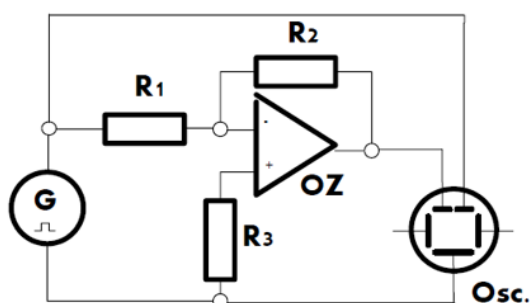


Datum 23.10.2019	SPŠ Chomutov	Třída A4
Číslo úlohy 4	Měření operačního zesilovače I	Jméno PAIKRT

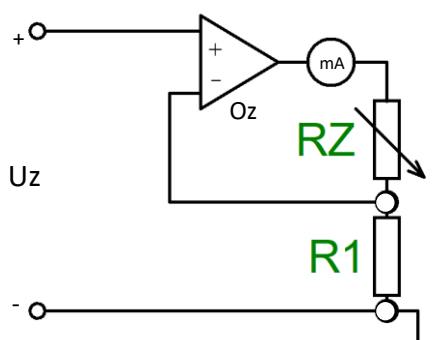
Zadání

Zapojte a změřte základní zapojení operačního zesilovače.

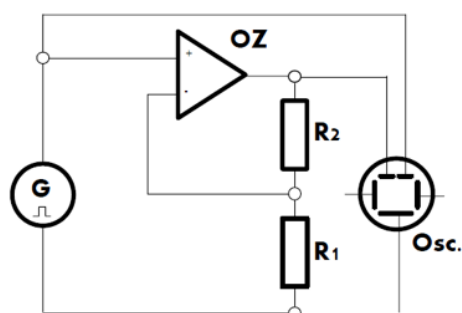
Schéma zapojení



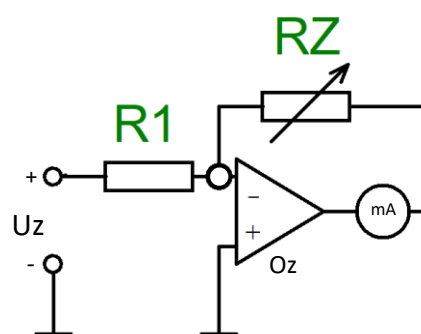
Invertující zesilovač



Zesilovač s vlastností zdroje proudu neinvertující



Neinvertující zesilovač



Zesilovač s vlastností zdroje proudu invertující

Tabulka použitých přístrojů

Zařízení	Značka	Údaje	Evidenční číslo
Miliampérmetr	mA	0-6A, 0,5	LE2 2244/12
Osciloskop	OSC	RIGOL DS2072A	LE 5082
Odporová dekáda	R_z, R_2	0 - 111111 Ω ,	LE1 1829
Odporová dekáda	R_1	0 - 111111 Ω ,	LE1 1828
Generátor	G	SIGLENT SDG1020	LE 5077
Stejnsměrný zdroj	U_z	AUL 310	LE4 4061
Operační zesilovač	OZ	MAA741	LE 2379

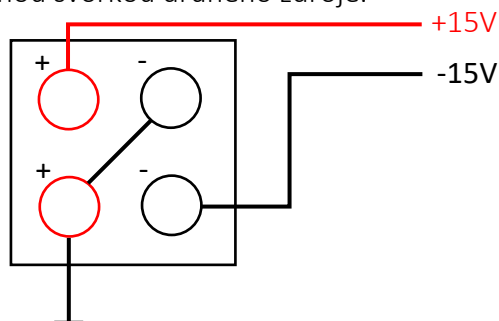
Teorie

Ideální operační zesilovač má nekonečně velké zesílení A_u , nekonečně velké vstupní odpory (nulový vstupní proudy), nulový výstupní odpor (zesílení nezáleží na zátěži)

Mezní parametry operačního zesilovače MAA741

- Napájecí napětí: $\pm 3V$ až $\pm 18V$
- Vstupní napětí rozdílové: $\pm 30V$
- Vstupní napětí: $\pm 15V$
- Ztrátový výkon: 500mW

Vytvoření symetrického napájení operačního zesilovače ze dvou stejných zdrojů vytvoříme zapojením záporné svorky jednoho zdroje s kladnou svorkou druhého zdroje.

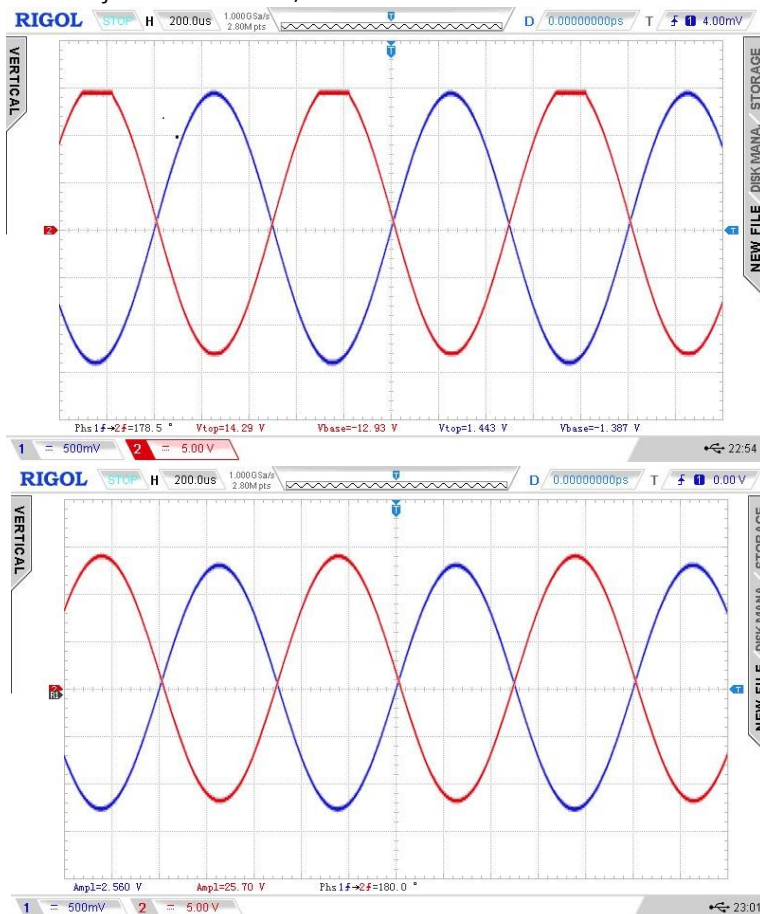


Návrh napájecího napětí a zpětnovazebních odporů pro invertující a neinvertující zesilovač. Viz. výpočty.

Výhoda neinvertujícího operačního zesilovače proti invertujícímu z hlediska vstupního odporu je taková, že vstupní odpor není ovlivněn odporem R_1 jako v zapojení invertujícího.

Naměřené hodnoty

Invertující zesilovač U / U



Kladné saturační napětí

$$U_{\text{sat}+} = 14,29V$$

Záporné saturační napětí

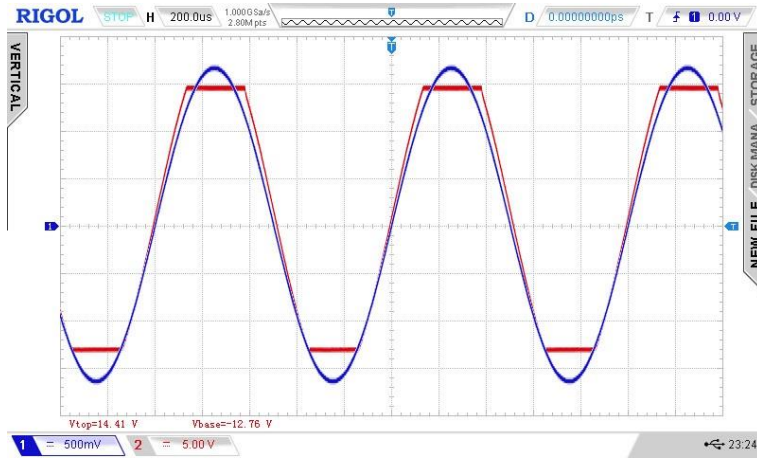
$$U_{\text{sat}-} = -12,93V$$

Naměřené zesílení

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \frac{25,7}{2,56} = 10$$

Fázový posun je 180°

Neinvertující zesilovač U / U

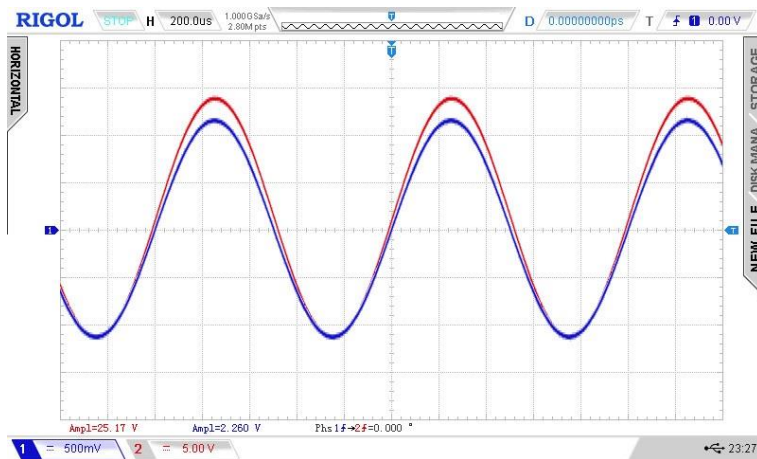


Kladné saturační napětí

$$U_{\text{sat}+} = 14,41\text{V}$$

Záporné saturační napětí

$$U_{\text{sat}-} = -12,76\text{V}$$



Naměřené zesílení

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \frac{25,17}{2,26} = 11$$

Fázový posun je 0°

Výpočty

Invertující zesilovač U/U

- Napájecí napětí $\pm 15\text{V}$ symetricky
- Pro $A_U = 10$ a $R_2 = 100\text{k}\Omega$
 - $A_U = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{A_U} = \frac{100 \cdot 10^3}{10} = 10\text{k}\Omega$
- Výpočet odporu R_3
 - $R_3 = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_2 + R_1} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3} \doteq 9090,9\Omega \Rightarrow 10\text{k}\Omega$
- Pro stejnosměrný signál $R_{\text{vst}} = R_1$, jakou hodnotu bude mít odpor R_2 , jestliže chceme vyrobit inverter jehož $R_{\text{vst}} = 10\text{k}\Omega$.
 - $A_u = 1 \Rightarrow R_2 = R_1 = 10\text{k}\Omega$

Neinvertující zesilovač U/U

- Napájecí napětí $\pm 15\text{V}$ symetricky
- Pro $A_U = 11$ a odpor $R_2 = 100\text{k}\Omega$ navrhni odpor R_1
 - $A_U = 1 + \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{A_U - 1} = \frac{100 \cdot 10^3}{10} = 10\text{k}\Omega$

Invertující zesilovač U/I

- Napájecí napětí $\pm 15\text{V}$ symetricky
- Urči velikost odporu R_1 , jestliže při vstupním napětí 5V chceme vytvořit z operačního zesilovače zdroj proudu o velikosti 5mA
 - $I_2 = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{5}{5 \cdot 10^{-3}} = 1\text{k}\Omega$
- Ověř, že velikost I_2 nezávisí na hodnotě odporu R_2 . Vypočítej $R_{Z\text{max}}$ a porovnej.
 - $R_{Z\text{max}} = \frac{U_{\text{sat}}}{I_2} = \frac{12 \div 14}{5 \cdot 10^{-3}} = 2400 \div 2800\Omega$
 - $R_{Z\text{maxReální}} = 2520\Omega \Rightarrow \text{Je v rozshau vypočítané zátěže}$

Neinvertující zesilovač U/I

- Napájecí napětí $\pm 15V$ symetricky
- Urči odpor R_1 pro vstupní napětí $5V$ a proud o velikosti $5mA$
 - $I_2 = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{5}{5 \cdot 10^{-3}} = 1k\Omega$
- Vypočítej R_{Zmax} a porovnej
 - $R_{Zmax} = \frac{U_{sat}}{I_2} - R_1 = \frac{12 \div 14}{5 \cdot 10^{-3}} - 1000 = 1400 \div 1800\Omega$
 - $R_{ZmaxReální} = 1750\Omega \Rightarrow$ *Je v rozsahu vypočítané zátěže*

Závěr

Naměřené charakteristiky odpovídají teoretickým předpokladům. Z grafu lze vidět že kladná saturace začíná dříve než záporná v obou případech.