

4. Měření napájecího proudu budiče sběrnice pro různé režimy činnosti

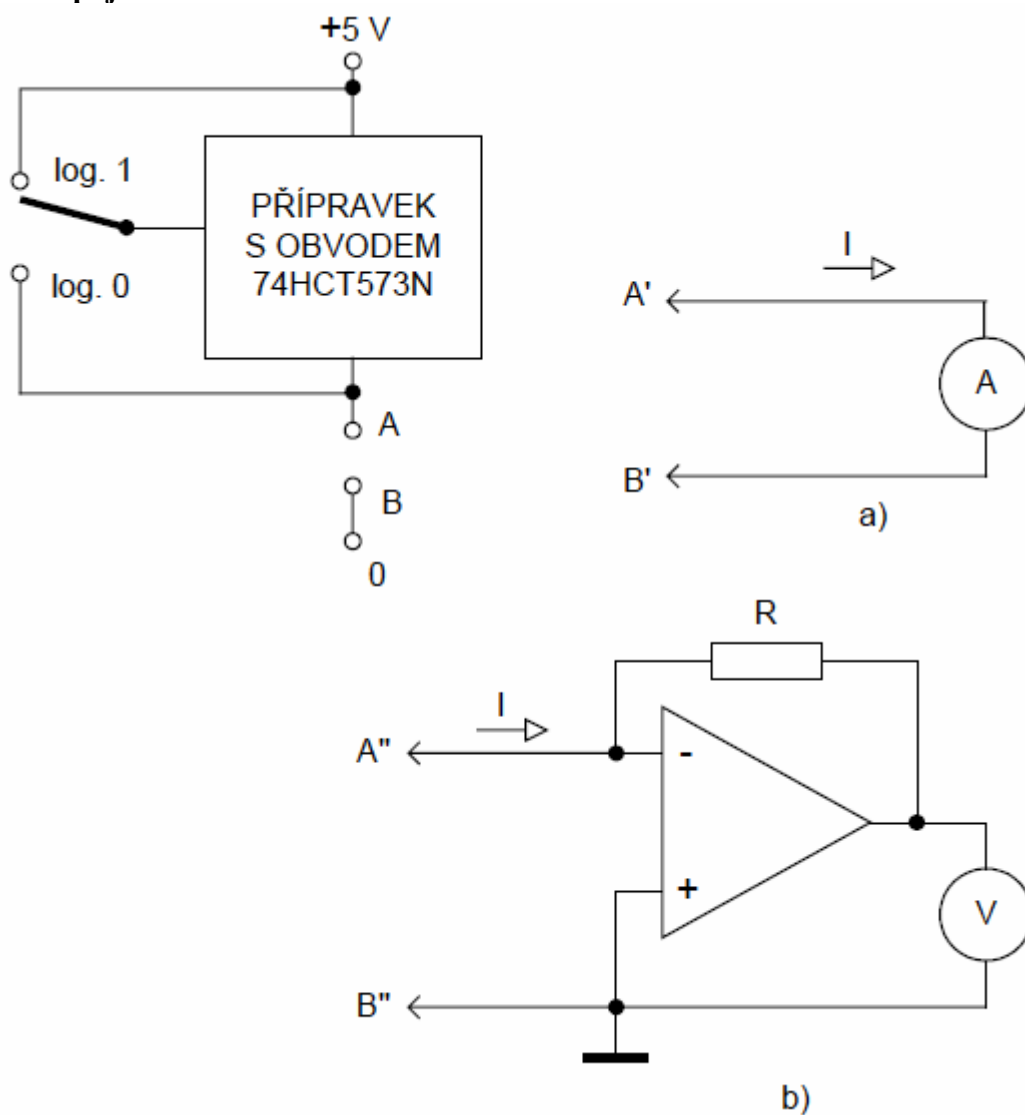
14.3.2005

Spolupracoval: Karel Koubek

Úkol měření

1. 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,
 - b) převodníkem I/U.
2. Pro případ a) určete chybu metody.
3. Pro případ b) spočítejte nejistotu určení proudu I pro případ ideálního OZ.

Schéma zapojení



Teoretický rozbor úlohy

V případě a) je protékající proud měřen ampérmetrem přímo zařazeným do napájení budiče sběrnice. Napětí na budiči sběrnice je tedy sníženo o úbytek napětí na ampérmetru, měřený proud je tedy menší než bez vřazeného ampérmetru. Při uvažování lineární závislosti protékajícího proudu na napájecím napětí budiče tedy platí

$$R_B = \frac{U_B}{I} = \frac{U}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{U \cdot I}{U_B} = \frac{U \cdot I}{U - I \cdot R_{CA}}$$

kde U_B je napětí na budiči při vřazení ampérmetru

U je napájecí napětí

I je změřený proud

Ve druhém případě je použit převodník proud/napětí s operačním zesilovačem. Protékající proud je dán vztahem

$$I = -\frac{U}{R}$$

Seznam použitých přístrojů

zdroj Tesla BK 126

číslicový multimetr MASTECH MY-64 jako ampérmetr, rozsah 2 mA,

přesnost 1,0% údaje ± 3 dgt; odpor měřicího bočnicku 110 Ω

číslicový multimetr Agilent 34401A jako voltmetr,

rozsah 10 V, přesnost 0,0035% údaje $\pm 0,0005$ % rozsahu,

rozsah 100 mV, přesnost 0,0050% údaje $\pm 0,0035$ % rozsahu

přípravek s budičem sběrnice 74HCT573N

přípravek s operačním zesilovačem

přípravek s rezistory 100 k Ω , 10 k Ω , 1 k Ω ; přesnost 0,1%

Naměřené hodnoty a jejich zpracování

případ a)

Log. 1: $I = 1,911$ mA

Log. 0: $I = 0,000$ mA

Po korekci chyby metody

$$I_B = \frac{5 \cdot 1,911 \cdot 10^{-3}}{5 - 1,911 \cdot 10^{-3} \cdot 110} = 1,995 \text{ mA, chyba metody } \Delta_M = 1,995 - 1,911 = 0,084 \text{ mA}$$

případ b)

velikost použitého odporu $R = 1000 \Omega$

$$u_R = \frac{0,1}{\sqrt{3}} = 0,58 \Omega$$

Log. 1: $U = 1,9817 \text{ V}$; tedy $I = -1,9817 \text{ mA}$

$$u_{\bar{U}} = \frac{\frac{0,0035}{100} \cdot 1,9817 + \frac{0,0006}{100} \cdot 10}{\sqrt{3}} = 0,0004 \text{ V}$$

$$u_I = \sqrt{\left(\frac{-1}{1000} \cdot 0,0004\right)^2 + \left(\frac{-1,9817}{1 \cdot 10^6} \cdot 0,58\right)^2} = 0,0012 \text{ mA}$$

$I = (-1,9817 \pm 0,0012) \text{ mA}$

Log. 0: $U = 0,040 \text{ mV}$; tedy $I = -0,040 \text{ }\mu\text{A}$

$$u_{\bar{U}} = \frac{\frac{0,0050}{100} \cdot 0,040 \cdot 10^{-3} + \frac{0,0035}{100} \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} = 0,002 \text{ mV}$$

$$u_I = \sqrt{\left(\frac{-1}{1000} \cdot 0,002 \cdot 10^{-3}\right)^2 + \left(\frac{-0,040}{1 \cdot 10^6} \cdot 0,58\right)^2} = 0,002 \text{ }\mu\text{A}$$

$I = (-0,040 \pm 0,002) \text{ }\mu\text{A}$

Zhodnocení dosažených výsledků měření

Pomocí dvou metod jsme změřili napájecí proud budiče sběrnice. Při přímém měření ampérmetrem jsme provedli korekci chyby metody. Toleranční pásma pro standardní nejistotu obou zjištěných hodnot pro logickou 1 se překrývají. Při přímém měření v logické nule byl případný protékající proud použitým přístrojem neměřitelný, při použití převodníku proud/napětí byl měřitelný, mohl však být ovlivněn vlastnostmi skutečného operačního zesilovače.