1700	0,1	0,0425
8000	4000	0,1	0,0500

Tabulka 6: Měření indukčnosti cívky L_2

Dále byly měřeny cívky L_1 a L_2 v souhlasném zapojení. První měření a z něj plynoucí výsledky shrnuje tabulka 7. Ze získaných hodnot bylo vypočítáno:

$$L_2 = (0,096 \pm 0,003)H$$

$R_4[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_n[H]$	$L_1 + L_2[\Omega]$
1000	900	0,1	0,0900
2000	2000	0,1	0,1000
3000	3000	0,1	0,1000
4000	4000	0,1	0,1000
8000	7500	0,1	0,0938

Tabulka 7: Měření indukčnosti cívek L_1 a L_2 v sériovém zapojení

Měření nesouhlasného zapojení a z něj plynoucí výsledky shrnuje tabulka 8. Ze získaných hodnot bylo vypočítáno:

$$L_2 = (0,083 \pm 0,002)H$$

$R_4[\Omega]$	$R_3[\Omega]$	$L_n[H]$	$L_1 + L_2[\Omega]$
1000	800	0,1	0,0800
2000	1700	0,1	0,0850
3000	2500	0,1	0,0833
4000	3300	0,1	0,0825
8000	7000	0,1	0,0875

Tabulka 8: Měření indukčnosti cívek L_1 a L_2 v sériovém zapojení

Ze vztahu 3 a ze zákona šíření chyb byla vypočítána vzájemná indukčnost:

$$L_{12} = (3,25 \pm 0,05)mH$$

3 Závěr

Pomocí Wheastnova můstku byly změřeny odpory dvou rezistorů a hodnoty jejich paralelního a sériového zapojení. Naměřené hodnoty odporu sériového a paralelního zapojení odpovídají teoretickým hodnotám vypočítaným z naměřených hodnot samotných odporů. Dále byly měřeny indukčnosti neznámých cívek. Bohužel neznám jejich skutečnou hodnotu a proto je nemohou porovnat s našim výsledkem. Je třeba upozornit, že výsledek může být nepřesný z toho důvodu, že se mi nikdy nepodařilo připravit takové podmínky, aby detektorem neprocházel vůbec žádný proud. (Osciloskop vždy zobrazoval nějaký, byť jen nepatrný, signál.)