

Tek OTRA Kullanılarak Yeni Paralel İmmitans Simülatörlerinin Gerçekleştirilmesi

Fırat Kaçar¹ Hakan Kuntman² Oğuzhan Çiçekoğlu³ Uğur Çam⁴ Ayten Kuntman¹

¹İstanbul Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
e-mail: fkacar@istanbul.edu.tr, email: akuntman@istanbul.edu.tr

²İstanbul Teknik Üniversitesi,
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği,
e-mail:kuntman@ehb.itu.edu.tr

³Boğaziçi Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
e-mail:cicekoglu@boun.edu.tr

⁴Dokuz Eylül Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Mühendislik Fakültesi, 351600 Buca, İzmir
e-mail: ugur.cam@eee.deu.edu.tr

Anahtar sözcükler: İmmitans benzetimi, OTRA, Süzgeç

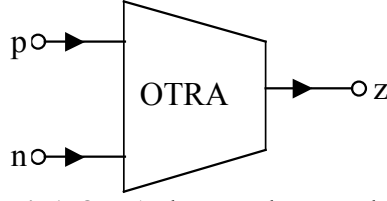
Özet: *Bu çalışmada, iki yeni paralel immitans simülatörü topolojisi önerilmiştir. Önerilen topolojilerde sadece tek OTRA kullanılmıştır. Simüle edilen elemanlar için pasif eleman eşleme şartına gerek yoktur. Önerilen topolojilerin çalışabilirliği çok işlevli akım modlu bir süzgeç devresi üzerinde gösterilmiştir. PSPICE simülasyonu sonucunda elde edilen sonuçlarla teorik analizler doğrulanmıştır.*

1. Giriş

İşlemsel 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 hızlı gelişmesi ve CMOS teknolojisinin analog devrelerde daha çok kullanılmaya başlaması ile OTRA elemanına olan ilgi artmaya başlamıştır. Endüktans elemanı modern VLSI teknolojileri ile tümleştirilemediğinden bu elemanın aktif elemanlar ile simüle edilmiş eşdeğer devreleri süzgeç tasarımında, osilatör tasarımında ve parazitik elemanların yok edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İmmitans simülatörleri hem bobin hem de FDNR (frequency-dependent-negative resistor) elemanın simülasyonunda kullanıldığından literatürde, akım taşıyıcılar, akım geribeslemeli işlemsel kuvvetlendiriciler ve dört uçlu yüzen nülör (FTFN) kullanılarak çok sayıda immitans benzetimleri gerçekleştirilmiştir [3-9]. Bunların çoğu, seri immitans fonksiyonlarının simülasyonunu gerçeklemeye yöneliktir [6]. Ayrıca R-L ve C-FDNR immitans simülasyonu işlevi gören çalışmalar da bulunmaktadır [3-5]. Genel amaçlı seri ve paralel immitans simülasyonunu iki FTFN ile gerçekleştiren devreler de literatürde bulunmaktadır [8]. Endüktans elemanın seri ve paralel tüm kombinezonlarını simüle edebilen topolojiler Çiçekoğlu tarafından önerilmiştir [9]. Ancak bu gerçekleştirilirken üç pozitif akım taşıyıcı (CCII+) kullanılmıştır. Bu çalışmanın esas amacı tek OTRA kullanarak yeni topraklanmış paralel immitans simülatör topolojileri sunmaktır.

2. Önerilen Devreler

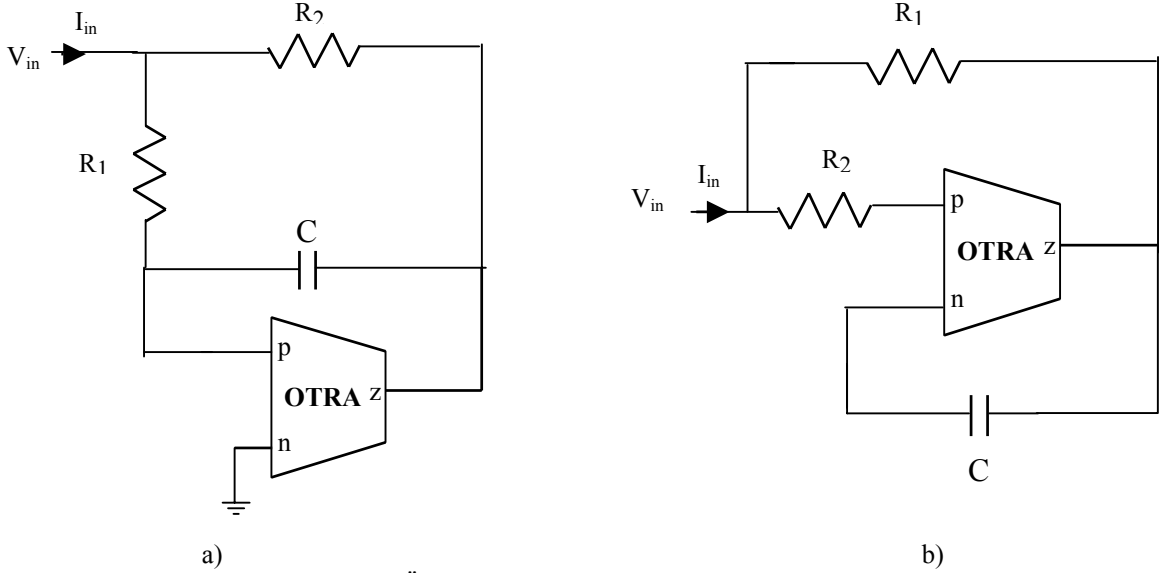
OTRA elemanın devre sembolü Şekil-1'de görülmektedir. OTRA elemanına ait tanım bağıntıları 1 numaralı denklemdeki gibidir.



Şekil-1. OTRA elemanın 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 elemanın giriş ve çıkış uçlarının her ikisinde 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 [1-2]. Önerilen topraklanmış paralel immittans benzetim topolojileri Şekil-2'de verilmiştir. Topolojilere ait düğüm analizlerinin yapılması sonucunda elde edilen giriş empedansı, eşdeğer endüktans ve iletkenlik olarak Tablo-1'de verilmiştir. Tablo-1'den görüleceği üzere önerilen devrelerle paralel kayıplı endüktansın değişik kombinasyonları simüle edilebilir.



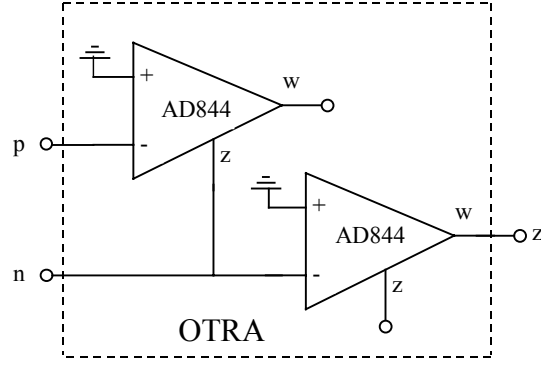
Şekil-2. Önerilen immittans simülatör topolojileri

3. Örnek Uygulama ve Simülasyon sonuçları

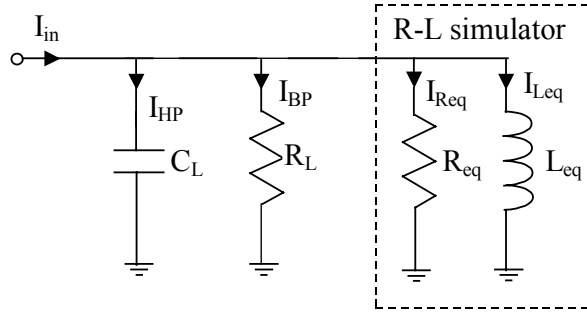
Önerilen topolojilerden bir tanesi ile akım modlu çok işlevli, bir süzgeç tasarlanmıştır. Paralel R-L simülatörü ile paralel kapasiteden oluşan rezonans devre ile oluşturulmuş süzgeç devresi Şekil-4'de görülmektedir. Bu şekildeki paralel ideal R-L devresi Şekil-2a'daki aktif R-L simülatör devresiyle yer değiştirilmiştir. Devreye ait transfer fonksiyonları 2 ve 3 numaralı denklemlerdeki gibidir.

$$\frac{I_{HP}}{I_{in}} = \frac{s^2}{s^2 + \frac{(G_{eq} + G_L)}{C_L} s + \frac{1}{L_{eq} C_L}} \quad (2)$$

$$\frac{I_{BP}}{I_{in}} = \frac{\frac{(G_{eq} + G_L)}{C_L} s}{s^2 + \frac{(G_{eq} + G_L)}{C_L} s + \frac{1}{L_{eq} C_L}} \quad (3)$$



Şekil-3. OTRA elemanın iki CFOA tümdevresi ile gerçekleştirilmesi



Şekil-4. Tasarlanan akım modlu çok işlevli süzgeç

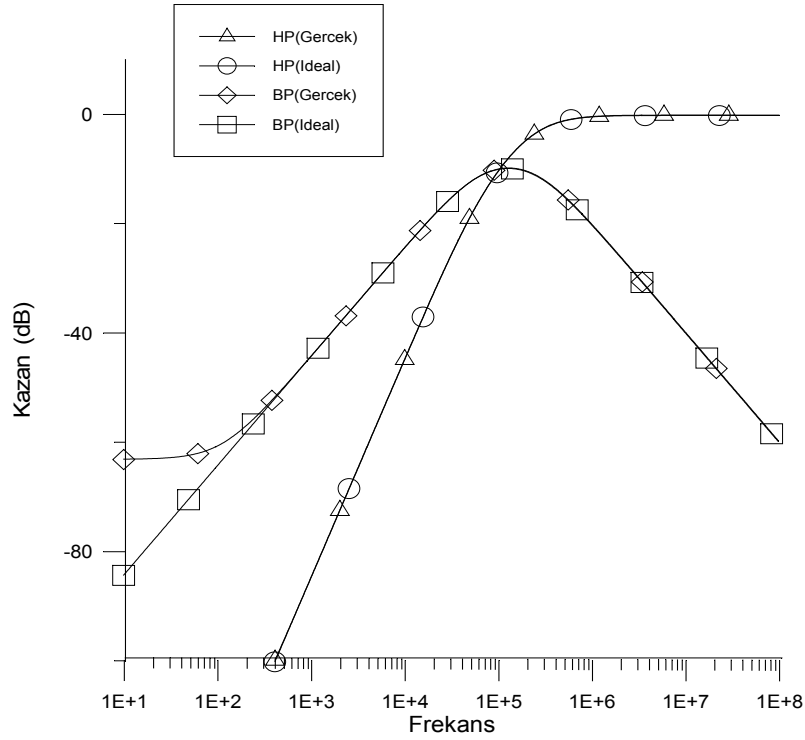
Tablo 1: Önerilen immitans simülatörlerine ait bağıntılar

Şekil	L_{eq}	G_{eq}	Tip
1.a	$\frac{C}{G_1 G_2}$	$G_1 + G_2$	L paralel R
1.b	$-\frac{C}{G_1 G_2}$	$G_1 + G_2$	-L paralel R

Paralel R_L direncinin akımı ve kapasite akımı iki akım tamponu ile yüke aktarırsa band geçiren ve yüksek geçiren süzgecin yüksek çıkış empedansı edilir. Filtrenin gerçekleştirilmesinde seçilen eleman değerleri şunlardır $C_L=1.5nF$, $R_L=1k\Omega$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=1k\Omega$ ve $C_1=1nF$, buradaki endüktans $L_{eq}=1mH$ ve buna paralel gelen direnç $R_{eq}=0.5k\Omega$ olarak alınması sonucunda kutup frekansı $f_p=125kHz$ olarak bulunur. OTRA iki adet CFOA IC AD844 kullanılarak gerçekleştirilmiştir [10]. Bu OTRA tasarımı klasik düşük performanslı OTRA'ların sınırlamalarından kaçınılmasına imkan tanımıştır. Tasarlanan süzgeç devresi, AD844 makromodeli kullanılarak PSPICE simülasyonu gerçekleştirildi ve süzgecin frekans yanıtı Şekil-5'te görülmektedir.

4. Sonuç

Bu makalede, iki yeni paralel immitans simülatörü topolojisi önerilmiştir. Önerilen topolojilerde sadece tek OTRA kullanılmıştır. Simüle edilen elemanlar için pasif eleman eşleme şartına gerek yoktur. Önerilen topolojilerin çalışabilirliği çok işlevli akım modlu bir süzgeç devresi üzerinde gösterilmiştir. PSPICE simülasyonu sonucunda elde edilen sonuçlarla teorik analizler doğrulanmıştır. Önerilen OTRA immitans simülatörlerinin, süzgeç tasarımında, osilatörlerde ve OTRA'larla gerçekleştirilebilecek olası analog işaret işleme uygulamalarında yararlı olacağı açıktır.



Şekil-5. Akım modlu çok çıkışlı süzgeç devresine ait PSPICE simülasyon sonuçları

5.Kaynaklar

- [1] Salama, K. N. and Soliman A. M., CMOS operational transresistance amplifier for analog signal processing applications, *Microelectronics Journal*, 30, s. 235-245, 1999.
- [2] 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*, 142(3), s. 186-192, 1995.
- [3] Wang H. Y. and Lee C. T., Systematic synthesis of R-L and C-D immittances using single CCIII, *Int. Journal of Electronics*, 87(3), s. 293-301, 2000.
- [4] Wang H. Y. and Lee C. T., Realisation of R-L and C-D immittances using single single FTFN, *Electronics Letters*, 34, s. 502-503, 1998.
- [5] Liu S. I. And Wang H. Y., Realisation of R-L and C-D impedances using a current feedback amplifier and its applications, *Electronics Letters*, 30, s. 380-381, 1994.
- [6] Cang C. M., Wang H. Y. and Chien C. C., Realisation of series impedance functions using one CCII+, *Int. Journal of Electronics*, 76, s. 83-85, 1994.
- [7] Kaçar F., Çam U., Çiçekoğlu O., Kuntman H., Kuntman A., Novel Otra-Based Grounded Parallel Immittance Simulator Topologies, *Proceedings of ELECO'2001: The 2nd International Conference on Electrical and Electronics Engineering (Electronics)*, s. 19-23, Bursa, 7-11 November 2001.
- [8] Çam U., Çiçekoğlu O., Kuntman H., Universal series and parallel immittance simulators using four terminals floating nullors, *Analog Integrated Circuit and Signal Processing*, 25(1), s. 59-66, 2000
- [9] Çiçekoğlu M. O., Active simulation of grounded inductors with CCII+s and grounded passive elements, *Int. Journal of Electronics*, 85(4), s. 455-462, 1998.
- [10] Analog Devices Inc. Data Sheet, AD844 Current Feedback Op-Amp.