

Měření odporu Wheatstoneovým můstkem

Obvod zapojíme podle schématu č. 1 a hledáme takovou polohu kontaktu při které nebude ampérmetrem procházet proud, pak bude proud procházející známým odporem R_N roven proudu procházejícímu odporem R_X , proud procházející levou částí drátu bude stejný jako proud procházející pravou částí drátu. Přitom celkové napětí na odporech R_N a R_X je rovno napětí mezi konci drátu. Pak platí:

$$R_X = R_N(a/b), \text{ kde } a+b=l, l=100\text{cm je délka drátu, tedy } R_X = R_N a/(l-a)$$

Předřadný odpor R slouží ke zvýšení citlivosti ampérmetru.

Pro několik hodnot R_N najdeme polohu kontaktu, při které bude na ampérmetru nulová výchylka.

Toto měření provedeme pro 2 neznámé rezistory a pro jejich sériové a paralelní zapojení, čímž také ověříme platnost vztahů:

$$R_s = R_1 + R_2 \text{ pro sériové zapojení}$$

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2, \text{ odtud } R_p = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \text{ pro paralelní zapojení}$$

kde R_1, R_2 jsou neznámé odpory a R_s , resp. R_p je hodnota výsledného odporu při daném zapojení

zapojen pouze odpor R_1

R_N/Ω	a/cm	R_X/Ω
800	56,0	1018,18
900	53,1	1018,98
1000	50,4	1016,13
1200	46,0	1022,22
1400	42,2	1022,15

$$R_1 = R_X = (1019,5 \pm 1,2)\Omega$$

Hodnota udávaná výrobcem je $R_1 = 1000\Omega$

zapojen pouze odpor R_2

R_N/Ω	a/cm	R_X/Ω
300	61,1	471,21
400	54,0	469,57
600	44,0	471,43
800	37,1	471,86
900	34,4	471,95

$$R_2 = R_X = (471,2 \pm 0,4)\Omega$$

Hodnota udávaná výrobcem je $R_2 = 470\Omega$

Odpory R_1 a R_2 zapojeny sériově

R_N/Ω	a/cm	R_X/Ω
1100	57,4	1482,16
1300	53,3	1483,73
1500	49,8	1488,05
1700	46,8	1495,49
1800	45,3	1490,68

$$R_s = R_X = (1488,0 \pm 2,4)\Omega$$

Vypočtená hodnota z údajů výrobce je $R_s = R_1 + R_2 = 1470\Omega$

Vypočtená hodnota z dříve naměřených hodnot R_1 a R_2 je $R_s = R_1 + R_2 = (1490,7 \pm 1,6)\Omega$

Odpory R_1 a R_2 zapojeny paralelně

R_N/Ω	a/cm	R_X/Ω
200	61,8	323,56
250	56,3	322,08
300	51,8	322,41
400	44,8	324,64
500	39,3	323,72

$$R_p=R_x=(323,3\pm 0,5)\Omega$$

Vypočtená hodnota z údajů výrobce je $R_p=R_1R_2/(R_1+R_2)=319,7\Omega$

Vypočtená hodnota z dříve naměřených hodnot R_1 a R_2 je $R_p=R_1R_2/(R_1+R_2)=(322,3\pm 1,6)\Omega$

Měření citlivosti můstku

Měříme změnu proudu na ampérmetru v závislosti na odporu R_N při pevné hodnotě $R_X=R_1$ a pevné poloze kontaktu

R_N/Ω	$I/10^{-6}A$	$\Delta I/\Delta R_N$ [$10^{-6}A\Omega^{-1}$]
996	-14	
998	-9	2,5
1000	-4	2,5
1002	0	2,0
1004	5	2,5
1006	11	3,0
1008	16	2,5

$$\Delta I/\Delta R_N=(2,5\pm 0,1)10^{-6}A\Omega^{-1}$$

Měření indukčnosti a vzájemné indukčnosti cívek střídavým můstkem

Zapojíme obvod podle schématu č. 2. Pro několik hodnot R_3 měníme hodnotu R_4 tak, aby obrazec na osciloskopu byla přímka. Pak pro neznámou indukčnost L_X platí:

$$L_X=L_N(R_3/R_4)$$

kde L_N je známá hodnota indukčnosti cívky $L_N=0,1H$

Měření provedeme pro dvě cívky (L_1, L_2), poté obě cívky spojíme tak aby jejich vinutí měla

a) souhlasný směr: platí $L_a=L_1+L_2+2L_{12}$

b) nesouhlasný směr: platí $L_b=L_1+L_2-2L_{12}$

Zapojena cívka L_1

R_3/Ω	R_4/Ω	L_1/H
500	1130	0,04424
1000	2240	0,04464
1500	3370	0,04451
2000	4510	0,04435

$$L_1=(0,04444\pm 0,00009)H$$

Zapojena cívka L_2

R_3/Ω	R_4/Ω	L_2/H
500	1100	0,04545
1000	2200	0,04545
1500	3310	0,04532
2000	4410	0,04535

$$L_2 = (0,04539 \pm 0,00003)H$$

Zapojeny cívky souhlasně (L_a)

R_3/Ω	R_4/Ω	L_a/H
500	520	0,09615
1000	1030	0,09709
1500	1560	0,09615
2000	2070	0,09662

$$L_a = L_1 + L_2 + 2L_{12} = (0,09650 \pm 0,00023)H$$

Zapojeny cívky nesouhlasně (L_b)

R_3/Ω	R_4/Ω	L_b/H
500	600	0,08333
1000	1200	0,08333
1500	1800	0,08333
2000	2390	0,08368

$$L_b = L_1 + L_2 - 2L_{12} = (0,08342 \pm 0,00009)H$$

$$L_{12} = (L_a - L_b)/4 = (0,00327 \pm 0,00008)H$$

Schémata zapojení:

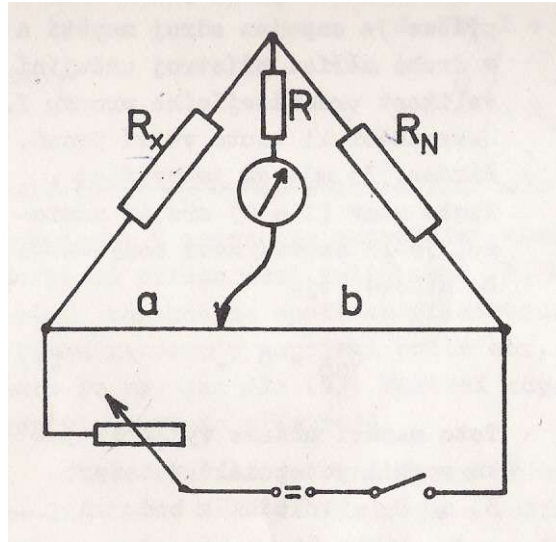


schéma č. 1

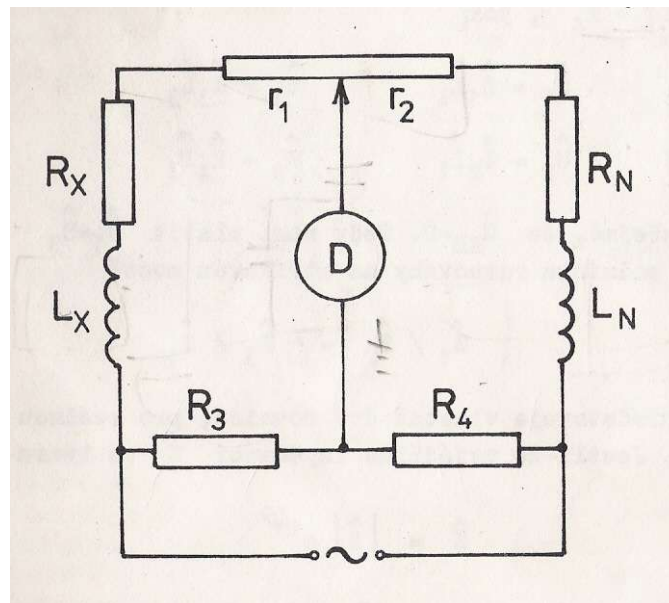


schéma č. 2

Pozn.: Detektor (osciloskop) je zapojen místo zdroje a naopak, odpory R_X a R_N zastupují vnitřní odpor cívek