

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola elektrotechnická
Božetěchova 3, Olomouc
Laboratoře elektronických měření

PROTOKOL O MĚŘENÍ

Název úlohy

Operační zesilovač

Číslo úlohy

304 - 4R

Zadání

1. Ověřte měřením některé katalogové údaje OZ MAA 741
 - (a) Napěťová nesymetrie OZ
 - (b) Rychlost přeběhu OZ
2. Podle zadání vyučujícího sestavte a realizujte OZ jako stejnosměrný meinvertující zesilovač se zatěžovacím rezistorem $R_L = 10\text{ k}\Omega$. Měřením ověřte zadanou hodnotu A_u .
3. U navrženého zesilovače změřte horní mezní frekvenci, nakreslete na mm papír frekvenční přenosovou charakteristiku.
4. Změřte a zekreslete závislost $f_H = f(A_u)$

Poř. č.

PŘÍJMENÍ a Jméno

Třída

Skupina

Školní rok

26

VYKYDAL Jan

4A

3

2014/2015

Datum měření

Datum odevzdání

Počet listů

Klasifikace

8.10.

15.10.

6

příprava

měření

protokol

obhajoba

Protokol o měření obsahuje: Teoretický úvod

Schéma

Tabulka použitých přístrojů

Postup měření

Tabulky naměřených a vypočtených hodnot

Vzor výpočtu

Grafy

Závěr

Schéma

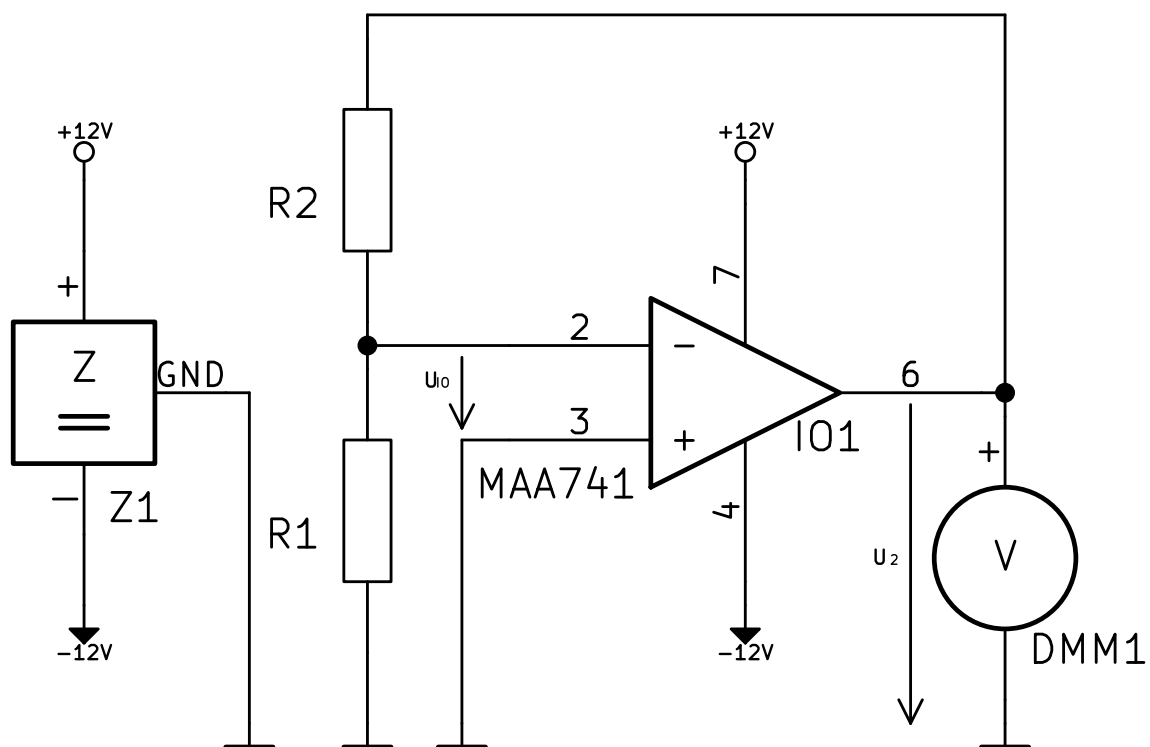


Schéma č. 1: Měření napěťové nesymetrie OZ

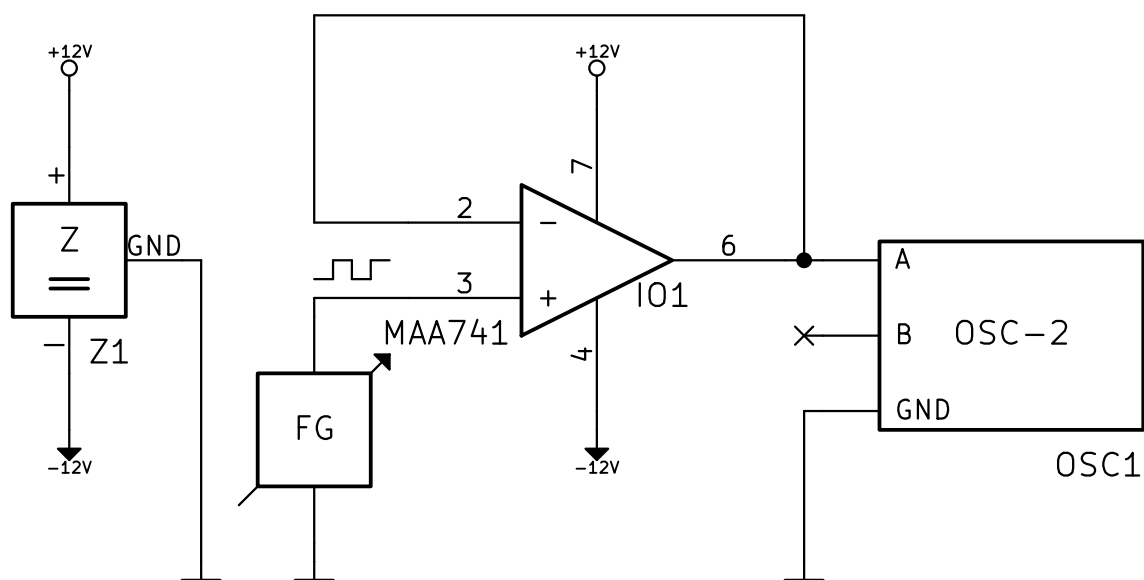


Schéma č. 2: Měření rychlosti přeběhu SR OZ

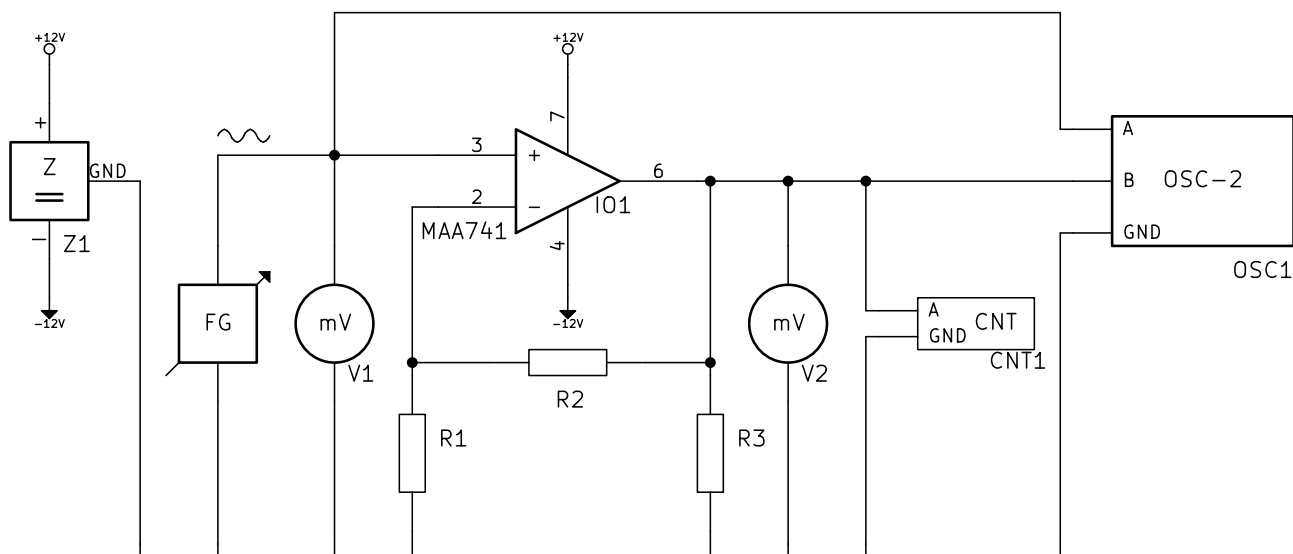


Schéma č. 3: Měření $f_H = f(A_u)$

Tabulka použitých přístrojů

Označení v zapojení	Přístroj	Typ	Evidenční číslo
DMM ₁	DMM	HC-5050DB	0376
OSC ₁	analogový osciloskop	GOS-620	0651
CNT ₁	čítač	U2000	0179
FG ₁	generátor	8505A	0167
V ₁	milivoltmetr	BK-128	0901
V ₂	milivoltmetr	BK-128	0902
Z ₁	symetrický zdroj	BK-126	0649

Tabulka č. 1: Použité přístroje

Tabulky naměřených a vypočítaných hodnot

U_2 [mV]	$\delta_{U_2\%}$ [%]	U_1
80	1,125 %	879

Tabulka č. 2: měřené napěťové nesymetrie U_{IO} OZ

veličina	hodnota
ΔU	4 V
Δt	5 μs

Tabulka č. 3: měřené veličiny pro výpočet rychlosti přeběhu SR OZ

U_2 [V]	$\delta_{\%}$ [%]
5,0	$\pm 3,000$
0,2	$\pm 7,142$
0,6	$\pm 2,500$
0,9	$\pm 1,667$
2,0	± 2.250

Tabulka č. 4: hodnoty napětí U_2 a procentuální chyby měření při $U_1 = 0,3$ V a $\delta_{U_1\%} = \pm 5$ %

f_H [kHz]	A_u [-]
1	16,6
50	6,6
100	3,0
200	2,0
472	0,7

Tabulka č. 5: závislost $f_H = f(A_u)$

Vzory výpočtů

Výpočet relativní procentuální chyby digitu:

$$\delta_{digit\%} = \frac{5 \cdot digit}{MH} \cdot 100 = \frac{5 \cdot 0,1}{80} \cdot 100 = \underline{\underline{0,625 \%}}$$

Celková procentuální chyba:

$$\delta_{U_2\%} = \pm \delta_{MH\%} + \delta_{digit\%} = \pm 0,5 \pm 0,625 = \underline{\underline{1,125 \%}}$$

Výpočet procentuální chyby $\delta_{\%}$ milivoltmetru:

$$\delta_{\%} = \pm TP \cdot \frac{MR}{MH} = \pm 1,5 \cdot \frac{1}{0,9} = \pm \underline{\underline{1,667 \%}}$$

Výpočet R_2 , $R_1 = 1$ k Ω , $A_u = 100$:

$$R_2 = R_1(A_u - 1) = 100 - 1 = \underline{\underline{99 \text{ k}\Omega}}$$

Vzhledem k tomu že, použitý rezistor $R_2 = 90$ k Ω , tak přepočítáme hodnotu napěťového zesílení A_u .
Výpočet A_u , $R_1 = 1$ k Ω a $R_2 = 90$ k Ω :

$$A_U = 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{90} = \underline{\underline{91}}$$

Výpočet napěťové nesymetrie U_{IO} :

$$U_{IO} = \frac{U_2 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{80}{1 + 90} = \underline{\underline{0,879 \text{ mV}}}$$

Výpočet rychlosti přeběhu SR:

$$SR = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{4}{5} = \underline{\underline{0,8 \text{ V}\mu\text{s}^{-1}}}$$

Výpočet R_2 , $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $A_u = 15$:

$$R_2 = R_1(A_u - 1) = 15 - 1 = \underline{\underline{14 \text{ k}\Omega}}$$

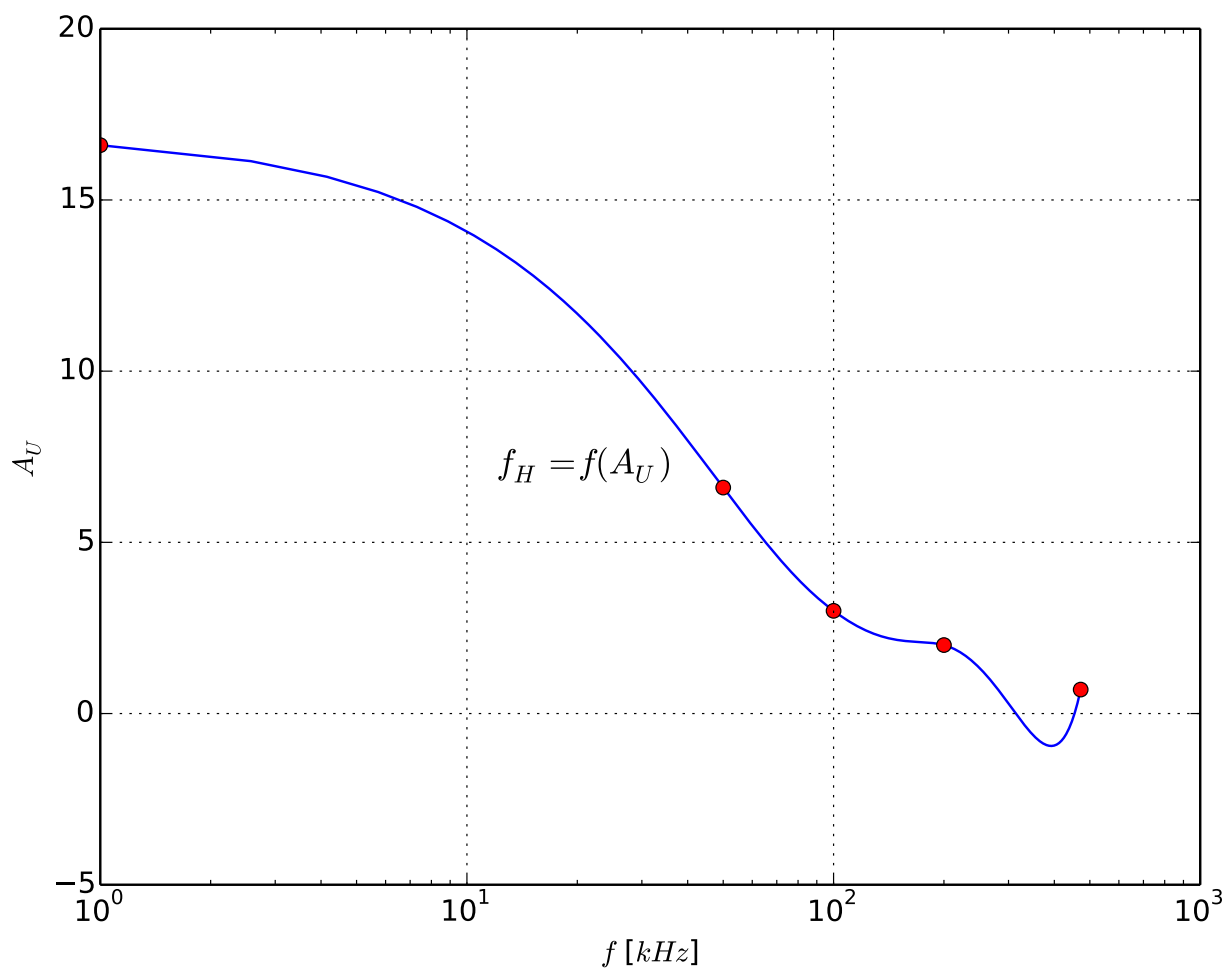
Výpočet zesílení A_u :

$$A_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{5}{0,3} \doteq \underline{\underline{16,667}}$$

Výpočet zisku a_u :

$$a_u = 20 \log A_u = 20 \log 15 \doteq \underline{\underline{23,521 \text{ dB}\Omega}}$$

Grafy



Graf č. 1: Závislost zesílení na frekvenci $f_H = f(A_u)$

Závěr

Chyby měřících přístrojů

1. Při měření napěťové nesymetrie jsme se dopustili procentuální chyby 1,125 %.
2. Při měření zesílení A_u maximální procentuální chyba dosáhla hodnoty $\pm 7,142$ %, což už je poměrně velká odchylka od měřené hodnoty. Díky této chybě nám program plot mírně zdeformoval křivku po interpolaci a došlo k posunutí horní mezní frekvence. Tato chyba nastala při měření napětí 0,2 V, jelikož použitý milivoltmetr nenabízel pro tuto činnost vhodnější měřicí rozsah.
3. Tento bod byl částečně zodpovězen v bodu 2, změřená horní mezní frekvence je změřená přesně při $A_u = 0,7$.

Zhodnocení

1. V katalogu je hodnota $U_{IO} \leq 6 \text{ mV}$, my jsme ji změřili za využití nepřímého měření (měřili sme U_2 a U_{IO} jsme s něho dopočítali) na hodnotu $870 \text{ } \mu\text{V}$. Dále u parametru SR je v katalogu uvedena hodnota $1,6 \text{ V}\mu\text{s}^{-1}$, my jsme ji změřili na hodnotu $0,8 \text{ V}\mu\text{s}^{-1}$
2. Měli jsme zadané $A_u = 15$, vlastnosti A_u byli velmi závislé na frekvenci vstupního signálu. Při frekvenci vstupního signálu $f = 1 \text{ kHz}$ jsme dosáhli zesílení $A_u = 16,6$.
3. Horní mezní kmitočet jsme změřili na frekvenci 472 kHz , při této frekvenci výstupní signál napěťově pohlesnul o 3 dB . Tedy hodnota $A_u = 0,7$. Napěťové zesílení ale začalo prudce klesat již při frekvencích několik desítek kilohertzů, viz. graf číslo 1. S toho důvodu usuzuji že tento integrovaný obvod MAA 741 je nevhodný pro zesilování vysokofrekvenčních signálů. Jeho využití bych vyděl například jako nízkofrekvenční zesilovač.