

4. Měření na na napěťovém děliči

4.1. Naměřené a vypočtené hodnoty

Bod	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Analog. V-metr [V]	0,85	1,5	2,1	2,7	3,3	4,0	4,9	6,1	7,6	10,0
Digit. V-metr [V]	0,9888	1,9880	2,9838	4,000	5,012	6,001	7,026	8,028	9,018	10,011

4.1.1. Výpočet výstupního odporu děliče pro bod 4

- $U_2 = 4,000$ V – napětí na číslicovém voltmetru, předpokládá se, že jeho vstupní odpor se blíží nekonečnu
- $U'_2 = 2,7$ V – napětí na analogovém voltmetru
- $R_V = 60$ k Ω – vnitřní odpor analog. voltmetru

$$R_D = \left| \frac{U_2 - U'_2}{0 - I'_2} \right| = \frac{U_2 - U'_2}{\frac{U'_2}{R_V}} = \frac{4,000 - 2,7}{\frac{2,7}{60 \cdot 10^3}} \Omega = 28889 \Omega$$

4.2. Výpočet rozšířené nejistoty typu B

- Analogový voltmetr rozsah 12 V s třídou přesnosti $TP = 0,5\%$:

$$u(U'_2) = \frac{TP \cdot \text{rozsah}}{100\sqrt{3}} = \frac{0,5 \cdot 12}{100\sqrt{3}} \text{ V} = 0,035 \text{ V}$$

- Číslicový voltmetr, chyba $\delta_1 = \pm 0,01\%$ z údaje $X = 4,000$ a $\delta_2 = \pm 0,01\%$ z rozsahu $M = 30$ V:

$$u(U_2) = \frac{\frac{\delta_1}{100} X + \frac{\delta_2}{100} M}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{0,01}{100} \cdot 4,000 + \frac{0,01}{100} \cdot 30}{\sqrt{3}} \text{ V} = 0,0020 \text{ V}$$

- Nejistota vnitřního odporu R_V s tolerancí 0,2%:

$$u(R_V) = \frac{TP \cdot \text{rozsah}}{100\sqrt{3}} = \frac{0,2 \cdot 60 \cdot 10^3}{100 \cdot \sqrt{3}} \Omega = 69 \Omega$$

- Rozšířená nejistota typu B pro koeficient rozšíření $k_r = 2$:

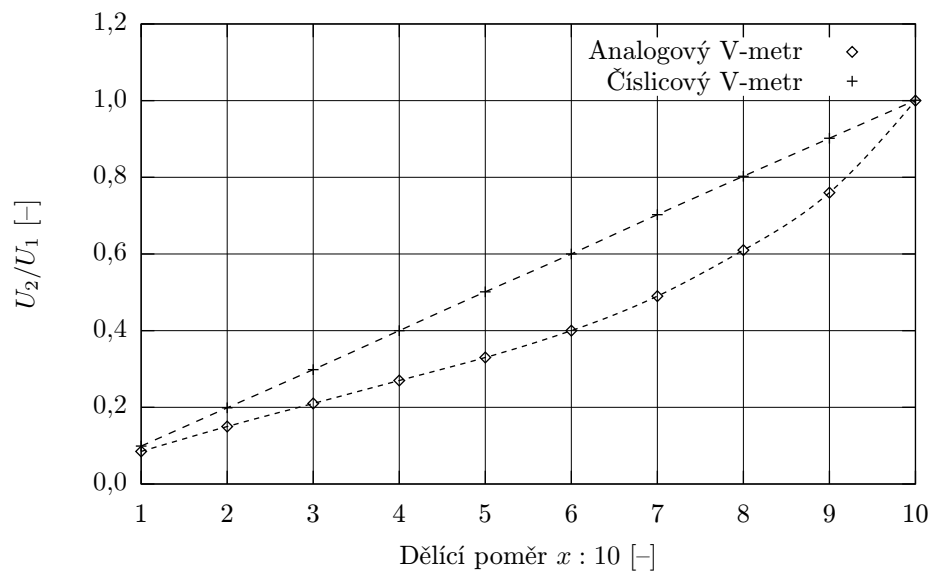
$$u^2(R_D) = \left(\frac{\partial R_D}{\partial U_2} \right)^2 u^2(U_2) + \left(\frac{\partial R_D}{\partial U'_2} \right)^2 u^2(U'_2) + \left(\frac{\partial R_D}{\partial R_V} \right)^2 u^2(R_V)$$
$$u(R_D) = \sqrt{\left(\frac{R_V}{U'_2} \right)^2 u^2(U_2) + \left(\frac{-R_V U_2}{U'^2_2} \right)^2 u^2(U'_2) + \left(\frac{U_2 - U'_2}{U'_2} \right)^2 u^2(R_V)}$$

$$u(R_D) = \sqrt{\left(\frac{60 \cdot 10^3}{2,7}\right)^2 \cdot 0,002^2 + \left(\frac{-60 \cdot 10^3 \cdot 4,0}{2,7^2}\right)^2 \cdot 0,035^2 + \left(\frac{4,0 - 2,7}{2,7}\right)^2 \cdot 69^2} \Omega = 1154 \Omega$$

$$u_B(R_D) = k_r u(R_D) = 2 \cdot 1154 \Omega = \mathbf{2308 \Omega} \quad (k_r = 2)$$

4.3. Závislost $f(d) = U_2/U_1$

Napětí zdroje, vstupní napětí děliče, je $U_1 = 10 \text{ V}$.



4.4. Závěr

Měření potvrdilo působení malého vnitřního odporu analogového voltmetru, který má vliv na výsledek měření při použití napěťového děliče, způsobený velkými proudy, které jím prochází a tím i velkou chybou měření. Hodnoty změřené číslicovým voltmetrem se vstupním odporem řádově $> 10^9 \Omega$ nejsou díky tomu tolik ovlivněny a lze je považovat za nejvíce se pravdě blížící.