



FAKULTA  
ELEKTROTECHNICKÁ  
ZÁPADOČESKÉ  
UNIVERZITY  
V PLZNI

# OPERAČNÍ ZESILOVAČ II

Martin Zlámal

*Datum měření 27. března 2014*

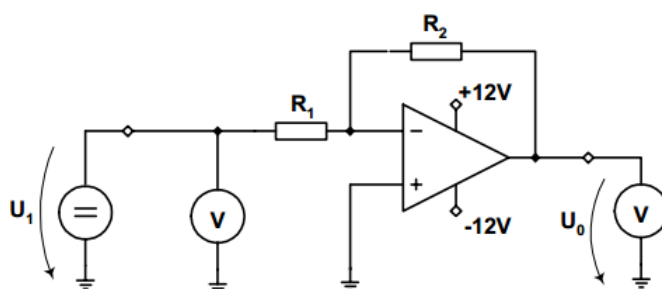
© *Datum poslední revize 29. března 2014*

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

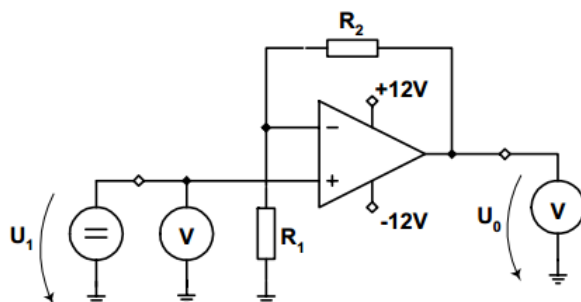
# 1 Zadání

Změřte postupně statickou převodní charakteristiku invertujícího, neinvertujícího zapojení a komparátoru s monolitickým operačním zesilovačem (OZ). Měření proveďte pro různá zesílení a změřené charakteristiky vynesete do grafů.

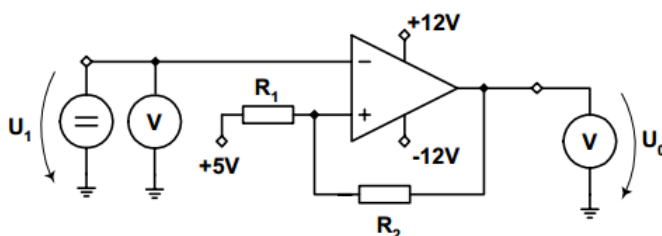
## 2 Schémata zapojení



Obrázek 1: Operační zesilovač v invertujícím zapojení



Obrázek 2: Operační zesilovač v neinvertujícím zapojení



Obrázek 3: Operační zesilovač jako komparátor s hysterezí

### 3 Naměřené a vypočítané hodnoty

Pro měření operačních zesilovačů volíme napájení  $\pm 12\text{ V}$ . Pro invertující zapojení OZ volíme hodnoty rezistorů  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$  a  $R_2 = 20\text{ k}\Omega$  tak, aby bylo zesílení  $A_U = -2$  podle následujícího vztahu.

$$A_U = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{20\text{ k}}{10\text{ k}} = -2 \quad (1)$$

Tabulka 1: Převodní charakteristika invertujícího OZ, kladná polarita

$U_1 [\text{V}]$	0,98	1,95	2,93	3,90	4,89	5,88	6,86
$U_0 [\text{V}]$	-1,96	-3,90	-5,86	-7,82	-9,76	-9,92	-9,92

Tabulka 2: Převodní charakteristika invertujícího OZ, záporná polarita

$U_1 [\text{V}]$	-1,01	-2,00	-2,99	-3,98	-4,97	-5,96	-6,95
$U_0 [\text{V}]$	2,01	3,99	5,97	7,95	9,93	11,20	11,20

Pro neinvertující zapojení OZ volíme hodnoty rezistorů  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$  a  $R_2 = 100\text{ k}\Omega$  tak, aby bylo zesílení  $A_U = 11$  podle následujícího vztahu.

$$A_U = \frac{R_2}{R_1} + 1 = \frac{100\text{ k}}{10\text{ k}} + 1 = 11 \quad (2)$$

Tabulka 3: Převodní charakteristika neinvertujícího OZ, pouze kladná polarita

$U_1 [\text{V}]$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0
$U_0 [\text{V}]$	1,26	2,13	3,46	4,46	5,51	6,62	7,77	8,83	9,90	11,20	11,27

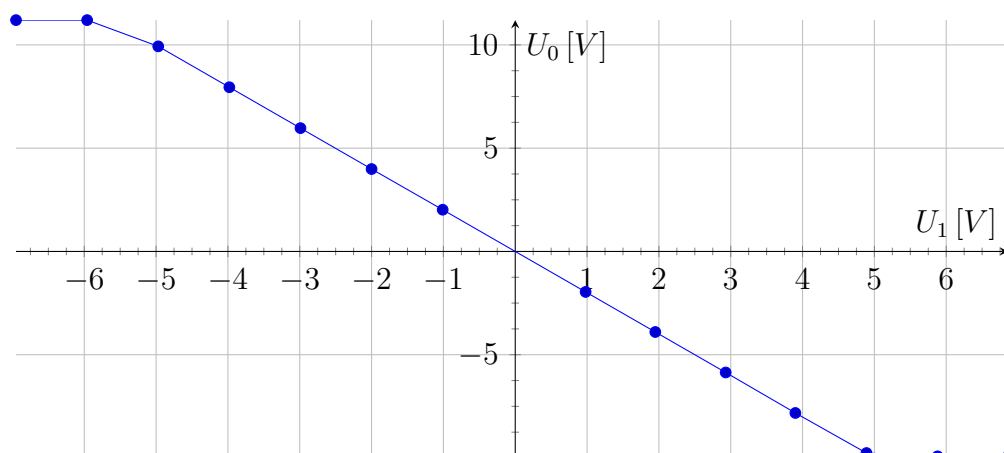
Pro komparátor s hysterezí volíme hodnotu rezistorů  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$  a  $R_2 = 100\text{ k}\Omega$  tak, aby šířka hysterezního pásma přibližně  $U_H = 2\text{ V}$  podle následujícího vztahu.

$$U_H \approx 2 \cdot U_{SAT} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{10\text{ k}}{10\text{ k} + 100\text{ k}} \doteq 1,82 \quad (3)$$

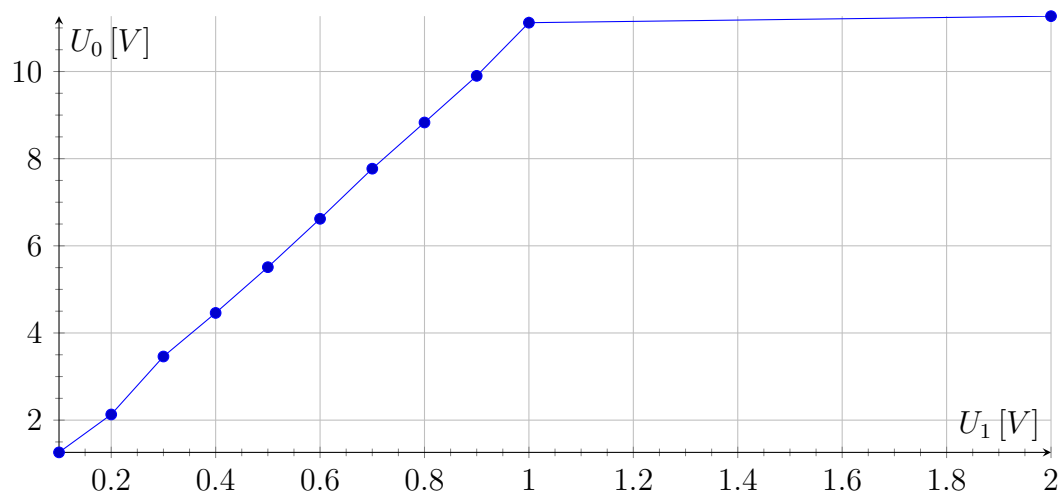
Tabulka 4: Převodní charakteristika komparátoru

$U_1 [\text{V}]$	2,30	5,59	5,6	7,00	7,00	3,72	3,71	2,30
$U_0 [\text{V}]$	11,28	11,28	-9,95	-9,95	-9,95	-9,95	11,28	11,28

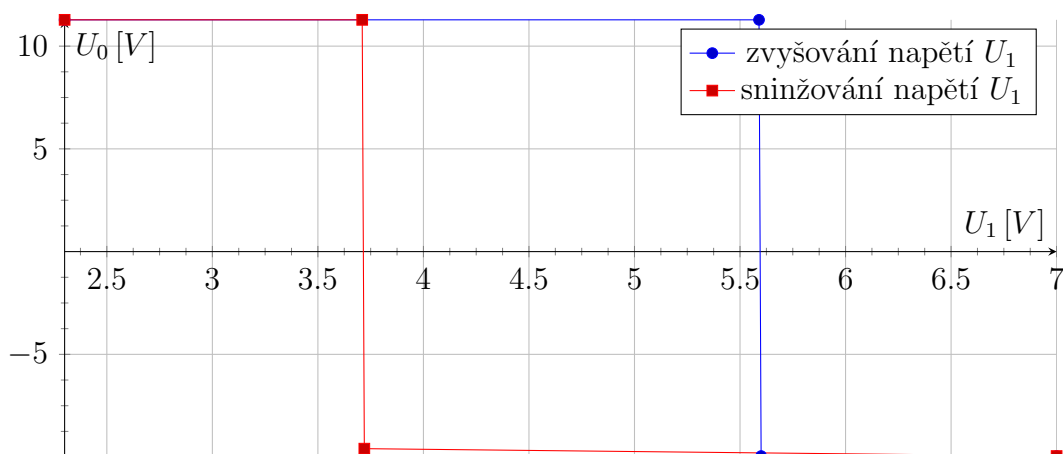
## 4 Grafy



Obrázek 4: Převodní charakteristika invertujícího zapojení OZ



Obrázek 5: Převodní charakteristika neinvertujícího zapojení OZ



Obrázek 6: Převodní charakteristika komparátoru

## 5 Závěr

Z grafu pro invertující zapojení OZ je vidět, že čím je menší napětí  $U_1$ , tím je větší výstupní napětí  $U_0$  (a obráceně) a to až do saturačního napětí  $U_{SAT}$ , které je pro obě polarity  $U_1$  z hlediska velikosti rozdílné.

Oproti tomu neinvertující zapojení má kladné zesílení  $A_U$ , ale mnohem větší ( $A_U = 11$ ). Tzn., že saturace dosáhneme již při hodnotě  $U_1 \approx 1\text{ V}$ .

Jak je vidět, tak hysterezní smyčka není přesně souměrná kolem hodnoty  $U_1 = 5\text{ V}$  viz schéma zapojení. To je způsobeno nepřesnou volbou saturačního napětí  $U_{SAT}$  do výpočtu šířky hysterezního pásma. Každopádně samotný výsledek tento fakt nijak neovlivňuje.