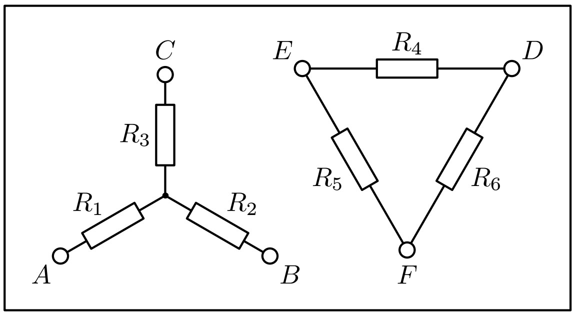
Černá skříňka

Praktická úloha celostátního kola 52. ročníku FO

Černá skříňka je opatřena třemi zdířkami A, B, C, ke kterým jsou připojeny rezistory R_1, R_2 a R_3 spojené do hvězdy, a třemi zdířkami D, E, F, ke kterým jsou připojeny rezistory R_4, R_5 a R_6 spojené do trojúhelníku (obr. 1).



Obr. 1

Úkoly:

1. a) Pomocí ohmmetru a dvou spojovacích vodičů změřte odpory R_{AB}, R_{BC}, R_{CA} mezi zdířkami A, B, C. Určete chyby naměřených hodnot.

b) Z naměřených hodnot určete odpory rezistorů R_1 až R_3. Potřebné vztahy odvoďte.

c) Určete chyby vypočítaných hodnot a zapište konečné výsledky 1. části úlohy.

2. a) Pomocí ohmmetru a dvou spojovacích vodičů změřte odpory R_{DE}, R_{EF}, R_{FD} mezi zdířkami D, E, F. Určete chyby naměřených hodnot.

b) Vztahy, ke kterým dojdeme při řešení zapojení do trojúhelníku, jsou poněkud méně přehledné. Pro zjednodušení zápisů zaveďme označení

$$R_4 = x, \quad R_5 = y, \quad R_6 = z, \quad R_{DE} = a, \quad R_{EF} = b, \quad R_{FD} = c,$$
$$R_4 + R_5 + R_6 = S.$$

Platí

$$R_4 = \frac{2(ab + bc + ca) - a^2 - b^2 - c^2}{2(b + c - a)}. \tag{1}$$

Cyklickou záměnou získejte analogické vztahy pro R_5 a R_6.

c) Z naměřených hodnot určete odpory rezistorů R_4 až R_6.

d) Vzorec (1) odvoďte.

Pokyny k provedení:

1. Chybu měřidla lze určit podle údajů uvedených v manuálu měřicího přístroje. Pro měřidlo, které máte k dispozici, **je chyba měřidla rovna součtu** 0,8 % **z naměřené hodnoty a** 0,1 % **ze zvoleného rozsahu přístroje.** Je mnohem větší než náhodné odchylky naměřených hodnot při opakovaném měření. Proto každou hodnotu změřte pouze jednou a chybu měřidla berte jako mezní chybu ε naměřené hodnoty.

Základní pravidla pro výpočet veličiny určené nepřímým měřením jsou shrnuta v následující tabulce, kde $(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1)$, $(\overline{w}_2 \pm \varepsilon_2)$ jsou naměřené hodnoty, k a n přesná čísla:

Operace	$\overline{w}$	ε	δ
$(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1) + (\overline{w}_2 \pm \varepsilon_2)$	$\overline{w}_1 + \overline{w}_2$	$\sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$	$\dfrac{\sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}}{\overline{w}_1 + \overline{w}_2}$
$(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1) - (\overline{w}_2 \pm \varepsilon_2)$	$\overline{w}_1 - \overline{w}_2$	$\sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$	$\dfrac{\sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}}{\overline{w}_1 - \overline{w}_2}$
$(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1) \cdot (\overline{w}_2 \pm \varepsilon_2)$	$\overline{w}_1 \cdot \overline{w}_2$	$(\overline{w}_1 \cdot \overline{w}_2)\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$	$\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$
$(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1) : (\overline{w}_2 \pm \varepsilon_2)$	$\overline{w}_1 : \overline{w}_2$	$(\overline{w}_1 : \overline{w}_2)\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$	$\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$
$k(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1)$	$k\overline{w}_1$	$k\varepsilon_1$	δ_1
$(\overline{w}_1 \pm \varepsilon_1)^n$	$k\overline{w}_1^n$	$n\varepsilon_1\overline{w}_1^{n-1}$	$n\delta_1$

2. V druhé části úlohy se nevyžaduje určení chyby vypočítaných veličin podle pravidel uvedených v tabulce. Vzhledem k tomu, že měřidlo a počet měření jsou stejné jako v první části, dá se očekávat i podobná přesnost získaných výsledků. Podle toho je zaokrouhlete.