

NEW ACTIVE ELEMENT AND ITS APPLICATION IN CURRENT-MODE FILTERS DESIGN

Jan JEŘÁBEK, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Telecommunications, FEEC, BUT
E-mail: xjerab08@stud.feec.vutbr.cz

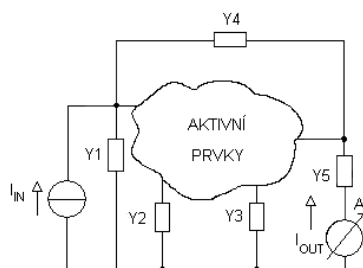
Supervised by: Prof. Kamil Vrba

ABSTRACT

The object of this work is to create new active element working with current input and outputs only, no voltage pin. Circuit will be exactly defined by two equations and by simulation model. This new circuit should be suitable for frequency filters in current-mode.

1 ÚVOD

Filtry se obvykle provozují v napěťovém módu. V současné době se však ve stále větší míře provozují i v proudovém módu. Princip proudového módu nejlépe vysvětluje obr. 1. Na místě aktivních prvků však bývají napěťové prvky nebo prvky pracující ve smíšeném módu (např. proudové konvejory). Cílem tohoto příspěvku je návrh filtrů pracujících v čistě proudovém módu, tj. včetně aktivních prvků.

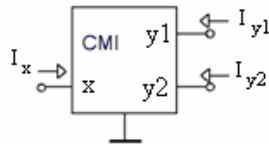


Obr. 1: Princip filtru v proudovém módu

Při návrhu filtrů bylo postupováno podle doporučení uvedeném v [2], metodou autonomního obvodu.

2 NOVÝ AKTIVNÍ PRVEK

Nový aktivní prvek byl pojmenován CMI (Current mirror and inverter), což vyjadřuje funkci obvodu, který je na obr. 2, kde je i značení proudů a svorek. Obvod je vlastně pokusem o zobecnění proudových prvků používaných v lit. [3], [4] a dalších.



Obr. 2: *Zobecněný aktivní prvek CMI*

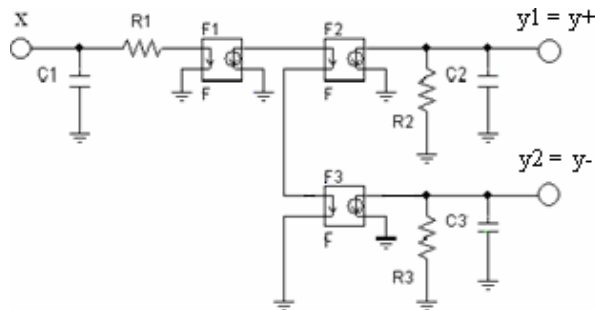
Zobecněný CMI je definován dvěma rovnicemi:

$$I_{y1} = a \cdot I_x, \quad I_{y2} = b \cdot I_x, \quad (1)$$

kde a, b jsou konstanty nabývající hodnot $+1$ nebo -1 .

Při výběru konstant a, b se postupuje s ohledem na stabilitu výsledné aplikace. Výhodná je tedy stejná hodnota obou parametrů, ať už kladná nebo záporná. To však nelze vždy.

Pro předchozí popis byl zaveden simulační model 2. řádu zahrnující reálné vlastnosti obvodu, který je naznačen na obr. 3.



Obr. 3: *Simulační model CMI ($a = +1, b = -1$)*

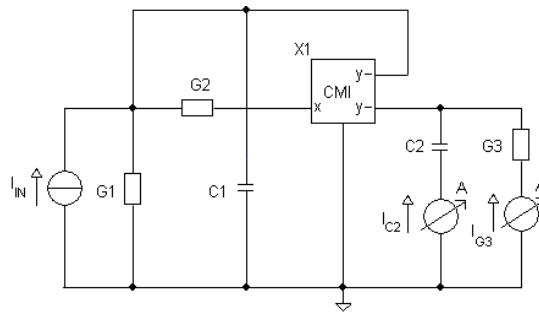
Bloky F1, F2 a F3 jsou zdroje proudu řízené proudem, F1 a F3 mají zisk $+1$, F2 má zisk -1 . Blok F1 není nezbytně nutný, byl zařazen pouze z důvodu lepší přehlednosti. Kondenzátory C1, C2 a C3 v simulačním modelu modelují kmitočtovou závislost prvku CMI a byly zvoleny 1 pF , což odpovídá reálným vlastnostem běžných vstupních a výstupních proudových svorek. Rezistory R1, R2 a R3 popisují vstupní a výstupní odpor. Byly uvažovány tyto možnosti: pro R1 odpory $0,1 \Omega$, 1Ω a 10Ω , pro R2 a R3 odpory $250 \text{ k}\Omega$, $500 \text{ k}\Omega$ a $1 \text{ M}\Omega$. Cílem bylo zjistit vliv těchto parametrů na výsledné vlastnosti filtru. Z mnoha provedených simulací a požadavku na jednotkový přenos obvodu přibližně do řádu 100 MHz vyplynulo, že požadovaná varianta je $R1 = 0,1 \Omega$ a $R2 = R3 = 250 \text{ k}\Omega$.

3 AKTIVNÍ FILTRY

Bylo navrženo a odzkoušeno množství autonomních obvodů s jedním i dvěma aktivními prvky. Výsledkem návrhu podle postupu v úvodu je např. filtr pracující v proudovém módu uvedený na obr. 4.

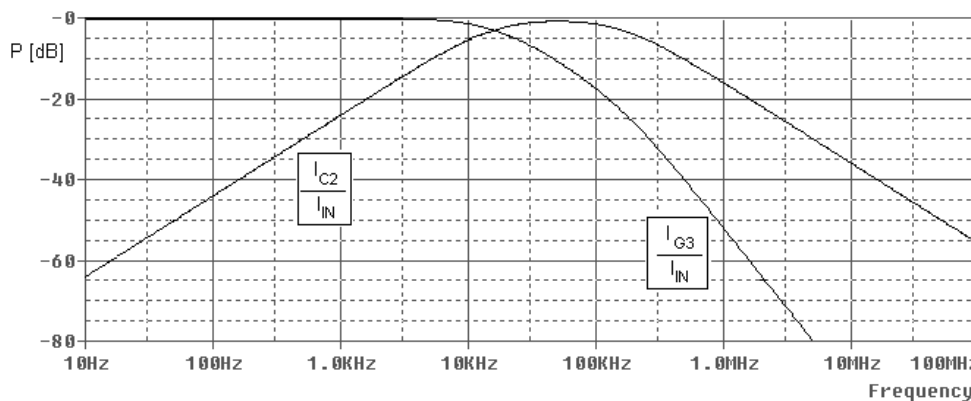
Přenosové funkce tohoto obvodu jsou (DP a PP)

$$\frac{I_{G3}}{I_{IN}} = \frac{G_2 G_3}{G_1 G_3 + p(C_2 G_1 + C_1 G_3) + p^2(C_1 C_2)}, \quad \frac{I_{C2}}{I_{IN}} = \frac{p(G_2 C_2)}{G_1 G_3 + p(C_2 G_1 + C_1 G_3) + p^2(C_1 C_2)}. \quad (2)$$



Obr. 4: Příklad řešení filtru v čistě proudovém módu

Při simulaci pomocí simulačního modelu z obr. 3 a volbě $G_1 = G_2 = G_3 = 10 \text{ mS}$, $C_1 = 10 \text{ nF}$, $C_2 = 100 \text{ nF}$ byly získány charakteristiky, které jsou nakresleny na obr. 5.



Obr. 5: Přenosová charakteristika obvodu na obr. 4 získaná v programu PSpice

4 ZÁVĚR

Byl navržen zobecněný aktivní prvek a pomocí něj aktivní filtry v proudovém módu. Filtry se při použití simulačního modelu 2. řádu chovají podle předpokladů a přenosové charakteristiky odpovídají vypočteným. V práci bylo řešeno pouze chování obvodu navenek. Cílem bylo získat poznatky pro návrh vnitřní struktury tohoto perspektivního obvodu.

LITERATURA

- [1] Tomazou, C., Lidgey, F. J., Haigh, D. G.: Analogue IC design: the current-mode approach, Peter Peregrinus Ltd, 1996
- [2] Čajka, J., Vrba, K.: Konvejory – Návrh obvodů s konvejory, Výzkumná zpráva, VUT v Brně, 2003
- [3] Alzaher, H. A., Ismail, M.: Current-mode universal filter using unity gain cells. Electronics Letters, 1999, vol. 35, No. 25, pp. 2198-2200
- [4] Weng, R. M., Lee, M. H.: Novel universal biquad filters usány only three followers. Int. J. Electronics, 1997, vol. 83, No. 6, pp. 621-628