

1.5 Operační zesilovače I.

1.5.1 Úkol:

1. Změřte napět'ové zesílení operačního zesilovače v neinvertujícím zapojení
2. Změřte napět'ové zesílení operačního zesilovače v invertujícím zapojení
3. Ověřte vlastnosti invertujícího součtového zesilovače
4. Ověřte vlastnosti invertujícího rozdílového zesilovače

1.5.2 Teorie:

Operační zesilovač má složité vnitřní zapojení a byl původně vyvinut pro analogové počítače, kde měl zpracovávat základní matematické operace. V současné době je jeho využití všestranné a je použitelný ke zpracování stejnosměrných i střídavých napětí.

Operační zesilovač je integrovaný obvod s funkcí zesilovače, který se některými svými parametry blíží ideálnímu operačnímu zesilovači.

Ideální operační zesilovač by měl mít tyto vlastnosti:

- Nekonečně velké (proudové a napět'ové) zesílení
- Nekonečně velký vstupní odpor
- Nulový výstupní odpor
- Frekvenční nezávislost
- Zesílení souhlasného napětí je nulové
- Parametry ideálního op. zesilovače se nemění v závislosti na okolí

U jednoho typu OZ nelze nikdy dosáhnout všech požadovaných špičkových parametrů současně. Proto se podle požadavků vyrábí OZ např.: výkonové, nízkošumové, širokopásmové, s velkým vstupním odporem apod.

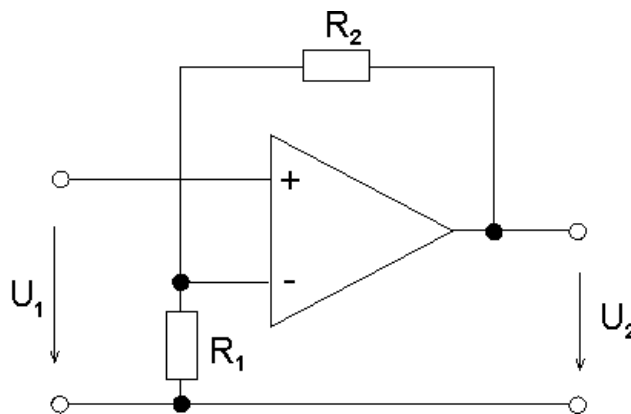
Vnitřní strukturou je OZ tvořen třemi stupni:

- Vstupní zesilovač – zapojený jako diferenciální (rozdílový) zesilovač
- Zesilující stupeň – zajišťující velké napět'ové zesílení
- Koncový stupeň – zajišťuje výkonové zesílení a oddělení OZ od zátěže

Mezi základní zapojení patří:

- Neinvertující zapojení – vstupní napětí se přivádí na neinvertující vstup (svorka +) a do invertujícího vstupu je přivedena zpětná záporná vazba. Neinvertující zapojení nezpůsobuje změnu fáze výstupního napětí (nemění znaménko) vůči vstupnímu napětí. Zesílení tohoto typu zapojení je dáno vztahem:

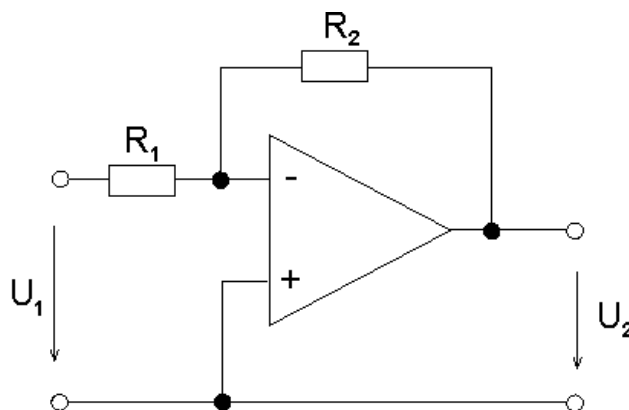
$$A = \frac{U_2}{U_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$



Obr. 1. Neinvertující zesilovač

- Invertující zapojení – vstupní napětí se přivádí na invertující vstup (svorka -) a z výstupu je na tento vstup přivedena zpětná vazba. Invertující zapojení způsobuje změnu fáze výstupního napětí (mění znaménko) vůči vstupnímu napětí o 180°. Zesílení tohoto typu zapojení je dáno vztahem:

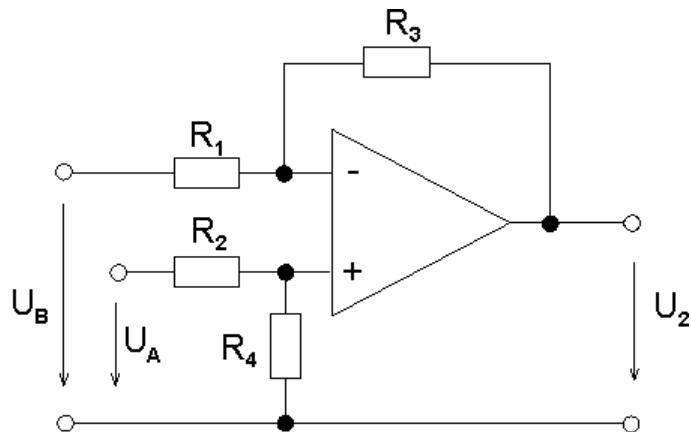
$$A = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{R_2}{R_1} \quad (2)$$



Obr. 2. Invertující zesilovač

- Rozdílový (diferenční) zesilovač – na vstupy se přivádí dvě vstupní napětí přes vstupní odpory. Na výstupu operačního zesilovače se vyhodnocuje diference (rozdíl) úrovně obou vstupních napětí. Jestliže platí rovnice: $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$ je výstupní napětí dáno vztahem:

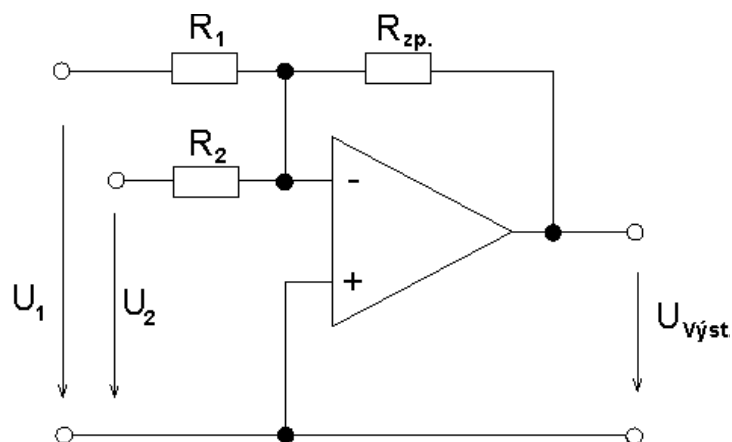
$$U_{výst.} = \frac{R_3}{R_1} (U_A - U_B) \quad (3)$$



Obr. 3. Rozdílový zesilovač

- Součtový (sumační) zesilovač - na invertující vstup připojíme přes sčítací odpory několik vstupních napětí. Neinvertující vstup může být také spojen se zemí přes kompenzační rezistor. Výstupní napětí je dáno vztahem:

$$U_{výst.} = -R_{zp.} \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_N}{R_N} \right) \quad (4)$$



Obr. 4. Součtový zesilovač

1.5.3 Zadání:

Poznamenejte si katalogové hodnoty součástek z příloženého listu.

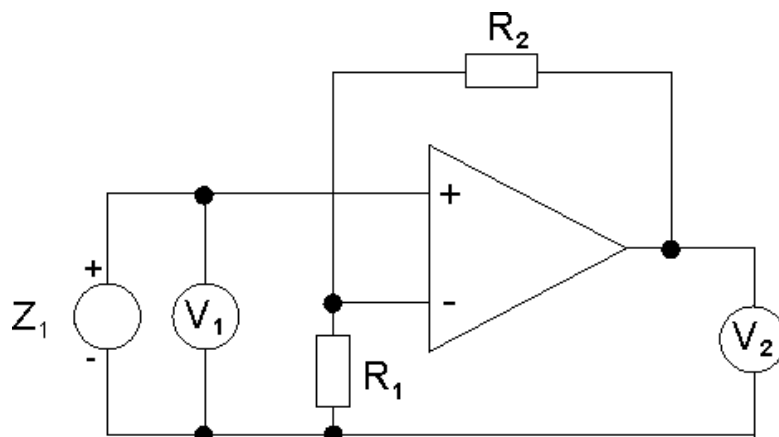
Např. OP27 vstupní proud $< 10\text{nA}$, výstupní proud $\leq 20\text{mA}$, rychlost přeběhu $2,8\text{V}/\mu\text{s}$

Popis použitých přístrojů a součástek:

Z_1	stejnoseměrný zdroj
V_1, V_2	voltmetr
OZ	operační zesilovač
R_1, R_2	rezistor $\text{k}\Omega$ dekáda RC

Ad1)

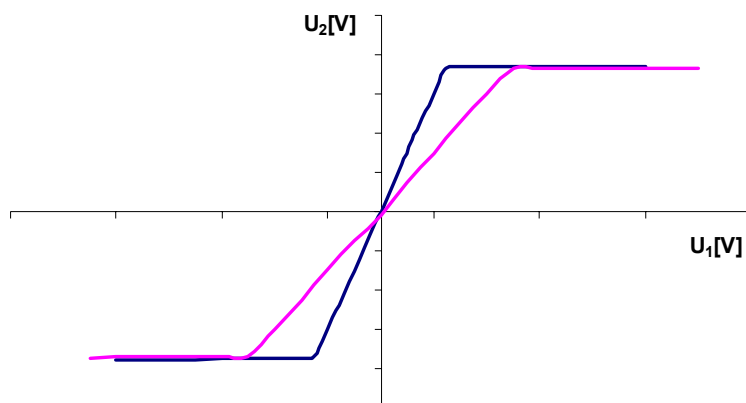
Schéma zapojení:



Obr. 5. Zapojení pro měření zesílení neinvertujícího operačního zesilovače

Postup měření:

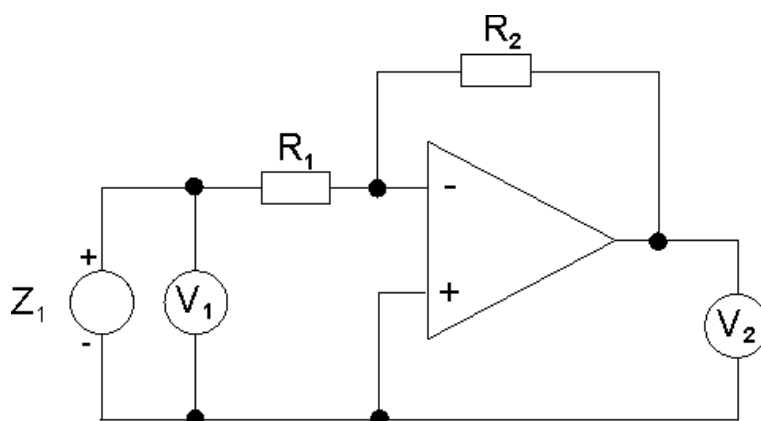
- Zapojíme elektrický obvod podle schématu zapojení.
- Zvolíme vhodně poměr rezistorů R_1 a R_2 tak, aby celkové zesílení $A = 3$.
- Na zdroji Z_1 budeme měnit napětí U_1 od 0 do 3V.
- Měření provedeme pro zesílení $A = 3, 6$.
- Naměřené hodnoty napětí voltmetru V_1 a napětí na voltmetru V_2 zapisujeme do tabulky, ze které se vytvoří graf (charakteristika neinvertujícího zesilovače).



Obr. 6. Charakteristiky neinvertujícího zesilovače pro dvě různé zesílení

Ad2)

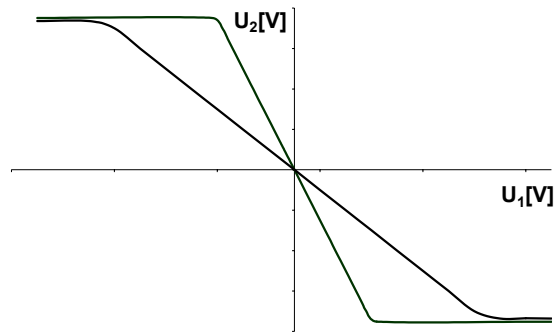
Schéma zapojení:



Obr. 7. Zapojení pro měření zesílení invertujícího operačního zesilovače

Postup měření:

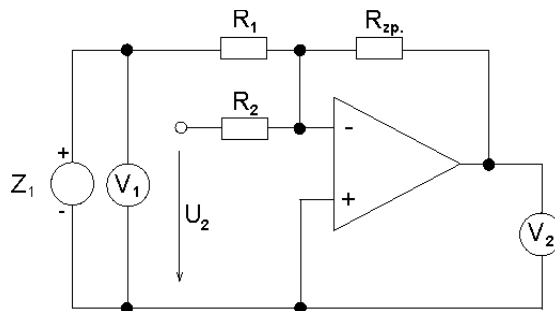
- Zapojíme elektrický obvod podle schématu zapojení.
- Zvolíme vhodně poměr rezistorů R_1 a R_2 tak, aby celkové zesílení bylo $A = -2$.
- Na zdroji Z_1 budeme měnit napětí U_1 od 0 do 4,5V.
- Měření provedeme pro zesílení $A = -2, -5$.
- Naměřené hodnoty napětí voltmetru V_1 a napětí na voltmetru V_2 zapisujeme do tabulky, ze které se vytvoří graf (charakteristika invertujícího zesilovače).



Obr. 8. Charakteristiky invertujícího zesilovače pro dvě různá zesílení

Ad3)

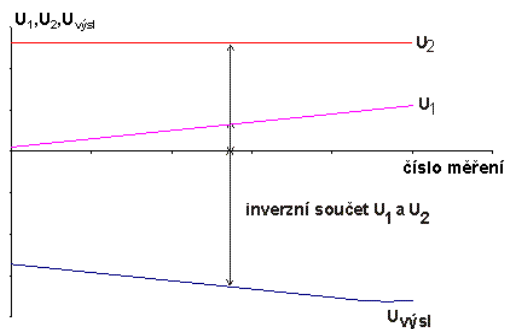
Schéma zapojení:



Obr. 9. Zapojení pro měření vlastností invertujícího součtového zesilovače

Postup měření:

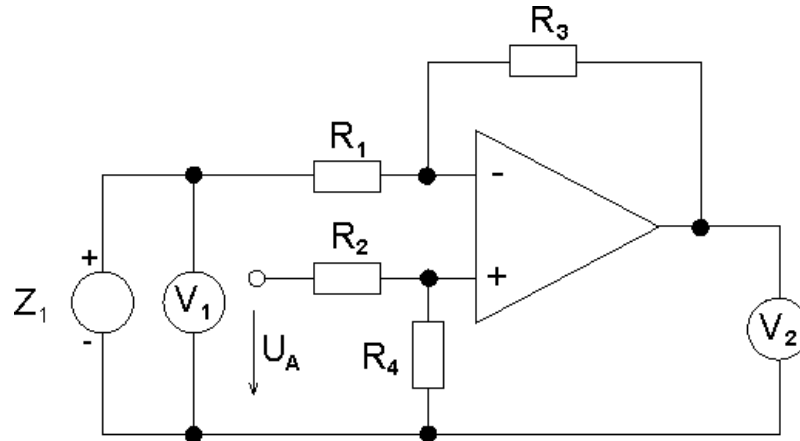
- Zapojíme elektrický obvod podle schématu zapojení.
- Odpory R_1 , R_2 , R_{zp} zvolíme stejné velikosti např. $1\text{k}\Omega$. Napětí U_2 přivedeme přímo z napájení desky RC (cca. $5,25\text{V}$ – ověříme voltmetrem)
- Na zdroji Z_1 budeme měnit napětí U_1 od 0 do $2,5\text{V}$.
- Napětí na voltmetru V_1 a napětí na voltmetru V_2 zapisujeme do tabulky, ze které se vytvoří graf (charakteristika součtového zesilovače).



Obr. 10. Charakteristika součtového zesilovače

Ad4)

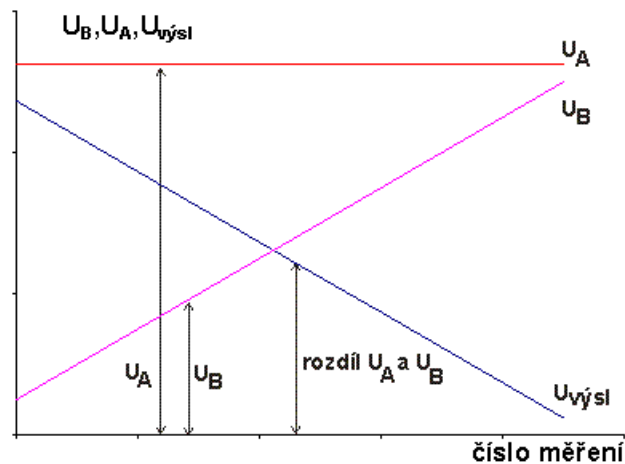
Schéma zapojení:



Obr. 11. Zapojení pro měření vlastností invertujícího rozdílového zesilovače

Postup měření:

- Zapojíme elektrický obvod podle schématu zapojení.
- Odpory R_1 , R_2 , R_3 , R_4 zvolíme stejné velikosti např. $1\text{k}\Omega$. Napětí U_A přivedeme přímo z napájení desky RC (cca. $5,25\text{V}$)
- Na zdroji Z_1 budeme měnit napětí U_B od 0 do 8V .
- Napětí na voltmetru V_1 a napětí na voltmetru V_2 zapisujeme do tabulky, ze které se vytvoří graf (charakteristika rozdílového zesilovače).



Obr. 12. Charakteristika rozdílového zesilovače