



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

MĚŘENÍ – Laboratorní cvičení z měření

Měření parametrů operačních zesilovačů, část 3-7-3

Číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0093

Název projektu: Inovace výuky na VOŠ a SPŠ Šumperk

Šablona: III/2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Sada: 21

Číslo materiálu: VY_32_INOVACE_SPŠ-ELE-5-III2_E3_08

Ročník: 3.

Jméno autora: Ing. Jaroslav Drexler

Škola: VOŠ a SPŠ Šumperk, Gen. Krátkého 1

Anotace: Pracovní sešit pro laboratorní cvičení - 1. část.

Klíčová slova: katalogové údaje, operační zesilovač, napět'ová nesymetrie, proudová nesymetrie, klidový proud.

**Zadání:**

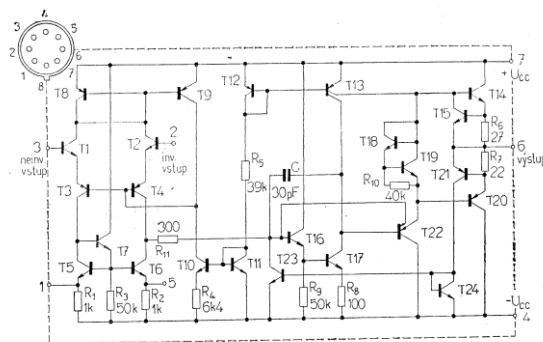
U předloženého operačního zesilovače změřte vybrané charakteristické hodnoty viz TAB:1. Měření realizujte doporučenou měřicí metodou, zapojení proveďte na nepájivém poli. Při měření dbejte na omezení rušivých vlivů dobrým zemněním a blokováním napájení pomocí kondenzátorů.

Naměřené a vypočtené hodnoty zapište do Tab: 1 a porovnejte s katalogovými údaji. Případné odchylky od katalogových údajů v závěrečném hodnocení vysvětlete. V případě, že daný parametr není měřen přímo, ale je vypočítáván z jiných měřených hodnot a hodnot součástek, uveďte příklad výpočtu.

Základní technické parametry obvodu:

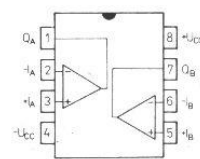
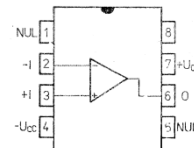
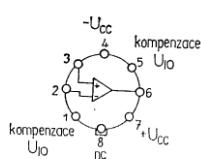
Měření proveďte na dvou samostatných operačních zesilovačích typu MAA 741, nebo na dvojitém OZ typu MA 1458 (obsahuje dva OZ typu 741 bez možnosti kompenzace napěťové nesymetrie vstupů).

Jak se liší skutečný OZ od ideálního OZ lze zjistit měřením. Hodnoty ideálního a skutečného OZ (MAA741) ukazuje tabulka Tab: 1 a lze je nalézt v katalogu výrobce OZ.

Vnitřní zapojení a rozložení vývodů operačního zesilovače MAA741

ZAPOJENÍ VÝVODŮ: pohled zespodu

1. Kompenzace napěťové nesymetrie vstupů
2. Invertující vstup
3. Neinvertující vstup
4. $-U_{CC}$
5. Kompenzace napěťové nesymetrie vstupů
6. Výstup
7. $+U_{CC}$
8. Nezapojen



- 1 — výstup A
- 2 — invertující vstup A
- 3 — neinvertující vstup A
- 4 — $-U_{CC}$
- 5 — neinvertující vstup B
- 6 — invertující vstup B
- 7 — výstup B
- 8 — $+U_{CC}$

Zapojení vývodů:
MAA741
v kovovém pouzdru
pohled zespodu

Zapojení vývodů:
MAA741
v pouzdrě DIL
pohled shora

Zapojení vývodů:
MA1458
v pouzdrě DIL
pohled shora

Měřil dne:

Odevzdal dne:

Třída:

Jméno:

Klasifikace:



Tab: 1. Porovnání ideálního OZ, katalogových hodnot MAA741(MA1458) a měřeného operačního zesilovače MAA741(MA1458) (hodnoty v závorkách platí pro obvod MA1458)

Charakteristické údaje	Značka	Ideální OZ	OZ – MAA 741(MA1458)					
			Katalogové údaje		Naměřené údaje			
			nom.	min max	Hodnoty OZ1 OZ2		Vyhod- nocení	
1	Napěťová nesymetrie vstupů	U_{IO}	0 mV	2 (1) mV	<5 (<6) mV			
2	Citlivost U_{IO} na změnu U_{CC}	SVR	$0 \mu\text{V/V}$	50 (15) $\mu\text{V/V}$	<150 (<150) $\mu\text{V/V}$			
3	Proudová nesymetrie vstupů	I_{IO}	0 nA	20 (80) nA	<200 (<300) nA			
4	Vstupní klidové proudy vstupů	I_{IB-} I_{IB+}	0 nA	80 (200) nA	<500 (<800) nA			

Měřený předmět:

-
-

Měřicí metody základních parametrů:

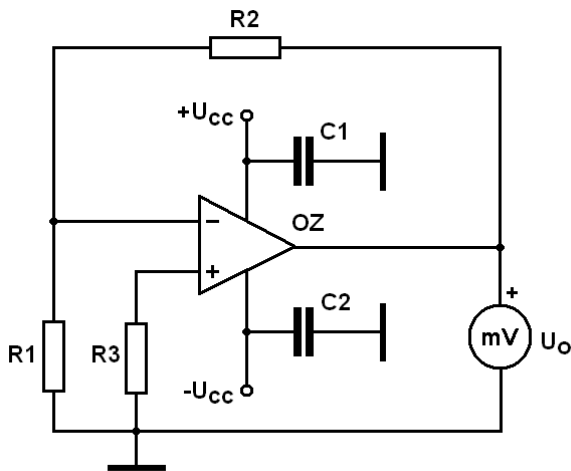
Není-li stanoveno jinak, provádíme měření při jmenovitém napájecím napětí operačního zesilovače (pro MAA741 i MA1458 je $U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$) a při teplotě okolí 25°C .

Použité měřicí přístroje a pomůcky:

Označení	Název	Typ	TP	Použitý rozsah	Inventární číslo

**1. Napěťová nesymetrie vstupů (vstupní zbytkové napětí) U_{I0}**

Napěťová nesymetrie U_{I0} se odečte pomocí napětí na výstupu OZ ss milivoltmetrem. Odečítaný údaj U_0 je zvětšený v poměru zpětnovazebního odporu R2 a odporu propojeného se zemí R1. Poměr odporů se používá dle typu operačního zesilovače $R2/R1= 100$ až 1000 . Odpor R3 do kladného vstupu je z důvodů kompenzace shodný s odporem R1. Obvod zapojíme dle **Obr.1.** a odečteme hodnotu na milivoltmetru a přepočítáme v poměru zpětnovazebních odporů.

**Obr.1**

Měření napěťové nesymetrie vstupů(1)
Měření citlivosti U_{I0} na změnu U_{cc} (2)

$$R1 = R3 = 10 \text{ k}\Omega \pm 0,5\%.$$

$$R2 = 1 \text{ M}\Omega \pm 0,5\%.$$

$$C1 = C2 = 100 \text{ nF}$$

Pro výpočet použijeme vztah:

$$U_{I0} = \frac{U_o \cdot R1}{R2} \quad [\text{mV}; \text{mV}, \Omega, \Omega]$$

Vzorek	$U_{CC1} = \pm 15 \text{ V}$		$U_{CC2} = \pm 5 \text{ V}$	
	U_0 [mV]	U_{I0} [mV]	U_0 [mV]	U_{I0} [mV]
1.				
2.				

Příklad výpočtu:



2. Citlivost U_{IO} na změnu napájecích napětí SVR

Měření citlivosti napěťové nesymetrie vstupů na napájecí napětí se provede porovnáním dvou měření U_{IO} dle bodu 1. při napájecím napětí $U_{CC1} = \pm 15 \text{ V}$ a při napájecím napětí $U_{CC2} = \pm 5 \text{ V}$ a porovnáme rozdíly ΔU_{IO} a ΔU_{CC} . Pro výpočet použijeme vztah:

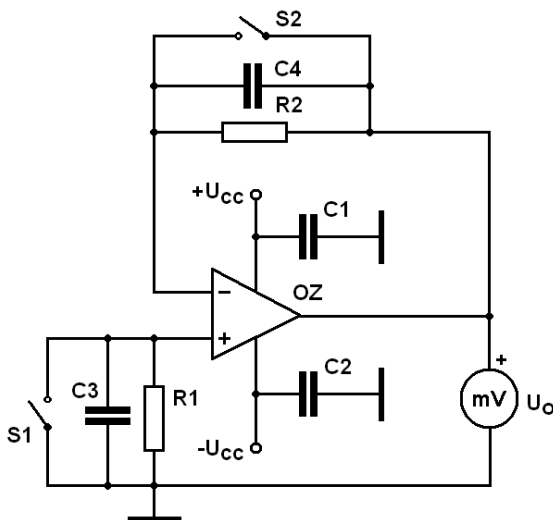
$$SVR = \frac{|\Delta U_{IO}|}{|\Delta U_{CC}|} = \frac{|U_{IO1} - U_{IO2}|}{|U_{CC1} - U_{CC2}|} \quad [\mu\text{V/V}; \mu\text{V}, \text{V}]$$

Vzorek	$\Delta U_{IO} [\mu\text{V}]$	$\Delta U_{CC} [\text{V}]$	SVR [$\mu\text{V/V}$]
1.			
2.			

Příklad výpočtů:

**3. Proudová nesymetrie vstupů (vstupní zbytkový proud) I_{IO}**

Proudová nesymetrie I_{IO} se odečte na výstupu OZ ss milivoltmetrem. Odečítaný údaj U_0 je zvětšený a převedený na napětí zpětnovazebním odporem R_2 . Odpor R_1 do kladného vstupu je z důvodů kompenzace shodný s odporem R_2 . Aby nedocházelo k rozkmitání obvodu, jsou k oběma odporům paralelně připojeny kondenzátory o stejné hodnotě 1 nF až 10 nF. Hodnotu odporů volíme co největší (10 M Ω) Obvod zapojíme dle **Obr.2.** a provedeme odečet napětí při rozpojených spínačích S_1 a S_2 .

**Obr.2**

Měření proudové nesymetrie vstupů (3)
Měření vstupního klidového proudu (4)

$R_1 = R_2 = 10 \text{ M}\Omega \pm 0,5\%$
 $C_1 = C_2 = 100 \text{ nF}$
 $C_3 = C_4 = 10 \text{ nF}$
 S_1 a S_2 vypnuto (OFF)

Vzorek	S1 = OFF S2 = OFF	
	U_0 [mV]	I_{IO} [nA]
1.		
2.		

Pro výpočet použijeme vztah:

$$I_{IO} = \frac{U_0}{R_2} \quad [\text{nA}; \text{mV}, \text{M}\Omega]$$

Příklad výpočtů:



4. Vstupní klidové proudy vstupů + a - I_{IB-} I_{IB+}

Vstupní klidový proud je definován jako střední hodnota stejnosměrných proudů tekoucích mezi vstupními svorkami a zemí při nulovém vstupním signálu. Pro měření použijeme zapojení dle **Obr.2**, kdy při zkratovaném odporu **R1** spínačem **S1**, měříme napětí **U₀₁** a vypočteme proud **I_{IB-}**. a při zkratovaném odporu **R2** spínačem **S2**, měříme napětí **U₀₂** a vypočteme proud **-I_{IB+}**. Výsledný proud vypočítáme jako průměr proudů **I_{IB}**. Pro výpočet použijeme vztahy:

$$I_{IB-} = \frac{U_{01}}{R1} \quad [\text{nA}; \text{mV}, \text{M}\Omega] \quad I_{IB+} = \frac{-U_{02}}{R2} \quad [\text{nA}; \text{mV}, \text{M}\Omega] \quad I_{IB} = \frac{I_{IB+} + I_{IB-}}{2} \quad [\text{nA}; \text{nA}, \text{nA}]$$

Vzorek	S1 = ON S2 = OFF		S1 = OFF S2 = ON		I _{IB} [nA]
	U ₀₁ [mV]	I _{IB-} [nA]	U ₀₂ [mV]	I _{IB+} [nA]	
1.					
2.					

Příklad výpočtů:

Závěr: