

HARİCİ DİRENÇ KULLANMADAN KONTROL EDİLEBİLEN AKIM TAŞIYICI İLE TÜMGEÇİREN SÜZGEÇ TASARIMI

Serhan YAMAÇLI¹

Sadri ÖZCAN²

¹Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Mersin Üniversitesi Tarsus Teknik Eğitim Fakültesi, Tarsus-Mersin

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

¹e-posta: syamacli@mersin.edu.tr ² e-posta: sozcan@ehb.itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: kontrollü akım taşıyıcı, tümgeçiren süzgeç, gerilim-modlu

ABSTRACT

In this paper, an electronically tunable voltage-mode allpass filter employing controlled current conveyors is proposed. The newly introduced circuit does not use resistors hence its power consumption is low. The circuit is simulated using SPICE simulation program. Simulation resulty demonstrates the versatility of the proposed circuit.

1. GİRİŞ

Akım taşıyıcılar, yüksek doğrusallık, düşük distorsiyon ve düşük güç harcama gibi özellikleri sayesinde gerek akım modlu gerekse gerilim modlu analog devre uygulamalarının vazgeçilmez yapı taşları haline gelmişlerdir. İkinci kuşak akım taşıyıcının bir türevi olan ve elektronik olarak ayarlanabilmeyi sağlayan kontrollü akım taşıyıcı (controlled current conveyor-CCCII) elemanı 1995 yılında Fabre, Saaïd, Wiest ve Boucheron tarafından önerilmiştir ve o günden bugüne kadar CCCII kullanan birçok devre uygulaması ortaya konmuştur [1-6].

Diğer taraftan tümgeçiren süzgeç tasarımlarına bakıldığında çoğunun elektronik olarak ayarlanabilirlikten yoksun olduğu görülmektedir [7-13]. Elektronik olarak ayarlanabilir tümgeçiren süzgeç devreleri de en az iki aktif eleman ve 3 direnç kullanmaktadır [6].

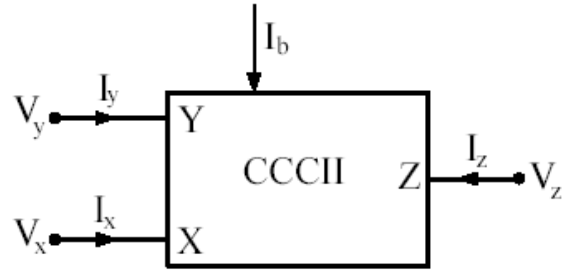
Bu çalışmada, iki adet kontrollü akım taşıyıcı ve bir kapasitör kullanan bir tümgeçiren süzgeç devresi önerilmiştir. Önerilen devrenin kutup açısıl frekansı kontrollü akım taşıyıcıların kontrol akımı vasıtasıyla ayarlanabilmektedir.

4. bölümde kontrollü akım taşıyıcı elemanı tanıtılmıştır. Önerilen tümgeçiren süzgeç devresi 3.

bölümde verilmiştir. 4. bölümde SPICE simülasyon sonuçları verilmiş ve bu sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar ve gelecek çalışmalar ise 6. bölümdedir.

2. KONTROLLÜ AKIM TAŞIYICI (CONTROLLED CURRENT CONVEYOR-CCCII)

Kontrollü akım taşıyıcının devre sembolü ve tanım bağıntıları sırasıyla Şekil-1 ve Denklem (1)'de verilmiştir.



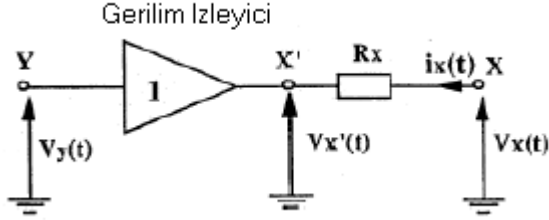
Şekil-1: Kontrollü akım taşıyıcının devre sembolü

$$\begin{bmatrix} I_Y \\ V_X \\ I_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & R_X & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_Y \\ I_X \\ V_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Kontrollü akım taşıyıcının X ucunun parazitik direnci kutuplama akımı olan I_B ile ayarlanabilmektedir ve

$$R_X = \frac{V_T}{2I_0} \quad (2)$$

bağıntısıyla verilir. Denklem (2)'de, V_T ısıl gerilim olup oda sıcaklığında (300K) değeri 25.8mV'tur. Y ve X uçları arasındaki ilişki, Şekil-2'deki eşdeğer devreyle modellenilebilir [14].

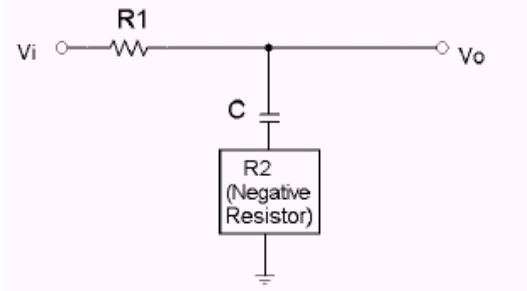


Şekil-2: Y ve X uçlarının modellenmesi [14]

3. ÖNERİLEN TÜMGEÇİREN SÜZGEÇ TOPOLOJİSİ

3.1 Genel Bir Tümgeçiren Süzgeç Yapısı

Negatif direnç kullanan bir tümgeçiren süzgeç topolojisi Şekil-3'de görülmektedir [6].



Şekil-3: Genel bir tümgeçiren süzgeç topolojisi [6]

Şekil-3'deki devrenin tümgeçiren süzgeç olarak çalışabilmesi için R_1 ve R_2 arasında

$$R_1 = 2R_2 \quad (3)$$

bağıntısının bulunması yeterlidir. Bu durumda devrenin transfer fonksiyonu

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{G_2 - sC}{G_2 + sC} \quad (4)$$

şeklinde olur. Böylece fazın 90 derece kaydığı kutup açılal frekansı da

$$\omega_0 = \frac{1}{R_2 C} \quad (5)$$

olarak verilebilir.

3.2 Önerilen Tümgeçiren Süzgeç Devresi

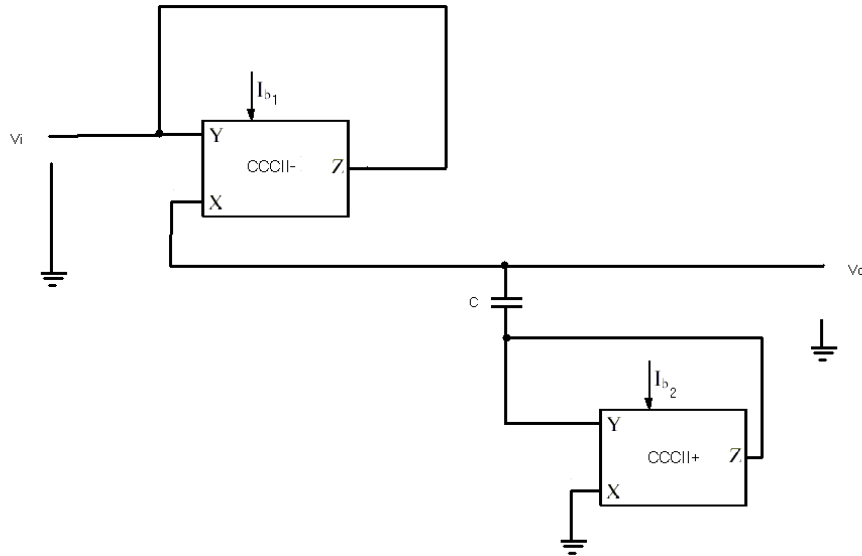
Önerilen tümgeçiren süzgeç devresi Şekil-4'de gösterilmiştir. Şekil-4'deki devrede, CCCII₁ ve CCCII₂'nin X uçlarının paartzitik dirençleri sırasıyla Şekil-3'deki R_1 ve R_2 'nin karşılıklarıdır. Dolayısıyla CCCII₁ ve CCCII₂'nin X uçlarının paartzitik dirençleri arasında

$$R_{X1} = 2R_{X2} \quad (6)$$

eşitliğinin sağlanması gerekir. Denklem (2) ile Denklem (6) kullanılarak da kutuplama akımları arasında

$$2I_{b1} = I_{b2} \quad (7)$$

şartının sağlanması gerektiği ortaya konulabilir. Denklem (7)'dekiş gibi bir akım ilişkisi, akım aynaları yardımıyla %99.9 gibi bir başarıyla rahatlıkla elde edilebilir. Dolayısıyla eleman değeri eşleme şartı ile karşılaştırıldığında akım eşleme şartının bulunması çok da önemli değildir.



Şekil-4: Önerilen tümgeçiren süzgeç devresi

Devrenin transfer fonksiyonu ve kutup açılmal frekasını da

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{V_T}{2I_{b2}} - sC}{\frac{V_T}{2I_{b2}} + sC} \quad (7)$$

ve

$$\omega_0 = \frac{2I_{b2}}{V_T C} \quad (8)$$

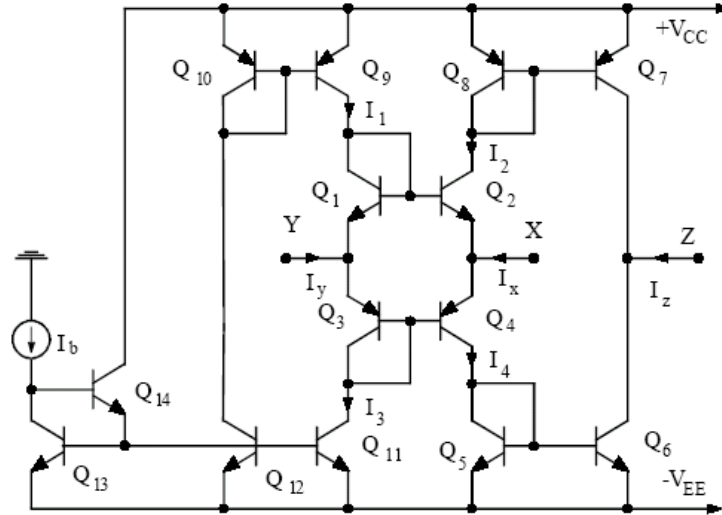
denklemleriyle verilebilir.

4. SİMÜLASYON SONUÇLARI

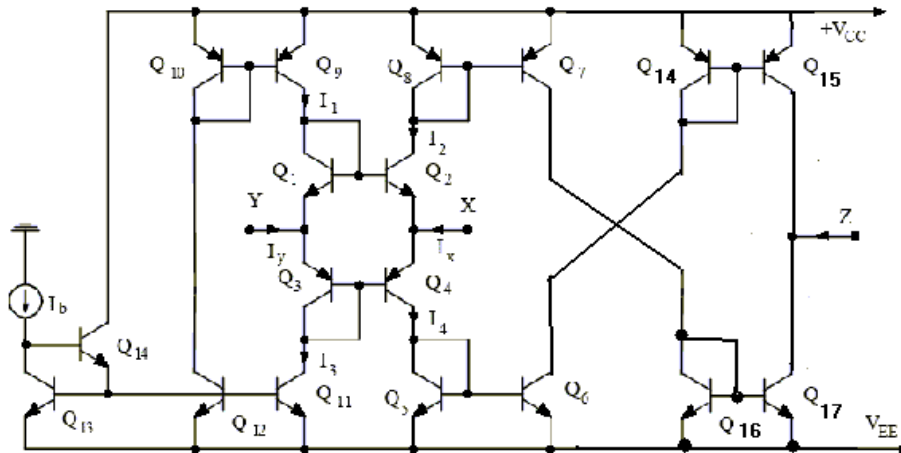
Simülasyonlarda Şekil-5a ve 5b'de gösterilen bipolar CCCII+ ve CCCII- yapıları kullanılmıştır. Bu yapının girişindeki transdoğrusal çevrim gerilim izleme

hatasının çok düşük bir seviyede tutulmasına olanak tanır. Yapının X ucunun akımını Z ucuna aktaran kısım ise basit akım aynalarıyla tasarlanmıştır. Bu akım aynaları da kaskod akım aynası veya iyileştirilmiş Wilson akım aynalarıyla değiştirilerek yapının performansı artırılabilir.

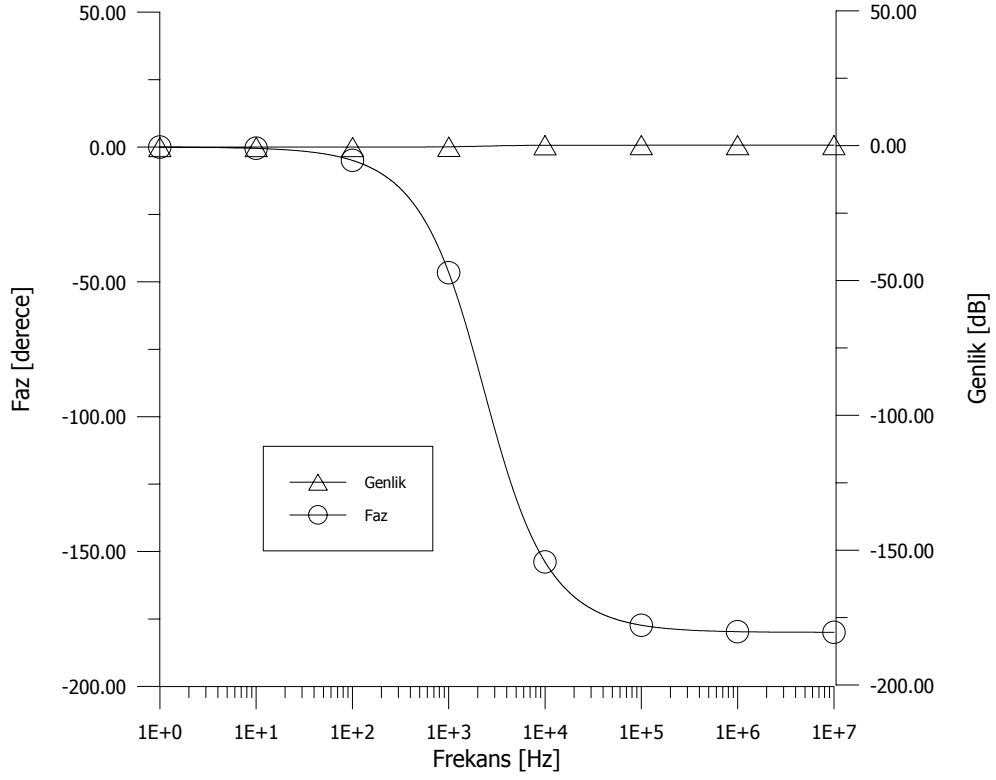
Simülasyonlarda, NP100N ve PN100N tranzistorlarının parametreleri kullanılmıştır [6]. Besleme gerilimleri $\pm 2.5V$ olarak seçilmiştir. Tümgeçiren süzgeç devresindeki kapasitör değeri de 10nF olarak seçilmiştir. Kutuplama akımlarının $2I_{b1} = I_{b2} = 1\mu A$ ve $5\mu A$ değerleri için simülasyonlarda elde edilen genlik ve faz cevapları sırasıyla Şekil-6a ve 6b'de gösterilmiştir. Bu şekillerden, devrenin kutup frekansının kontrol akımıyla değiştirilebileceği açıkça görülmektedir.



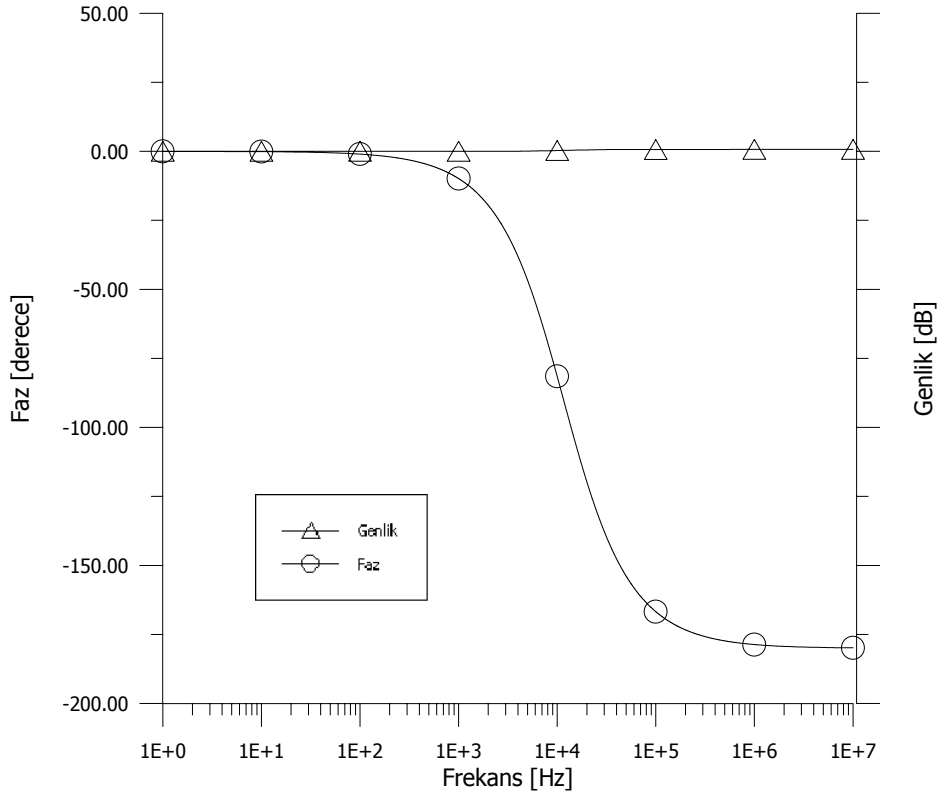
Şekil-5a: Simülasyonlarda kullanılan CCCII+ yapısı



Şekil-5b: Simülasyonlarda kullanılan CCCII- yapısı

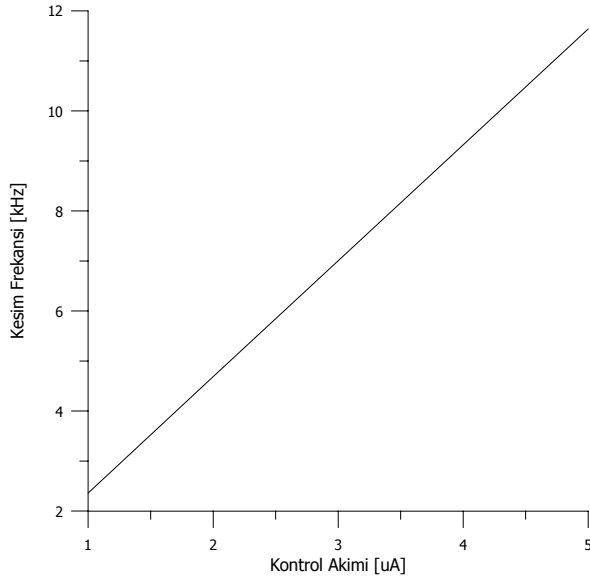


Şekil-6a: Kutuplama akımlarının $2I_{b1} = I_{b2} = 1\mu\text{A}$ değeri için önerilen devrenin faz ve genlik karakteristikleri



Şekil-6b: Kutuplama akımlarının $2I_{b1} = I_{b2} = 5\mu\text{A}$ değeri için önerilen devrenin faz ve genlik karakteristikleri

Önerilen devrenin kutup frekansının, kutuplama akımıyla değişimi de Şekil-7’de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre devrenin kesim frekansı, beklendiği gibi, kutuplama akımıyla doğrusal olarak kontrol edilebilmektedir.



Şekil-7: Süzgecin kutup frekansının kutuplama akımıyla değişimi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada direnç elemanı kullanmadan elektronik olarak ayarlanabilir tümgeçiren süzgeç devresi tasarlanmıştır. Önerilen süzgeç devresi, iki adet kontrollü akım taşıyıcı ve bir kapasitör kullanmaktadır. Devrede eleman eşleme şartı yerine, akım eşleme şartı bulunduğundan tümdevre içerisinde üretime uygundur. Devrenin SPICE simülasyon sonuçları, düzgün çalıştığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Fabre, A., Saaid, O., Wiest, F., ve 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 (2), pp. 82-91, 1996.
- [2] Kiranon, W., Kerson, J. ve Wardkein, P., Current controlled oscillator based on translinear conveyors. ELECTRONICS LETTERS, Vol: 32 (15), pp. 1330-1331, 1996.
- [3] Abuelma'atti, M.T., ve Tasadduq, N.M., A novel single-input multiple-output current-mode current controlled universal filter, MICROELECTRONICS JOURNAL, Vol: 29 (11), pp. 901-905, 1998.
- [4] Minaei, S. ve Türköz, S., New current-mode current-controlled universal filter implemented from single-output current controlled conveyors. FREQUENZ, Vol: 54 (5-6), pp. 138-140, 2000.
- [5] Türköz, S. ve Minaei, S., A new current-controlled sinusoidal oscillator using the current controlled conveyor, FREQUENZ, Vol: 54 (5-6), pp. 132-133, 2000.
- [6] Minaei, S., Türköz, S., Cicekoglu, O., ve Kuntman, H., Kontrollü akım taşıyıcı ile gerçekleştirilen tüm geçiren süzgeçler, IEEE SİNYAL İŞLEME UYGULAMALARI KURULTAYI (SİU), pp. 401-405, 2001, KKTC.
- [7] Pal, K., Realisation of current conveyor all-pass network. INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, Vol: 50 (2), pp. 165-168, 1981.
- [8] Higashimura, M. ve Fukui, Y., Realization of all-pass networks using a current conveyor, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, Vol: 65 (2), pp. 249-250, 1988.
- [9] Khan, I. ve Maheshwari, S., Simple first order all-pass section using a single CCII. INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, Vol: 87 (3), pp. 303-306, 2000.
- [10] Çiçekođlu, O., Kuntman, H. ve Berk, S., All-pass filters using a single current conveyor, INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, Vol: 86 (8), pp. 947-955, 1999.
- [11] Soliman, A.M., Generation of current conveyor based all-pass filters from op-amp based circuits, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-II: ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING, Vol: 44 (4), pp. 324-330, 1997.
- [12] Higashimura, M. ve Fukui, Y., Realization of current mode all-pass networks using a current conveyor, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS, Vol: 37 (5), pp. 660-661, 1990.
- [13] Toker, A., Özođuz, S., Çiçekođlu, O. ve Acar, C., Current-mode all-pass filters using current differencing buffered amplifier and a new high-Q bandpass filter configuration, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-II: ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING, Vol: 47 (9), pp. 949-954, 2000.
- [14] Fabre A., Barthelemy G. ve Godara B., A low power adjustable band-pass filter using only two controlled current conveyors, PROC. OF THE 9th INTERNATIONAL CONFERENCE OF OPTIMIZATION OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENTS, pp.3-7, Romaina, 2004.