

3. Měření příkonu LED diody číslicovými multimetry

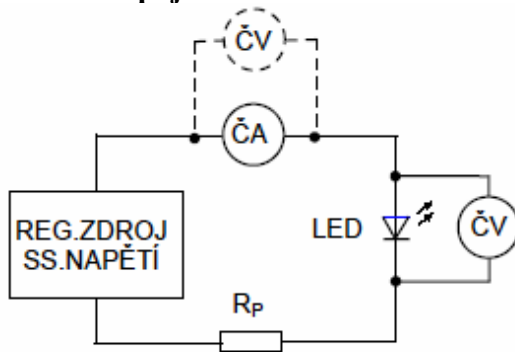
7. 3. 2005

Spolupracoval: Karel Koubek

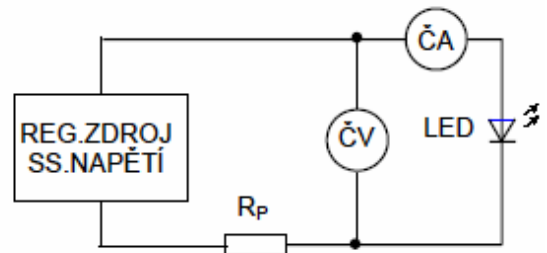
Úkol měření

- Určete příkon LED (Light Emitting Diode), proud a napětí změřte číslicovými multimetry. Měřte při obou zapojeních (viz obr. 1 a 2) a pro dvě hodnoty proudu 5 mA a 10 mA.
- Vypočtěte chybu metody pro obě zapojení a proveďte její korekci, pokud je to nutné.
- Vypočtěte rozšířenou nejistotu měření příkonu pro koeficient rozšíření $k_r = 2$. Poznámka: Vstupní odpor multimetru v režimu měření napětí je zadán v návodu k přístroji, odpor multimetru v režimu měření proudu vypočtěte ze změřeného úbytku napětí na multimetru, kterým je měřen proud, (viz obr. 1 - čárkovaně) a z hodnoty tohoto proudu.

Schéma zapojení



Obr. 1



Obr. 2

Teoretický rozbor úlohy

V úloze jde především o výpočet chyby metody a nejistot při měření příkonu LED diody. Chyby metody jsou způsobeny vlastním příkonem měřících přístrojů, lze je při znalosti parametrů těchto přístrojů vypočítat a odečíst od naměřených hodnot. Nejistoty jsou způsobeny konečnou přesností měřidel.

Chyby metody (odvození příloha 2):

případ 1) $I_D = I - U_D / R_{VST}$ (proud diodou)

případ 2) $U_D = U - I \cdot R_A$; $R_A = U_{A1} / I_1$ (naměřeno v případě 1)

Nejistota určených hodnot (standardní nejistota typu B)

$$u_B = \frac{\frac{\delta_1}{100} X + N R}{\sqrt{3}}$$

Nejistota určeného výkonu

$$u_p = \sqrt{(I \cdot u_U)^2 + (U \cdot u_I)^2}$$

Seznam použitých přístrojů

DC zdroj Agilent E3640A

ČV – číslicový multimetr LG DM-441B jako voltmetr, přesnost $\pm(0,1\%+4\text{dgt})$, $R_{VST}=10\text{M}\Omega$

ČA – číslicový multimetr LG DM-441B jako ampérmetr, přesnost $\pm(0,5\%+1\text{dgt})$

R_P – regulační rezistor 500Ω , $0,63\text{A}$

Naměřené hodnoty a jejich zpracování

výpočty chyby metody a nejistot v přílohách

Případ 1)

$$U_D = (1,9577 \pm 0,0028) \text{ V}$$

$$I = (5,000 \pm 0,030) \text{ mA}$$

$$P = UI = (9,789 \pm 0,060) \text{ mW}$$

úbytek napětí na ČA $51,55 \text{ mV}$ (rozsah 200 mV) při $I = 5,0 \text{ mA}$ (rozsah 20mA)

tedy $R_A = 10,31 \Omega$

$$U_D = (2,035 \pm 0,003) \text{ V}$$

$$I = (9,989 \pm 0,058) \text{ mA}$$

$$P = (20,328 \pm 0,122) \text{ mW}$$

Chyba metody se v tomto případě neprojevuje (viz příloha 2)

Případ 2)

$$U_D = 2,007 \text{ V}$$

$$I = (5,008 \pm 0,030) \text{ mA}$$

$$\Delta_M = 0,052 \text{ V}$$

$$U_D = (1,955 \pm 0,006) \text{ V po korekci chyby metody}$$

$$P = (9,791 \pm 0,066) \text{ mW}$$

$$U_D = 2,139 \text{ V rozsah } 20\text{V}$$

$$I = (10,007 \pm 0,058) \text{ mA rozsah } 20 \text{ mA}$$

$$\Delta_M = 0,103 \text{ V}$$

$$U_D = (2,036 \pm 0,006) \text{ V po korekci chyby metody}$$

$$P = (20,374 \pm 0,132) \text{ mW}$$

Zhodnocení dosažených výsledků měření

Pomocí dvou číslicových multimetrů (jeden v režimu měření napětí a druhý v režimu měření proudu) jsme naměřili příslušné proudy a napětí a vypočítali příkon LED diody. Dále jsme určili a korigovali chybu použité metody. V případě 1 se tato ukázala jako zanedbatelná vzhledem k přesnosti použitých měřidel, v případě 2 dosáhla jednotek procent. Tuto chybu jsme od změřené hodnoty odečetli. Určili jsme nejistoty naměřených hodnot a vypočteného příkonu.

3. Měření příkonu LED diody

Přístroje: DC- zdroj Agilent E3640A $R_i = 10\text{ M}\Omega$
 $\bar{U}_V$ číslicový voltmetr DM-441B (LG); přesnost $\pm(0,1\% + 4\text{ digit})$
 $\bar{I}_A$ číslicový ampérmetr DM-441B (LG); přesnost $\pm(0,5\% + 1\text{ digit})$
 R_T regulační rezistor $500\ \Omega$; $0,63\text{ A}$

Případ 1)

$$U_b = 1,9577\text{ V rozsah } 2\text{ V}$$

$$I = 5,000\text{ mA rozsah } 20\text{ mA}$$

úbytek napětí na $\bar{I}_A$ $51,55\text{ mV}$ (rozsah 200 mV) při $I = 5,0\text{ mA}$
 (rozsah 20 mA)

$$U_b = 2,035\text{ V rozsah } 20\text{ V}$$

$$I = 9,989\text{ mA rozsah } 20\text{ mA}$$

Případ 2)

$$U = 2,007\text{ V rozsah } 20\text{ V}$$

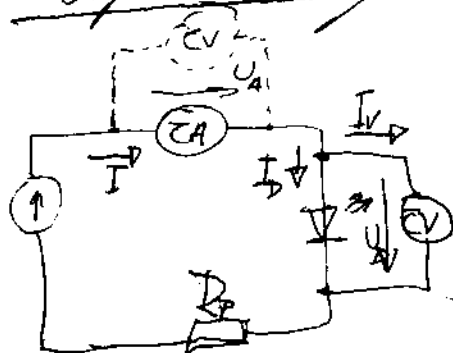
$$I = 5,008\text{ mA rozsah } 20\text{ mA}$$

$$U = 2,139\text{ V}$$

$$I = 10,007\text{ mA}$$

kyba metody

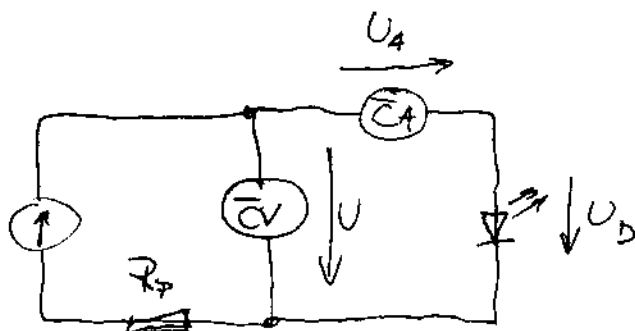
1)



$$I_V = \frac{U_D}{R_{VST}}$$

$$I_D = I - I_V = I - \frac{U_D}{R_{VST}}$$

2)



$$R_A = \frac{U_{A1}}{I_1}$$

$$U_{A2} = I_2 \cdot R_A$$

$$U_D = U - U_A = U - I \cdot R_A$$

$$= U - I \cdot \frac{U_{A1}}{I_1}$$

$$1) \quad I_D = 5,000 \text{ A} - \frac{1,9577 \text{ V}}{10 \text{ M}\Omega} = 0,005 - 1,95 \cdot 10^{-7} \\ = 5,0 \text{ mA}$$

$$I_D = 9,989 \text{ mA} - \frac{2,035 \text{ V}}{10 \text{ M}\Omega} = 9,989 - 2,04 \cdot 10^{-4} \text{ mA} \\ = 9,989 \text{ mA}$$

$$2) \quad R_A = \frac{51,55 \text{ mV}}{5,0 \text{ mA}} = 10,31 \Omega$$

$$U_D = 2,007 \text{ V} - 5,008 \text{ mA} \cdot 10,31 \Omega = 1,955 \text{ V} \\ = 2,007 - 0,052 \text{ V} =$$

U

$$U_D = 2,139 \text{ V} - 10,007 \text{ mA} \cdot 10,31 \Omega = \\ = 2,139 - 0,103 \text{ V} = 2,036 \text{ V}$$

$$1) U \quad a) u_B = \frac{\frac{0,1}{100} \cdot 1,9577 + 4 \cdot 0,0001}{\sqrt{3}} = 0,0014 V \cdot 2 = 0,0028 V$$

$$b) u_B = \frac{\frac{0,1}{100} \cdot 2,035 + 4 \cdot 0,0001}{\sqrt{3}} = 0,003 V \cdot 2 = 0,006 V$$

I

$$a) u_B = \frac{\frac{0,5}{100} \cdot 5,0 + 1 \cdot 0,001}{\sqrt{3}} = 0,015 mA \cdot 2 = 0,030 mA$$

$$b) u_B = \frac{\frac{0,5}{100} \cdot 9,989 + 1 \cdot 0,001}{\sqrt{3}} = 0,029 mA \cdot 2 = 0,058 mA$$

$$2) U \quad u_B = \frac{\frac{0,1}{100} \cdot 1,955 + 4 \cdot 0,0001}{\sqrt{3}} = 0,003 V \cdot 2 = 0,006 V$$

$$u_B = \frac{\frac{0,1}{100} \cdot 2,036 + 4 \cdot 0,0001}{\sqrt{3}} = 0,003 V \cdot 2 = 0,006 V$$

I

$$u_B = \frac{\frac{0,5}{100} \cdot 5,008 + 1 \cdot 0,001}{\sqrt{3}} = 0,015 mA \cdot 2 = 0,030 mA$$

$$u_B = \frac{\frac{0,5}{100} \cdot 10,007 + 1 \cdot 0,001}{\sqrt{3}} = 0,029 mA \cdot 2 = 0,058 mA$$

7

$$1) \mu_{p1} = \sqrt{(I \cdot \mu_1)^2 + (U \cdot \mu_2)^2} = \sqrt{(5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3})^2 + (1,9577 \cdot 0,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,060 \text{ mW}$$

$$\mu_{p2} = \sqrt{(9,979 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-3})^2 + (2,035 \cdot 0,058 \cdot 10^{-3})^2} = 0,122 \text{ mW}$$

2)

$$\mu_{p1} = \sqrt{(5,008 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-3})^2 + (\overset{1,955}{\cancel{2,007}} \cdot 0,03 \cdot 10^{-3})^2} = 0,066 \text{ mW}$$

$$\mu_{p2} = \sqrt{(\overset{10,007}{\cancel{10,007}} \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3})^2 + (2,036 \cdot 0,058 \cdot 10^{-3})^2} = 0,132 \text{ mW}$$