

METHOD FOR DESIGNING FREQUENCY FILTERS USING UNIVERSAL CURRENT MIRRORS AND INVERTERS

Bc. Jan JEŘÁBEK, Master Degree Programme (1)
Dept. of Telecommunications, FEEC, BUT
E-mail: xjerab08@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Prof. Kamil Vrba

ABSTRACT

In this paper the process of designing frequency filters with Current Mirrors and Inverters (CMI) is presented. In the design, generalized circuit elements are used, to which a full admittance network is connected. A few possible connections of autonomous circuit are obtained. An illustration of the filter design is given, and the results measured are included.

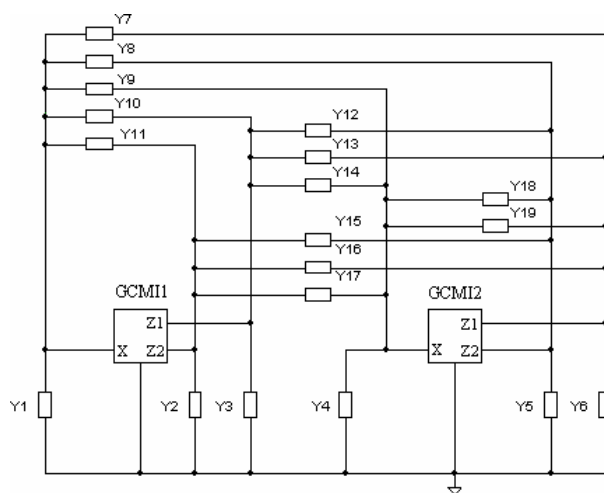
1 ÚVOD

Kmitočtové filtry se tradičně provozují v napěťovém módu, jako aktivní prvek je často použit operační zesilovač (OZ), který přes veškeré provedené inovace nedostačuje pro všechny potřeby návrhářů filtrů. V současné době se ve stále větší míře filtry provozují i v proudovém módu. Přechod k obvodům pracujícím v proudovém módu je zapříčiněn problémy se snižováním odstupů signál-šum u obvodů v napěťovém módu při neustálém snižování hodnot napájecích napětí a tím i snižováním zpracovávaných napětí. Většinou však na místě aktivních prvků ve filtrech pracujících v proudovém módu bývají napěťové prvky nebo prvky pracující ve smíšeném módu. Cílem tohoto článku je popis návrhu filtru v čistě proudovém módu, tzn. jak aktivní prvek tak i celý filtr pracují v proudovém módu.

Jako aktivní prvek bude využit obvod Current Mirrors and Inverters (CMI) [1]. Při návrhu autonomního obvodu se pracuje se zobecněnou variantou (GCMI) a ve výsledném zapojení bývá univerzální CMI (UCMI), který umožňuje realizovat všechny varianty vyplývající z obecné definice GCMI. Pro lepší orientaci uvedme, že prvek GCMI má jeden proudový vstup (X) a dva proudové výstupy ($Z1$ a $Z2$). Proud se přenáší ze vstupu na první výstup s přenosovým koeficientem a , na druhý výstup s koeficientem b . Parametry a a b mohou obecně nabývat hodnot -1 nebo $+1$.

2 METODA NÁVRHU AUTONOMNÍHO OBVODU

Za účelem získání všech možných autonomních obvodů se dvěma prvky GCMI je výhodné definovat obecnou admitanční síť (obr. 1). Právě dva aktivní prvky představují dobrý kompromis mezi složitostí výsledného zapojení a šíří aplikačních možností.



Obr. 1: Plně zapojená admitanční síť se dvěma prvky GCM1

V tab. 1 je ukázáno několik vybraných autonomních obvodů (včetně jejich charakteristických rovnic) získaných z této plně zapojené sítě. Obvykle volíme čtyři až pět admitancí a snažíme se, aby co největší počet z nich byl uzemněný.

Číslo	Autonomní obvod	Charakteristické rovnice
1		$D = Y_3Y_4 + Y_3Y_5 + Y_2Y_4 + Y_1Y_4 + Y_2Y_5 + Y_1Y_5 - b_1b_2Y_3Y_4 = 0.$
2		$D = -b_1b_2(Y_2Y_3 + Y_3Y_5) + Y_2Y_3 + Y_3Y_5 + Y_2Y_4 + Y_4Y_5 = 0.$
3		$D = Y_3Y_1 + Y_3Y_2 + a_1Y_3Y_2 + Y_4Y_1 + Y_4Y_2 + a_1Y_4Y_2 - b_1b_2Y_4Y_2 = 0.$

Tab. 1: Příklady autonomních obvodů s dvěma GCM1

3 UKÁZKA KMITOČTOVÉHO FILTRU

Na základě autonomního obvodu č. 3 z tab. 1 byl podle návrhového postupu popsaného v [2] navržen multifunkční kmitočtový filtr nakreslený na obr. 2. Aby mohla být

experimentálně ověřena funkčnost aplikace založené na CMI, byl využit univerzální proudový konvektor UCC-N1B [3], vyrobený v AMI Semiconductor.

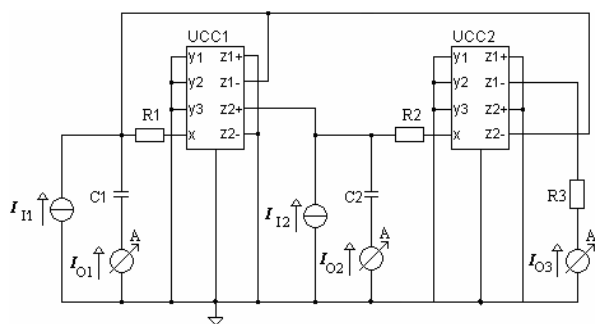
Použitelné proudové přenosové funkce navrženého filtru 2. řádu z obr. 2 jsou

$$\frac{I_{O1}}{I_{I2}} = \frac{-\mathbf{p}G_2C_1}{\mathbf{D}}, \quad \frac{I_{O3}}{I_{I1}} = \frac{G_1G_2}{\mathbf{D}}, \quad \frac{I_{O2}}{I_{I2}} = \frac{-\mathbf{p}^2C_1C_2}{\mathbf{D}}, \quad (2a,b,c)$$

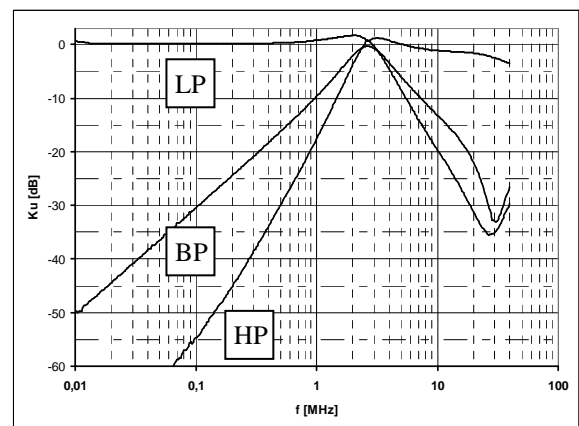
kde $\mathbf{D} = \mathbf{p}^2C_1C_2 + \mathbf{p}(G_2C_1) + G_1G_2$. Z rovnic je patrné, že se jedná o filtry typu pásmová, dolní a horní propust.

Za účelem dosažení charakteristického kmitočtu $f_0 \approx 3,4$ MHz a činitele jakosti $Q = 1$ byly zvoleny hodnoty pasivních prvků $R_1 = R_2 = R_3 = 1$ k Ω , $C_1 = C_2 = 47$ pF.

Změřené přenosové charakteristiky tohoto filtru jsou vykresleny na obr. 3. Vlastnosti filtrů na frekvencích nad 30 MHz byly již ovlivněny reálnými vlastnostmi použitých UCC.



Obr. 2: Multifunkční filtr 2. řádu realizovaný pomocí UCC



Obr. 3: Naměřené charakteristiky multifunkčního filtru

4 ZÁVĚR

Byla prezentována metoda obecné admitanční sítě se dvěma prvky GCMI, která byla použita k výběru výchozího autonomního obvodu pro následný návrh kmitočtového filtru. Z naměřených charakteristik je patrné, že filtry založené na CMI mají dobré vlastnosti. Omezením je v současné době nutnost využití obvodu UCC, který nebyl původně pro tento typ aplikace navržen. Závěrem lze konstatovat, že má smysl pracovat na vývoji vnitřní struktury univerzálního CMI, u kterého lze očekávat lepší kmitočtové vlastnosti.

LITERATURA

- [1] Vrba, K., Jerabek, J: Kmitočtové filtry s univerzálním CMI, www.elektrorevue.cz, 2006, zasláno redakci.
- [2] Koton, J., Vrba, K.: Method for designing Frequency Filters using Universal Current Conveyors, Intl. Trans. on Computer Science and Eng. Vol. 13, No. 1, pp. 144-154.
- [3] Vrba, K., Kubanek, D.: Three-Mode Biquads Employing Three UCC and All Grounded Passive Elements. In Proceedings of Telecommunications and Signal Proc. Int. Conf. TSP-2003.