

## 5. Měřicí zesilovače

### Úkol měření

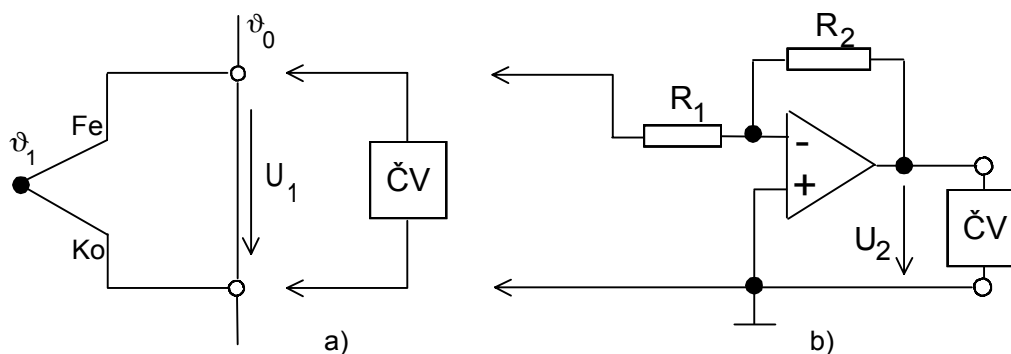
- a) Změřte napětí termočládku předloženým číslicovým voltmetrem a určete chybu měření tohoto napětí.
- b) S použitím operačního zesilovače OP 07 navrhnete zapojení:
  - 1) invertujícího zesilovače se zesílením 100 a vstupním odporem 1 k $\Omega$ ,
  - 2) neinvertujícího zesilovače se zesílením 100 a vstupním odporem 100 k $\Omega$  (viz skripta Hejtmanová a kol.: Elektrická měření - Lab. cvičení, str. 115, 116).
- c) Tyto zesilovače použijte pro zesílení napětí termočládku, napětí na jejich výstupu změřte stejným číslicovým voltmetrem jako v předchozím případě. Určete **maximální možnou chybu** měření napětí termočládku, uvažujte i chybu způsobenou vstupní napěťovou nesymetrií operačního zesilovače (viz skripta Hejtmanová a kol.: Elektrická měření – Lab. cvičení, str. 117) a chybu metody způsobenou konečným vstupním odporem zesilovače.
- d) Vypočtete teplotu měřenou termočládkem, je-li konstanta použitého termočládku  $K = 54 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ . Předpokládejte, že teplota srovnávacích konců termočládku je  $20^\circ\text{C}$  (teplota laboratoře).
- e) Změřte skutečnou vstupní napěťovou nesymetrii použitého operačního zesilovače a proveďte korekci naměřených hodnot.

### Poznámky k měření

1. Při měření mohou způsobit významnou chybu parazitní termoelektrické články na spojích vodičů v měřicím obvodu (svorky i pájené spoje). Je proto nutné měřit až po tepelném ustálení obvodu.
2. Chyby odporů použitých rezistorů uvažujte 0.2 %, chybu etalonu 1000  $\Omega$  0.01%.
3. Vnitřní odpor termočládku je menší než 5  $\Omega$ .
4. Operační zesilovač umožňuje kompenzaci offsetu pomocí odporového trimru, v praxi se ale zpravidla nepoužívá a ani v přípravku není zapojena.

### 5. **POZOR, výstup termočládku nesmí být připojen ke zdroji napětí!**

## Schéma zapojení



Obr. A. a) měření číslicovým voltmetrem, b) principiální schéma zesilovače napětí s OZ v invertujícím zapojení

### Základní parametry některých vybraných operačních zesilovačů

	ICL 7650	741	LT 1097	OP 07
napěťový offset typ/max ( $\mu\text{V}$ )	0,7	1500/5000	10/60	60/150
jeho teplotní drift ( $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ )	0,02	10	0,3	0,5
vstupní klidový proud (pA)	5	50000	350	1800/7000
CMRR (dB)	120	90	130	110
rychlost přeběhu ( $\text{V}/\mu\text{s}$ )	2,5	0,5	0,2	0,3

ICL 7650 automaticky nulovaný operační zesilovač

741 levný zastaralý bipolární OZ

LT 1097 přesný OZ

OP 07 kvalitní OZ, uvedené parametry odpovídají levné verzi (průmyslový standard)