

MĚŘENÍ NAPĚTÍ A PROUDU – URČOVÁNÍ CHYBY MĚŘENÍ

Jména: Jiří Paar, Zdeněk Nepraš

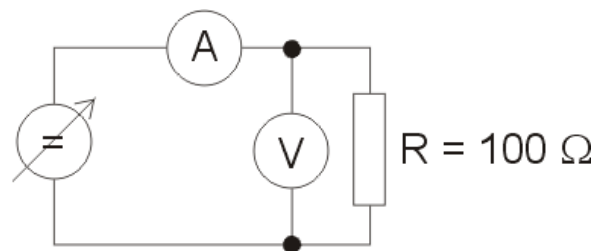
Datum: 24. 10. 2007

Pracovní skupina: 4

Úkol:

1. Zapojte obvod dle schématu
2. Pro čtyři napětí změřte proud protékající obvodem
3. Stanovte absolutní a relativní chybu měření
4. Vypočtěte výkon a odpor z měřeného napětí a proudu, stanovte absolutní a relativní chybu měření.

Schéma zapojení:



Obrázek 1. Schéma zapojení obvodu

Teoretický rozbor

Absolutní chyba pro digitální přístroje je definována jako: $|\Delta_X| = \left| \frac{\delta_1}{100} \cdot X \right| + \left| \frac{\delta_2}{100} \cdot M_X \right|$, kde X je naměřená hodnota, M_X je rozsah přístroje, δ_1, δ_2 jsou relativní chyby přístroje v %. δ_2 bývá často udána v počtu číslic přístroje (digits), potom se δ_2 vypočítá jako: $\delta_2 [\%] = \frac{\delta_2 [\text{dg}]}{\text{rozsah} [\text{dg}]} \cdot 100$, kde *rozsah* je rozsah displeje.

Relativní chyba u digitálních přístrojů je definována jako: $\delta_X = \frac{\Delta_X}{X} \cdot 100$, kde Δ_X je absolutní chyba, X je naměřená hodnota.

Z naměřených hodnot se výkon vypočítá takto: $P = U \cdot I$. Relativní chyba pro výkon se vypočítá z definice pro nepřímé měření dvou násobících základních veličin takto: $\delta_P = |\delta_U| + |\delta_I|$, kde δ_U je relativní chyba napětí a δ_I je relativní chyba proudu. Absolutní chyba se vypočítá ze základní definice pro relativní chybu $\delta_P = \frac{\Delta_P}{P} \cdot 100$, úpravami dostaneme tento vztah $\Delta_P = \frac{\delta_P \cdot P}{100}$.

Odpor se z naměřených hodnot vypočítá takto: $R = \frac{U}{I}$. Relativní chyba odporu se vypočítá opět jako: $\delta_R = |\delta_U| + |\delta_I|$. Absolutní chyba se opět vypočte z definice pro relativní chybu a opětnou úpravou získáme tento vztah: $\Delta_R = \frac{\delta_R \cdot R}{100}$.

Postup měření

Po zapojení obvodu a po kontrole zapojení vyučujícím spusťte napájecí zdroj. Podle voltmetru nastavujte napětí zdroje na požadovanou hodnotu dle tabulky 1. Pokud nebude možné nastavit přesnou hodnotu, nastavte hodnotu přibližnou a její skutečnou velikost zapište do tabulky. Na ampérmetru odečtěte příslušný proud. Do tabulky si poznamenejte též použité rozsahy měřicích přístrojů a jejich přesnosti. **Pozor! Během měření při vyšších napětích se rezistor může silně ohřívat!**

Naměřené a vypočtené hodnoty

Tabulka 1 Naměřené hodnoty napětí

měření č.	U [V]	M _U [V]	Přesnost	Δ _U [V]	δ _U [%]
1	2,00	4	±(0,7%+3dg)	0,02	0,85
2	5,00	40	±(0,7%+3dg)	0,07	1,3
3	10,0	40	±(0,7%+3dg)	0,1	1,0
4	15,0	40	±(0,7%+3dg)	0,1	0,9

Ukázka výpočtu pro měření č. 1:

$$\delta_2 [\%] = \frac{\delta_2 [\text{dg}]}{\text{rozsah} [\%]} \cdot 100 = \frac{3}{4000} \cdot 100 = \pm 0,075\%$$

$$\Delta U = \left| \frac{\delta_1}{100} \cdot U \right| + \left| \frac{\delta_2}{100} \cdot M_U \right| = \left| \frac{0,7}{100} \cdot 2 \right| + \left| \frac{0,075}{100} \cdot 4 \right| = \pm 0,017 \text{V}$$

$$\delta_U = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{0,017}{2} \cdot 100 = \pm 0,85\%$$

Tabulka 2 Naměřené hodnoty proudů

měření č.	I [mA]	M _I [mA]	Přesnost	Δ _I [mA]	δ _I [%]
1	20,5	40	±(1,2%+5dg)	0,3	1,44
2	51	400	±(1,2%+5dg)	1	2,28
3	102	400	±(1,2%+5dg)	2	1,69
4	152	400	±(1,2%+5dg)	2	1,53

Ukázka výpočtů pro měření č. 1:

$$\delta_2 [\%] = \frac{\delta_2 [\text{dg}]}{\text{rozsah} [\text{dg}]} \cdot 100 = \frac{5}{4000} \cdot 100 = \pm 0,125\%$$

$$\Delta I = \left| \frac{\delta_1}{100} \cdot I \right| + \left| \frac{\delta_2}{100} \cdot M_I \right| = \left| \frac{1,2}{100} \cdot 20,46 \right| + \left| \frac{0,125}{100} \cdot 40 \right| = \pm 0,29552 \text{mA}$$

$$\delta_I = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100 = \frac{0,29552}{20,46} \cdot 100 \doteq \pm 1,444\%$$

Tabulka 3 Vypočtené hodnoty výkonu a odporu

měření č.	P [W]	Δ_P [W]	δ_P [%]	R [Ω]	Δ_R [Ω]	δ_R [%]
1	0,0400	0,0009	2,29	98	2	2,29
2	0,26	0,01	3,48	98	3	3,48
3	1,02	0,03	2,69	98	3	2,69
4	2,28	0,06	2,43	99	2	2,43

Ukázka výpočtů pro měření č. 1:

$$P = U \cdot I = 2.20,46 \cdot 10^{-3} = 0,04092 \text{ W}$$

$$\delta_P = |\delta_U| + |\delta_I| = 0,85 + 1,444 = \pm 2,294\%$$

$$\delta_P = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100 \Rightarrow \Delta P = \frac{\delta_P \cdot P}{100} = \frac{2,294 \cdot 0,04092}{100} = \pm 0,00094 \text{ W}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2}{20,46 \cdot 10^{-3}} = 97,75 \Omega$$

$$\delta_R = |\delta_U| + |\delta_I| = 0,85 + 1,444 = \pm 2,294\%$$

$$\Delta R = \frac{\delta_R \cdot R}{100} = \frac{2,294 \cdot 97,75}{100} = 2,242 \Omega$$

Použité přístroje

Označení ve schématu	Typ	Rozsah přístroje	Třída přesnosti	System	Inv. číslo
A	MS8205F	–	–	digitální	20051025609
V	MS8205F	–	–	digitální	20051025619
„Zdroj“	P230R51D	0-30V, 0-4A	–	digitální	–

Závěr

Relativní chyby voltmetru byly u všech rozsahů stejné jako u ampérmetru. Přesnost při měření napětí jsme nemohli ovlivnit změnou rozsahu, protože se napěťový rozsah přepínal automaticky.

Absolutní chyba při měření napětí a proudu je přímo úměrná relativním chybám přístroje, naměřené hodnotě a měřicímu rozsahu. Protože relativní chyba δ_1 a δ_2 jsou velice malé, vychází absolutní chyba malá a její konečná velikost velmi záleží na velikosti rozsahu a naměřené hodnotě.

Relativní chyba při měření napětí a proudu je úměrná absolutní chybě a nepřímo úměrná naměřené hodnotě.

Relativní chyba při výpočtu výkonu a odporu je dána součtem relativních chyb napětí a proudu.

Absolutní chyba výkonu a odporu se vypočítává ze základního vztahu pro relativní chybu, výsledný vztah je přímo úměrný vypočtené hodnotě výkonu nebo proudu, relativní chybě. Proto je výsledná hodnota absolutní chyby výkonu při některých měření velmi nízká v důsledku nízké vypočtené hodnoty výkonu.