

Seminární úlohy 2

1. Proud v měřeném obvodu se pohybuje v rozmezí od 0 do 3 A. Potřebujeme ho změřit s chybou ± 10 mA. Stanovte jaká je minimální podmínka na třídu přesnosti ampérmetru, který potřebujeme.

Řešení:

Systematická chyba při měření přístrojem třídy přesnosti P na rozsahu R je

$$\sigma_B = \frac{PR}{100\sqrt{3}},$$

tedy

$$P = \frac{100\sqrt{3}}{R} \sigma_B$$

a po dosazení číselných hodnot $\sigma_B = 10$ mA a $R = 3$ A dostáváme $P = 0.58$.

Je tedy nutné použít přístroj s třídou přesnosti 0.5 nebo lepší.

2. Odpor cínového drátu s kruhovým průřezem o délce 1 m a tloušťce 0.2 mm měříme přímou metodou. K dispozici máme zdroj stejnosměrného napětí které lze spojitě měnit v intervalu 0-30 V, dále ampérmetr třídy přesnosti 1 o rozsazích 0-1 A a 0-10 A a voltmetr třídy přesnosti 1.5 o rozsazích 0-1V, 0-10V a 0-100 V. Nakreslete nejvhodnější zapojení a vypočítejte jaká je nejmenší dosažitelná maximální chyba změřeného odporu drátu. Měrný odpor cínu je $\rho_{Sn} = 11 \times 10^{-8} \Omega m$.

Řešení:

Odpor drátu je

$$R = \rho_{Sn} \frac{4l}{\pi d^2}, \quad (1)$$

kde d je tloušťka drátu. Po dosazení číselných hodnot dostáváme, že odpor drátu je $R = 3.5 \Omega$. Při měření odporu použijeme Ohmův zákon

$$R = \frac{U}{I}, \quad (2)$$

a maximální chyba určení odporu je

$$\varepsilon_R = R \left(\frac{\varepsilon_U}{U} + \frac{\varepsilon_I}{I} \right). \quad (3)$$

Označme třídu přesnosti ampérmetru P_A a rozsah ampérmetru R_A . Podobně pro voltmetr třídu přesnosti P_V a rozsah R_V . Maximální chyba odporu při měření těmito přístroji je potom

$$\varepsilon_R = \frac{R}{100} \left(\frac{P_V R_V}{U} + \frac{P_A R_A}{I} \right). \quad (4)$$

Nyní budeme uvažovat jednotlivé možnosti:

1. Budeme měřit ampérmetrem na citlivějším rozsahu 0-1 A ($R_A = 1$ A) a zvolíme takový proud abychom mohli použít nejcitlivější rozsah voltmetru 0-1V ($R_V = 1$ V). Pak tedy proud musí být 0.29 A a napětí bude 1V a z rovnice (4) dostáváme $\varepsilon_R = 0.17 \Omega$.

2. Budeme měřit ampérmetrem na citlivějším rozsahu 0-1 A ($R_A = 1$ A) a voltmetrem na rozsahu 0-10V ($R_V = 10$ V). Pak tedy bude proud 1 A a napětí bude 3.5 V a z rovnice (4) dostáváme $\varepsilon_R = 0.19 \Omega$.

3. Budeme měřit ampérmetrem na hrubším rozsahu 0-10A ($R_A = 10 \text{ A}$) a voltmetrem na rozsahu 0-10V ($R_V = 10 \text{ V}$). Pak musí být proud 2.9 A a napětí bude 10 V a z rovnice (4) dostáváme $\varepsilon_R = 0.17 \Omega$.

4. Budeme měřit ampérmetrem na hrubším rozsahu 0-10A ($R_A = 10 \text{ A}$) a voltmetrem na rozsahu 0-100V ($R_V = 100 \text{ V}$). Pak použijeme maximální napětí zdroje 30 V a proud bude 8.6 A. Z rovnice (4) dostáváme $\varepsilon_R = 0.22 \Omega$.

Tedy nejmenší dosažitelná hodnota maximální chyby odporu je $\varepsilon_R = 0.17 \Omega$ a dosáhneme ji v případě 1. a 2.