

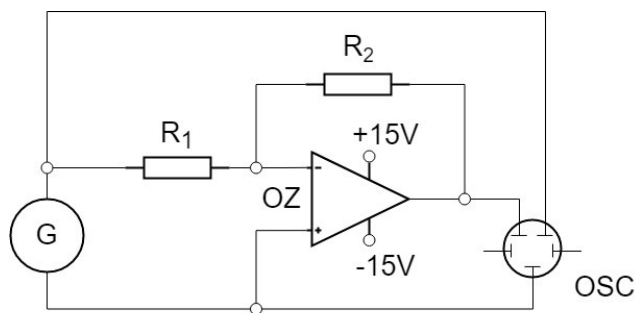
Datum: <b>19. 10. 2022</b>	<b>SPŠ CHOMUTOV</b>	Třída: <b>A4</b>
Číslo úlohy: <b>5</b>	<b>MĚŘENÍ NA OPERAČNÍCH ZESILOVAČÍCH I</b>	Jméno: <b>Schöpp Petr</b>

### Zadání:

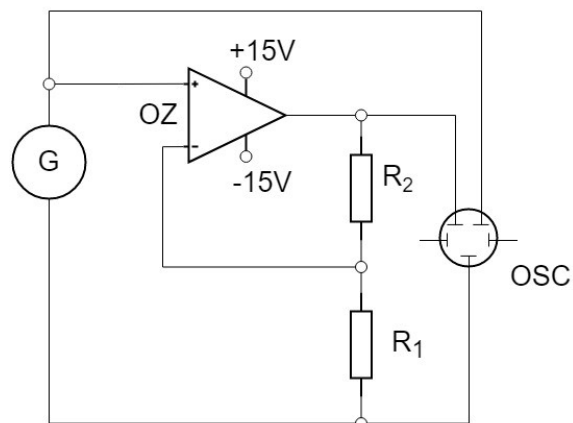
Zapojte a následně změřte základní zapojení operačního zesilovače

### Schéma zapojení:

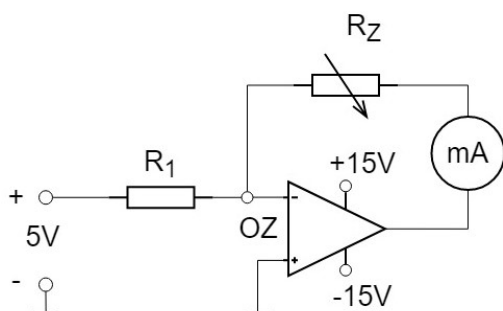
#### 2. Převodník U/U s invertujícím OZ:



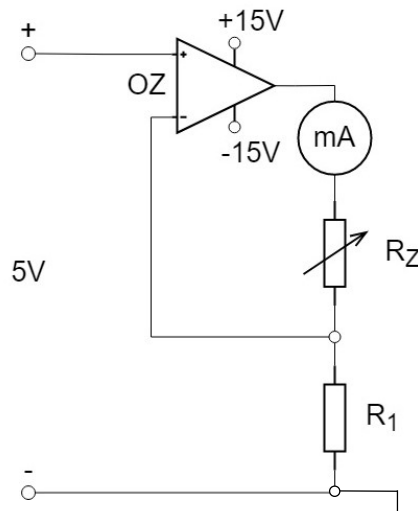
#### 1. Převodník U/U s neinvertujícím OZ:




#### 4. Převodník U/I s invertujícím OZ:



#### 3. Převodník U/I s neinvertujícím OZ:



### Tabulka použitých přístrojů:

NÁZEV	OZNAČENÍ	PARAMETRY	EVIDENČNÍ ČÍSLO
Stabilizovaný zdroj	$\pm 15V / 5V$	15V / 5V   1A	LE 1028
Osciloskop	OSC	Rigol DS2072A   70MHz	LE 5081
Miliampérmetr	mA	0-600mA 	LE2 2243/7
Generátor	G	Siglent SDG 1020   20MHz	LE 5080
Odporová dekáda	$R_1, R_2, R_Z$	0-111 111 $\Omega$	LE1 1924 LE1 1828

## Teorie:

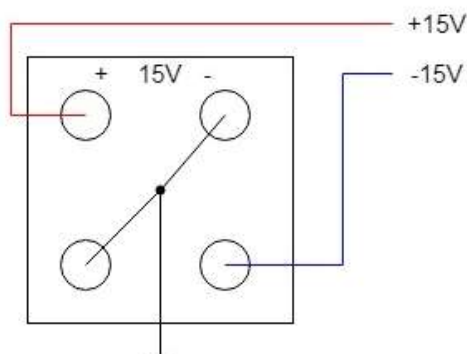
&1. Jakými vlastnostmi se OZ blíží ideálním zesilovačům? Velmi vysoké zesílení, vysoký vstupní odpor a malý výstupní odpor

&2. Vypište z katalogu potřebné charakteristické a mezní parametry OZ MAA 741

Mezní hodnoty:		MAA 741 MAA 748	MAA 741C MAA 748C	
Napájecí napětí	$U_{CC}$	$\pm 3 \dots \pm 22$	$\pm 3 \dots \pm 18$	V
Vstupní napětí rozdílové	$U_{IO}$	$\pm 30$	$\pm 30$	V
Vstupní napětí <sup>1)</sup>	$U_I$	$\pm 15$	$\pm 15$	V
Napětí mezi vývody (jen MAA 741, MAA 741C)				
č. 1 a 4	$U_{1/4}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V
č. 5 a 4	$U_{1/5}$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	V
Ztrátový výkon	$P_{tot}$	500	500	mW
Rozsah pracovních teplot	$\theta_a$	$-55 \dots \pm 125$	$0 \dots \pm 70$	$^{\circ}\text{C}$
Rozsah skladovacích teplot	$\theta_{stg}$	$-65 \dots \pm 155$	$-65 \dots \pm 155$	$^{\circ}\text{C}$

Charakteristické údaje:		$C_C = 0$ $C_C = 30 \text{ pF}$	MAA 741 MAA 748		MAA 741C MAA 748C		
Platí při $U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$ , není-li uvedeno jinak			$\theta_a = +25 \text{ }^\circ\text{C}$		$\theta_a = +25 \text{ }^\circ\text{C}$		
Napěťová nesymetrie vstupů $R_s \leq 10 \text{ k}\Omega$	MAA 741	$U_{IO}$	1,5	<5	2	<6	mV
	MAA 748	$U_{IO}$	1,5	<5	2	<6	mV
Proudová nesymetrie vstupů		$I_{IO}$	10	<200	10	<200	nA
Vstupní klidový proud		$I_{IB}$	80	<500	80	<500	nA
Vstupní odpor		$R_{ISE}$	3	>0,3	3	>0,3	MΩ
Napěťové zesílení otevřené smyčky $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ , $U_o = \pm 10 \text{ V}$ $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ , $U_o = \pm 10 \text{ V}$	MAA 741	$A_u$	150 000	>50 000	130 000	>20 000	
	MAA 748	$A_u$	130 000	>50 000	120 000	>20 000	
Napájecí proud		$I_{CC}$	1,3	<2,8	1,3	<2,8	mA
Příkon		$P$	40	<85	40	<85	mW
Rozkmit výstupního napětí $U_{CC} = 22 \text{ V}$ , $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$ $U_{CC} = 18 \text{ V}$ , $R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$		$U_{OPP \text{ max}}$	$\pm 20$	> $\pm 17$	—	—	V
		$U_{OPP \text{ max}}$	—	—	$\pm 16$	> $\pm 13$	V

&2.1. Naznačte způsob vytvoření symetrického napájení OZ pomocí dvou stejných zdrojů stejnosměrného napětí.



&4.1. Jaká je výhoda neinvertujícího OZ proti invertujícímu z hlediska vstupního odporu? U neinvertujícího OZ je vstupní odpor daný vnitřním odporem OZ, zatímco u invertujícího OZ je roven  $R_1$

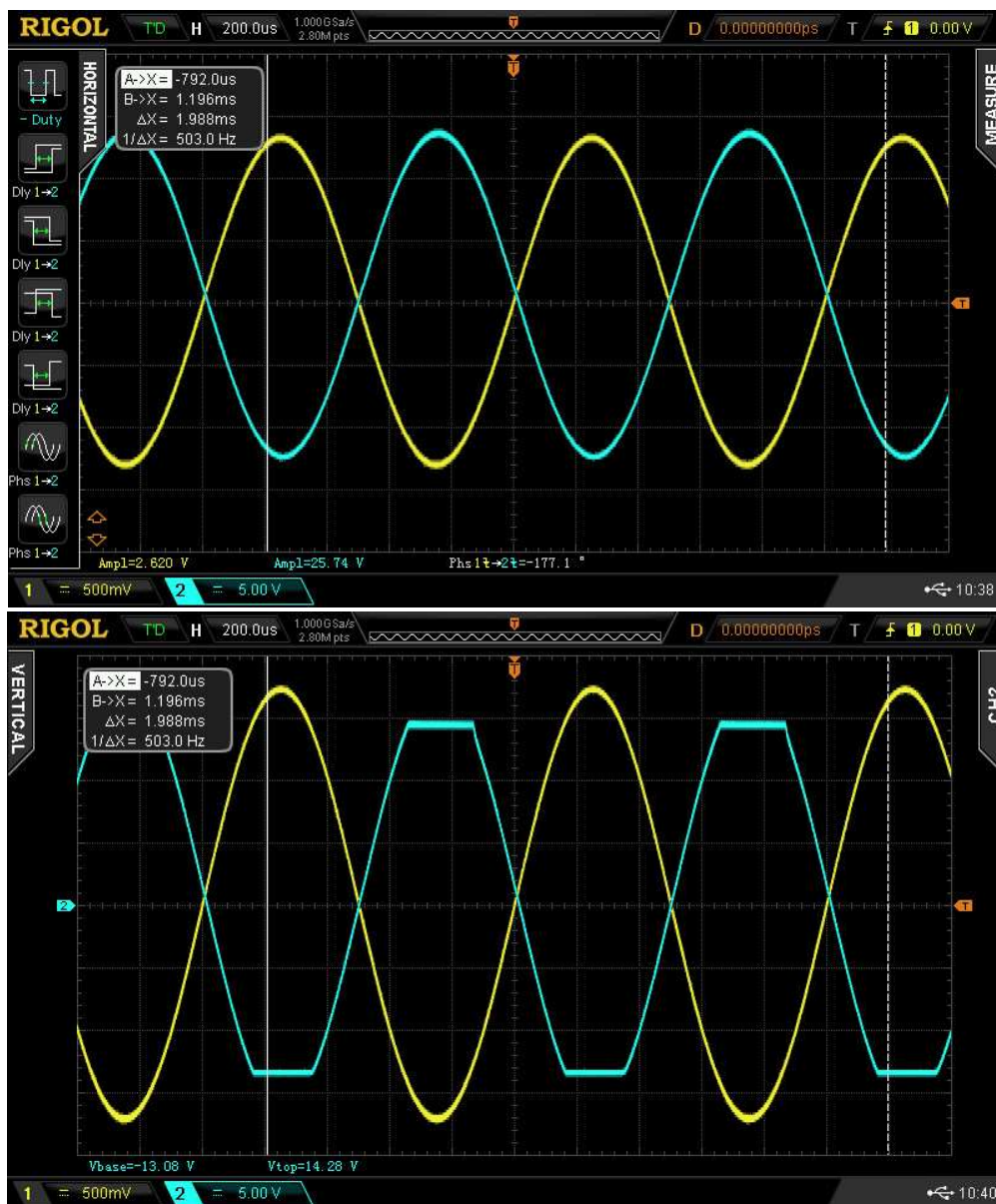
### Postup:

Kapacita:

- 1) Odpovědět na zadané otázky
- 2) Zapojit obvod dle schématu
- 3) U převodníků U/U vhodně zobrazím průběhy na osciloskopu a pomocí jeho funkcí zjistím požadované hodnoty
- 4) U převodníků U/I nastavuji  $R_z$  dokud se nezmění hodnota miliampérmetru, poté odečtu hodnotu  $R_z$

### Naměřené hodnoty:

1. Převodník U/U s invertujícím zesilovačem



Naměřená hodnota zesílení:

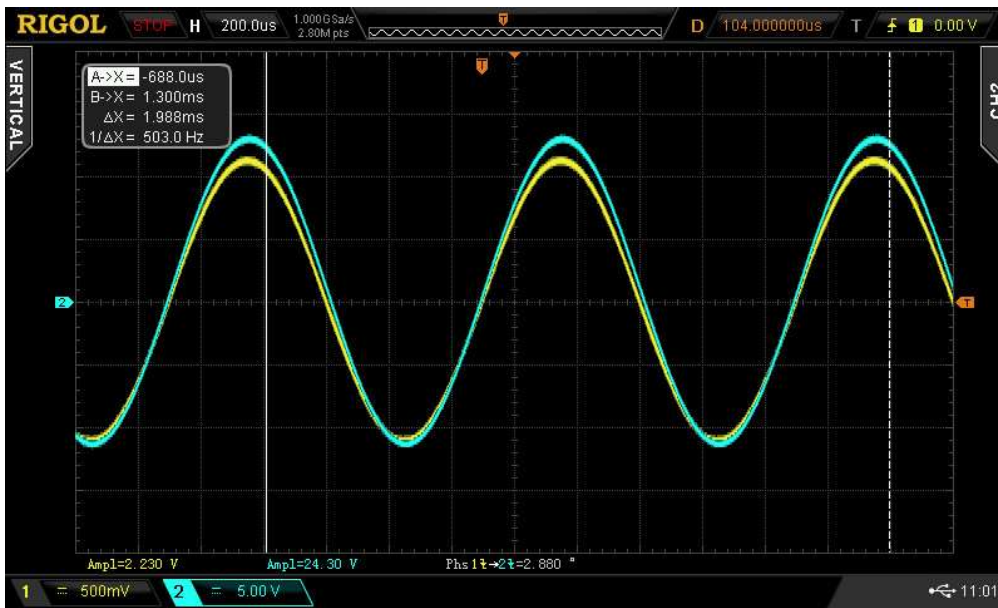
$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \frac{25,74}{2,62} = 9,82$$

Fázový posun = 177,1°

$U_{SAT+} = 14,28 \text{ V}$

$U_{SAT-} = -13,08 \text{ V}$

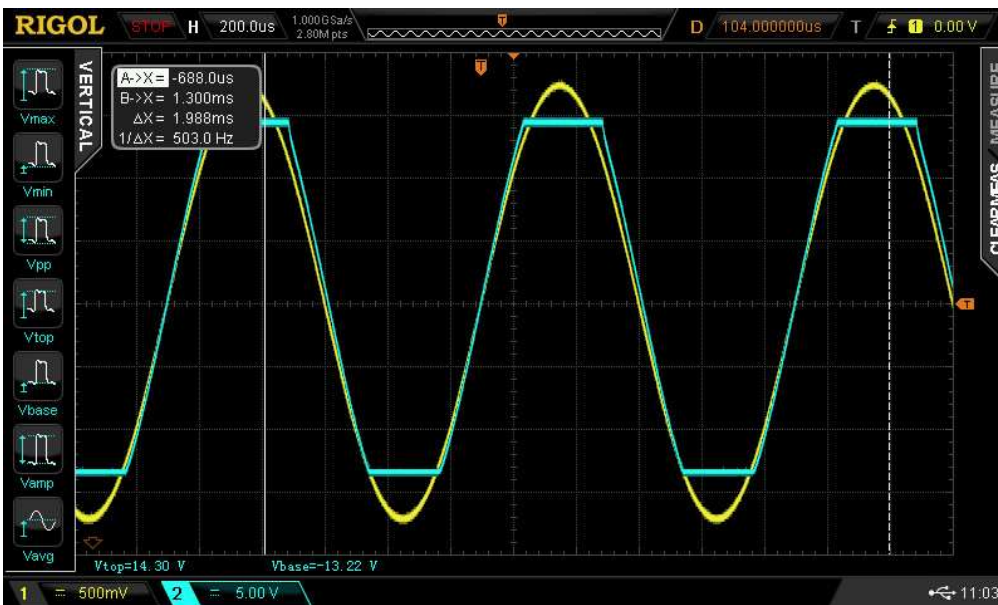
## 2. Převodník U/U s neinvertujícím zesilovačem



Naměřená hodnota zesílení:

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \frac{24,3}{2,23} = 10,9$$

Fázový posun = 2,88°



$U_{SAT+} = 14,3 \text{ V}$

$U_{SAT-} = -13,22 \text{ V}$

### Výpočty:

&3. Navrhněte hodnoty napájecího napětí a zpětnovazebních odporů pro invertující a neinvertující zesilovač.

#### &3.1. Invertující zesilovač

- $U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$
- Pro  $A_u = 10$  a  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$  navrhněte velikost odporu  $R_1$

$$A_u = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{A_u} = \frac{100 \cdot 10^3}{10} = 10 \text{ k}\Omega$$

- Pro ss signál je  $R_{VST} = R_1$ , jakou hodnotu bude mít odpor  $R_2$ , jestliže chceme vytvořit inverter jehož  $R_{VST} = 10 \text{ k}\Omega$

$$A_u = -1 \Rightarrow R_2 = R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

#### &4. Neinvertující zesilovač

- $U_{CC} = \pm 15V$
- Pro  $A_u = 11$  a  $R_2 = 100k\Omega$  navrhnete velikost odporu  $R_1$

$$A_u = 1 + \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{A_u - 1} = \frac{100 * 10^3}{10} = 10k\Omega$$

#### &5. Převodník U/I

- $U_{CC} = \pm 15V$

&5.1. Určete velikost odporu  $R_1$ , jestliže při vstupním napětí 5V chceme vytvořit z OZ zdroj proudu o velikosti 5mA.

$$I_2 = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_2} = \frac{5}{5 * 10^{-3}} = 1k\Omega$$

&5.2 Ověřte, že velikost  $I_2$  nezávisí na hodnotě odporu  $R_Z$  až do určitého  $R_{Zmax}$ .

Experimentálně zjistěte velikost  $R_{Zmax}$  a porovnejte s vypočtenou hodnotou.

$$R_{Zmax} = \frac{U_{SAT}}{I_2} - R_1 = \frac{(12 \text{ až } 14)}{5 * 10^{-3}} - 1000 = 1400 \text{ až } 1800\Omega$$

$$R_{Zreal} = 1760\Omega \Rightarrow \text{vychází z teoretického rozmezí}$$

&5.3. Určete velikost odporu  $R_1$ , jestliže při vstupním napětí 5V chceme vytvořit z OZ zdroj proudu o velikosti 5mA.

$$I_2 = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_2} = \frac{5}{5 * 10^{-3}} = 1k\Omega$$

&5.4. Ověřte, že velikost  $I_2$  nezávisí na hodnotě odporu  $R_Z$  až do určitého  $R_{Zmax}$ .

Experimentálně zjistěte velikost  $R_{Zmax}$  a porovnejte s vypočtenou hodnotou.

$$R_{Zmax} = \frac{U_{SAT}}{I_2} = \frac{(12 \text{ až } 14)}{5 * 10^{-3}} = 2400 \text{ až } 2800\Omega$$

$$R_{Zreal} = 2490\Omega \Rightarrow \text{vychází z teoretického rozmezí}$$

#### Závěr:

Měření proběhlo bez problémů. Hodnoty a výsledná charakteristiky odpovídají teoretickým předpokladům, až na fázové posuny, které byly o pár stupňů posunuty.