

Semestrální práce z předmětu OTE

Převodník $f \rightarrow U$

Jan Ingerle

29. října 2000

1 Zadání

14 — převodník $f \rightarrow U$

Navrhnete převodník f/U s konstantou $1V/kHz$ pro $\Delta f = 500 \div 2500Hz$. Vstupní signál je harmonický $U_{ef} = 100m - 1V$. Přesnost $\pm 1Hz$.

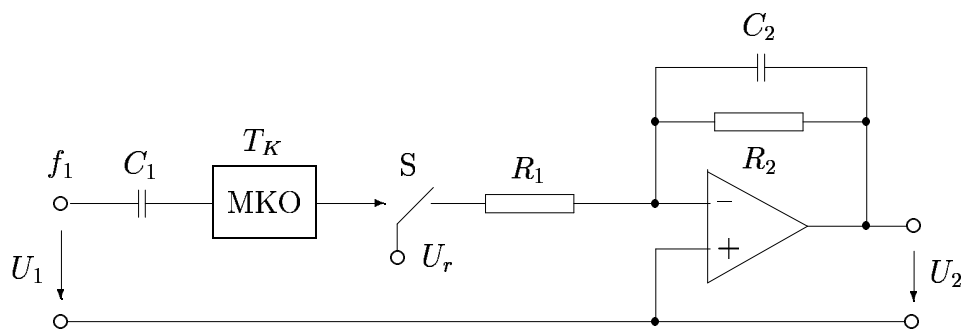
2 Řešení

Převodník $f \rightarrow U$ lze sestrojít několika způsoby:

- převodem na střihu a integrací
- kmitočtovým demodulátorem s přepínaným kapacitorem
- kmitočtovým demodulátorem s fázovým závěsem

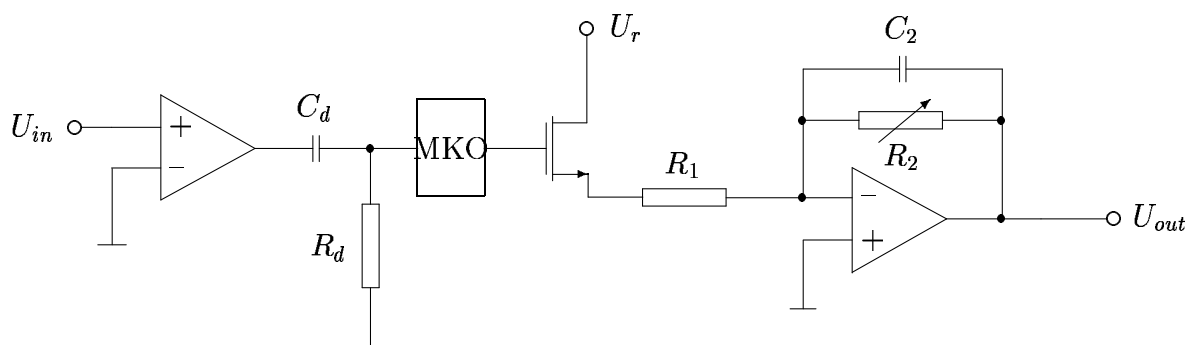
Pro jednoduchost a také z důvodu, že se mi nepodařilo odsimulovat demodulátor s přepínaným kondenzátorem jsem postupoval cestou převodu na střihu s následnou integrací.

Základní schéma, vypadá následovně:



Obvod pracuje následovně: na vstup U_1 přivádíme pulsy o frekvenci f_1 . Těmito pulsy je spouštěn monostabilní klopný obvod MKO s dobou nestabilního stavu T_K , který řídí spínač S. Pomocí spínače je na vstup integrátoru přiváděno na dobu T_K referenční napětí U_r , které je integrováno. Takto zpracované napětí odebíráme na výstupu U_2 .

Vzhledem k tomu, že vstupní signál je harmonický s proměnnou amplitudou, bude ho třeba upravit komparátorem a derivačním článkem. Jako spínač použijeme NMOS. Výsledné funkční schéma:



Jako komparátor můžeme použít např. standardní LM111.

Hodnoty prvků derivačního článku volíme tak, aby v zadaném frekvenčním rozsahu spolehlivě generoval impulsy. $\omega_d \sim 10 \omega_{max} = 30 kHz \Rightarrow R_d = 1000 k\Omega, C_d = 5 nF$.

Kladnými pulsy budeme budit MKO nastavený na $T_k = 0,4 ms$. Tato hodnota vychází z maximální pracovní frekvence a je volena tak, aby při $f = f_{max}$ byl na vstupu stejnosměrný signál: $T_k = \frac{1}{f_{max}} = \frac{1}{2500} = 0,4 ms$.

Hodnotu referenčního napětí zvolíme $U_r = 5V$.

Odpor R_1 a R_2 navrhne podle vzorce

$$U_2 = -\frac{R_2}{R_1} T_K U_s f$$

Původ tohoto vztahu je zřejmý z principu činnosti. Ze zadání je $\frac{U_2}{f} = 1 \cdot 10^{-3}$, $T_k = 0,4ms$ a U_S , napětí na vstupu integrátoru ($U_r - U_{DS}$), je $3,5173V$ (v tomto případě empiricky zjištěno). Zvolíme-li $R_1 = 10k\Omega$, pak

$$R_2 = \frac{U_2}{f} \frac{R_1}{T_K U_S} = 10^{-3} \frac{10^4}{400 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5173} = 7,108 k\Omega$$

Zbývá určit integrační kondenzátor C_2 . Na hodnotě C_2 závisí velikost zvlnění výstupního napětí a časová konstanta obvodu. Zvolil jsem $C_2 = 1\mu F$. Časová konstanta je v tomto případě (pro chybu 0,01%) $9,2 \cdot R_2 C_2 = 65,3ms$ a zvlnění na výstupu cca 13%. Pokud budeme měřit na výstupu střední hodnotu napětí, potlačení zvlnění stačí. V opačném případě lze na výstup připojit filtr.

Aby integrátor pracoval správně, je třeba dodržet podmínku

$$S \geq \frac{U_{2max}}{R_2 C_2} = \frac{2,5}{7,108 \cdot 10^{-3}} = 351 V s^{-1}$$

Tranzientní kmitočty bysme měli volit dostatečně vysoký vzhledem k maximálnímu integrovanému kmitočtu (2500Hz). Pro tyto podmínky vyhovuje klasický OZ UA741.

Simulaci funkce obvodu jsem provedl v programu PSPICE. Výsledek je přiložen.

3 Závěr

Podařilo se mi navrhnout požadovaný obvod. Vzhledem k přesnému nastavení převodní konstanty je třeba jako R_2 použít potenciometr. Také výstupní zvlnění, které závisí na vstupním kmitočtu může být problém. Řešením by mohla být realizace pomocí smyčky fázového závěsu.

Reference

- [1] Vedral,J., Fischer,J.: Elektronické obvody pro měřící techniku, ČVUT 1999
- [2] Kejhar,M., Kirschner,M., Musil,V., Stříbrný,V.: Program SPICE v příkladech, ČVUT 1995