

YENİ OTRA-TABANLI OSİLATÖR TOPOLOJİLERİ

¹Uğur Çam ²Murat Aksoy ³Oğuzhan Çiçekoğlu ⁴Hakan Kuntman

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,
Kaynaklar Kampüsü, Tınaztepe, 35160 Buca, İzmir, Türkiye
ugur.cam@eee.deu.edu.tr

²Çukurova Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği,
Balcalı, 01330 Adana, Türkiye
aksoy@mail.cu.edu.tr

³Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 80815, Bebek, İstanbul, Türkiye
cicekoglu@boun.edu.tr

⁴İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi,
Elektronik ve Haberleşme Bölümü, 80626 Maslak, İstanbul, Türkiye
kuntman@ehb.itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Osilatörler, OTRA, Analog Tümdenve Tasarımı

ABSTRACT

In this study, five new oscillator topologies are proposed. The proposed topologies employ single OTRA and minimum number of passive components. Four of them can operate as single-frequency oscillators. The other topology is a single-resistance-controlled-oscillator. They have low passive sensitivities. The oscillator circuits are insensitive to parasitic input capacitances and input resistances due to zero internally grounded input terminals of OTRA. The proposed topologies are simulated PSPICE program to verify the theoretical analysis using a CMOS realization of OTRA with MIETEC 1.2μ CMOS technology parameters.

1. GİRİŞ

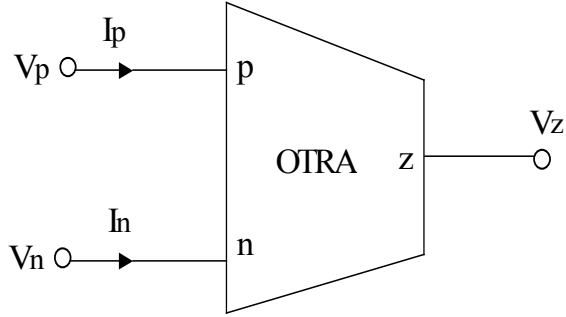
Sinüsoidal osilatörler haberleşme devrelerinde, kontrol istemlerinde ve ölçme sistemlerinde yaygın kullanım alanına sahiptirler. Literatürde osilatör tasarımı için önerilmiş işlemsel kuvvetlendirici (OP-AMP), akım taşıyıcı (CCII), akım-geribeslemeli işlemsel kuvvetlendirici (CFOA), işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendirici (OTA) ve dört-uçlu-yüzen-nullor (FTFN) kullanarak tasarlanmış çok sayıda

gerilim-modlu osilatör topolojileri önerilmiştir [1-3]. Bununla birlikte, işlemsel geçiş direnci kuvvetlendiricisi (Operational transresistance amplifier:OTRA) ticari olarak Norton kuvvetlendiricisi ismi ile üretilmesine rağmen son birkaç yıla kadar analog devre tasarımcılarının çok fazla ilgisini çekmemiştir.

Akım-modlu devrelerin son on yılda çok hızla gelişmesi ve CMOS teknolojisinin analog devrelerde daha çok kullanılmaya başlaması ile OTRA elamanına olan ilgi artmaya başlamıştır. OTRA elamanının giriş uçlarının her ikisi de topraklanmış olduğundan, OTRA-tabanlı devrelerin en önemli özelliği parazitik kapasitelere ve dirençlere duyarlı olmamasıdır. Ayrıca OTRA-tabanlı devrelerde kullanılan dirençlerin, OTRA elamanının giriş uçları akım farkı aldığından MOSFET transistörlerden oluşan direnç eşdeğerleriyle (MRC) gerçekleştirilebilir olması OTRA elamanı özellikle analog tümdenve tasarımında diğerlerine göre daha avantajlı hale getirmektedir [4-6]. Bu çalışmanın esas amacı tek OTRA kullanarak, minimum sayıda pasif eleman içeren ayarlanabilir ve sabit frekanslı yeni osilatör topolojilerini önermektir..

2.ÖNERİLEN DEVRELER

OTRA elamanın devre sembolü Şekil-1'de görülmektedir. OTRA elamanına ait tanım bağıntıları 1 numaralı denklemdeki gibidir.



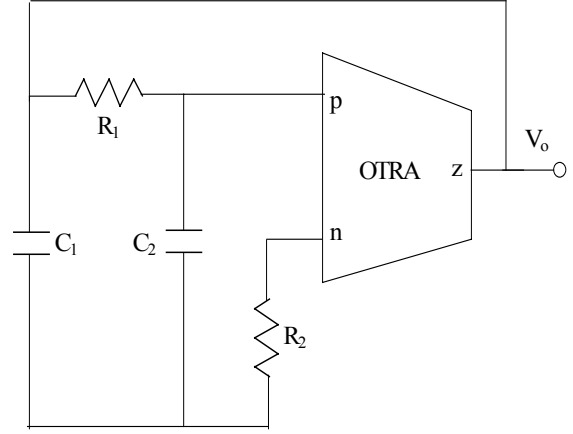
Şekil 1: OTRA elamanın devre sembolü

$$\begin{bmatrix} V_p \\ V_n \\ V_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ R_m & -R_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_p \\ I_n \\ I_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

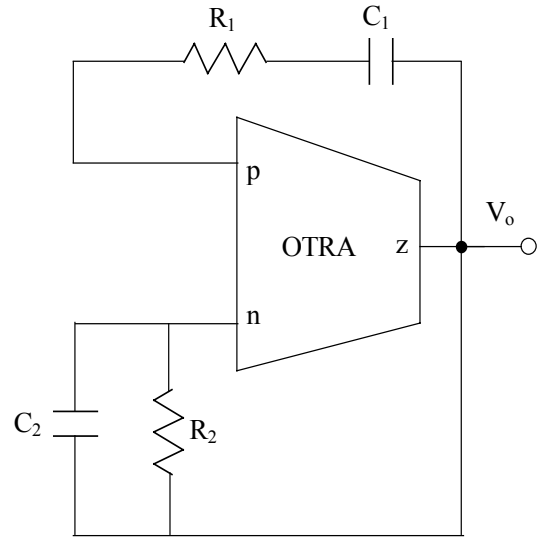
OTRA elamanın giriş uçlarının her ikisi de düşük empedans olarak tanımlanmıştır. Giriş uçları topraklanmış devrelerin en önemli özelliği parazitik kapasitelere duyarsızlığıdır. İdeal çalışmada R_m yaklaşık sonsuz olurken bu giriş akımlarının eşitlenmesini sağlar. Bu yüzden OTRA 'lar işlemsel kuvvetlendiriciler gibi geri-beslemeli olarak kullanılmalıdır [4-6].

OTRA-tabanlı önerilen osilatör topolojileri şekil 2 de verilmiştir. Bu devreler için düğüm analizleri sonucunda elde edilen osilasyon frekansı ve osilasyon koşulu bağıntıları ise tablo 1 de verilmiştir.

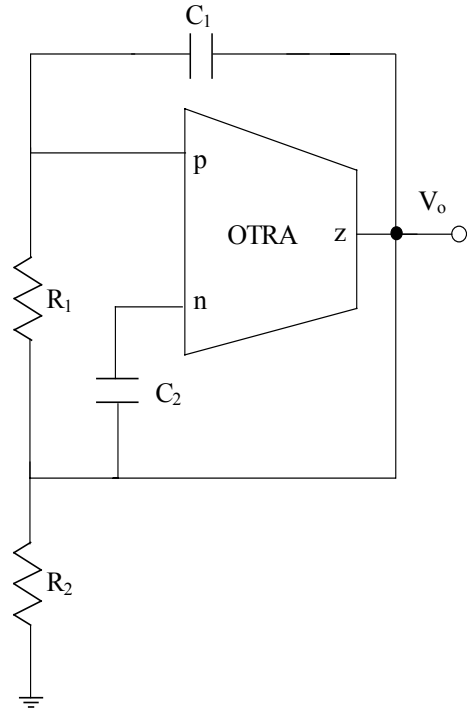
Önerilen devreler literatürdeki eşdeğerleriyle ve kendi aralarında karşılaştırılmasıyla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 2 de verilen ilk üç devre sabit frekanslı osilatör tasarımı için çok uygundur. Dördüncü osilatör devresinin osilasyon koşulu osilasyon frekansını bozmadan tek bir direnç yardımıyla ayarlanabilmektedir. Beşinci osilatör devresinin osilasyon frekansı osilasyon koşulunu bozmadan tek bir dirençle ayarlanabilmektedir. Tüm devreler kanonik yapıda olup (2-kapasiteli) ve minimum direnç içermektedir.



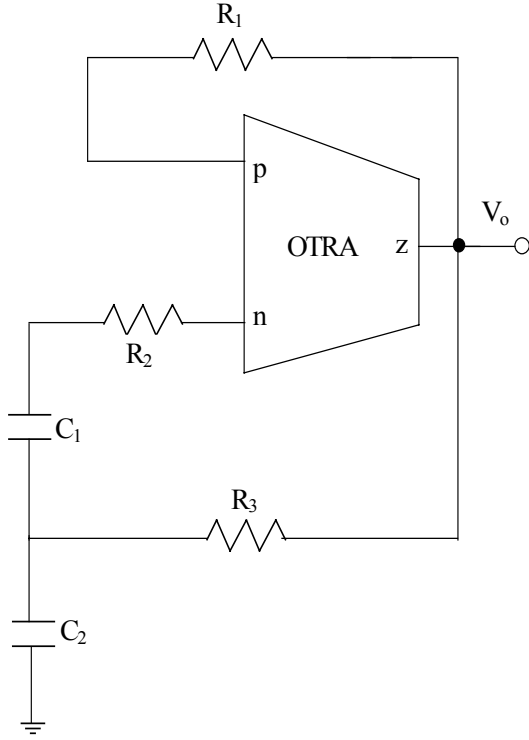
(a)



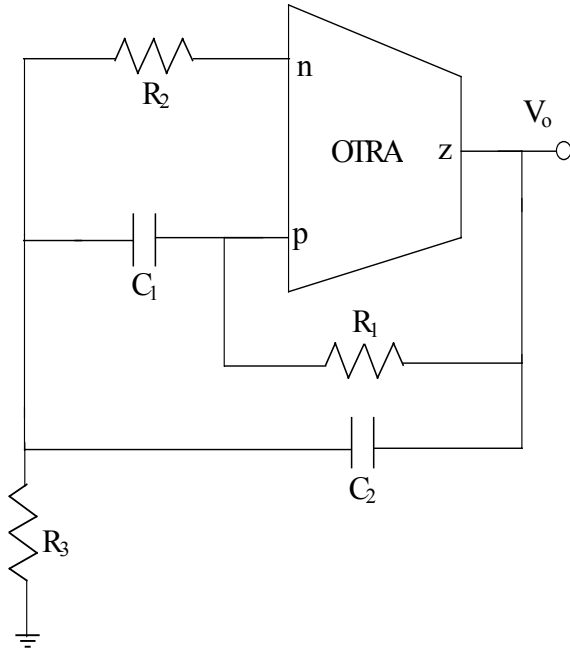
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 2: Önerilen OTRA-tabanlı osilatör devreleri

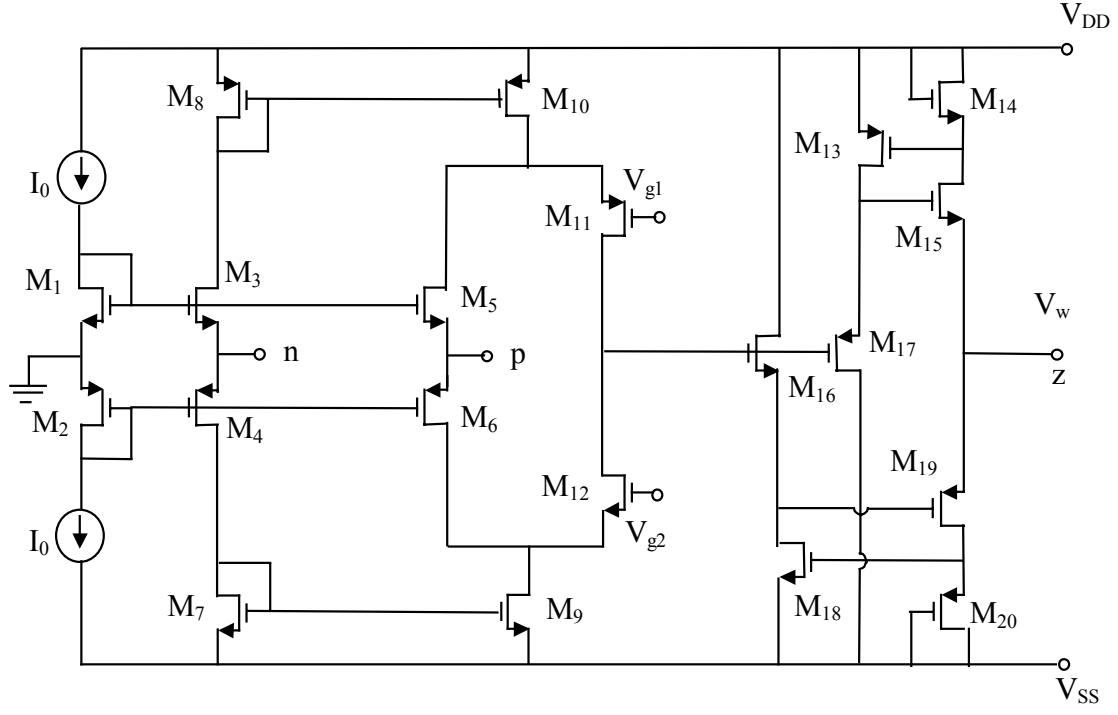
3. SİMÜLASYON SONUÇLARI

Önerilen tüm devreler PSPICE programı ile simüle edilerek teorik sonuçlar bilgisayar simülasyonlarıyla doğrulanmıştır. OTRA elemanı ticari tümdevre olarak bulunmakla birlikte performansları çok iyi değildir. Çok geniş ölçekli tümleştirme için kullanılacak bir CMOS OTRA yapısı Şekil 3 de verilmiştir [7]. Bu devre akım-farkı alan tamponlanmış kuvvetlendirici (CDBA) olarak önerilmekle birlikte, bu çalışmada CDBA elemanın z ucu acık devre edildiğinde OTRA elemanı olarak çalışabileceğinden hareketle aynı devre OTRA olarak kullanılmıştır.

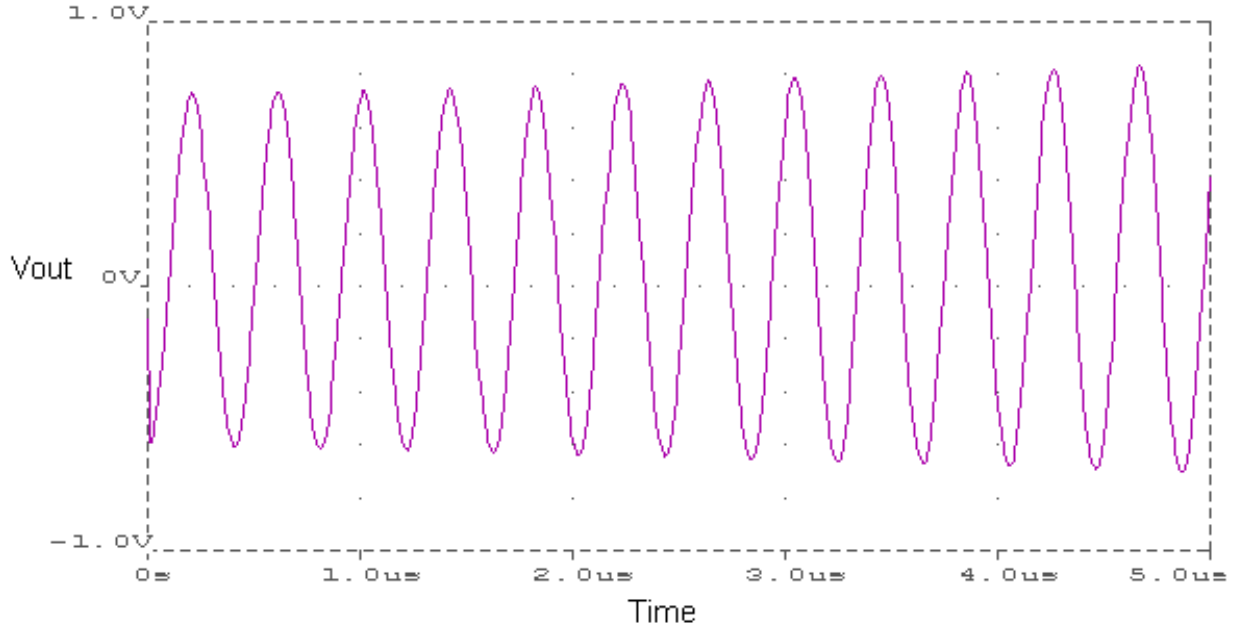
Önerilen osilatör devreleri CMOS OTRA yapısı kullanılarak [7] nolu çalışmadaki transistor geometrileri ve MIETEC 1.2 μ MOS transistor parametreleriyle simüle edilmiştir. Şekil 4 ayarlanabilir osilatöre ait simülasyon sonuçlarını göstermektedir. Şekil 5 de ise aynı devrenin osilasyon frekansının bir direnç ile osilasyon koşulunu bozmadan ayarlanışı gösterilmektedir.

Tablo 1: Şekil 2 de önerilen OTRA tabanlı devrelere ait osilasyon koşulu (OK) ve osilasyon frekansı (OF) bağıntıları

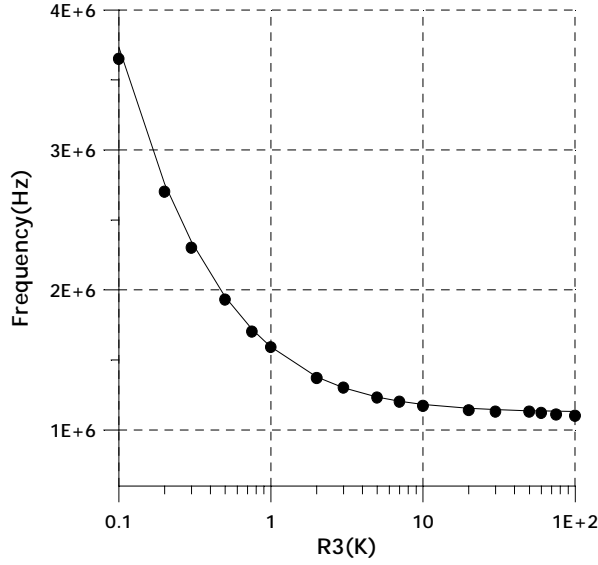
No.	OK	OF
2.a	$G_1(C_1 + C_2) = C_1G_2$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{G_1G_2}{C_1C_2}}$
2.b	$G_2C_1 + G_1C_2 = C_1G_1$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{G_1G_2}{C_1C_2}}$
2.c	$G_1(C_1 + C_2) = C_2G_2$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{G_1G_2}{C_1C_2}}$
2.d	$G_3(C_1(G_1 + G_2) + C_2G_1) = C_1G_1G_2$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{G_1G_2}{C_1C_2}}$
2.e	$G_1(C_1 + C_2) = C_2G_2$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{G_1(G_2 + G_3)}{C_1C_2}}$



Şekil 3: Simülasyonlarda kullanılan CMOS OTRA devresi



Şekil 4: Şekil 2.e deki osilatör devresinin PSPICE simülasyon programı yardımıyla elde edilen zaman domeni davranışı ($R_1=2K\Omega$, $R_2=R_3=1K\Omega$, $C_1=100pF$, $C_2=100pF$)



Şekil 5: Şekil 2.e deki devresinin osilasyon frekansının bir direnç yardımıyla osilasyon koşulunu bozmadan ayarlanması

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, beş yeni OTRA-tabanlı osilatör devreleri önerilmiştir. Önerilen devrelerin hepsi tek bir OTRA içermektedir. Pasif eleman sayıları sabit frekanslı, ayarlanabilir frekanslı ve ayarlanabilir osilasyon koşullu devreler için minimum sayıdadır. Önerilen tüm osilatörler aktif elemanın parazitik giriş kapasiteleri ve dirençlerine karşı duyarsızdır. PSPICE simülasyonu sonucunda elde edilen sonuçlar teorik analizleri doğrulanmıştır. Önerilen yeni osilatörlerin OTRA elemanlarıyla gerçekleştirilebilecek muhtemel analog tümdevre ve sistem uygulamalarında yararlı olabileceğini düşünmekteyiz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından 02.KB.FEN.065 kodu ile kısmen desteklenmektedir. Verdikleri destek dolayısıyla teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Çam U., Kuntman H., Acar C, On the realisation of OTA-C oscillators, Int. Journal of Electronics, vol. 85, pp. 313-326, 1998.
- [2] Celma S., Martinez P. A., Carlosena A., Minimal realization for single resistance controlled sinusoidal oscillator using single CCII, Electronics Letters, vol. 28, pp. 443-444, 1992.
- [3] Çam U., Toker A., Çiçekoğlu O., Kuntman H, Current-mode high output impedance configuration employing single FTFN,

- [4] Analog Integrated Circuit and Signal Processing, vol. 24, no. 3, pp. 231-238, 2000 Salama, K. N. and Soliman A. M., CMOS operational transresistance amplifier for analog signal processing applications, Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 235-245, 1999.
- [5] Chen J., Tsao H., Liu S and Chui W, Parasitic capacitance insensitive current-mode filters using operational transresistance amplifier, IEE Proc. Circuit Devices and Systems, vol. 142, no. 3, pp. 186-192, 1995.
- [6] Chen J., Tsao H. and Chen C., Operational transresistance amplifier using CMOS technology, Electronics Letters, vol. 28, no. 22, pp. 2087-2088, 1992.
- [7] Toker A, Özoğuz S., Çiçekoğlu O. and Acar C., 'Current-mode all-pass filters using current differencing buffered amplifier and new high-Q bandpass filter configuration', IEEE Transaction on Circuits and Systems-II: Analog and Digital Signal Processing, vol. 47, pp. 949-954, 2000