

Elektronik Olarak Ayarlanabilen ICCII Kullanılarak Yapılmış Yeni Bir Tüm Geçiren Süzgeç

Ahmet Gökçen¹

Uğur Çam²

^{1,2}Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

¹e-posta: ahmet.gokcen@deu.edu.tr

²e-posta: ugur.cam@deu.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada ikinci nesil tersleyen akım taşıyıcı kullanılarak yeni bir birinci mertebeden tüm geçiren süzgeç yapısı sunulmuştur. Sunulan devre MOS-C gerçekleştirilmesine uygun olup bir ICCII, bir kapasitör ve 4 adet doymasız bölgede çalışan NMOS transistordan oluşmaktadır. Devrenin en önemli özelliği kutup frekansının elektronik olarak ayarlanabilir olmasıdır. PSPICE programı ile elde edilen sonuçlar, teorik değerlerle uyumaktadır.

1. Giriş

Akım taşıyıcılar, düşük distorsiyon ve güç harcama, yüksek doğrusallık gibi özellikleri sayesinde gerek akım modlu gerekse gerilim modlu analog devre uygulamalarının vazgeçilmez yapı taşları haline gelmişlerdir [1]. Akım taşıyıcıların bu özellikleri, düşük güç harcayan ve az sayıda eleman gerektiren yüksek başarılı devrelerin tasarlanmasına olanak sağlamaktadır. Son zamanlarda, akım taşıyıcıların yeni bir tipi olan ikinci nesil tersleyen akım taşıyıcı (ICCII) literatüre sunulmuştur [2].

Süzgeç devreleri birçok analog sinyal işleme uygulamasının vazgeçilmez yapı taşlarından biridir. Özellikle birinci mertebeden süzgeçler, basit yapıları ve düşük güç tüketimlerinden dolayı ses ve görüntü uygulamalarında tercih edilmektedirler. Birinci mertebeden tüm geçiren süzgeçler, giriş işaret frekans bölgesi boyunca sabit iken 180° faz kaydırılmasında, osilatör devreleri ve yüksek Q faktörlü bant geçiren süzgeçlerin gerçekleştirilmesinde kullanılırlar [3,4].

Literatürde çok sayıda yapılmış birinci mertebeden tüm geçiren süzgeç tasarımları mevcuttur. Bu tasarımların birçoğu elektronik olarak ayarlanabilir özellikte değildir. Bir kısmı ise akım taşıyıcının önkaymasını kullanarak elektronik olarak ayarlanabilir özelliğe sahiptir [5-8]. Hem gerilim modlu olup hem de elektronik olarak ayarlanabilen tüm geçiren süzgeç devrelerine literatürde pek rastlanmamaktadır.

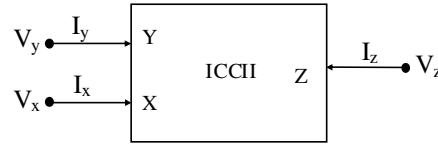
Modern CMOS teknolojisinde dirençler ve kapasitörler tümleşik devre üzerinde geniş alanlar kaplamaktadır. Oysa tümleşik devrelerde kaplanan alanın olabildiğince az olması istenmektedir. Bir topraklı direnç, birbirlerine paralel bağlanmış doymasız bölgede çalışan iki adet kanal ayarlamalı transistör ile gerçekleştirilebilmektedir. Böylelikle, topoloji üzerindeki topraklı dirençler yerine M₁ ve M₂ gibi MOS transistör çiftleri kullanılarak, düşük güç tüketimi ve parazitlik yanında düşük tümleşik devre alanı sağlanmış olur [9,10]. Bu sayede elde edilen devrede yalnızca kapasitör ve MOS transistörler yer almaktadır. Bu çalışmada ICCII kullanarak gerilim kontrollü elektronik olarak ayarlanabilen yeni bir faz kaydırıcı topolojisi öne sürülmüştür.

2. Devre Tanımlamaları

İkinci nesil akım taşıyıcı elemanı şematik olarak Şekil 1' de gösterilmiştir. Elemanın tanım bağlantıları matrisel olarak

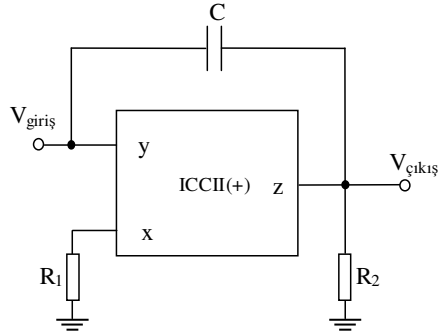
$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm k & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_y \\ I_x \\ V_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

şeklinde. Bu matriste k 'nın +1 olması çevirmeyen ikinci nesil akım taşıyıcı ICCII(+) ve k 'nin -1 olması ise çeviren ikinci nesil akım taşıyıcı ICCII(-) yapısını gösterir.



Şekil 1: ICCII devre sembolü

Önerilen gerilim modlu birinci mertebeden tüm geçiren süzgeç tasarımı Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2: Önerilen tüm geçiren süzgeç topolojisi

Devrenin tüm geçiren süzgeç olarak çalışabilmesi için R₁ ve R₂ arasında

$$R_1 = R_2 \quad (2)$$

bağıntısının bulunması yeterlidir. Bu durumda devrenin transfer fonksiyonu

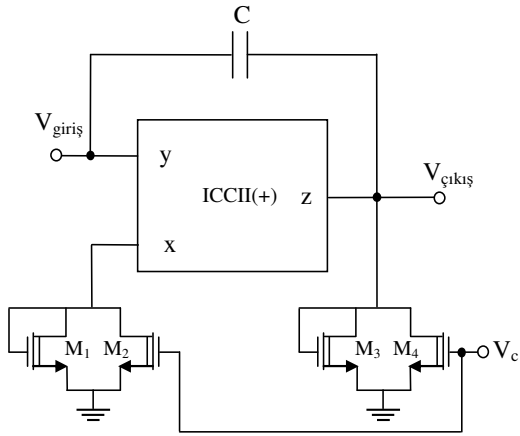
$$\frac{V_{giriş}}{V_{çıkış}} = \frac{sC - \frac{1}{R}}{sC + \frac{1}{R}} \quad (3)$$

şeklinde olur ve böylece fazın 90° kaydığı kutup açılal frekansı da

$$\omega_o = \frac{1}{RC} \quad (4)$$

olarak belirlenir.

Önerilen devrenin MOS-C gerçekteşmesi Şekil 3' te görölmektedir. M_2 ve M_4 transistörlerinin V_C geçit gerilimlerinin değıştirilmesiyle direnç değeri değışeceğinden elektronik olarak ayarlanabilir kutup frekansı elde edilmiş olunur. Denklem (2)'nin sağlanabilmesi için her iki transistora ortak geçit gerilimi V_C uygulanmalıdır.

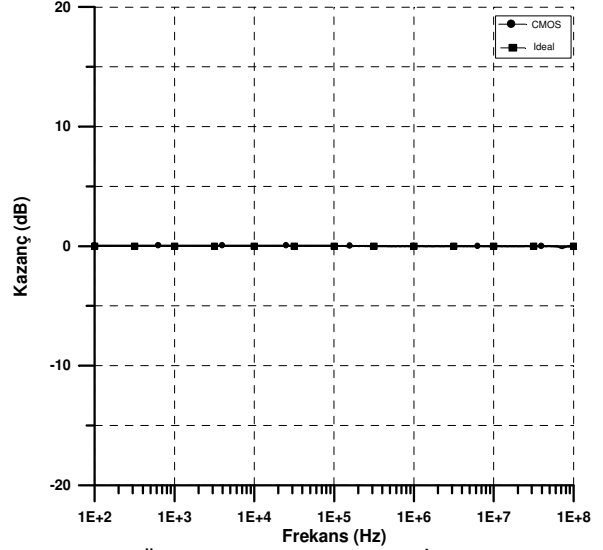


Şekil 3: Önerilen tüm geçiren süzgeç topolojisinin MOS-C gerçekteşmesi

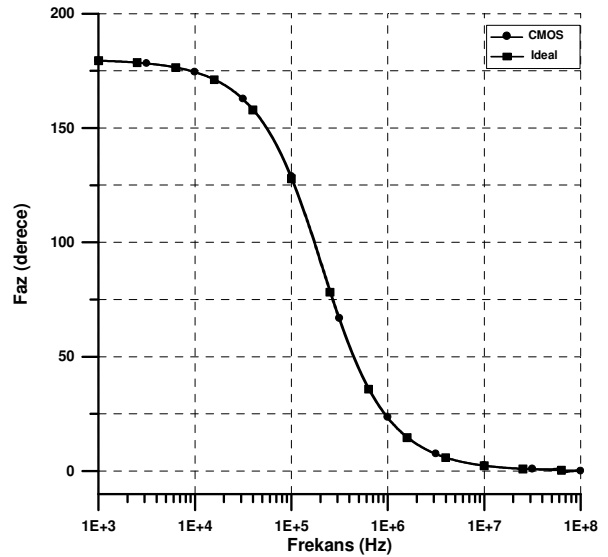
3. Benzetim Sonuçları

Teorik çalışmayı doğrulamak amacıyla, benzetimler PSPICE programı ile yapılmıştır. Kullanılan CMOS ICCII yapısı [11] referans numarasıyla belirtilmiş olan CMOS DDCC yapısının Y_1 ve Y_3 uçlarının topraklanmasıyla elde edilmiştir. Model için $0.35\mu\text{m}$ TSMC MOSIS parametre seti kullanılmıştır. Bu devrede pasif eleman değeri $R_1=780\Omega$, $R_2=780\Omega$, $C=1\text{nF}$ olarak alındığında, 90° lik faz kaymasının meydana geldiği kutup açılal frekansı teorik olarak $f_p=204.05\text{kHz}$ hesaplanmış, benzetim sonucuna göre $f_p=208.5\text{kHz}$ elde edilmiştir.

Doymasız MOSFET boyutları $W=25\mu\text{m}$, $L=15\mu\text{m}$ alınmış ve $V_C=7.5\text{V}$ 'luk geçit gerilimi uygulanmıştır. Buna göre elde edilen direnç değeri $R\approx 780\Omega$ 'dur. Önerilen devre için hem ideal hem de CMOS ICCII ile elde edilen faz ve kazanç karakteristiklerine ilişkin sonuçlar Şekil 4 ve 5 'te sırasıyla gösterilmiştir.



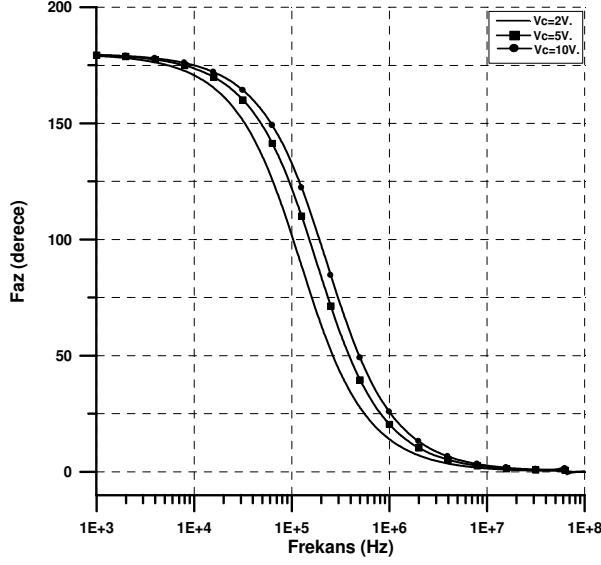
Şekil 4: Önerilen tüm geçiren süzgecin İdeal ve CMOS modellerdeki kazanç karakteristiği



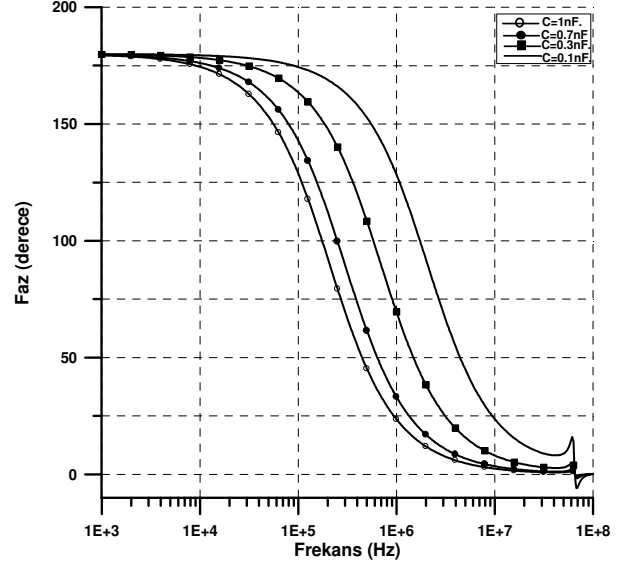
Şekil 5: Önerilen tüm geçiren süzgecin İdeal ve CMOS modellerdeki faz karakteristiği

Önerilen devrenin farklı V_C gerilimlerinde gösterdiği elektronik olarak ayarlanabilir özelliğinin faz karakteristiğinde yaptığı değışim Şekil 6'da gösterilmiştir. Buna göre farklı geçit gerilimlerinde R değeri değışmekte ve bu sayede kutup açılal frekansı değışmektedir.

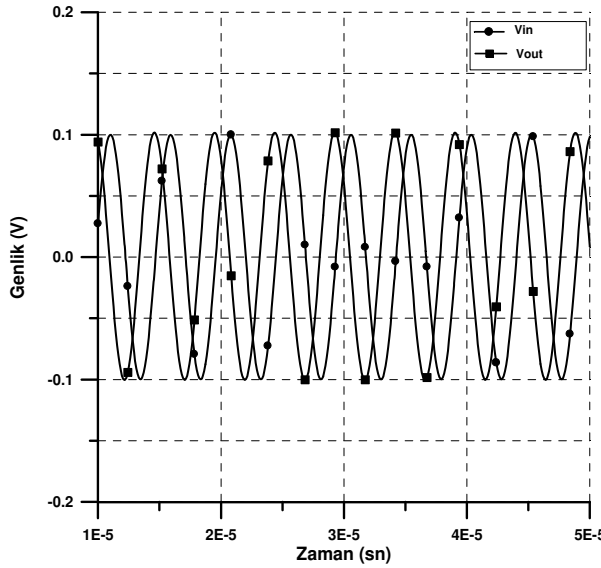
Devrenin dinamik aralığını kontrol etmek üzere girişine 100mV 'luk ve 204.05kHz 'lik bir sinüs işareti uygulanmıştır. Elde edilen çıkış işareti Şekil 7'de görölmektedir. Buna göre, kıcıkta $1.25\mu\text{s}$ 'lik gecikme gerçekteşmekte ve bu da 91.8° lik faz kaymasına sebep olmaktadır.



Şekil 6: Önerilen tüm geçiren süzgecin elektronik olarak ayarlanabilen faz karakteristiği



Şekil 8: Önerilen tüm geçiren süzgecin farklı C değerlerindeki faz karakteristiği



Şekil 7: Sinüs giriş işareti için önerilen devrenin zaman domaininde yanıtı

Önerilen devrenin farklı C değerlerindeki kutup açılmal frekansının değer aralığı Şekil 8'de gösterilmiştir. Buna göre açılmal frekansı $C=0.1nF$ için $f_p=2.06Mhz$ elde edilebilmektedir. Böylelikle kapasitör değeri değiştirilerek istenilen frekans bandı üzerinde V_c kontrol geriliminin değişimi ile elektronik olarak ayarlama yapılabilmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada ikinci nesil tersleyen akım taşıyıcı kullanılarak yeni bir tüm geçiren süzgecin CMOS gerçekleştirilmesi gösterilmiştir. Sunulan topoloji oldukça basit bir yapıya sahip olup bir ICCII, bir kapasitör ve dirençler yerine doymasız bölgede çalışan dört adet NMOS transistor kullanılmıştır. Topolojinin en önemli özelliği kutup frekansının elektronik olarak ayarlanabilir olmasıdır. Teorik analizler PSPICE benzetim programı ile doğrulanmıştır.

5. Kaynakça

- [1] Toumazou, C., Lidjey, F. J. ve Haigh, D., "Analog IC Design: The Current-Mode Approach" Peter Peregrinus, UK, 1990.
- [2] Awad, A. ve Soliman, A. M., "Inverting second generation current conveyors: the missing building blocks, CMOS realizations and applications" *Int.J. Electronics*, cilt. 86, syf. 413-432, 1999
- [3] Schauman, R. ve Van Valkenburg, M. E., "Design of Analog Filters" New York: Oxford Univ. Press, 2001.
- [4] Toker, A., Özoguz, S., Çiçekoğlu O., ve Acar, C., "Current-mode all-pass filters using current differencing buffered amplifier and a new high-Q bandpass filter configuration", *IEEE Circuits and Systems II; Analog and Digital Signal Processing*, cilt. 47, No. 9, syf. 949-954, 2000.
- [5] Soliman, A. M., "Realization of operational amplifier all-pass network", *Electronics Letters*, cilt. 9, syf. 67-68, 1973.
- [6] Higashimura, M., ve Fukui, Y., "Realization of current mode all-pass networks using current conveyor ", *IEEE Transactions on Circuit and Systems*, cilt. 37, syf. 660-661, 1990.

- [7] Cicekoglu, O., Kuntman, H., ve Berk, S., “*All-pass filters using a single current conveyor*” International Journal of Electronics, cilt. 86, syf. 947–955, 1999.
- [8] Maheshwari , S., ve Khan, A. I., “*Novel first order all-pass sections using a single CCIII* ” International Journal of Electronics, cilt 88, syf. 773–778, 2001
- [9] Babanezhad, J. N., ve Temes, G. C., “*A linear NMOS depletion resistor and its application in an integrated amplifier*” IEEE J. Solid-State Circuits, cilt. SC-19, syf. 932-938, Dec. 1984 .
- [10] Han, I. S., ve Park, S. B., “*Voltage-controlled linear resistor by two MOS transistors and its application to active RC filter MOS integration*” Proc. IEEE, cilt. 72, syf. 1655-1657, Nov. 1984.
- [11] Ibrahim, M. A., ve Kuntman, H., “*High Linearity CMOS Differential Difference Current Conveyor (DDCC)*”, Proc. of ICM’2002: the 14th International Conference on Microelectronics, syf. 6-9, December 11-13, 2002, Beirut, Lebanon.