

Měření stejnosměrných proudů

Úlohu měřil Viktor Procházka a Jakub Kraus 17.10.2024.

Protokol zpracoval Viktor Procházka 17.10.2024.

Úplné zadání úkolu měření

3.3.1. Zapojte měřicí obvod dle obr. 3.4.

3.3.2. Změřte napájecí proud budiče sběrnice 74HCT573N pro logické úrovně „log. 1“ a „log. 0“ na vstupech. Obě měření proveďte: a) multimetrem v režimu měření proudu (pro logickou úroveň „log.1“ na 2 rozsazích), b) převodníkem I/U.

3.3.3. Pro případ a) určete nejistotu údaje přístroje a chybu metody. Pro případ b) určete nejistotu měření proudu I.

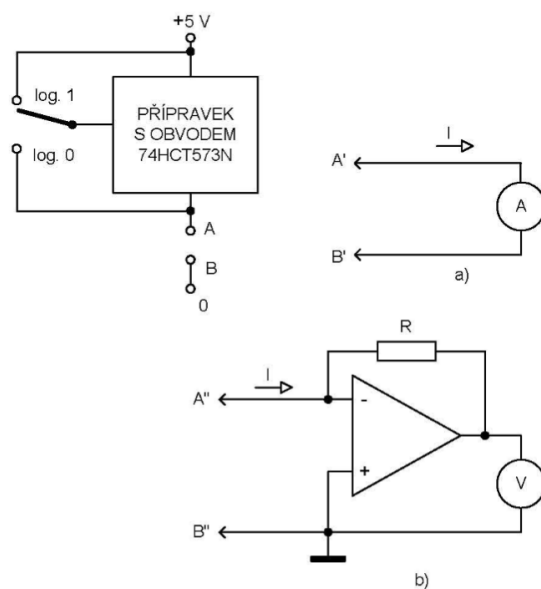
3.3.4. Zapojte měřicí obvod dle obr. 3.5. a změřte proud zátěží 1,1 k Ω při napájení ze zdroje napětí 5 V ($U_1 = 5$ V). Měření proveďte: a) multimetrem v režimu měření proudu b) klešťovým ampérmetrem.

3.3.5. Určete chybu metody pro případ 3.3.4. a).

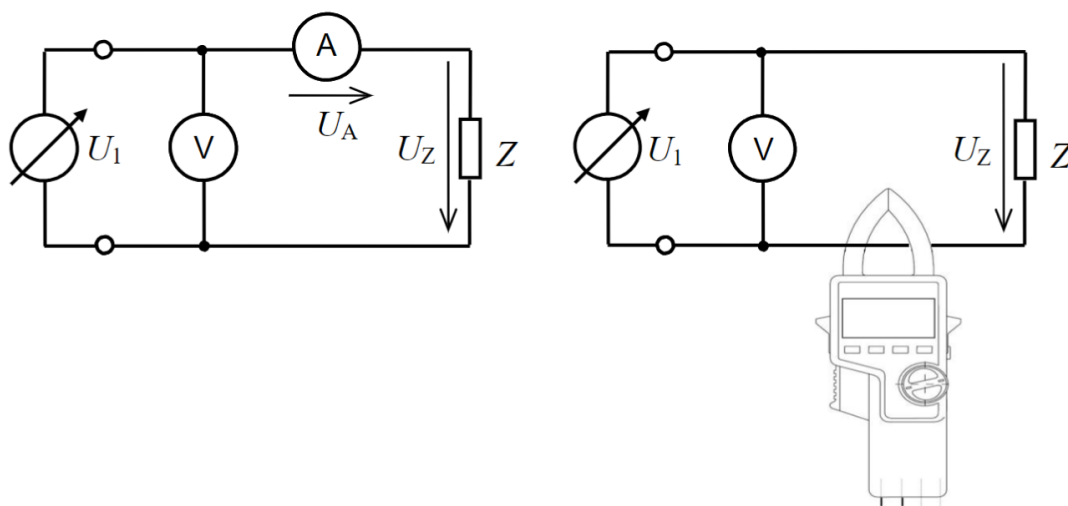
Seznam použitých přístrojů

1. Keysight U3401A 4.5-digit DMM
 - a. 500 μ A - 0.05%+5 digitů
 - b. 5 mA - 0.05%+4 digitů
 - c. 50 mA - 0.05%+4 digitů
 - d. 5 A – 0.25%+5 digitů
 - e. 500 mV – 0.02%+4 digitů
 - f. 5 V – 0.02%+4 digitů
2. DC POWER SUPPLY UNI-T UTP1305
3. TESLA BM 125
4. 1 k Ω rezistor 0.1%
5. 1 M Ω rezistor 0.1%
6. 74HCT573N
7. Klešťový digitální multimetr VC-335
 - a. 20 A – 2%+3 digity

Schéma zapojení



Obr. 3.4. Zapojení pro měření napájecího proudu budiče sběrnice



Obr. 3.5. Zapojení pro měření napájecího proudu zátěže $1,1 \Omega$

Domácí příprava

③ $V_m = \sqrt{\sum_{x=1}^n \left(\frac{\partial}{\partial x_1} V_{x1} \right)^2}$ $I_x = - \frac{V_z}{R_z}$

$I_1 = \sqrt{\left(\frac{\partial I_1}{\partial V_z} \Delta V_z \right)^2 + \left(\frac{\partial I_1}{\partial R_z} \Delta R_z \right)^2}$

$\frac{\partial}{\partial V_z} \downarrow -1/R_z$ $\frac{\partial}{\partial R_z} \downarrow V_z/R_z^2$

$I_1 = \sqrt{\left(\frac{V_z}{R_z} \right)^2 + \left(\frac{V_z \Delta R_z}{R_z^2} \right)^2}$

$I_1 = \sqrt{I_{bias}^2 + \Delta I_{10}^2}$

1) $\log 1$

2) $\log 1$

8mA 1,834

50mA 1,906

3,3.5

Multimeter 3,98A

log 0 0.01

500 μA

Klartafel 3,17

log 0

log 0

b) 1,960AV 7,6mV

1k Ω 1M Ω

Klartafel bez MM 4,08

Naměřené hodnoty

Naměřené hodnoty pro 3.3.2:

Logická hodnota	1	0	Měření s OZ	1	0
5 mA	1,834 mA		1 kΩ	1.9601 V	
50 mA	1,906 mA		1 MΩ		7.6 mV
500 uA		0.01 mA			

Naměřené hodnoty pro 3.3.4:

Měřecí přístroj	Multimetr	Klešťový multimetr v sérii	Klešťový multimetr samostatně
Proud [A]	3.98	3.17	4.08

Zpracování naměřených hodnot

3.3.3a Určení nejistoty údaje přístroje a chybu metody

Změřili jsme hodnotu 1,834 mA na rozsahu 5 mA. Datasheet přístroje nám dává přesnost 0.05%+4 digitů.

$$1.834 * 0.0005 + 4 * 0.0001 = 1.317 \mu A$$

$$u_b = \frac{1.317}{\sqrt{3}} = 0.76 \mu A$$

Dále jsme změřili hodnotu 1,906 mA na rozsahu 50 mA. Datasheet přístroje nám dává přesnost 0.05%+4 digitů.

$$1.906 * 0.05/100 + 4 * 0.001 = 4.953 \mu A$$

$$u_b = \frac{4.953}{\sqrt{3}} = 2.85 \mu A$$

Nemáme změřenou referenční hodnotu (nezatíženou chybou), tudíž nemůžeme určit chybu přesně metody.

3.3.3b Určení nejistoty měření proudu pro měření logické jedničky:

$$U_{BU} = \frac{\frac{0.02}{100} 1.9601 + 4 \cdot \frac{5}{50000}}{\sqrt{3}} = 0.000679 V$$

$$U_{BR} = \frac{\frac{0.1}{100} \cdot 1000}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Omega$$

$$U_{BI} = \sqrt{\left(\frac{1}{1000} \cdot 0.000679\right)^2 + \left(\frac{1}{1.9601} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0.29455 A$$

Určení nejistoty měření proudu pro měření logické nuly:

$$U_{BU} = \frac{\frac{0.02}{100} 7.6 + 4 \cdot \frac{500}{50000}}{\sqrt{3}} = 0.02397158 \text{ mV}$$

$$U_{BR} = \frac{\frac{0.1}{100} \cdot 1000000}{\sqrt{3}} = \frac{1000}{\sqrt{3}} \Omega$$

$$U_{BI} = \sqrt{\left(\frac{1}{1000000} \cdot 0.00002397158\right)^2 + \left(\frac{0.0076}{100000^2} \cdot \frac{1000}{\sqrt{3}}\right)^2} = 2.436986 \times 10^{-11} \text{ A}$$

Určete chybu metody pro případ 3.3.4. a).

$$U_{BI} = \frac{\frac{0.05}{100} 10 + 5 \cdot \frac{500}{50000}}{\sqrt{3}} = 0.03175426 \text{ uA}$$

Závěrečné vyhodnocení

Výsledky ukazují, že pro měření s logickými úrovněmi „log. 1“ a „log. 0“ byly zaznamenány hodnoty v miliampérech, s nejistotami v jednotkách mikroampérů. Nejistota při měření logické jedničky byla vypočítána jako 0,29455 A, zatímco pro logickou nulu dosáhla nejistota 75967,1 A, což je extrémní hodnota daná velmi malými proudy a vysokou relativní chybou.

Závěrem je, že měření ukázala konzistentní výsledky s očekáváním dle použité metodiky, ale velké rozdíly v hodnotách nejistot, které by měly být brány v potaz při budoucích experimentech a analýzách.