

FYZIKÁLNE PRAKTIKUM

Spracoval: Vladimír Domček

Namerané: 8.4.2013

Obor: Astrofyzika **Ročník:** II **Semester:** IV

Testované:

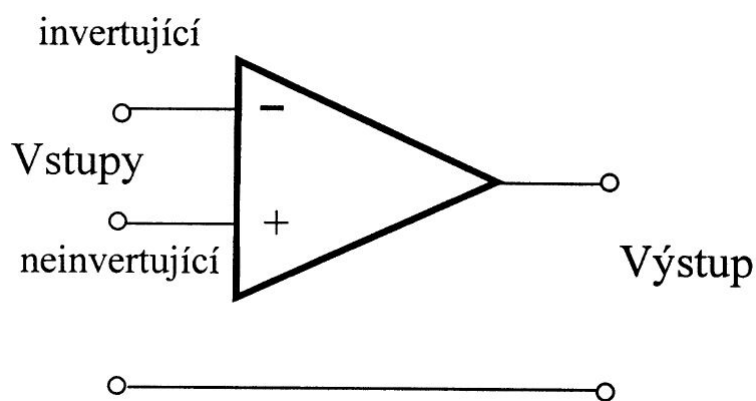
Úloha č. 7: Operačný zosilňovač

1. Zadanie

- Overte vzťah (1) pre invertujúci vstup
- Určte závislosť zosilnenia na frekvencií
- Určte šírku pásma nízkofrekvenčného priepustu
- Overte vzťah (3) pre neinvertujúci vstup
- Overte vzťah (4) pre rozdielový zosilňovač
- Overte funkciu komparátoru
- Derivátor

2. Teória

Operačný zosilňovač je zosilňovač napätia s veľkým ziskom. Ideálne má nekonečné zosilnenie, nekonečný vstupný odpor, nulový výstupný odpor a nekonečnú šírku pásma. Schéma takéhoto zosilňovača je na obr.1:

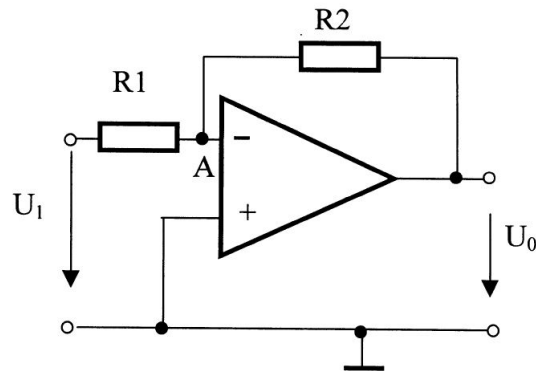


Obr.1: Schéma operačného zosilňovača

3. Meranie

3.1. Zapojenie zosilňovača s invertujúcim vstupom

3.1.1 Zosilňovanie na operačnom zosilňovači



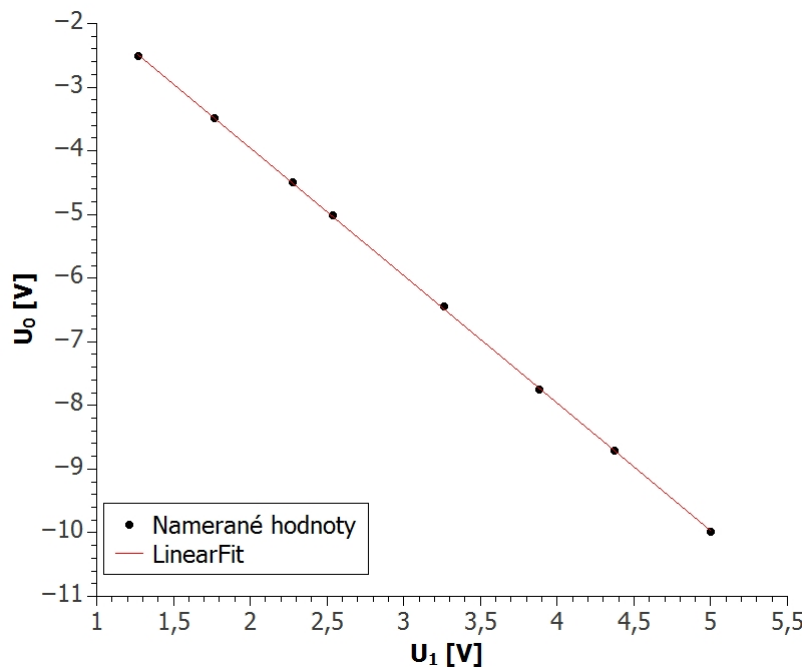
Obr.2: Schéma invertujúceho zapojenia

Pri zapojení zosilňovača podľa schémy na obr.2, v obvode platí $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_0}{R_2}$. Jednoduchou úpravou rovnice dostávame:

$$U_0 = -\frac{R_2}{R_1}U_1 \quad (1)$$

U_1 [V]	1,267	1,763	2,274	2,532	3,258	3,880	4,370	5,000
U_0 [V]	-2,500	-3,480	-4,490	-5,010	-6,440	-7,750	-8,710	-9,970

Tab.1: Namerané hodnoty vstupného a výstupného napätia pre invertujúci vstup



Obr.3: Graf merania zosilnenia v zapojení s invertujúcim vstupom

$$a = -\frac{R_2}{R_1} = (-2.005 \pm 0.006), \quad b = (0.06 \pm 0.02)$$

Hodnoty použitých odporov:

$$R_2 = 20 \text{ k}\Omega, \quad R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 2$$

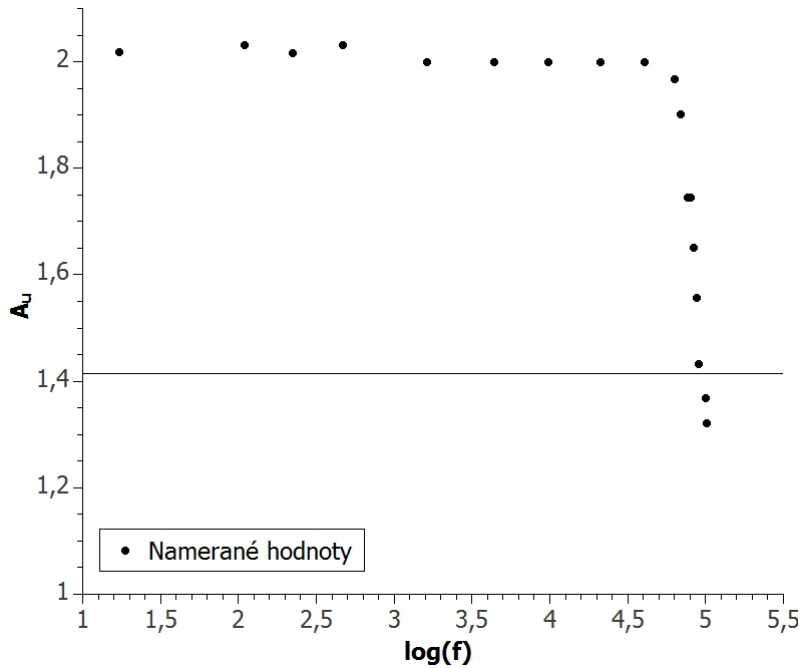
Teoretická a nameraná hodnota sa zhodujú.

3.1..2 Prenosová oblasť

Prenosová oblasť je oblasť, pri ktorej zosilnenie neklesne z maxima o viac než 3 dB, teda na hodnotu $A_{u_{max}}/\sqrt{2}$, pričom $A_{u_{max}}$ je definované ako podiel výstupného a vstupného napätia.

$$A_{u_{max}} = \frac{U_0}{U_1} \quad (2)$$

Budeme teda merať pri akých frekvenciách ešte operačný zosilňovač pracuje správne. Vynesieme teda do grafu závislosť zisku na frekvenciách. Vzhľadom na to, že sa frekvencia mení o niekoľko rádov, použijeme namiesto závislosti na f závislosť na $\log(f)$.

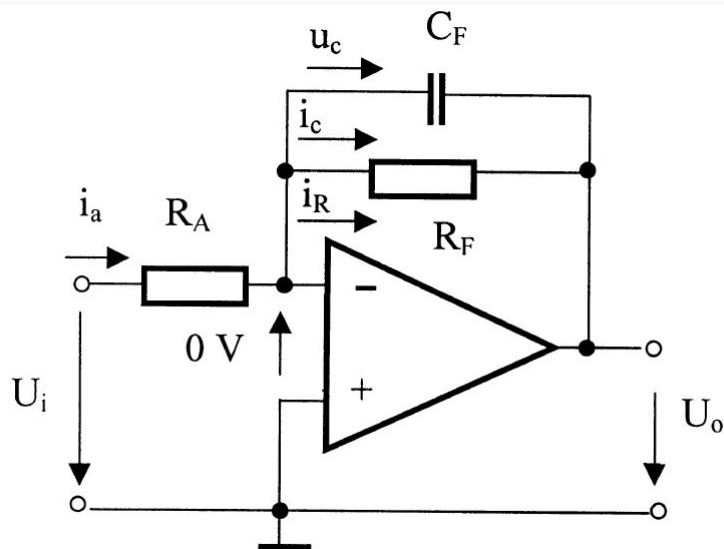


Obr.4: Graf merania prenosovej oblasti

$$\frac{A_{u_{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1,41$$

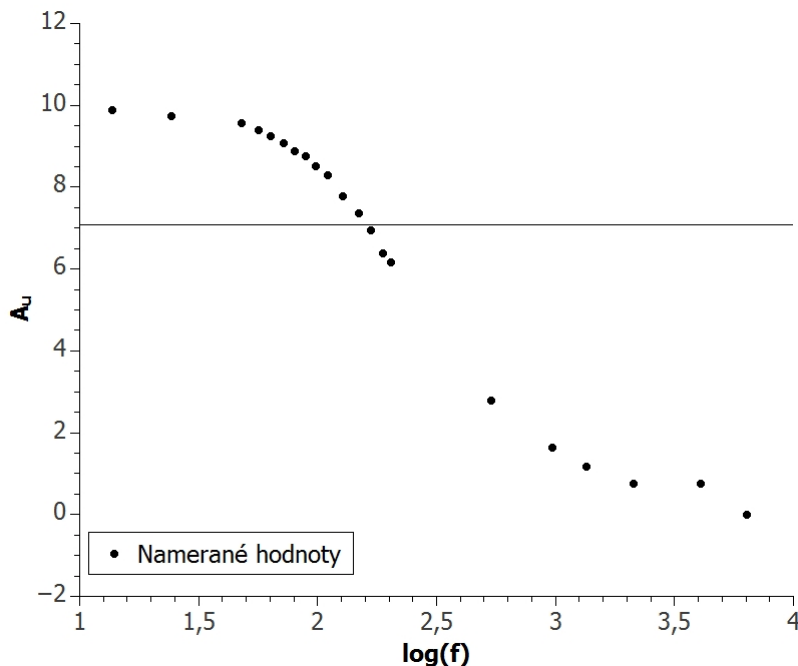
Z grafu vyplýva že operačná oblasť sa nachádza v rozmedzí od 0 do 100 kHz.

3.2. Nízkofrekvenčný priepust



Obr.5: Schéma invertujúceho zapojenia s kondenzátorom

Pridaním kondenzátora do schémy na obr.2 dostaneme tzv. nízkofrekvenčný priepust (obr.9). V tomto obvode nám bude operačný zosilňovač pracovať efektívne len pre nízke frekvencie. Aby sme to overili zmeriame opäť závislosť zosilnenia na $\log(f)$.

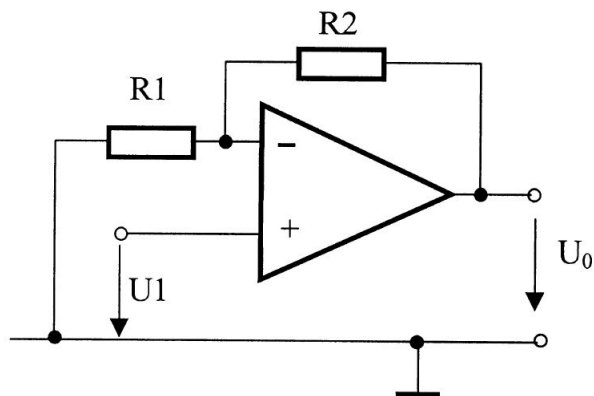


Obr.6: Graf merania prenosovej oblasti nízkofrekvenčného priepustu

$$\frac{A_{u_{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7.07$$

Z grafu vyplýva že operačná oblasť sa nachádza v rozmedzí od 0 do 158 Hz.

3.3. Zosilňovač s neinvertujúcim vstupom



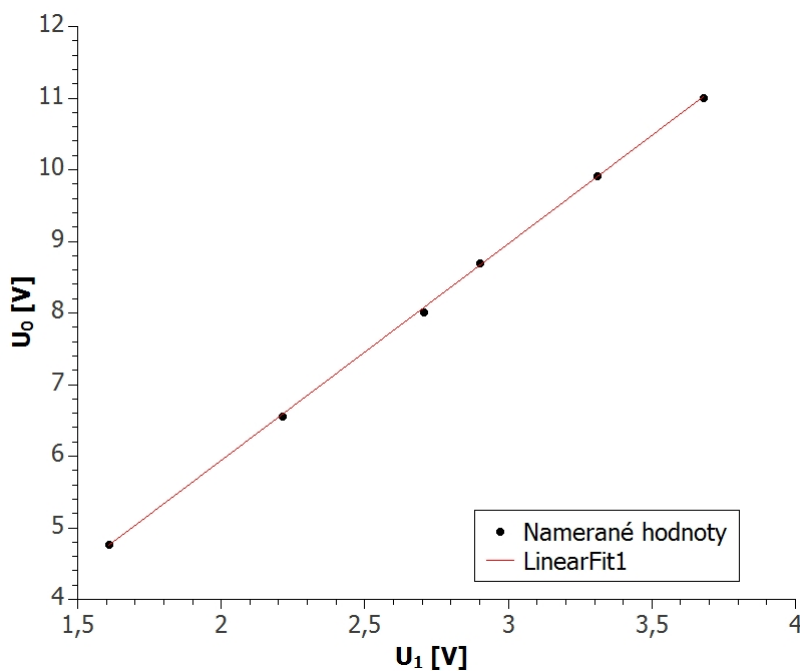
Obr.7: Schéma neinvertujúceho zapojenia

Zapojíme obvod podľa schémy na obr.7. Toto zapojenie zosilňovača s neinvertujúcim vstupom sa tak volá preto, že pri zosilňovaní sa nemení fáza výstupného signálu. Platí preň nasledujúci vzťah:

$$U_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)U_1 \quad (3)$$

U_1 [V]	1,608	2,213	2,704	2,900	3,310	3,680
U_0 [V]	4,770	6,560	8,020	8,700	9,910	11,010

Tab.2: Namerané hodnoty vstupného a výstupného napätia pre neinvertujúci vstup



Obr.8: Graf merania zosilnenia v zapojení s neinvertujúcim vstupom

$$a = 1 + \frac{R_2}{R_1} = (3.02 \pm 0.02), \quad b = (-0.11 \pm 0.06)$$

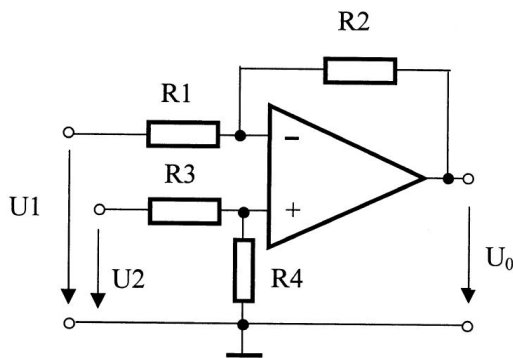
Hodnoty použitých odporov:

$$R_2 = 20 \text{ k}\Omega, \quad R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$1 + \frac{R_2}{R_1} = 3$$

Teoretická a nameraná hodnota sa zhodujú.

3.4. Rozdielový zosilňovač



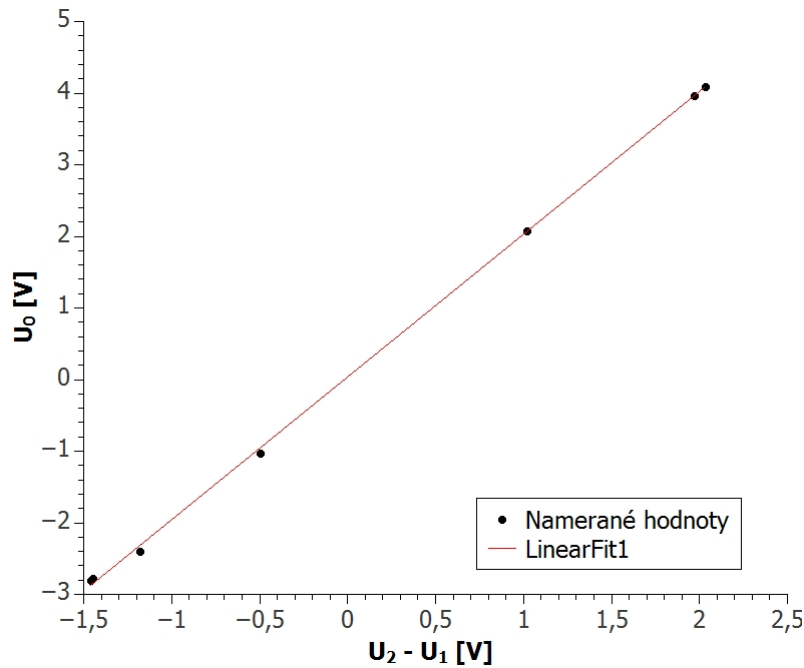
Obr.9: Schéma zapojenia rozdielového zosilňovača

Rozdielový zosilňovač je kombináciou invertujúceho a neinvertujúceho (Obr.9). Platí preň nasledujúci vzťah:

$$U_0 = \frac{R_4(R_1 + R_2)}{R_1(R_3 + R_4)}U_2 - \frac{R_2}{R_1}U_1 \quad (4)$$

U ₁ [V]	U ₂ [V]	U ₀ [V]	U ₂ - U ₁ [V]
2,65	4,62	3,97	1,97
5,02	3,56	-2,81	-1,46
6,20	5,02	2,40	-1,18
5,66	7,69	4,09	2,03
9,14	7,69	-2,78	-1,45
6,80	6,30	-1,03	-0,50
7,19	8,21	2,07	1,02

Tab.3: Namerané hodnoty vstupných a výstupného napätia rozdielového zosilňovača



Obr.10: Graf merania zosilnenia rozdielového zosilňovača

$$a = (1.99 \pm 0.02), \quad b = (0.04 \pm 0.02)$$

Hodnoty použitých odporov:

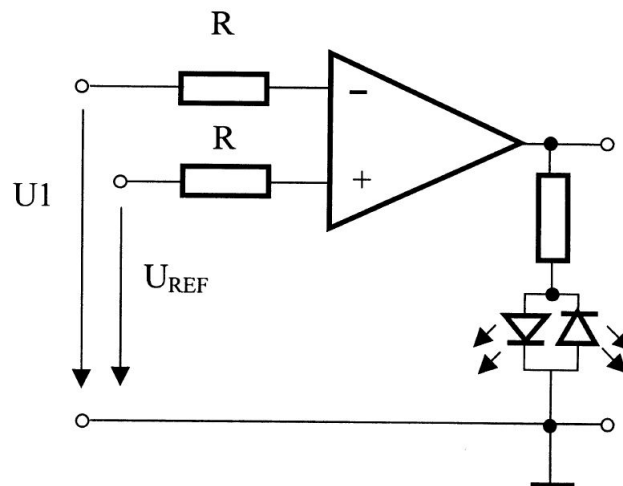
$$R_1 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = R_4 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$U_0 = g(U_2 - U_1)$$

$$g = 2$$

Teoretická a nameraná hodnota sa zhodujú.

3.5. Komparátor

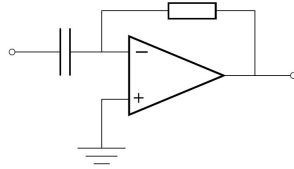


Obr.11: Schéma komparátoru

Komparátor je zapojenie, ktoré porovnáva napätie privedené na vstupy + a -. Pokiaľ je pripojené na vstup + privedené vyššie napätie ako na - je výstupné napätie kladné a v našom prípade svieti zelená dióda. Pre opačný prípad sa nám rozsvieti červená dióda.

3.6. Derivátor

V tejto časti úlohy sme mali zistiť, ktorá zo štyroch schém patrí derivátoru. Derivátor je súčiastka, v ktorej zapojení sa nachádza kondenzátor s rezistorom. Tomuto popisu vyhovuje len zapojenie na obr.12. Využíva sa, ako už jeho názov napovedá, na derivovanie vstupného signálu. Nastavili sme preto na vstupe sínusový priebeh a na výstupe sme na oscilátore pozorovali priebeh kosínusový.



Obr.12: Schéma derivátoru

4. Zaver

V tejto úlohe sme mali vyskúšať rôzne zapojenia operačného zosilňovača. Overili sme jednotlivé vzorce pri zapojeniach a zistili prenosovú oblasť dvoch zapojení.