

YENİ BİR BİPOLAR DEĞİŞTİRİLMİŞ ÜÇÜNCÜ KUŞAK AKIM TAŞIYICI (MCCIII) YAPISI, KARAKTERİZASYONU VE UYGULAMALARI

Seçkin BODUR¹ Hakan KUNTMAN² Oğuzhan ÇİÇEKOĞLU³

^{1,2} İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü, 80626, Maslak, İstanbul

³ Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Müh. Böl., 80815 Bebek-İstanbul

¹e-posta: seckinb@btae.mam.gov.tr

²e-posta: kuntman@ehb.itu.edu.tr

³e-posta: cicekoglu@boun.edu.tr

Anahtar sözcükler: İşaret işleme için VLSI, süzgeç tasarımı, akım taşıyıcılar, akım modlu çalışma

ABSTRACT

This paper presents a new high performance MCCIII circuit. The characterization of this circuit is performed by SPICE simulations. The circuit performace is presented on application circuits such as all-pass filters.

1 GİRİŞ

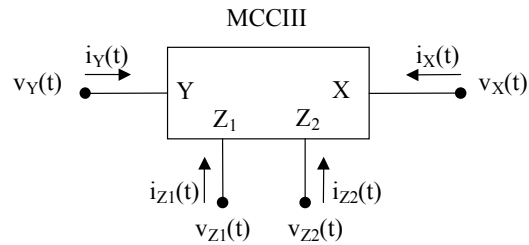
Akım modlu devreler ve akım taşıyıcı gibi akım modlu devre elemanları son yıllarda birçok çalışmaya konu olmuşlardır. Akım modlu devre elemanlarına karşı giderek artmakta olan bu ilgi, akım modlu devre elemanlarının işlemsel kuvvetlendirici gibi gerilim modlu devre elemanlarına göre daha iyi lineerlik ve daha iyi band genişlikleri sergilemesinden kaynaklanmaktadır [1-11]. Aynı şekilde akım modlu süzgeçler, gerilim modlu benzerlerine göre daha geniş dinamik sınırlar ve daha geniş band genişlikleri sağlayabilmektedirler. Düşük giriş empedansları ve yüksek çıkış empedanslarına sahip akım modlu süzgeçler, herhangi bir ek aktif elemana ihtiyaç duyulmadan, ard arda bağlanarak daha yüksek seviyeli süzgeçler ve osilatörler elde edilebilmektedir [4][5][6].

Akım Taşıyıcı (Current Conveyor, CC) 1968 yılında Smith ve Sedra tarafından sunulan yeni bir devre elemanı olarak hayatımıza katılmıştır [7]. İlk akım taşıyıcının tanım bağıntılarında yapılan değişikliklerle, 1970 yılında Sedra ve Smith “İkinci Kuşak Akım Taşıyıcı (CCII)” sunmuş ve bu çalışmayı 1995 yılında Fabre tarafından sunulan “Üçüncü Kuşak Akım Taşıyıcı (CCIII)” devre elemanı takip etmiştir [8][9]. Fabre, CCIII elemanını sunarken, herhangi bir devredeki yüzen bir pasif eleman üzerindeki akımın kullanılabilmesi için CCIII elemanına olan gereksinimi vurgulamıştır. Ancak CCIII elemanının

kullanılışı sadece bununla sınırlı kalmamış, çeşitli devre bloklarının ve süzgeçlerin tasarımında da bu elemandan yararlanılmıştır.

Fabre tarafından önerilen üçüncü kuşak akım taşıyıcıları (CCIII), özellikle, iki ucu topraktan yalıtılmış bir devre elemanından akımı sezerek algılamaya uygun düşmektedir.

Kısa bir süre önce yayınlanmış olan bir çalışmada, yeni bir aktif devre elemanı, değiştirilmiş üçüncü kuşak akım taşıyıcı (MCCIII, modified third generation current conveyor, Şekil.1) önerilmiş ve bu elemanın kazanç sağlayan Z_1 ek ucuyla devre sentezinde yeni olanaklar sağlayacağı ve gerçekleştirilmeleri basitleştireceği gösterilmiştir [4].



Şekil.1: MCCIII elemanının genel gösterimi

MCCIII elemanının -2 kazançlı bir Z_1 ucunun bulunması, Fabre tarafından önerilen CCIII elemanı ile gerçekleştirilemeyecek yeni tasarım olanakları getirmektedir. MCCIII elemanının getirdiği esneklik, devre tasarımcısına iki fazlı osilatör, yüksek Q 'lu süzgeç gibi analog devre bloklarının oluşturulması açısından esneklik kazandırmakta ve yeni olanaklar sağlamaktadır.

Bu çalışmada, bipolar tekniği ile gerçekleştirilen yeni bir MCCIII yapısı önerilmiş, önerilen yapının karakterizasyonu verilmiş ve devrenin başarımı bir

örnek tümgeçiren süzgeç uygulama devresi üzerinde gösterilmiştir.

2 DEĞİŞTİRİLMİŞ ÜÇÜNCÜ KUŞAK AKIM TAŞIYICI

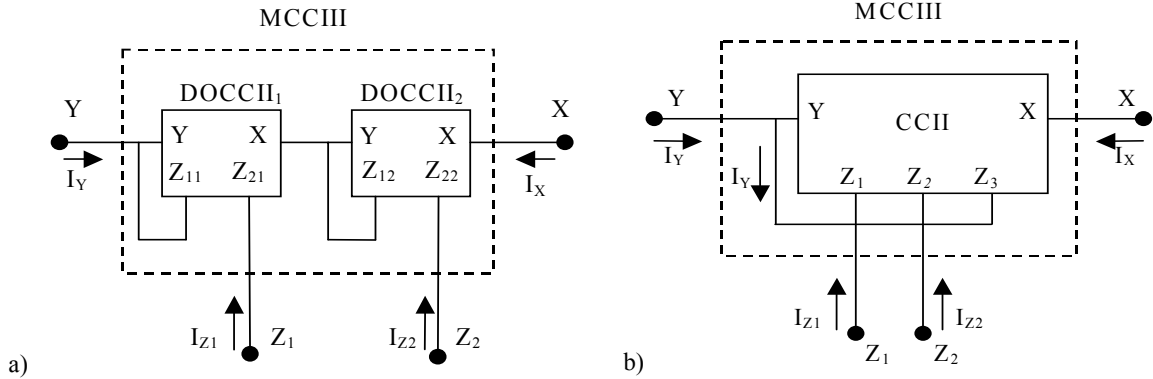
Değiştirilmiş üçüncü kuşak akım taşıyıcı için tanım bağıntısı:

$$\begin{pmatrix} I_Y \\ V_X \\ I_{Z1} \\ I_{Z2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_Y \\ I_X \\ V_{Z1} \\ V_{Z2} \end{pmatrix} \quad (1)$$

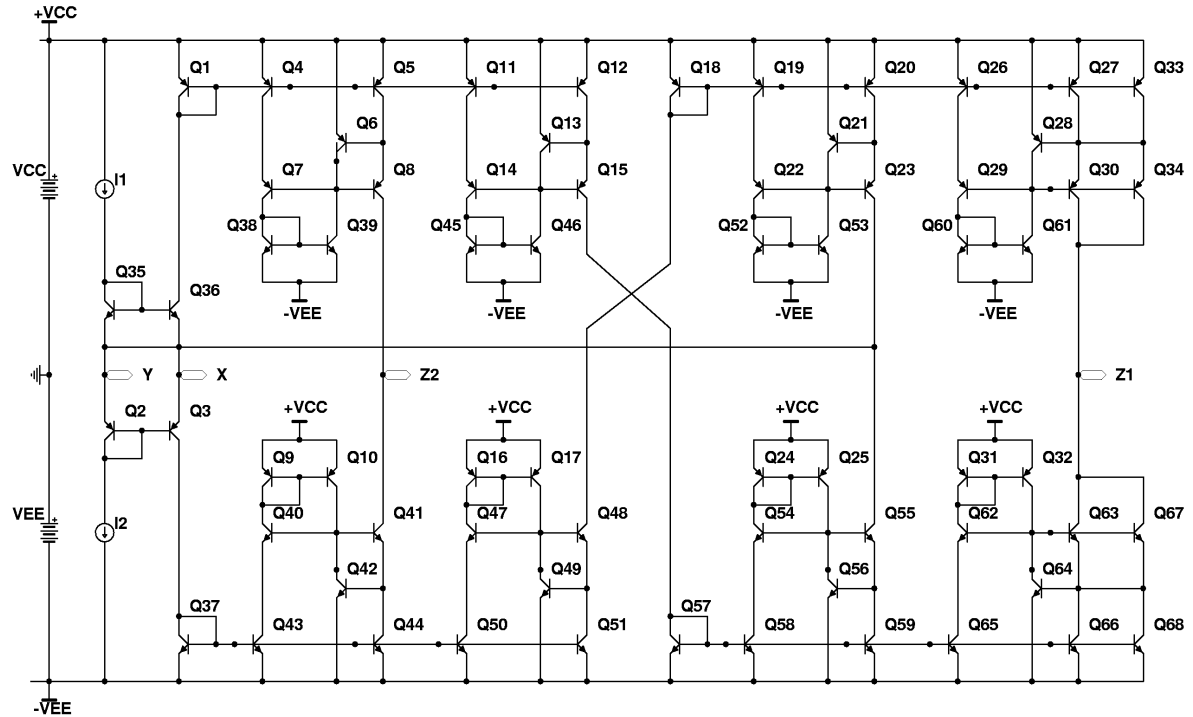
Tanım bağıntısından da görüldüğü gibi MCCIII, bir CCIII için I_Z/I_X akım kazancının -2 olarak seçilmesi ve birim kazançlı yeni bir Z_2 kapısının eklenmesiyle

oluşturmuştur. MCCIII elemanı, iki adet çift Z çıkışlı CCII (DOCCII – Dual Output Current Conveyor) kullanılarak veya Z çıkışları sayısı üçe çıkarılmış bir CCII kullanılarak Şekil.2a ve Şekil.2b’de görüldüğü gibi gerçekleştirilebilir. İstenilen akım kazancı iç yapılarda kullanılan akım aynalarındaki çevrim oranları değiştirilerek elde edilmektedir.

Bu çalışmada MCCIII elemanı için Şekil.2b’de verilmiş olan yöntem kullanılarak, yeni bir bipolar iç yapı önerilmekte ve önerilen iç yapının karakterizasyonları yapılmaktadır. Önerilen yapının başarımı uygulama devreleri üzerinde gösterilmektedir. Devrede girişte translineer çevrim yer almakta, çıkışlarda ise yüksek çıkış empedansı sağlamak üzere yüksek doğruluklu aktif geribeslemeli kaskod akım aynaları (YAGKAA) kullanılmıştır.



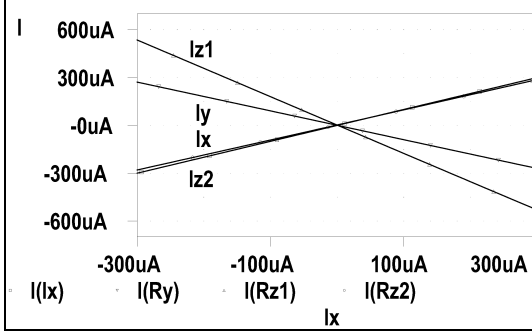
Şekil.2: a) İki CCII ile MCCIII gerçekleştirilmesi b) Üç Z çıkışlı CCII ile MCCIII gerçekleştirilmesi



Şekil.3: YAGKAA kullanılarak gerçekleştirilen MCCIII

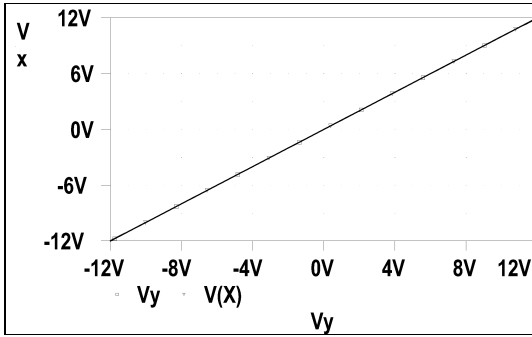
3 DEVRENİN KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ

Şekil.3'de iç yapısı verilmiş olan devre için besleme gerilimleri $V_{CC}=12V$, $V_{EE}=-12V$ olarak seçilmiştir. Devrenin akım iletim karakteristiği Şekil.4'te verilmiştir. Benzetimden $I_Y/I_X=-0.90$, $I_{Z1}/I_X=-1.74$, $I_{Z2}/I_X=0.95$ sonuçları alınmıştır.



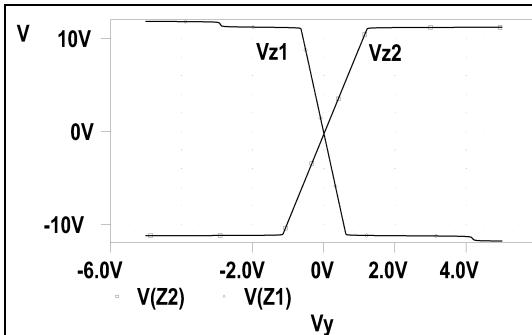
Şekil.4: DC akım iletim karakteristiği

V_X-V_Y gerilim izleme karakteristiği Şekil.5'te verilmiştir. Benzetimden $V_X/V_Y=1$ izleme oranının sağlandığı görülmektedir.



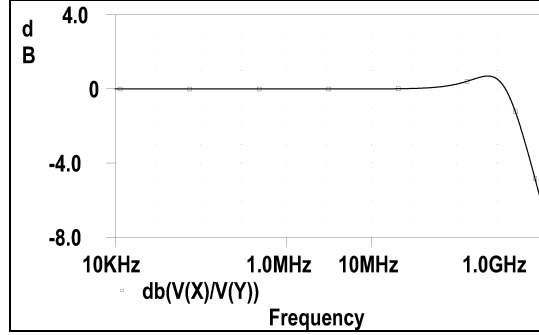
Şekil.5: V_X-V_Y gerilim izleme karakteristiği

V_{Z1} , $V_{Z2} - V_Y$ gerilim izleme karakteristiği Şekil.6'te verilmiştir.



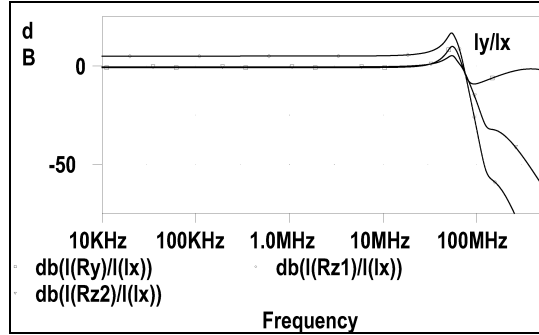
Şekil.6: V_{Z1} , $V_{Z2} - V_Y$ karakteristiği

V_X/V_Y gerilim izlemesi frekans cevabı Şekil.7'de verilmiştir. Benzetim için -3dB kesim frekansı $f_c=640MHz$ olarak bulunmuştur.



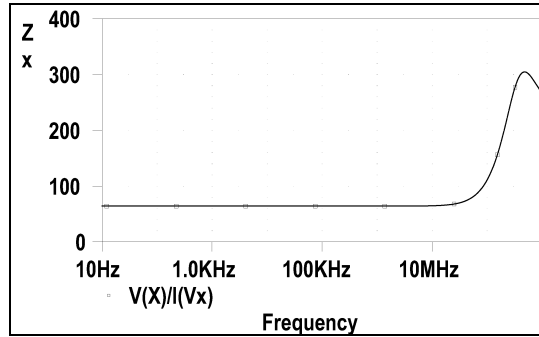
Şekil.7: V_X/V_Y gerilim izleme frekans cevabı

Akım kazançlarının frekans cevabı Şekil.8'de verilmiştir. Akım kazançları için -3dB kesim frekansları, $f_c(I_Y/I_X)=75MHz$, $f_c(I_{Z1}/I_X)=70.7MHz$, $f_c(I_{Z2}/I_X)=75MHz$ olarak saptanmıştır.



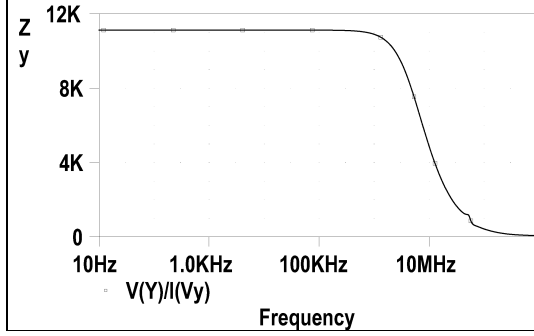
Şekil.8: Akım kazançları frekans cevabı

Z_X empedansının frekans cevabı Şekil.9'de verilmiştir. Y kapısının toprağa çekilmesiyle Z_X empedansının 64 Ohm değerini aldığı görülmektedir



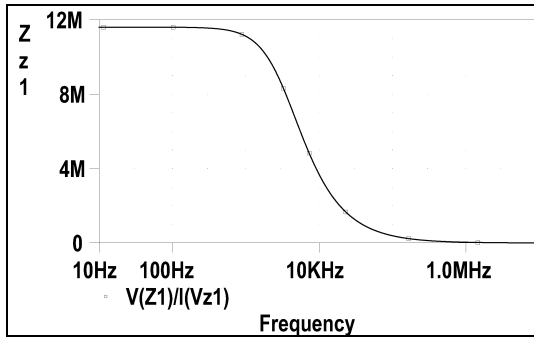
Şekil.9: Z_X empedansı frekans cevabı

Z_Y empedansının frekans cevabı Şekil.10'de verilmiştir. X kapısına bağlanan $R_X=10k\Omega$ 'luk direnç Y kapısına $Z_Y=11.1k\Omega$ 'luk bir değeri yansıtmaktadır.



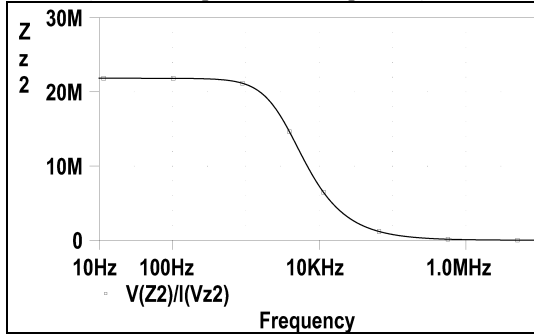
Şekil.10: Z_Y empedansı frekans cevabı

Z_{Z1} empedansının frekans cevabı Şekil.11'da verilmiştir. Benzetimden, $R_{Z1}=11.6M\Omega$ ve $f_C=3.3KHz$ bulunmuş, $C_{Z1}=4.16pF$ hesaplanmıştır.



Şekil.11: Z_{Z1} empedansı frekans cevabı

Z_{Z2} empedansının frekans cevabı Şekil.12'de verilmiştir. Benzetimden, $R_{Z2}=21.8M\Omega$ ve $f_C=3.5KHz$ bulunmuş, $C_{Z2}=2.09pF$ olarak hesaplanmıştır.



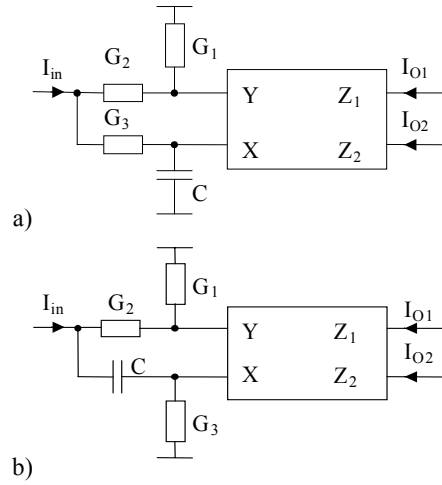
Şekil.12: Z_{Z2} empedansı frekans cevabı

4 TÜMGEÇİREN SÜZGEÇ YAPILARI

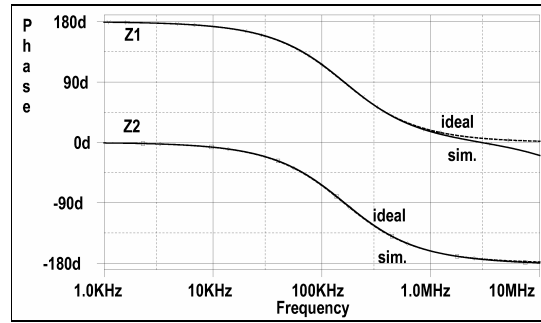
Tümgeçiren süzgeçler, analog işaret işlemede yaygın olarak kullanılan devre bloklarıdır. Bu süzgeçlerden faz eğrisini düzeltmek, osilatör ve yüksek değer katsayılı band geçiren süzgeç gerçekleştirmek amacıyla yaygın olarak yararlanılmaktadır. Bu çalışmada iki yeni MCCIII tabanlı birinci dereceden tümgeçiren süzgeç yapısı önerilmiş (Şekil.13), bu devrelerden Şekil.13a'da verilen süzgeç yapısının başarımı SPICE benzetim programı ile gösterilmiştir. SPICE benzetimlerinde Şekil.3'de verilen yüksek

başarılı BJT MCCIII devresinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil. 14 ve Şekil. 15'te verilmiştir.

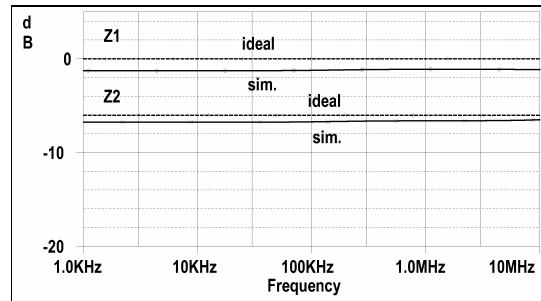
Devrede Z_2 çıkışı klasik CCIII devresine karşı düşmektedir. Bu uca kadar olan kazanç $-6dB$ dir; yani geçiş fonksiyonu kayıplı olmaktadır. Z_1 çıkışı ise MCCIII devresinin tanımı gereği ($k=2$) $0dB$ kazanç sağlamaktadır. Bu da MCCIII tabanlı yapıların CCIII tabanlı yapılara göre tasarımda yarar sağladığını ortaya koymaktadır. Bipolar tekniği ile gerçekleştirilen akım taşıyıcılar, uygun üretim süreci kullanılması durumunda, birkaç yüz MHz'e kadar uzanan yüksek frekanslar bölgesinde çalışabilmekte, bu nedenle önerilen devre de tümdevre tasarımcıları için CMOS yapılara göre yüksek performanslı diğer bir seçenek oluşturmaktadır.



Şekil.13: Tümgeçiren süzgeç yapıları



Şekil. 14: Tümgeçiren süzgeç faz eğrileri



Şekil. 15: Tümgeçiren süzgeç kazanç eğrileri

5 SONUÇ

Bu çalışmada, bipolar tekniği ile gerçekleştirilen yeni bir MCCIII yapısı önerilmiş, önerilen yapının karakterizasyonu verilmiş ve devrenin başarımı bir örnek tümgeçiren süzgeç uygulama devresi üzerinde gösterilmiştir. Önerilen devre yüksek başarımlı göstermekte ve tümdevre tasarımcıları için CMOS yapılara göre diğer bir seçenek oluşturmaktadır.

6 KAYNAKLAR

- [1] Wilson B., Recent developments in current conveyer and current-mode circuits, Proc. IEE PT. G, vol. 137, (2), pp. 63-77, 1990
- [2] Çam U., Çiçekoğlu O., Kuntman H., A New Four Terminal Floating Nullor Based Single-Input Three-Output Current-Mode Multifunction Filter, Microelectronics Journal, vol. 30, Nr. 2, pp. 115-118, 1999
- [3] Özoğuz S., Toker A., Çiçekoğlu O., New Current-Mode Universal Filters Using Only Four (CCII+)s, Microelectronics Journal, vol. 30, Nr. 3, pp. 255-258, 1999
- [4] Kuntman H., Çiçekoğlu O., Özoğuz S., Karaçivi B, Universal current mode filter implemented with the modified third generation current conveyer, NORSIG 2000, 165-168., 2000.
- [5] Kuntman H., Çiçekoğlu O., Özoğuz S., A modified third generation current conveyer, its characterization and applications, FREQUENZ, 56, 47-54, 2002.
- [6] Özcan S., Kuntman H., Toker A., Çiçekoğlu O., CDBA aktif elemanı kullanılarak gerçekleştirilen tüm geçiren filtreler, Bursa Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Müh. Sempozyumu (ELECO 2000), Elektronik ve Bilgisayar Bildiri Kitabı, 28-32, 2000
- [7] Smith K.C., Sedra A., The current conveyer, a new circuit building block, Proc. IEEE, 56, 1368-1369, 1968.
- [8] Sedra A., Smith K.C., A second generation current conveyer and its application, IEEE Trans. Circuit Theory, 132-134, 1970.
- [9] Fabre A., Third generation current conveyer: a new helpful active element, Electronics Letters, 31, 338-339, 1995.
- [10] Özoğuz S., Toker A., Çiçekoğlu O., High output impedance current-mode multifunction filter with minimum number of active eand reduced number of passive elements, Electronics Letters, 34, 1807-1809, 1998.
- [11] Aksoy M., Kuntman H., Geliştirilmiş üçüncü kuşak akım taşıyıcı ile aktif süzgeç tasarımı, Bursa Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Müh. Sempozyumu (ELECO 2000), Elektronik ve Bilgisayar Bildiri Kitabı, 38-42, 2000.