

Operačné zosilňovače II

Invertujúci operačný zosilňovač

Úloha cvičenia:

1. Zistite a nakreslite schému elektronického zapojenia predloženého prípravku. Schému zapojenia doplňte o zdroje a meracie prístroje tak, aby ste mohli overiť funkčnosť obvodu
2. Vykonať 3 merania overujúce funkciu činnosti obvodu ($5 +U_{vst}$, $5 -U_{vst}$, $5 \sim U_{vst}$). Zmerané hodnoty zaznamenajte do tabuľky.
3. Zdôvodnite prečo je nezhoda medzi vstupnou a výstupnou veličinou



MAA 741, MAA 748, MAA 741C, MAA 748C OPERAČNÍ ZESILOVAČE

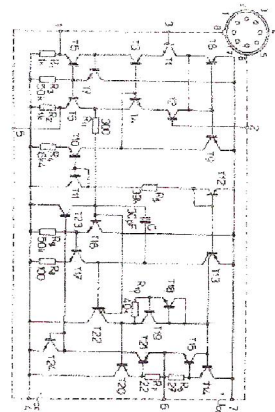
MAA 741, MAA 748, MAA 741C, MAA 748C ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ • MAA 741, MAA 748, MAA 741C, MAA 748C OPERATIONAL AMPLIFIERS • MAA 741, MAA 748, MAA 741C, MAA 748C OPERATIONSVERSTÄRKER

Mezní hodnoty:	MAA 741 MAA 748		MAA 741C MAA 748C		
	Napájecí napětí	U_{CC}	$\pm 3 \dots \pm 22$	$\pm 3 \dots \pm 18$	
Vstupní napětí rozdílové	U_{ID}	± 30	± 30		V
Vstupní napětí ¹⁾	U_I	± 15	± 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	θ_a	$-55 \dots \pm 125$	$0 \dots +70$		°C
Rozsah skladovacích teplot	θ_{stg}	$-65 \dots \pm 155$	$-65 \dots \pm 155$		°C

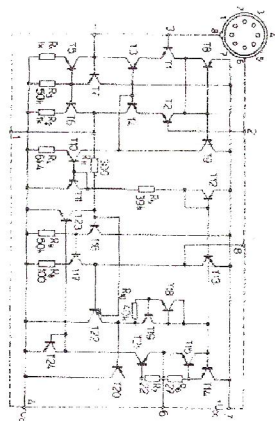
¹⁾ Pro napájecí napětí nižší než ± 15 V je hodnota max. vstupního napětí rovna velikosti napájecího napětí.²⁾ Zkrat výstupu (proti zemi nebo proti napájení) není časově omezen, u MAA 741, MAA 748 pro $\theta_a \leq 125$ °C, u MAA 741C, MAA 748C pro $\theta_a \leq 70$ °C.

Charakteristické údaje:		$C_C = 0$ $C_C = 30$ pF	MAA 741 MAA 748		MAA 741C MAA 748C			
Platí při $U_{CC} = \pm 15$ V, není-li uvedeno jinak			$\theta_a = +25$ °C		$\theta_a = +25$ °C			
Napěťová nesymetrie vstupů	MAA 741 MAA 748	$R_S \leq 10$ k Ω	U_{IO}	1,5	<5	2	<6	mV
			U_{IO}	1,5	<5	2	<6	mV
Proudová nesymetrie vstupů			I_{IO}	10	<200	10	<200	nA
Vstupní klidový proud			I_{IS}	80	<500	80	<500	nA
Vstupní odpor			R_{ISE}	3	>0,3	3	>0,3	M Ω
Napětové zesílení otevřené smyčky								
$R_L \geq 2$ k Ω , $U_O = \pm 10$ V	MAA 741	A_v	150 000	>50 000	130 000	>20 000		
$R_L \geq 2$ k Ω , $U_O = \pm 10$ V	MAA 748	A_v	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								
$U_{CC} = 22$ V, $R_L \geq 2$ k Ω			U_{OFFmax}	± 20	> ± 17	—	—	V
$U_{CC} = 18$ V, $R_L \geq 2$ k Ω			U_{OFFmax}	—	—	± 16	> ± 13	V
Informativní hodnoty:								
Výstupní proud nakrátko			I_{OS}	± 25		± 25		mA
Výstupní odpor $f = 1$ kHz			R_O	60		60		Ω
Vstupní kapacita			C_i	2,8		2,8		pF
Vyrovňání napětové nesymetrie	MAA 741			± 13		± 13		mV
	MAA 748			± 20		± 20		mV
Doba čela								
$U_i = 20$ mV, $R_L = 2$ k Ω								
$C_L \leq 100$ pF, $A_v = 1$	MAA 741	t	0,35		0,35			μ s
$C_C = 3,5$ pF, $A_v = 10$	MAA 748	t	0,2		0,2			μ s
Překmit								
$U_i = 20$ mV, $A_v = 1$								
$R_L = 2$ k Ω , $C_L \leq 100$ pF	MAA 748			2		2		%
Rychlost přeběhu								
$A_v = 1$, $R_L \geq 2$ k Ω	MAA 741	S	0,5		0,5			V/ μ s
$A_v = 1$, $C_C = 30$ pF	MAA 748	S	0,5		0,5			V/ μ s
$A_v = 10$, $C_C = 3,5$ pF	MAA 748	S	6,0		6,0			V/ μ s
Teplotní drift napětové nesymetrie vstupů ¹⁾	MAA 741	$\alpha_{U_{IO}}$	10		10			μ V/K
	MAA 748	$\alpha_{U_{IO}}$	5		5			μ V/K
Teplotní drift proudové nesymetrie vstupů ¹⁾	MAA 741	$\alpha_{I_{IO}}$	160		160			pA/K
	MAA 748	$\alpha_{I_{IO}}$	80		80			pA/K

¹⁾ Platí v rozsahu pracovních teplot.



MAA 741, MAA 741C
1. Kompenzace napětové nesymetrie vstupu
2. Invertující vstup
3. Neinvertující vstup
4. -U_{cc}
k. Kompenzace napětové nesymetrie vstupu
6. Výstup
7. +U_{cc}
8. Nezapojen



MAA 748, MAA 748C
1. Kompenzace napětové nesymetrie vstupu
2. Invertující vstup
3. Neinvertující vstup
4. -U_{cc}
5. Kompenzace napětové nesymetrie vstupu
6. Výstup
7. +U_{cc}
8. Kritická kompenzace

Použití IO 6

Charakteristické údaje:

Platí při U _{cc} = ±15 V, není-li uvedeno jinak	C _c = 0 C ₀ = 30 pF	MAA 741 MAA 748	MAA 741C MAA 748C	
Náhodná nesymetrie vstupu R _S ≤ 10 kΩ	U ₀ U ₀	2.0 1.8	<6 <6	<7.5 <7.5
Průměrná nesymetrie vstupu U ₀ = +125 °C U ₀ = -55 °C	I ₀ I ₀	5 20	<200 <500	<300 <800
Vstupní křídový proud I _k = +125 °C I _k = -55 °C	I _k I _k	50 150	<500 <1500	NA NA
Vstupní napěťový rozsah Polárčení souhlasného signálu R _S = 10 kΩ	U _i U _i	113 >112	>112	NA V
Chlivosť napěťové nesymetrie vstupu U ₀ na změnu napěťech napětí R _S = 10 kΩ	MAA 741 MAA 748	CMR CMR	90 >70	90 >70
Náhodně zesílené otevřené smyčky R _S = 2 kΩ, U ₀ = ±10 V R _S = 10 kΩ	A _u	>25 000	>15 000	
Rozdílné vstupního napětí R _S = 10 kΩ	U _{off max} U _{off max}	±14 ±13	>112 >110	±14 ±13
Náhodný proud U ₀ = +125 °C U ₀ = -55 °C	I _{cc} I _{cc}	1.2 1.4	<2.5 <3.3	1.3 <3.3
Přiklon U ₀ = +125 °C U ₀ = -55 °C	P P	35 42	<75 <100	40 <100

) Platí jen pro MAA 748C.

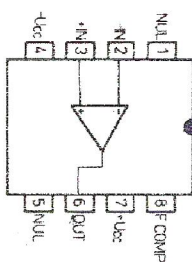
MAA 741CN, MAA 748CN OPERAČNÍ ZESILOVAČE

MAA 741CN, MAA 748CN OPERAČNÍ OHNĚ VYKOMPENZOVANÉ • MAA 741CN, MAA 748CN OPERAČNÍ AMPLIFIERS • MAA 741CN, MAA 748CN • OPERATIONS/BIAS/BIASER

Mezní hodnoty:

U _{cc}	min.	max.	V
U ₀	±3	±18	V
I ₀	—	±30	V
U _i	—	±15	V
P _{tot}	0	310	mW
T ₀	—	+70	°C
T _{stg}	-55	+125	°C

1) Pro napájecí napětí nižší než ±15 V je max. vstupní napětí rovnou hodnotě U_{cc}.
2) Zkrat vstupu (proti zemi nebo napájecímu) není časově omezen pokud je dodrženo I₀ ≤ 1250 nebo I₀ ≤ 770 pF U_{cc} ≤ 15 V.

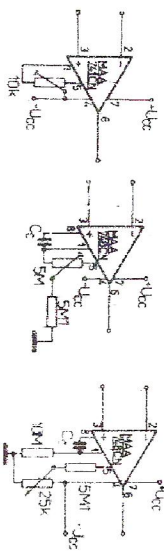


Zapojení vývodů (podle obrázku)

- 1 kompenzace U₀
- 2 invertující vstup
- 3 neinvertující vstup
- 4 -U_{cc}
- 5 kompenzace U₀
- 6 výstup
- 7 +U_{cc}
- 8 MAA 741CN nezapojen
MAA 748CN kritická kompenzace

Použití IO 21

Kompenzace napětové nesymetrie vstupu



Charakteristické údaje:

Platí při U _{cc} = ±15 V, není-li uvedeno jinak	MAA 741CN MAA 748CN			
Náhodná nesymetrie vstupu R _S ≤ 10 kΩ	U ₀	nom.	min.-max.	nom.
Průměrná nesymetrie vstupu U ₀ = +125 °C U ₀ = -55 °C	I ₀	2	±8	±7.5
Vstupní křídový proud I _k = +125 °C I _k = -55 °C	I _k	10	±200	±300
Vstupní napěťový rozsah Polárčení souhlasného signálu R _S = 10 kΩ	U _i	80	±500	±800
Chlivosť napěťové nesymetrie vstupu U ₀ na změnu napěťech napětí R _S = 2 kΩ	A _u	13	±112	±110
Náhodně zesílené otevřené smyčky R _S = 2 kΩ, U ₀ = ±10 V R _S = 10 kΩ	U _{off max}	±13	±112	±110
Rozdílné vstupního napětí R _S = 10 kΩ	I _{cc}	1.3	±2.8	—
Náhodný proud U ₀ = +125 °C U ₀ = -55 °C	P	40	±85	—
Polárčení souhlasného signálu R _S = 10 kΩ	CMR	90	±70	—
Chlivosť U ₀ na změnu ±U _{cc} R _S = 10 kΩ	SVR	30	±150	—

informativní hodnoty:			nom.	min.-max.	nom.	min.-max.	
Výstupní proud nakrátko		I_{os}	± 25	—		—	mA
Výstupní odpor		R_O	60				Ω
$f = 1$ kHz		C_i	2.8				pF
Vstupní kapacita							
Vyrovňání napětově nesymetrie	MAA 741CN		± 13				mV
	MAA 748CN		± 20				mV
Doba čela							
$U_i = 20$ mV, $R_i = 2$ k Ω , $C_i \leq 100$ pF, $A_u = 1$		t_r	0,35				μ s
$C_c = 3,5$ pF, $A_u = 10$	MAA 748CN	t_f	0,2				μ s
Prekmit							%
$U_i = 20$ mV, $A_u = 1$, $R_i = 2$ k Ω , $C_c \leq 100$ pF	MAA 748CN		2				
Rychlost přeběhu							V/ μ s
$A_u = 1$, $R_i \geq 2$ k Ω	MAA 741CN	S	0,5				V/ μ s
$A_u = 1$, $C_c = 30$ pF	MAA 748CN	S	0,5				V/ μ s
$A_u = 10$, $C_c = 3,5$ pF	MAA 748CN	S	6,0				V/ μ s
Teplotní drift napětově nesymetrie vstupů ¹⁾	MAA 741CN	a_{UIO}	10				μ V/K
	MAA 748CN	a_{UIO}	5				μ V/K
Teplotní drift proudově nesymetrie vstupů ¹⁾	MAA 741CN	a_{IIO}	160				pA/K
	MAA 748CN	a_{IIO}	80				pA/K

¹⁾ Při v rozsahu pracovních teplot.

Postup při meraní:

Zapojenie sme zapojili podľa predloženej schémy.

Na napájanie sme použili napájací zdroj TSZ75, ktorý má dve dvojice výstupných svoriek ktoré sme prepojili, čím sme získali symetrické napájacie napätie. Paralelne k napájacím svorkám sme pripojili V-metre, ktoré merajú záporné, kladné a združené napätie.

Do série sme zapojili 2 A-metre, ktoré merali napájací prúd.

Na vstup sme najprv pripojili paralelne V-meter, do série A-meter a napájací zdroj TSZ75.

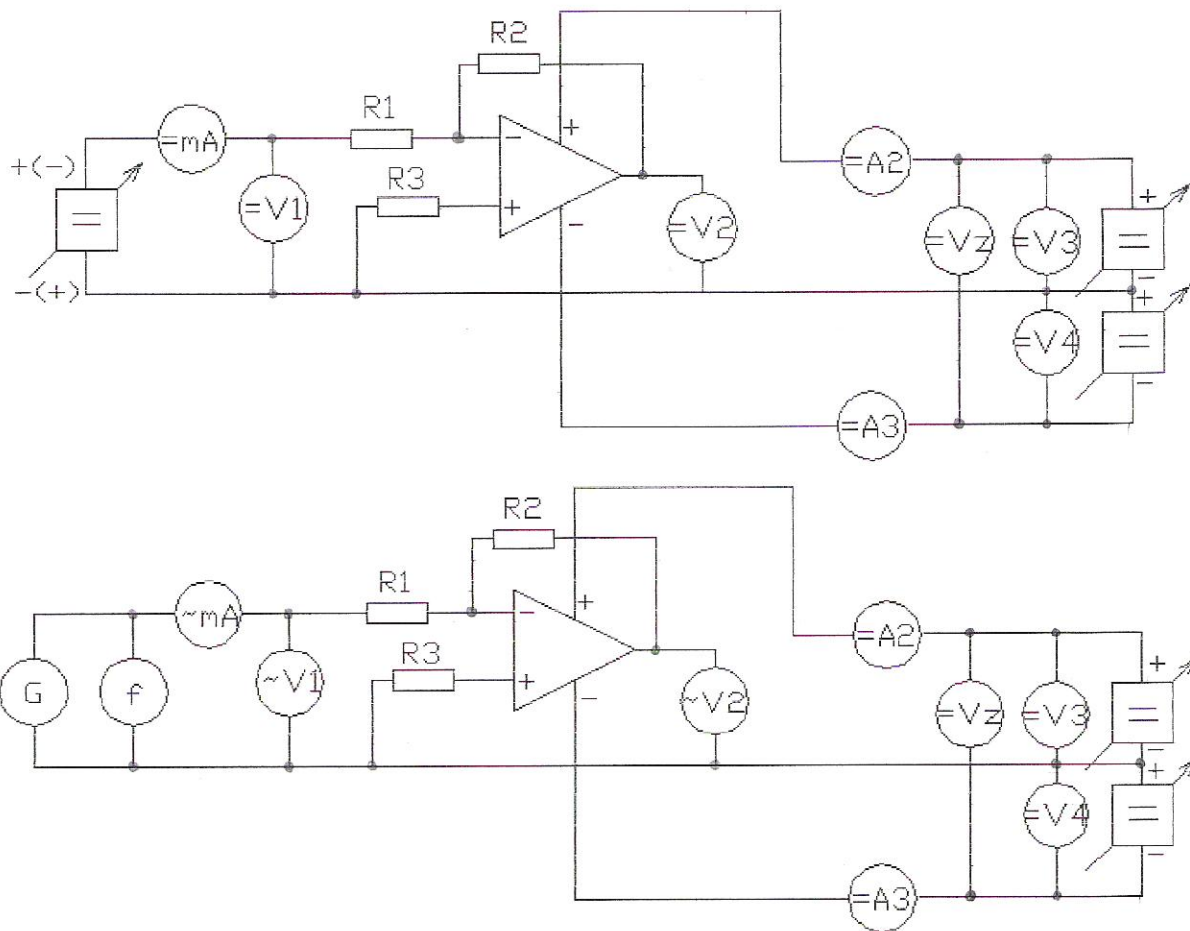
Na výstup sme pripojili V-meter.

Takto sme vykonali merania s kladným a záporným vstupným napätím.

Potom sme vstup pripojili nf milivoltmeter NV 2,85, A-meter, 1. kanál osciloskopu EO 213 a striedavý signál z RC – generátora s frekvenciou 1000Hz. Na výstup sme pripojili nf milivoltmeter NV 2,85 a 2. kanál osciloskopu EO 213.

S takto zapojeným obvodom sme vykonali meranie so striedavým vstupným napätím.

Na osciloskope sme pozorovali vstupnú i výstupnú sinusoidu.



$R_1 - 1027 \text{ k}\Omega$
 $R_2 - 1039 \text{ k}\Omega$
 $R_3 - 551 \text{ k}\Omega$

n	+Ucc ₁ [V]	-Ucc ₂ [V]	U _Z [V]	+Icc ₁ [mA]	-Icc ₂ [mA]	U _{vst} [V]	I _{vst} [A]	U _{vyst} [V]	
1	15,12	-14,97	30	1,4	-1,4	5,2	0	-5,06	
2	15,12	-14,97	30	1,4	-1,7	-5,2	0	5,09	
3	15,12	-14,97	30	1,4	-1,7	1,15	0	1,1	f = 1kHz

Zhodnotenie merania:

Meranie z môjho pohľadu bolo jednoduché. Po predchádzajúcom meraní už išlo všetko hladko. Z hodnôt uvedených v tabuľkách vidieť nesymetrickosť vstupného a výstupného napätia, ktorá je spôsobená nerovnakou veľkosťou vstupného odporu R_1 a odporu v spätnej väzbe R_2 .

Meranie prebiehalo rýchlo a bez problémov.

Vzhľadom na použité napájacie napätie $\pm 15\text{V}$ nebolo potrebné použiť žiadne mimoriadne bezpečnostné opatrenia.