

İKİNCİ KUŞAK AKIM TAŞIYICI İLE HABERLEŞME SÜZGEÇLERİNİN TASARIMINDA YENİ OLANAKLAR

Murat AKSOY¹ Hakan KUNTMAN² Sadri ÖZCAN² Oğuzhan ÇİÇEKOĞLU³

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Çukurova Üniversitesi, 01330, Balcalı, Adana

²Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü Elektrik-Elektronik Fakültesi
İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul

³Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Boğaziçi Üniversitesi, 80815, Bebek, İstanbul

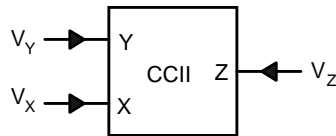
1. Özet

Haberleşme sistemleri için aktif süzgeçler önemli yapı blokları arasında yer alırlar. Akım ve gerilim modlu yapıları kullanarak aktif süzgeçler gerçekleştirmek mümkündür. Son zamanlarda akım modlu yapıları kullanarak birçok aktif süzgeç tasarlanmış ve önerilmiştir. Bunun nedeni, akım modlu devrelerde kullanılan yapı bloklarının lineerliklerinin ve band genişliklerinin gerilim modlu işlemsel kuvvetlendiricilere göre daha iyi olmasıdır. Bu çalışmada, ikinci kuşak akım taşıyıcılar (CCII) kullanılarak haberleşme uygulamalarına yönelik band geçiren süzgeç tasarımı ele alınmıştır. Daha önceki bir çalışmada önerilmiş olan üçüncü dereceden band geçiren model ve modelde RC-CR değişimi yapılarak elde edilen yapının ardarda bağlanması ile altıncı dereceden band geçiren süzgeç elde edilmiştir. CCII için ideal eşdeğer devre ve BJT eleman modelleri kullanılarak SPICE benzetimi yapılmış ve devrenin başarımı incelenmiştir

2. Giriş

Akım modlu devreler son zamanların güncel elemanlarıdır. Bu elemanlar elektronikte bir çok uygulama alanı bulmuşlardır. Bunun nedeni ise işlemsel kuvvetlendiricilerin yükselme eğimi (slew rate) ve kazanç bant genişliği çarpımı çalışma frekansını sınırlandırmaktadır. Birim kazançlı kuvvetlendiricilerin işlemsel kuvvetlendirici yerine geniş bantlı ayırıcı katlarla gerçekleştirilmesi durumunda bu kısıtlamaların kalkacağı gözönüne alınarak çalışmalar yapılmış ve literatüre yansıtılmıştır. İkinci kuşak akım taşıyıcı (CCII) birim kazançlı kuvvetlendirici gerçekleştirilmesinde kolaylıkla yararlanılabilecek en önemli analog devre yapı bloğudur. İkinci kuşak akım taşıyıcı yapısının y ucu giriş ve x ucu çıkış olarak seçildiğinde, yapı gerilim izleyici olarak çalışır. Bunun ötesinde, ikinci kuşak akım taşıyıcının x ucundan akan akımın z ucundan yüksek empedanslı olarak alınabilmesi, akım modlu devre tasarımında büyük yarar sağlamakta, böylece daha sonraki işaret işleme blokları yüksek empedanslı olarak sürülebilmektedir.

Bu çalışmada akım modlu, birim kazançlı kuvvetlendirici tabanlı bir üçüncü derece band geçiren süzgeç yapısı arka arkaya bağlanarak altıncı dereceden band geçiren süzgeç önerilmiştir. Önerilen süzgeç, ikinci kuşak akım taşıyıcı yapısı kullanılarak kurulmuştur. Yapıda Minimum sayıda pasif eleman kullanılmıştır. Önerilen devrenin başarımı SPICE benzetim programı ile de gösterilmiştir. Önerilen devre, literatürde yer alan yapılara ek olarak tasarımcılara yeni olanaklar getirmektedir.



Şekil 1. İkinci kuşak akım taşıyıcısı

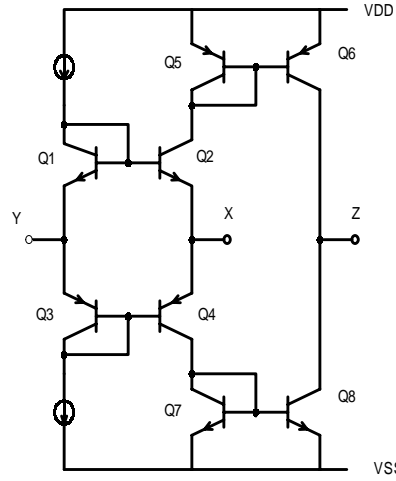
3. İkinci Kuşak Akım Taşıyıcı

Şekil 1 de ikinci kuşak akım taşıyıcı sembolü verilmiştir. Bu aktif elemanın terminal gerilim-akım ilişkisi:

$$\begin{pmatrix} i_y \\ v_x \\ i_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_y \\ i_x \\ v_z \end{pmatrix} \quad (1)$$

şeklindedir; i_z işaretinin pozitif olması faz çevirmeyen CCII+ yapısını, i_z işaretinin negatif olması da faz çeviren CCII- yapısını gösterir. Şekil 2 de çevirmeyen bipolar CCII yapısı verilmiştir. Denklem 2 de ise bipolar CCII yapısının terminal akım-gerilim ilişkisi verilmiştir. Burada α ve β ideal olmayan akım ve gerilim kazançlarıdır. Bipolar ile gerçekleştirilen yapının yüksek bant genişliğine sahip olması beklenir.

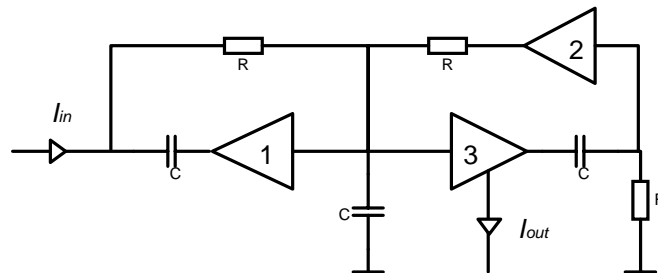
$$\begin{pmatrix} i_y \\ v_x \\ i_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \alpha & 0 & 0 \\ 0 & \pm \beta & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_y \\ i_x \\ v_z \end{pmatrix} \quad (2)$$



Şekil 2. İkinci kuşak akım taşıyıcının BJT ile gerçekleştirilmesi

4. Yüksek Dereceden Süzgeç Tasarımı

Şekil 3 de önerilen 3.dereceden süzgecin transfer fonksiyonu denklem 3 de verilmiştir. Bu devrede 1. ve 2. aktif elemanlar gerilim izleyici olarak, 3. aktif eleman ise hem gerilim izleyici hemde akım aynalaması olarak çalışmaktadır. Şekil 3 teki devrede RC-CR dönüşümü yapılarak elde edilen yeni devrenin transfer fonksiyonu ise denklem 4 de verilmiştir. Elde edilen bu iki devrenin ardı ardına bağlanması ile 6. dereceden bir band geçiren süzgeçin devresi ise şekil 4 de verilmiştir. Bu devrenin transfer fonksiyonu ise denklem 5 verilmiştir.

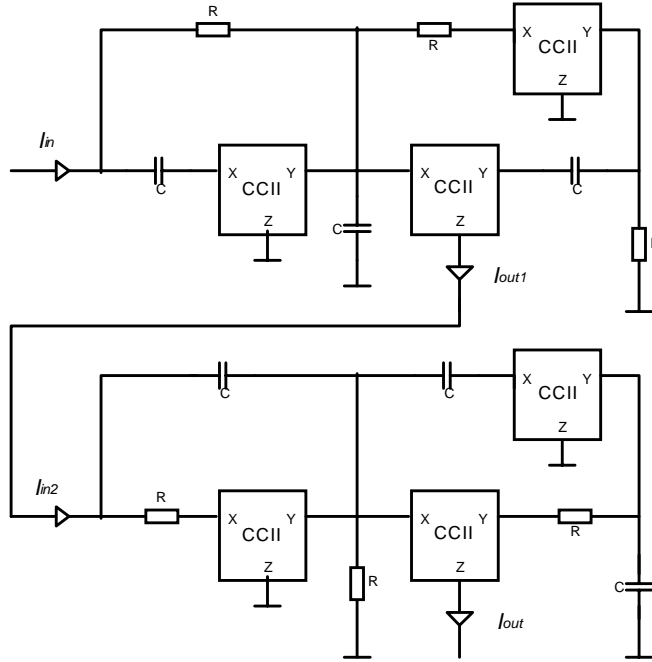


Şekil 3. Üçüncü derecen band geçiren süzgeç devresi

$$\frac{i_{out1}}{i_{in}} = \frac{sCR}{(sCR)^3 + 2(sCR)^2 + 2sCR + 1} \quad (3)$$

$$\frac{i_{out}}{i_{in2}} = \frac{(sCR)^2}{(sCR)^3 + 2(sCR)^2 + 2sCR + 1} \quad (4)$$

$$\frac{i_{out}}{i_{in}} = \frac{sCR}{(sCR)^3 + 2(sCR)^2 + 2sCR + 1} \times \frac{(sCR)^2}{(sCR)^3 + 2(sCR)^2 + 2sCR + 1} \quad (5)$$



Şekil 4. CCII ile gerçekleştirilen altıncı derecen band geçiren süzgeç devresi

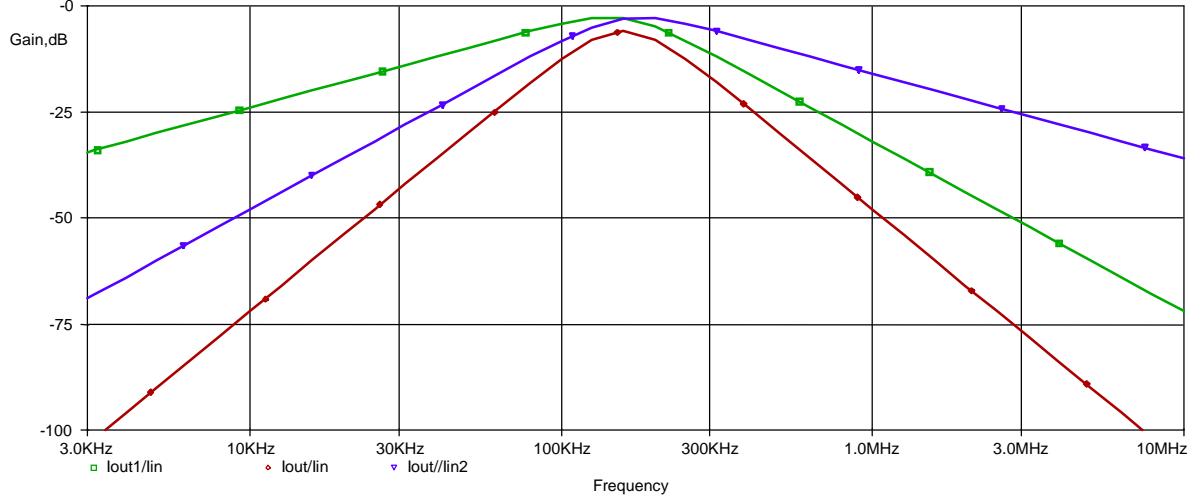
5.Simülasyon Sonuçları

Bu çalışmada, 6.dereceden önerilen süzgeç ikinci kuşak akım taşıyıcı yapısının ideal ve BJT modellemesi kullanılarak analiz edilmiştir. Modeller SPICE benzetim programı kullanılarak elde edilmiştir. Bu devrede kullanılan pasif elemanlar eş değer olarak seçilmiş ve $C=1nF$ ve $R=1k\Omega$ alındığında merkez frekansı $f_0 = 150kHz$ dir. Şekil 5 de ideal ve şekil 6 da ise BJT modellemesi kullanılarak elde edilen sonuçlar verilmiştir. Sonuçlar yüksek frekans aralığı dışında aynıdır. Bu fark BJT lerin idealsizliğinden kaynaklanmaktadır. Tablo 1 (a) da THD (toplam harmonik distorsiyon) in giriş akımı ile ilişkisi verilmiştir. Bu süzgeç için kabul edilebilir giriş akımının tepe değeri 11mA dir. Tablo 1(b) de ise giriş akımı 1mA ve frekansı 150kHz alınarak çıkış akımı ve THD in değişen yük direnci altında değişimi incelenmiştir. Buradan görüleceği üzere düşük yük dirençleri değerlerinde çıkış akımı sabittir.

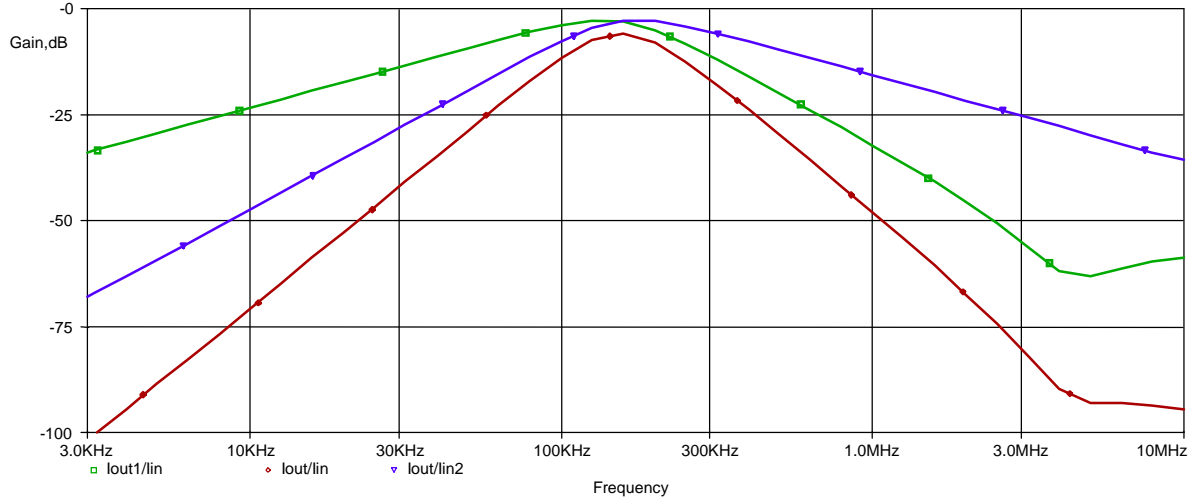
I_{in} (mA)	THD %	R_L (ohm)	THD %	I_o (uA)
0,05	1,17	50	0,88	507
0,1	1,01	200	0,87	506
0,5	1,06	2000	1,34	483
4	1,4	3000	0,55	471
8	1,9	4000	0,24	462
10	2,16	10000	1,06	404
11	5,24	15000	1,17	363

Tablo1 a) Giriş akımının toplam harmonik distorsiyona etkisi

b) Giriş akımı 1mA iken çıkış akımı ve THD in değişen yük direnci ile değişimi



Şekil 5. İdeal CCII için band geçiren süzgeç devresi sonuçları



Şekil 6. BJT ile modellenmiş CCII için band geçiren süzgeç devresi sonuçları

6. Sonuç

Altıncı dereceden band geçiren aktif süzgeç ikinci kuşak akım taşıyıcı yapısı kullanılarak PSPICE benzetim programında ideal ve ideal olmayan elemanlar kullanılarak modellenmiştir. Elde edilen sonuçlar yüksek frekans haricinde ideal ve BJT için iyi sonuç vermiştir. Yüksek frekanslardaki sapmalar kabul edilebilir durumdadırlar. Bu çalışmada önerilen yapının çıkış impedansı yüksek olduğundan dolayı kolaylıkla ardarda bağlanması yüksek dereceden süzgeçler elde etmek mümkündür.

Kaynakça

- [1] Abuelma'atti M. T., Al-Qahtani M. A., Current-Mode Universal Filters Using Unity-Gain Cells, ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 12, pp. 1077-1078, 1996
- [2] Acar C., Özoğuz S., High-Order Voltage Transfer Function Synthesis Using CCII+ Based Unity Gain Current Amplifiers, ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 22, pp. 2030-2031, 1996
- [3] Fabre A., Amrani H., Bartelemy H., A Novel Class ABFirst Generation Current Conveyor, IEEE TRANSACTIONSON CIRCUITS AND SYSTEMS II ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING, vol. 46, no. 1, pp. 96-98, 1999
- [4] Fabre A., Saaid O., Wiest F., Boucheron C., High Frequency Applications Based on a New Current Controlled Conveyor, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS I FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, vol.43, Iss. 2, pp. 82-91, 1996
- [5] Senani R., New Current-Mode Biquad Filter, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, Vol. 73, Iss 4, pp 735-742, 1992

- [6] Higashimura M., Fukui Y., Realization of Current Mode All-Pass Networks Using a Current Conveyor, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS, vol. 37, Iss. 5, pp. 660-661, 1990
- [7] Abuelma'atti M. T., Shabra A. M., A novel current-conveyor-based universal current-mode filter, Microelectronics Journal, Vol. 27, Iss 6, pp. 471-475, 1996
- [8] Chang C. M. , Novel Universal Current-Mode Filter with Single-Input and 3 Outputs Using Only 5 Current Conveyors, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 29, Iss 23, pp 2005-2007, 1993
- [9] Abuelma'atti M. T., Al-Qahtani M. A., Current-mode universal filters using unity-gain cells, ELECTRONICS LETTERS, vol. 32, no. 12, pp. 1077-1078, 1996
- [10] Güneş E. O., Anday F., Realisation of current-mode universal filter using CFCCIIps, ELECTRONICS LETTERS, Vol 32, Iss 12, pp. 1081-1082, 1996
- [11] Chang C. M., Current-Mode Lowpass Bandpass and Highpass Biquads Using Two CCIIs, ELECTRONICS LETTERS, vol. 29, pp. 2020-2021, 1993
- [12] Fabre, A., Alami M., Universal Current-Mode Biquad Implemented from 2 2nd Generation Current Conveyors, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS I-FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, Vol 42, Iss 7, pp 383-385, 1995
- [13] Soliman A., New current mode filters using current conveyors, A.E.Ü. INT. J. ELECTRON. COMMUN., V. 51, No. 5, pp. 275-278, 1997
- [14] Özoğuz S., Acar C., Universal Current-Mode Filter with Reduced Number of Active and Passive Components, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 33, Iss. 11, pp. 948-949, 1997
- [15] Aksoy M., Özcan S., Kuntman H., Çicekoğlu O., Transresistance Multifunction Filter Using Current Feedback Amplifier, Proceedings of the International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ELECO'2001, s. 36-39, Bursa-Türkiye, 7-11 Kasım 2001