

ANALYSIS OF INVERTING LOSS-MAKING INTEGRATOR USING OPERATION AMPLIFIER

Josef ŽDÁRA, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT
E-mail: xzdara00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Josef Vochyán

ABSTRACT

This paper deals with analysis of parameters of inverting lossy integrator based on standard operation amplifier. Especially there is mentioned influence of non-ideal parameters of operation amplifier which is used in this circuit.

1 ÚVOD

Invertující ztrátový integrátor [1] představuje jeden ze základních aktivních filtrů typu dolní propust. V následujícím textu je rozebrán vliv neideálních parametrů operačního zesilovače v zapojení tohoto integrátoru na jeho celkové vlastnosti ve srovnání se zapojením s ideálním operačním zesilovačem.

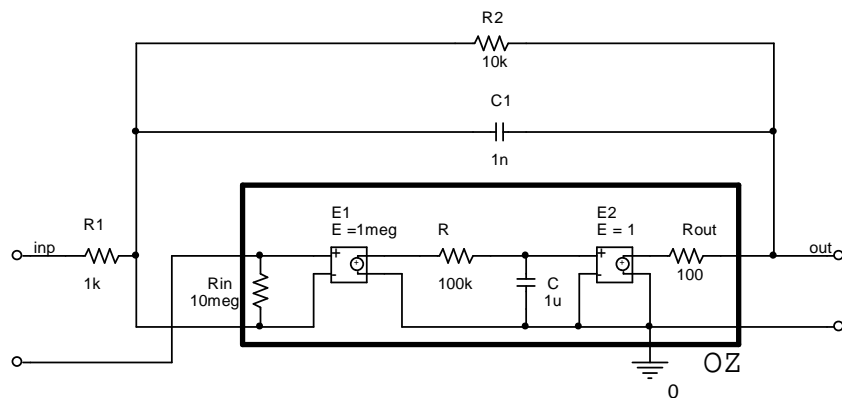
2 VLASTNOSTI INVERTUJÍCÍHO ZTRÁTOVÉHO INTEGRÁTORU

Zapojení invertujícího ztrátového integrátoru (obr. 1) má, při uvažování ideálního operačního zesilovače s nekonečným zesílením, nekonečným vstupním a nulovým výstupním odporem, napěťový přenos dán vztahem:

$$K_U = -\frac{R_2}{R_1 + pR_1R_2C_1}. \quad (1)$$

Toto zapojení umožňuje nastavení velikosti stejnosměrného přenosu K_0 (2 a) změnou poměru velikostí odporu rezistorů R_1 a R_2 a tím i hodnoty mezního kmitočtu ω_m (2 b).

$$K_0 = -\frac{R_2}{R_1} \quad (a), \quad \omega_m = \frac{1}{R_2C_1} \quad (b) \quad (2)$$

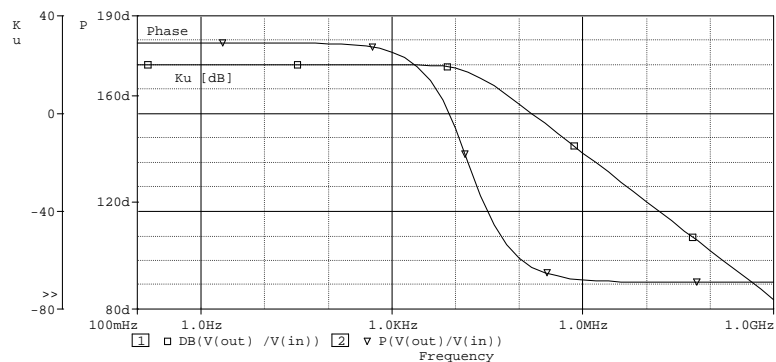


Obr. 1: *Invertující ztrátový integrátor s rozšířeným jednopólovým modelem OZ*

Pro určení vlivu parametrů neideálního operačního zesilovače na vlastnosti sledovaného integrátoru je OZ v zapojení na obr. 1 nahrazen jeho jednopólovým modelem, kde R_{in} je konečný vstupní odpor OZ, E_1 zesílení operačního zesilovače, prvky R, C představují kmitočtovou závislost jeho zesílení a R_{out} jeho výstupní odpor.

Je-li u OZ uvažována pouze konečná hodnota zesílení A_0 přechází vztah (1) na:

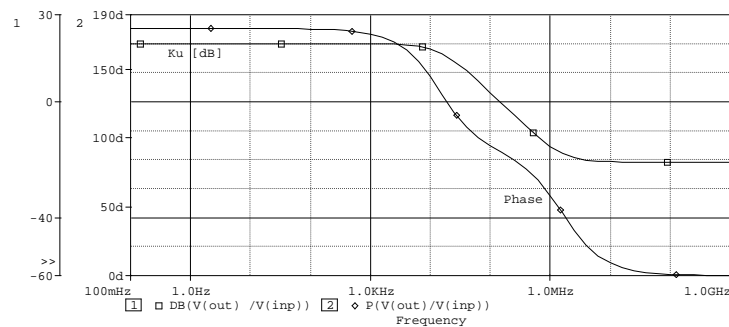
$$K_u = - \frac{A_0 R_2}{R_2 + R_1(A_0 + 1) + pR_1R_2C_1(A_0 + 1)} \quad (3)$$



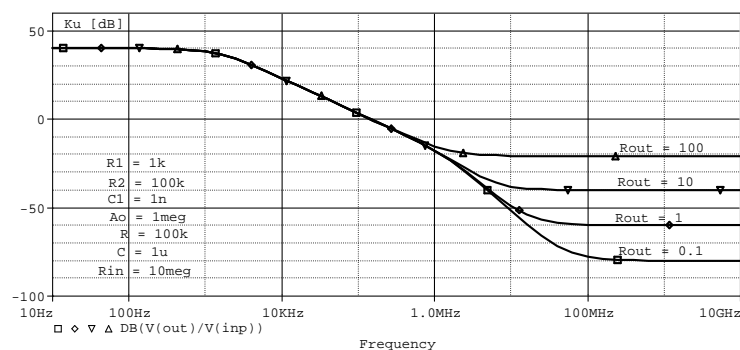
Obr. 2: *Modulová a fázová kmitočtová charakteristika napěťového přenosu invertujícího ztrátového integrátoru s OZ s konečnou hodnotou zesílení A_0*

Kmitočtová modulová a fázová charakteristika napěťového přenosu integrátoru odpovídající vztahu (3) je na obr. 2. Při uvažování neideálního OZ s výše popsanými parametry nahrazeného jeho jednopólovým modelem v zapojení integrátoru na obr. 1 je vztah pro napěťový přenos tohoto integrátoru dosti složitý a nepřehledný a proto zde není uveden. Mezní kmitočet sledovaného integrátoru je $f_m \cong 16$ kHz, tranzitní kmitočet modelovaného OZ je $f_T \cong 1,6$ MHz. Pro zajištění poklesu modulové charakteristiky integrátoru o -20 dB/dek na kmitočtu $f > f_m$ musí být $f_T \gg f_m$, tak aby OZ pracoval v oblasti konstantního zesílení. Kmitočtová modulová a fázová charakteristika napěťového přenosu integrátoru s neideálním OZ odpovídající zapojení na obr. 1 je uvedena na obr. 3. Zde je patrný výrazný vliv nenulové velikosti výstupního odporu OZ R_{out} , který způsobuje druhý zlom modulové kmitočtové

charakteristiky a změnu fáze až na $\varphi = 0^\circ$ při kmitočtu větším než 1 MHz. Tento jev výrazně omezuje kmitočtový rozsah použití integrátoru. Vliv velikosti výstupního odporu OZ je přesněji zachycen na obr. 4.



Obr. 3: Modulová a fázová kmitočtová charakteristika napětového přenosu invertujícího ztrátového integrátoru s rozšířeným jednopólovým modelem OZ



Obr. 4: Vliv velikosti výstupního odporu OZ na průběh modulové kmitočtové charakteristiky napětového přenosu invertujícího ztrátového integrátoru

3 ZÁVĚR

Invertující ztrátový integrátor byl podroben symbolické a numerické analýze pro určení vlivu neideálních parametrů použitého OZ na průběh jeho kmitočtových charakteristik napětového přenosu. Při simulaci obvodu byly měněny velikosti parametrů prvků jednopólového modelu OZ a sledován vliv těchto změn na průběh přenosových charakteristik integrátoru. Nejvýrazněji ovlivňuje průběh kmitočtových přenosových charakteristik invertujícího ztrátového integrátoru s neideálním OZ oproti ideálnímu průběhu nenulová velikost výstupního odporu OZ. Proto je v zapojení výhodné použít OZ s co nejmenší hodnotou výstupního odporu.

LITERATURA

- [1] Dostál, T., Axman, V.: Elektrické filtry, Učební elektronické texty FEKT VUT, Brno, 2003.
- [2] Dostál, T.: Analogové elektronické obvody, Učební elektronické texty FEKT VUT, Brno, 2004.