

Při zapojení klíče v poloze a měříme správně proud I tekoucí měřeným odporem ($I = I_R$), avšak napětí U měříme na sériové kombinaci odporů R a R_a . Abychom dostali správnou hodnotu odporu R , musíme od hodnoty vypočtené podle (4) odečíst vnitřní odpor ampérmetru

$$R = \frac{U}{I} - R_a \quad (7)$$

Vzhledem k tomu, že problematika vlivu měřicího přístroje na výsledek měření je při experimentální práci závažná, věnujte jí dostatečnou pozornost při diskuzi výsledků měření.

Literatura

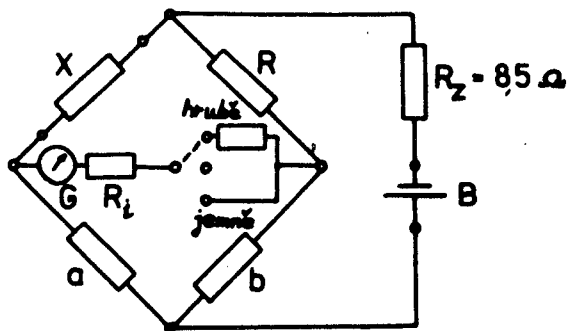
- [1] J. Brož a kol.: Základy fyzikálních měření I, SPN, Praha 1983, 4.1.2, 4.3.2.1, 4.3.3, 4.3.5.1, 4.3.5.3.

3. STUDIUM MŮSTKOVÉHO OBVODU

Pracovní úkol

1. Změřte závislost proudu tekoucího indikátorem (mikroampérmetr) na velikosti odporu R v jedné z větví rozrovnaného můstku. Měření proveďte alespoň pro čtyři řádově se lišící hodnoty odporů ve větvích můstkového obvodu.
2. Naměřené hodnoty zpracujte na mikropočítači pomocí uživatelského programu.
3. Pro okolí rovnováhy můstku odhadněte, pro jaké hodnoty odporů se budou skutečné proudy tekoucí mikroampérmetrem lišit o 1 % od proudu vypočítaného za předpokladu, že proudová citlivost je nezávislá na stupni rozrovnání můstkového obvodu (velikosti odporu R).
4. Zhodnoťte přesnost měření a diskutujte závislost citlivosti můstku (zejména vyrovnaného můstku) na velikosti odporů v jeho větvích.

Můstkový obvod



Obr. 1

Měření provádíme s můstkem Metra MTW, jehož zjednodušené schéma je zakresleno na obr.1. Můstek používáme jako Wheatstoneův (kolík ve zdířce W). Ke svorkám X připojíme odporový normál (100 Ω), ke svorkám G indikátor (mikroampérmetr s rozsahem 100 μA) a ke svorkám B zdroj 6 V = z rozvodu. Můstek rozrovnáme dekadovým odporem R

v můstku. Podmínky úlohy je možno splnit například tak, že hodnoty odporů poňě-
rových dekád a , b volíme postupně : $a = b = 1 \Omega$, $a = b = 10 \Omega$,
 $a = b = 100 \Omega$, $a = b = 1000 \Omega$. Můstek by měl být v rovnováze při
 $R = R_0 = 100 \Omega$. Odpor R měníme v rozmezí od $R_0/2$ do $2R_0$ s podmínkou, že
indikátorem neteče proud větší než $100 \mu A$.

Výpočet proudu indikátorem

Pro výpočet proudu indikátorem je nevhodnější použít metody smyčkových
proudů popsané např. ve skriptech [2] čl. 10.3 (str. 295 - 299). V těchto
skriptech je můstkový obvod (obr. 10.6 na str. 298) řešen jak příklad při výkla-
du obecných metod řešení lineárních obvodů v ustáleném stavu. Ve skriptech [2]
je používáno jiného značení, např. proud indikátorem odpovídá smyčkovému proudu
 I_{13} , odpor X z obr. 1 odpovídá impedanci Z_4 na obr. 10.6 ve skriptech [2],
odpor R impedanci Z_3 atd.

Provedeme-li změnu označení, bude determinantu (10.23) v [1] ekvivalent-
ní determinant

$$\Delta = \begin{vmatrix} (X + R + a + b) & -(X + a) & (X + R) \\ -(X + a) & (X + R_2 + a) & -X \\ (X + R) & -X & (X + R + R_1) \end{vmatrix} \quad (1)$$

V obvodu je zapojen pouze jeden zdroj, jehož napětí označíme U_z . Indikátorem
poteče proud

$$I = \frac{\Delta_{23}}{\Delta} U_z \quad (2)$$

Symbolem Δ_{23} jsme označili subdeterminant k prvku ve 2. řádku a 3. sloupci
determinantu (1). Tento subdeterminant je roven

$$\Delta_{23} = bX - aR \quad (3)$$

Z rovnic (2) a (3) pak plyne, že proud indikátorem bude roven

$$I = \frac{1}{\Delta} (bX - aR) U_z \quad (4)$$

Citlivost můstku

Proudová citlivost můstku je definována vztahem

$$S_i = \frac{\delta I}{\delta R} \quad (5)$$

znamená-li I proud indikátorem a R odpor větve můstku, jehož velikost měníme. Jak je uvedeno v knize [1], platí přibližně v okolí rovnováhy můstku

$$S_i = U_z \frac{a}{\Delta} \quad (6)$$

Můstkový obvod je velmi používaným zapojením v elektronických obvodech. Toto zapojení se používá často k měrným účelům, kdy v jedné z větví je rezistor, jehož odpor závisí na nějakém vnějším parametru, jako je např. teplota, osvětlení, mechanické napětí apod. Pro toto užití je důležité zvolit takový pracovní režim obvodu, aby citlivost zapojení byla co největší a bylo přitom možno relativně širokou oblast charakteristiky považovat za lineární. Široké spektrum aplikací můstkového zapojení bylo důvodem k tomu, aby studium tohoto obvodu bylo zařazeno jako úloha do základních fyzikálních praktik.

Zpracování výsledků na mikropočítači

Pro zpracování výsledků měření máte k dispozici mikropočítač PMD-85 s kreslícím zařízením XY 4130. V ROM modulu počítače je nahrán uživatelský program, který umožňuje vypočítat teoretické hodnoty proudu indikátorem (podle vztahu (4)) při zadaných odporech ve větvích můstku a hodnoty citlivosti můstku podle vztahu (6). S těmito hodnotami můžete porovnat hodnoty naměřené.

Ve spolupráci s kreslícím zařízením je možné tisknout zpracované tabulky naměřených a vypočítaných hodnot a grafy závislosti proudu indikátorem na odporu R . Při dokonalé přípravě na úlohu, můžete v době vyhrazené pro praktikum zpracovat naměřené výsledky.

Počítač je vám k dispozici především proto, abychom vám ušetřili zdoluhavé zpracování výsledků, zejména výpočty podle vztahů (4) a (6). Zároveň chceme demonstrovat užitečnost i takové malé výpočetní techniky se kterou budete pracovat a ukázat příklad uživatelského programu vhodného pro zpracování výsledků měření. Na tomto programu je zajímavá možnost celostránkové editace vložených dat, možnost vyplnění celého sloupce opakující se hodnotou apod.

U úlohy máte k dispozici tabulku povelů k ovládní programu. Při práci je nutno si uvědomit, že počítač je stroj, který bez rozmyslu vykoná každý váš příkaz, i nevhodný. Podmínkou úspěšné práce s počítačem je vaše přesnost v zadávání dat i povelů.

Literatura

- [1] Brož J. a kol.: Základy fyzikálních měření I, SPN, Praha 1983
čl. 4.3.5.4
- [2] Sedlák B., Bakule R.: Elektřina a magnetismus, SPN, Praha 1980
stať 10.3