

Gerilim Kontrollü İkinci Nesil Akım Taşıyıcı Tabanlı Yüksek Kazançlı Bant Geçiren Süzgeç

Murat AKSOY*¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Adana

Geliş tarihi: 26.01.2018

Kabul tarihi: 14.03.2018

Öz

Analog elektronik uygulamalarında aktif süzgeçler işlemsel kuvvetlendirici (OPAMP) ve işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (OTA) kullanılarak tasarlanabilirler fakat yakın zamanlarda akım modlu devreler güncel uygulamaları ile gündemdedir. Akım taşıyıcı yapılarının bant genişliklerinin ve lineerliklerinin gerilim modlu işlemsel kuvvetlendiricilerden daha iyi olmasından dolayı analog tasarımlarda tercih edilmektedir [1-3]. Gerilim kontrollü ikinci nesil akım taşıyıcı (VCCII) kullanarak yüksek kazançlı bant geçiren süzgeç uygulanması gerçekleştirilebilir. VCCII'nin X terminalindeki seri direnç bias gerilimi ile kontrol edilebilir. Bu çalışmada VCCII'nin X terminalinin değişken direnç özelliği kullanarak gerilim modunda gerilim kontrollü bant geçiren süzgeç önerilmiştir. En az sayıda pasif eleman kullanarak (sadece iki VCCII ve iki kondansatör kullanılarak) bant geçiren süzgeç tasarlanmıştır. Süzgeçin gerilim kazancı yaklaşık 57,6 dB'dir. Süzgeçin kontrol gerilimine göre ayarlanabilen merkezi frekansı yaklaşık 15,7 kHz'dir.

Anahtar Kelimeler: Akım taşıyıcı, VCCII, Bant geçiren süzgeç

High Gain Band Pass Filter Based on Voltage Controlled Second Generation Current Conveyor

Abstract

In analog electronic applications, active filters can be designed with operational amplifier (OPAMP) and operational transconductance amplifier (OTA), but recently the current mode circuits are on the way with current applications. Current conveyor structures are preferred in analog designs because of their better bandwidth and linearity than voltage-mode operational amplifiers [1-3]. Using a voltage controlled second generation current conveyor (VCCII), a high gain band pass filter can be implemented. The series resistance at the X terminal of VCCII can be controlled by the bias voltage. In this study, a voltage controlled band pass filter in voltage mode is proposed using the variable resistance characteristic of terminal X of VCCII. The band pass filter is designed using a minimum number of passive elements (only two VCCIIs and two capacitors). The voltage gain of the filter is about 57.6 dB. The center frequency, which can be adjusted according to the control voltage of the filter, is about 15.7 kHz.

Keywords: Current conveyor, VCCII, Band pass filter

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Murat AKSOY, aksoy@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

İkinci kuşak akım taşıyıcıları (CCII) 1970 yılında tanıtılmasından bu yana yükselteçler, süzgeçler, vb. gibi yüksek performanslı analog elektronik yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır [1-3]. Birçok çalışmada CCII kullanan gerilim veya akım modlu kuvvetlendiriciler önerilmiştir [3-9]. Genellikle, kazancı bir olan akım kontrollü gerilim veya akım modlu kuvvetlendiriciler önerilmiştir [3]. Bu çalışmada, bipolar transistor tabanlı gerilim kontrollü akım taşıyıcısı (VCCII) için bir tasarım önerilmiş ve bu yapı kullanılarak yüksek kazançlı bant geçiren süzgeç gerçekleştirilmiştir.

2. GERİLİM KONTROLLÜ İKİNCİ KUŞAK AKIM TAŞIYICI (VCCII)

Gerilim kontrollü ikinci nesil akım taşıyıcı (VCCII), Şekil 1 (a) 'da gösterildiği gibi sembolik olarak temsil edilen dört terminalli bir analog yapı bloğudur. İdeal bir çalışma için, bir VCCII akım ve gerilim terminali karakteristikleri Eşitlik 1'de verilen matris bağıntısı [4] ile tanımlanır:

$$\begin{pmatrix} i_y \\ V_x \\ i_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & R_x & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_y \\ i_x \\ V_z \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bu önerilen devrede VCCII'nin X terminalindeki seri direnç R_x , DC besleme gerilimi V_C ile kontrol edilir. Eşitlik 2'de R_x direnci ilgili bağıntı tanımlanmıştır [4]:

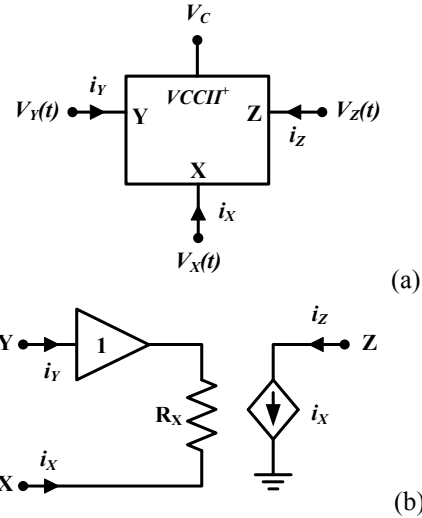
$$R_x = \eta \frac{V_T}{g_m V_C} \quad (2)$$

$$\eta = \frac{I_{SN} I_{SP}}{I_{SN}^2 + I_{SP}^2}$$

Burada;

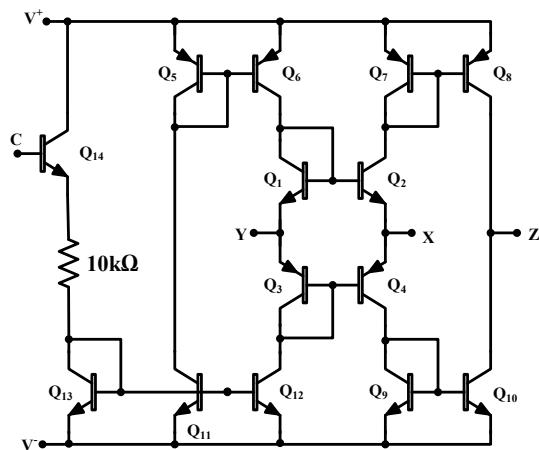
- V_T : Termal gerilim kT/q ;
- V_C : DC besleme gerilimi;
- I_{SN}, I_{SP} : n-p-n ve p-n-p transistörlerinin doyma akımları
- g_m : Kontrol kısmı kazancı

Ayrıca denklem 1, bipolar transistörlü VCCII'nin akım-gerilim terminal özelliklerini tanımlar. X terminalinden Z terminaline pozitif bir akım aktarımı, Y terminalinde yüksek giriş direnci ve X terminal gerilimi Y terminal gerilimi ve dâhili direnç R_x 'e bağlı olduğunu gösterir.



Şekil 1. Gerilim kontrollü ikinci kuşak akım taşıyıcı eşdeğer modeli ve devre sembolü

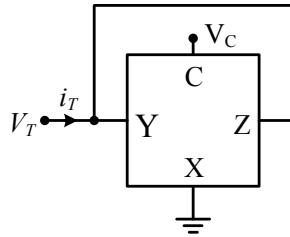
Evirmeyen tek çıkışlı VCCII'nin BJT tabanlı gerçekleştirilmesi Şekil 2'de verilmektedir. Bu mimaride kullanılan NPN ve PNP transistörlerinin model parametreleri Çizelge 1'de verilmektedir [7].



Şekil 2. VCCII'nin BJT ile gerçekleştirilmesi

VCCII'nin X terminal dâhili direncini bulmak için Şekil 3'te gösterilen devre kullanılır. Devrenin simülasyonu yapıldığında, X terminali dâhili direnci:

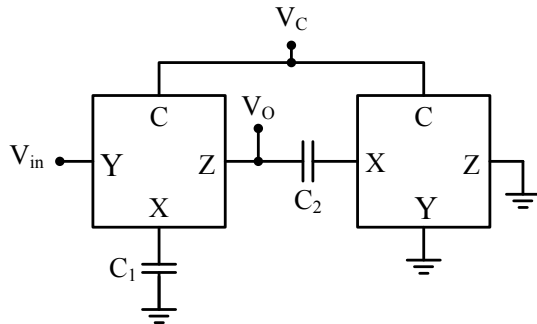
$$R_X = \frac{-V_T}{i_T} \quad (3)$$



Şekil 3. Gerilim kontrollü direnç

3. İKİNCİ DERECEDEKİ BANT GEÇİREN SÜZGEÇ UYGULAMASI

Yalnızca iki VCCII ve iki kondansatör kullanılarak gerçekleştirilen süzgeç Şekil 4'te verilmiştir. Bu çalışma için kondansatörlerin oranı 1000 olarak seçilmiştir. Merkezi frekans, VCCII'nin X terminalindeki dâhili dirence bağlıdır ve DC bias voltajı Vc tarafından kontrol edilir.



Şekil 4. Önerilen bant geçiren süzgeç

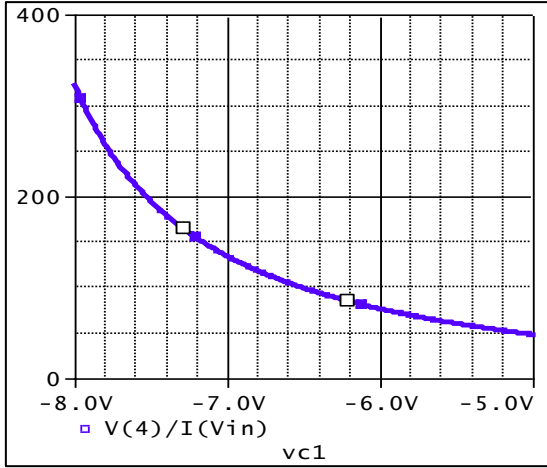
4. SİMULASYON SONUÇLARI

Şekil 4'de önerilen bant geçiren süzgeç devresi PSpice programı kullanılarak simülasyonu yapılmıştır. VCCII tasarımında kullanılan NPN ve

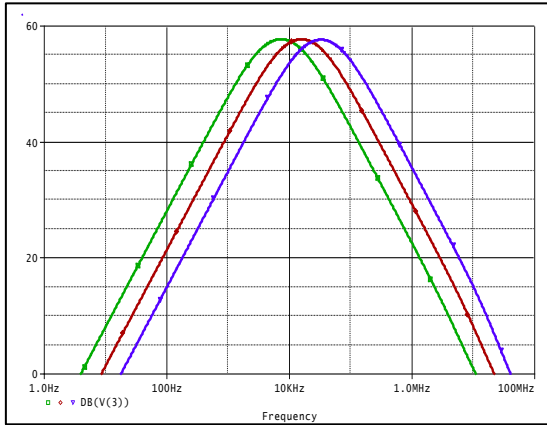
PNP BJT transistörlerde PR200N ve NR200N transistör parametreleri kullanılmıştır [7]. Dahili direnç R_X 'in simülasyon sonucu Şekil 5'de gösterilmektedir. Önerilen bant geçiren filtrenin gerilim aktarım karakteristiğinin simülasyon sonuçları Şekil 6'de gösterilmiştir. C_1 / C_2 kondansatör oranı 1000'dir. Sonuçlar $C_1 = 100\text{nF}$ ve $C_2 = 100\text{pF}$ için elde edilmiştir. Kontrol voltajı V_C , -8V, -7V ve -5V olarak ayarlandığında, filtrenin kazancı yaklaşık 57.6dB ve merkez frekansı 7.4 kHz, 15.7 kHz ve 33.4 kHz arasında ayarlanmaktadır.

Çizelge 1. NPN ve PNP transistörlerin parametreleri

	PNP	NPN
Is	650.6e-18	10.7e-15
Xti	3	3
Eg	1,11	1,11
Vaf	115,7	62,37
Bf	231,7	486,8
Ne	1,829	1,3
Ise	54,81f	5,911F
Ikf	1,079	13,07m
Xth	1,5	1,5
Br	3,563	1,333
Nc	2	2
Isc	0	0
Ikr	0	0
Rc	0,715	1,61
Cjc	14,76p	4,017p
Mjc	0,5383	0,3174
Vjc	0,75	0,75
Fe	0,5	0,5
Cje	19,82p	4,973p
Mje	0,3357	0,4146
Vje	0,75	0,75
Tr	111,3n	4,72n
Tf	603,7p	819,2p
Itf	0,65	0,35
Vtf	5	4
Xtf	1,7	7
Rb	10	10



Şekil 5. Dahili direnç Rx in kontrol gerilimi ile değişimi



Şekil 6. Önerilen süzgecin gerilim transfer karakteristiği

5. SONUÇ

Bu çalışmada gerilim kontrollü BJT tabanlı bir akım taşıyıcısı önerilmiştir. Bu yapıda X terminalinin dâhili direnci gerilim ile kontrol edilmektedir. Bu özellik kullanılarak gerilim kontrollü süzgeç, osilatör ve yükselteç gibi devreler tasarlanabilir. Bu çalışmada gerilim kontrollü ikinci dereceden bant geçiren bir süzgeç devresi tasarlanmıştır. Bu devrede merkez frekansı kontrol gerilimi ile ayarlanmaktadır. Sümülasyon sonuçları yüksek kazançlı ve kontrol edilebilir merkez frekansı olan bir süzgeç devresinin en az

eleman kullanarak gerçekleştirildiğini göstermektedir. Bu yapı kullanılarak daha yüksek frekanslarda çalışabilecek yapılar da gerçekleştirilebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Sedra, A.S., Smith, K.C., 1970. A Second Generation Current Conveyor and its Applications, IEEE Trans. Circuit Theory, CT-17, 132-134.
2. Fabre, A., 1985. Translinear Current Conveyors Implementation, Int. Journal Electron, 59, 61-623.
3. Fabre, A., Saaid, O., Wiest, F., Boucheron C., 1995. Current Controlled Bandpass Filter Based on Translinear Conveyors, Electronics Letters, 31(20), 1727-1728.
4. Fabre, A., Saaid, O., Wiest, F., Boucheron, C., 1996. High Frequency Applications Based on a New Current Controlled Conveyors, IEEE Trans. Circuits and Systems, 43(2), 82-91.
5. Özoğuz, S., Güneş, E.O., 1996. Universal Filter with Three Inputs using CCII+, Electronics Letters, 32(23), 2134-2135.
6. Fabre, A., Saaid, O., Wiest, F., Boucheron, C., 1997. Low Power Current-mode Second-order Bandpass IF Filter, IEEE Trans. Circuits and Systems, 44(6), 436-445.
7. Aksoy, M., Çiçekoğlu, O., Kuntman, H., 2001. High Output Impedance Current Mode Third Order Equal Passive Component Butterworth Filter Proceedings of the International Symposium on Signals, Circuits & Systems, SCS '2001, 413-416.
8. Choubey, C.K., Tiwari, G., Paul, S.K., 2016. CCII Based Multifunction Inverse Filter, 2016 IEEE International Conference on Advances in Electronics, Communication and Computer Technology (ICAECCT) Rajarshi Shahu College of Engineering, Pune India.
9. Lee, C., 2013. Fully Cascadable High-Order Current-Mode CCII-Based Universal Filter, Proceedings of 2013 International Conference on Fuzzy Theory and Its Application National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan, Dec.