

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Programování měřicích systémů II



## Vývoj programu v prostředí Labview

Měření převodní charakteristiky OZ v invertujícím  
zapojení, určení zesílení

semestrální práce

Autor práce: Josef Kořínek

1.ročník

IŘT v APK

©2020 ČZU v Praze

## Zadání

### **Měření převodní charakteristiky OZ v invertujícím zapojení, určení zesílení**

Vývoj programu v prostředí Labview pro automatizované měření převodní charakteristiky OZ v invertujícím zapojení a určení jeho zesílení

Vytvořte kód programu, který umožní automatizované změření převodní charakteristiky OZ v invertujícím zapojení a určení jeho zesílení.

Navrhněte hardwarové řešení úlohy a nakreslete schéma zapojení.

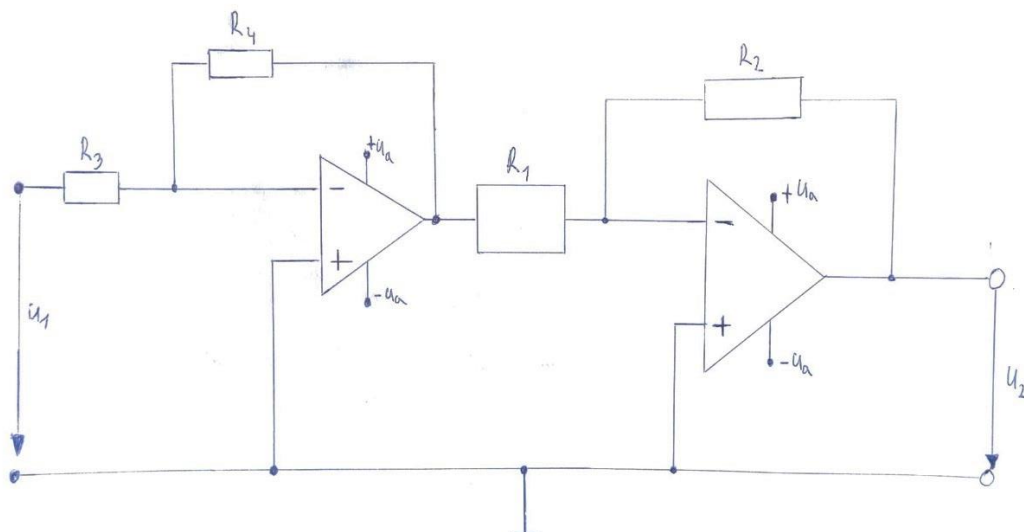
- I. Popište základní funkci obvodu a jednotlivých komponent.
- II. Navrhněte a ověřte kód v Labview, který realizuje požadované funkce:
  1. Program umožní zadání vstupních hodnot součástek a rozsahu vstupního napětí  $u_1$  pro jeho nastavení na vstupu OZ (volte  $u_1$  v rozsahu  $\pm 5V$ ). Volte  $R_1 = 2k\Omega$ ,  $R_2 = 10k\Omega$ , napájecí napětí  $U_a = \pm 12V$ , mezní hodnoty napětí na výstupu uvažujte cca o  $1V$  menší než je napájecí napětí.
  2. Program provede automatické měření převodní charakteristiky zadaného zapojení OZ pro nastavené zesílení obvodu a zápis změřených hodnot do souboru.
  3. Grafické zobrazení změřené převodní charakteristiky OZ
  4. Určení zesílení v zapojení s OZ z naměřených bodů charakteristiky na základě programového zpracování naměřených dat.
  5. Určení offsetu daného zapojení.
  6. Zobrazení výsledku měření a výpočtu, jejich porovnání, případně generování varovného hlášení.

Testovaná součástka: LM741

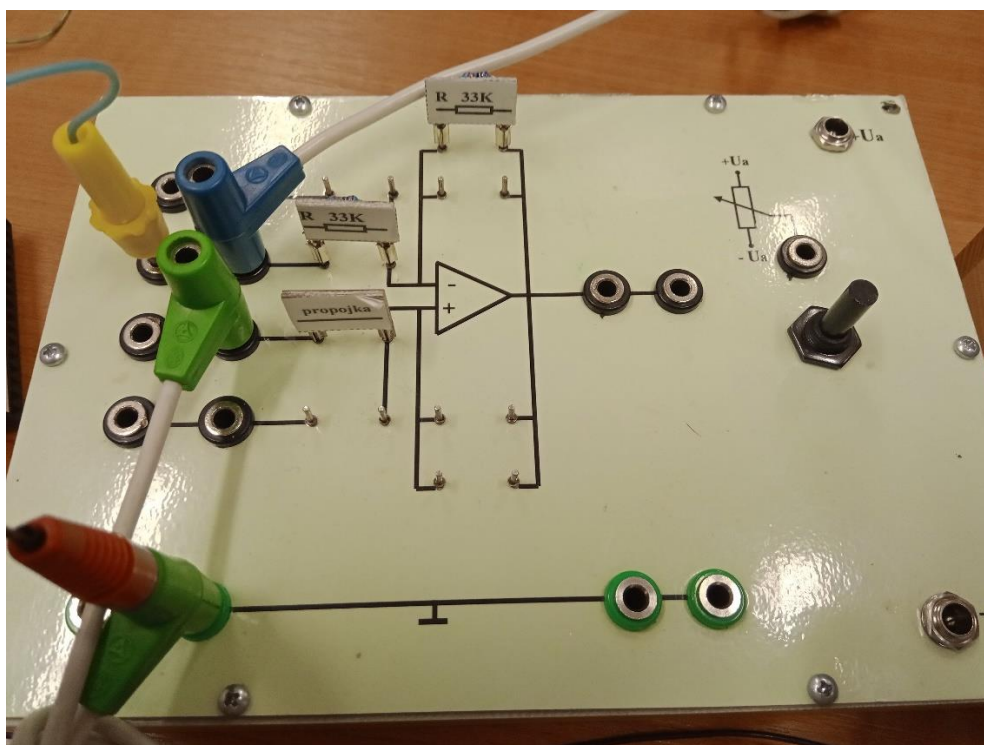
## Hardwarové řešení úlohy a schéma zapojení

Měřicí karta generuje napětí  $U_1$ . Stejná karta měří skutečné napětí  $U_1$  (tím zpřesňuje měření) a zároveň měří napětí na výstupu  $U_2$ . Pro každou generovanou hodnotu skutečné napětí  $U_1$  měří hodnotu napětí na výstupu  $U_2$ . Celé měření vykonává program v nástroji LabView.

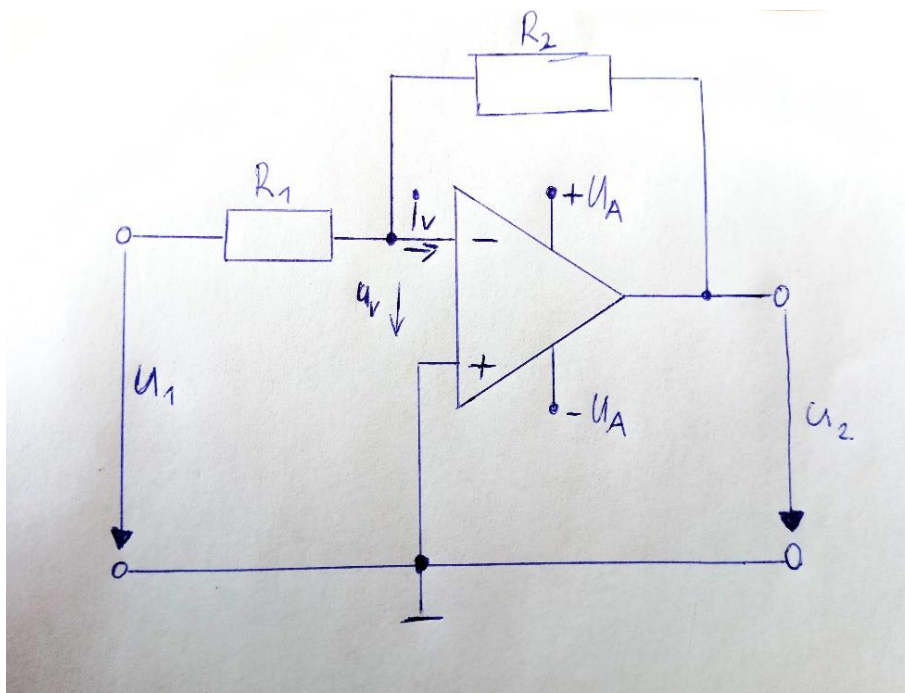
Měření se skládá ze dvou částí. V první části se mění záporná část charakteristiky. Proto je potřeba před zesilovač zapojit invertor (Obr. 1). Invertor je v tomto případě vytvořen druhým operačním zesilovačem. U něj je klíčové že má oba rezistory totožné, a proto napětí jen invertuje a nezesiluje.



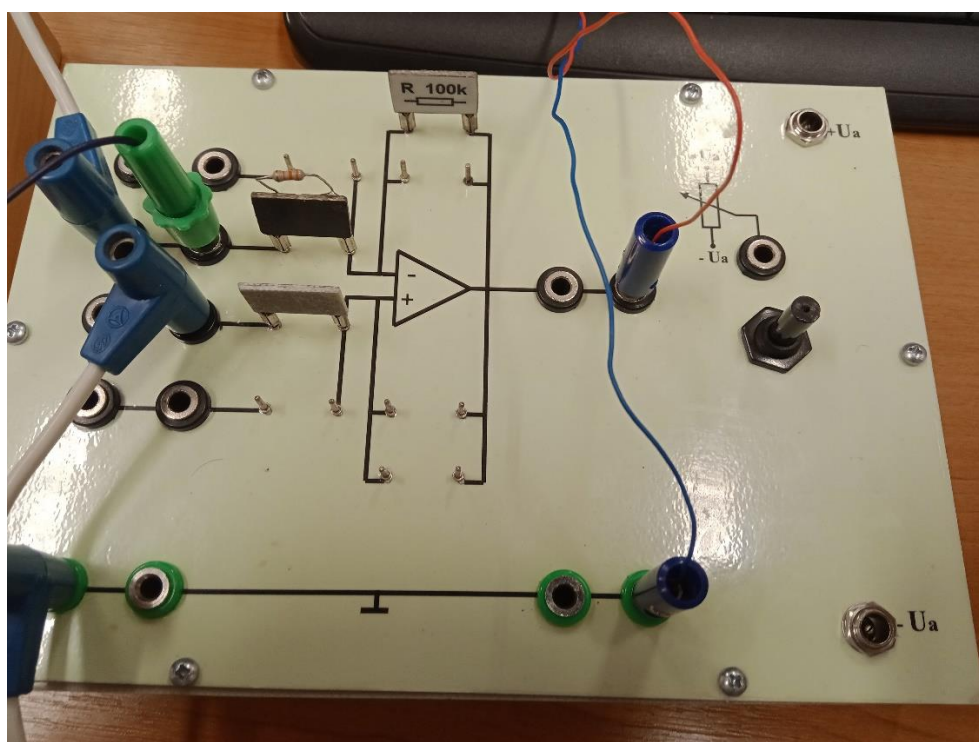
Obr. 1 Schéma zapojení měřeného obvodu (v první části)



Obr. 2 Invertor (odpojený)



Obr. 3 Schéma zapojení měřeného operačního zesilovače



Obr. 4 Invertující operační zesilovač (odpojen od zdroje)

## I. Základní funkce obvodu

Operační zesilovač slouží k zesílení vstupního napětí v poměru daném odpory  $R_1$  a  $R_2$ . Invertující operační zesilovač navíc invertuje výstupní hodnotu.

**Měřicí karta National Instruments USB-6009** – generuje napětí  $U_1$ , dále měří jeho skutečnou hodnotu a měří výstupní napětí  $U_2$ .

**Rezistory** – určují převodní poměr:

$$R_1 = 3\text{k}\Omega \quad R_2 = 10\text{k}\Omega$$

**Napájecí transformátory** – napájí operační zesilovač a invertor napájecím napětím:

$$U_a = 12\text{ V}$$

**Operační zesilovač** – LM741 zapojen jako invertující zesilovač dle Obr. 3.

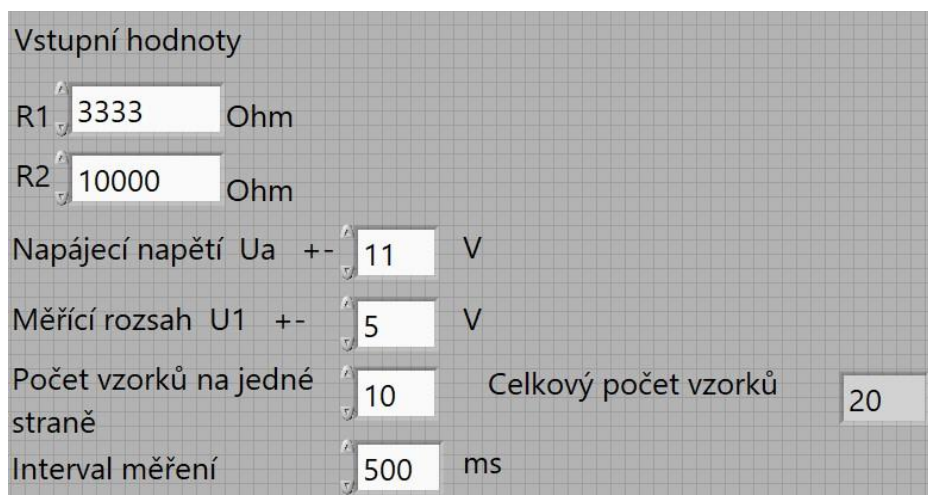
**Invertor** – Invertující operační zesilovač se stejnými odpory  $R_3$  a  $R_4$ .

$$R_3 = 33\text{k}\Omega$$

$$R_4 = 33\text{k}\Omega$$

## II. Funkce programu

### II. 1. Zadání vstupních hodnot:



Vstupní hodnoty

R1 3333 Ohm

R2 10000 Ohm

Napájecí napětí  $U_a$  +- 11 V

Měřicí rozsah  $U_1$  +- 5 V

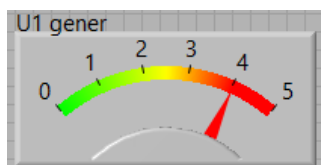
Počet vzorků na jedné straně 10 Celkový počet vzorků 20

Interval měření 500 ms

Obr. 5 Zadání vstupních hodnot

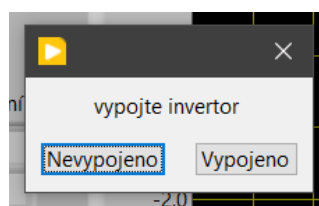
### II. 2. Automatické měření převodní charakteristiky

Měření proběhne ihned po spuštění programu. Program generuje napětí na analogovém výstupu **AO0**. Průběh lze vidět na ukazateli (Obr. 6). Napětí je generované sestupně.



Obr. 6 Ukazatel generovaného napětí

Když napětí dospěje k nule je uživatel vyzván k vypojení invertoru (Obr. 7).



Obr. 7 Výzva uživatele k vypojení invertoru z obvodu

Následně je změřena kladná část charakteristiky. Změřené hodnoty jsou zapsány do souboru **Hodnoty merene.lvm** (Obr. 8).

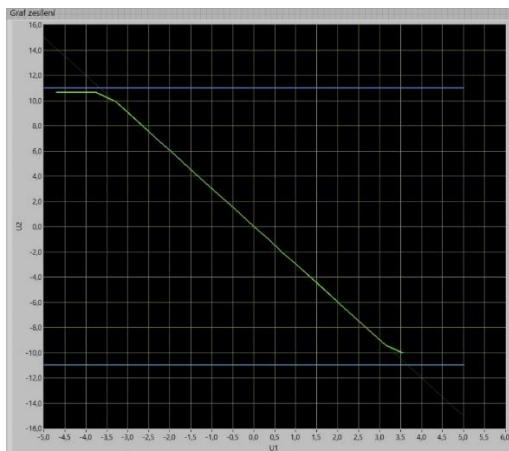
```
LabVIEW Measurement
Writer_Version 2
Reader_Version 2
Separator Tab
Decimal_Separator ,
Multi_Headings No
X_Columns No
Time_Pref Absolute
Operator xkorj032
Date 2022/05/02
Time 14:07:00,172294
***End_of_Header***

Channels 2
Samples 1 1
Date 2022/05/02 2022/05/02
Time 14:07:00,188277 14:07:00,188277
X_Dimension Time Time
X0 0,0000000000000000E+0 0,000000
Delta_X 1,000000 1,000000
***End_of_Header***
X_Value U1 U2
-4,706412 10,639068
-4,226267 10,639068
-3,756337 10,639068
-3,286408 9,894219
```

Obr. 8 Příklad zápisu do souboru včetně hlavičky

## II. 3. Grafické zobrazení

Zpracovaná data jsou zobrazena v grafu na čelním panelu (Obr. 9).



Obr. 9 Graf změřené převodní charakteristiky

## II. 4. Určení zesílení

Program dle zadaných hodnot dopočítává teoretické hodnoty napětí dle vzorce:

$$U_2 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_1$$

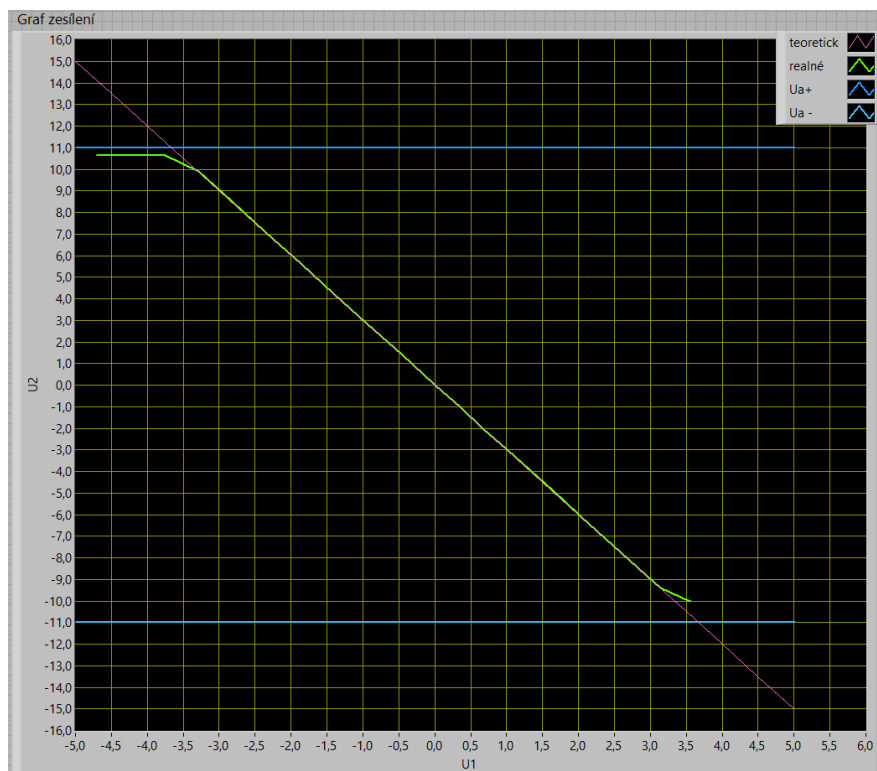
$$R_1 = 3\,330\,\Omega$$

$$R_2 = 10\,000\,\Omega$$

– hodnoty jmenovitého odporu rezistoru

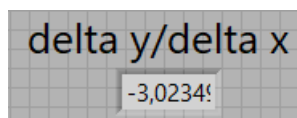
$U_1$  – teoretické (generované napětí)

Teoretické hodnoty jsou dále zobrazeny v grafu zesílení tenkou růžovou čarou.



Obr. 10 Graf změřené převodní charakteristiky včetně teoretických hodnot

Program vypočítá převodní poměr a zobrazí ho na čelním panelu (Obr. 11).



Obr. 11 Zesílení v zapojení

Když podle vzorce převodního poměru  $-\frac{R_2}{R_1}$  spočítáme teoretické hodnoty  $\rightarrow -\frac{10\,000}{3\,330} = -3,33$  a porovnáme je s hodnotou  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = -3,0235$  zjistíme rozdíl cca 0,3. Tento rozdíl je malý a při každém dalším měření vyjde jinak.

### III. Vyhodnocení a závěr

#### III. 1. Vyhodnocení

Z grafu zesílení vyplývá, že teoretické hodnoty jsou téměř shodné s naměřenými hodnotami. Rozdíly jsou minimální. To je pravděpodobně způsobeno samotnou měřenou součástkou. Dále na grafu můžeme vidět ukázkový příklad převodní charakteristiky.

#### III. 2. Závěr

Byl vyvinut program v prostředí Labview, který automaticky měří převodní charakteristiky OZ v invertujícím zapojení a určuje jeho zesílení. Dále byl program otestován na konkrétní součástce, která je součástí inventáře počítačové učebny. Proces měření není úplně automatický, v průběhu měření je uživatel vyzván k odpojení invertoru. Tato část by se dala v budoucnu automatizovat zapojením přepínacího relé, které by invertor odpojilo automaticky.