

YÜKSEK GEÇİŞ İLETKENLİ YENİ BİR CMOS FTFN GERÇEKLEMESİ

Mustafa SAYGINER¹

Hakan KUNTMAN²

^{1,2}Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Elektrik-Elektronik Fakültesi

İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul

¹e-posta: sayginer@itu.edu.tr

²e-posta: kuntman@itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Akım Modlu Devreler, FTFN, Aktif Süzgeçler

ABSTRACT

This paper presents a new CMOS high- g_m , Four Terminal Floating Nullor (FTFN) structure suitable for the applications where high g_m is required to accomplish the exact behaviour of the overall system. Proposed structure is simulated and the performance of the CMOS FTFN is compared to well-known AD844 implementation of FTFN with the current-mode 4th-order low-pass active-RC filter topology.

1. GİRİŞ

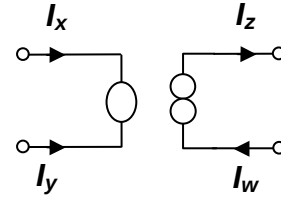
Günümüzde akım modlu devreler ile ilgili yapılan çalışmalarda büyük bir artış gözlenmektedir. Özellikle akım modlu yapıların daha geniş bandlı, yüksek yükselme eğimli, daha doğrusal ve düşük güç tüketimli olarak gerçekleştirilebilmeleri, bu tip çalışmaya uygun yapıların geliştirilmesi için birçok olanak sağlamıştır [1].

Akım modlu çalışmaya uygun olarak, işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (OTA), çift çıkışlı işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (DO-OTA), akım taşıyıcı (CCII), çok çıkışlı akım taşıyıcı (DO-CCII) gibi aktif elemanlar geliştirilmiş ve yeni eleman topolojileri de gün geçtikçe literatürde yer almaktadır. Diğer bir akım modlu çalışmaya uygun eleman da dört uçlu yüzen nulör-Four Terminal Floating Nullor (FTFN) adıyla bilinen aktif elemandır.

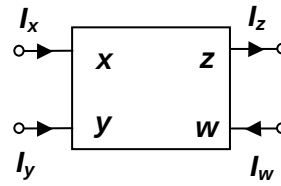
Bugüne kadar FTFN kullanılarak gerçekleştirilen yapılar arasında kuvvetlendiriciler [2], akım modlu süzgeçler [3-5], sinüsoidal osilatörler [6,7], yüzen empedans-admitans yapıları [8] sayılabilir. Aktif eleman kullanılarak gerçekleştirilen yapılarda elemana ilişkin nulör eşdeğerleri göz önüne alındığında FTFN'nin diğer aktif bloklar arasında daha esnek bir yapı olarak karşımıza çıktığını görmekteyiz [8]. Özellikle Bitişik devre dönüşümü - *Adjoint Network Transformation* yöntemiyle gerilim modlu çalışma ve

akım modlu çalışma arasında dönüşüm gerçekleştirilirken FTFN'in bağımsız yüzen uçları, dönüşüm işlemini kolaylaştırmaktadır.

Şekil 1'de FTFN'e ilişkin nulör eşdeğeri ile sembolik gösterimi verilmiştir. FTFN elemanı idealde g_m geçiş iletkenliği değeri sonsuz olan çift çıkışlı işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (OTA) olarak da düşünülebilir.



(a)



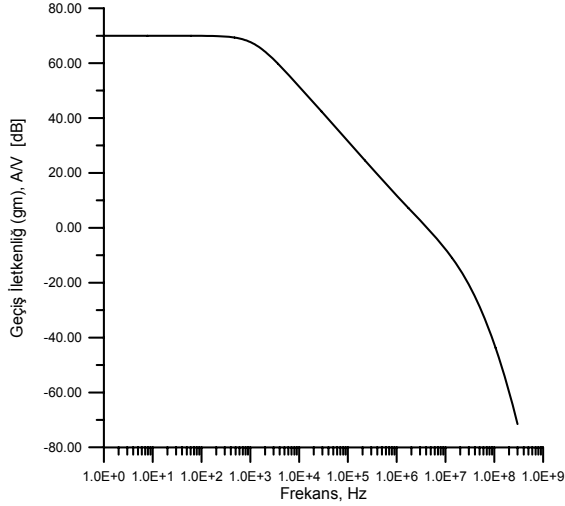
(b)

Şekil 1. (a) FTFN nulör eşdeğeri.
(b) FTFN sembolik gösterimi.

FTFN elemanının uç bağıntıları aşağıda verildiği gibi gösterilebilir.

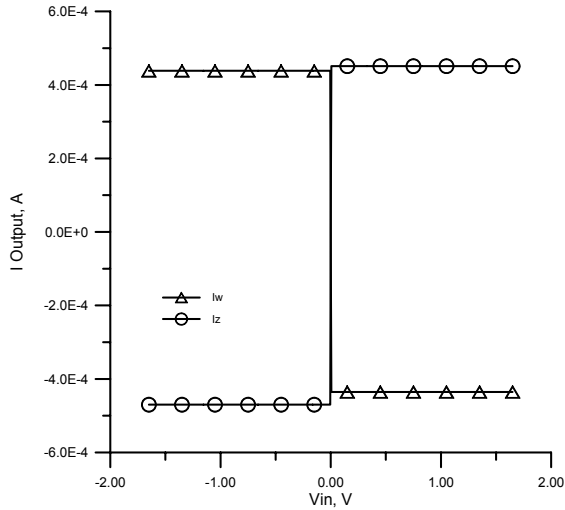
$$\begin{aligned} V_x &= V_y \\ I_z &= I_w \\ I_x &= I_y = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Gene geniş bir frekans bandı içerisinde g_m değeri FTFN performansı açısından birçok uygulama için yeterli sayılabilecek değerlerde olmaktadır.



Şekil 4. CMOS FTFN yapısına ilişkin g_m -frekans ilişkisi.

Yapıya ilişkin DC geçiş karakteristiği z ve w uçları için aşağıda Şekil 5 ile verilmiştir.



Şekil 5. CMOS FTFN yapısına ilişkin DC geçiş karakteristiği.

Tranzistor Adı	L [μm]	W [μm]
M1-M2	0.6	5
M3-M6	0.6	1.2
M7-M14	0.6	50
M15-M22	0.6	212
M23-M26	0.7	4
M27-M30	0.7	20
M31 ve M36	0.7	3
M32-M35	0.7	7
M37	0.7	78
M38-M39	0.6	150
M40-M41	0.6	120
M42	0.7	50
M43	2	18

Tablo 1. Tranzistor boyutları

3. UYGULAMA PERFORMANSI

Önerilen yapının performans açısından sınanması için özellikle yüksek geçiş iletkenliği gerektiren bir uygulamanın seçilmesi faydalı olacaktır. Bu duruma uygun bir yapı için Moschytz'in gerilim modunda çalışan 4. dereceden alçak geçiren süzgecin [15] bitişik devre yöntemiyle akım-moduna dönüştürülüp FTFN ile gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Moschytz'in önerdiği gerilim modlu yapı Şekil 6'da gösterilmiştir. İlgili eleman değerleri yine Tablo 2'de gösterilmiştir. Bitişik devre yöntemine uygun olarak dönüştürülecek devrede,

(i) Öncelikle tüm aktif elemanlar nulör eşdeğerleri ile yer değiştirilir.

(ii) Nulör eşdeğerinde noratör ile nulatör çifti karşılıklı olarak yer değiştirilir.

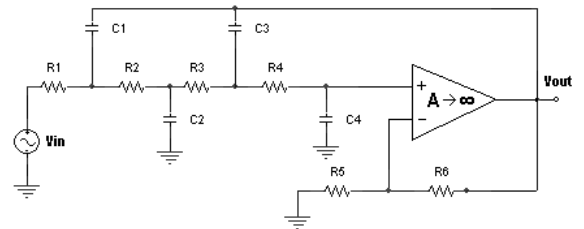
(iii) Devrede bulunan pasif elemanlarla ilgili herhangi bir işlemde bulunulmaz.

(iv) Gerilim modlu yapıda giriş gerilimi kısa devre edilerek yeni yapı için buradan akan akım çıkış akımı olarak kabul edilir.

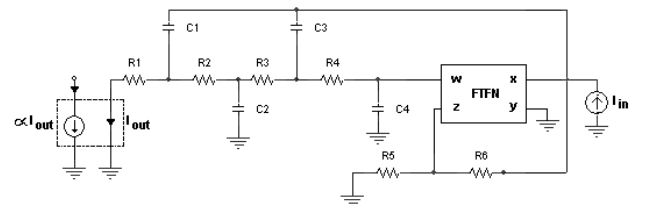
(v) Çıkış gerimine akım kaynağı bağlanarak buranın giriş akımı olması sağlanır. [16]

Dönüşüm sonucunda, ilk devrenin düğüm admitans matrisi, elde edilen devrenin düğüm admitans matrisinin transpozuna eşit olur ve böylece sonsuz giriş empedanslı ve sıfır çıkış empedanslı gerilim modlu kuvvetlendirici yapısından, sıfır giriş empedanslı ve sonsuz çıkış empedanslı akım kuvvetlendiricisine geçilmiş olunur [17,18].

Bitişik devre yönteminin uygulanması sonucunda FTFN kullanılarak elde edilen yeni akım modlu yapı, çıkış akımının süzülerek elde edilebileceği haliyle Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. 4. Dereceden Alçak geçiren yapı.

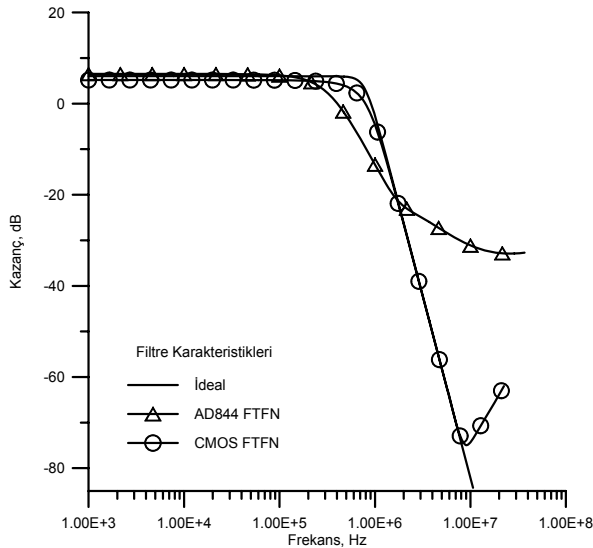


Şekil 7. 4. Bitişik devre dönüşümü ile elde edilen yeni yapı.

Pasif Elemanlar	Değerler
R_1	15.6 k Ω
R_2	49.93 k Ω
R_3	79.56 k Ω
R_4	2.65 k Ω
R_5 - R_6	1 k Ω
C_1 - C_4	10pF

Tablo 2. 4. dereceden Alçak geçiren süzgeç pasif eleman değerleri [15].

Şekil 7’de elde edilen akım modlu eşdeğer devre, önerilen CMOS FTFN yapısının performansının karşılaştırılabilmesi açısından aynı zamanda AD844 elemanı ile de oluşturulan FTFN yapısıyla benzetim gerçekleştirilmiş ve ilgili benzetim sonuçları birarada Şekil 8’de gösterilmiştir.



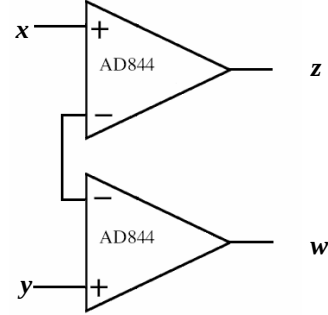
Şekil 8. 4. Dereceden Alçak geçiren süzgeç yapısına ilişkin FTFN performansları.

Görüldüğü gibi önerilen CMOS yapının klasik AD844 ile FTFN gerçekleştirilmesine göre örnek uygulamada çok daha iyi bir performans sergilediğini söyleyebilmekteyiz. AD844’lü yapıda olduğu gibi görece düşük g_m değerli FTFN yapılarının buna benzer bazı uygulamalar açısından istenen performansı veremeyeceğini düşünebiliriz. Örnek uygulamadaki ideal karakteristiğin daha doğru bir biçimde elde edilebilmesi, daha yüksek geçiş iletkenliği mertebelerine ulaşılabilmesi ile mümkün olabilecektir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada sayıları gittikçe artan ve uygulamaları çoğalan FTFN yapıları için yüksek geçiş iletkenliğine sahip bir CMOS yapı önerilmiştir. Yapı temelde bir çift çıkışlı OTA elemanının geçiş iletkenliği değerinin, bir akım işlemsel

kuvvetlendirici aracılığı ile yüksek mertebelere taşınması ve böylece bazı özel uygulamalar için yüksek g_m değerinin olumlu performans katkısı sağlaması esası düşünülerek oluşturulmuştur. Önerilen yapının performansı da uygun bir uygulama ile sınanarak doğrulanmıştır.



Şekil 9. İki adet AD844 ile FTFN gerçekleştirilmesi.

KAYNAKLAR

- [1] C. Toumazou, F. J. Lidgely ve D. Haigh, “Analog IC Design: The current-mode approach”, Exeter, UK, Peter Peregrinus, 1990.
- [2] J.H. Huijsing, “Operational floating amplifier”, IEE Proceedings, vol.137, Pt.G., pp.131-136,1990.
- [3] U. Çam, O. Çiçekoğlu, H. Kuntman, “A new four terminal floating nullor based single-input three output current-mode multifunction filter”, Microelectronics Journal, Vol.30, No.2, pp.115-118, 1999.
- [4] M.T. Abuelma’atti and H.A. Al-zaher, “Universal two input two-output current-mode active biquad using FTFNs”, International Journal of Electronics, vol.86, pp.181-188, 1999.
- [5] Saygıner, M., Kuntman, H. "Realization of First-Order All-Pass Filter Using Four Terminal Floating Nullor" Applied Electronics, Pilsen, 2006.
- [6] D.R. Bhaskar, “Single resistance controlled sinusoidal oscillator using single FTFN” Electronic Letters, vol.35, pp.190, 1999.
- [7] S.L. Liu, “Single-resistance-controlled sinusoidal oscillator using two FTFNs”, Electronic Letters, vol.33, pp.1185-1186, 1997.
- [8] R. Senani, “A novel application of four-terminal floating nullor”, Proceedings of the IEEE, vol.75, pp.1544-1546, 1987.
- [9] Higashimura, M., Fukui, Y. “Realization of immittance function using a single FTFN and its application to filters” ISCAS '92. Proceedings., 1992 IEEE International Symposium on Volume 2, 3-6 May 1992. Page(s):851 - 854 vol.2
- [10] U. Çam, A. Toker, O. Çiçekoğlu, H. Kuntman, Current-Mode High Output Impedance Sinusoidal Oscillator Configuration Employing single FTFN, ANALOG INTEGRATED

CIRCUITS AND SIGNAL PROCESSING, 24, No.3, pp.231-238, 2000.

[11] U. Çam, H.Kuntman, CMOS four terminal floating nullor (FTFN) design using a simple approach, Microelectronics Journal, Vol.30, No. 12, pp.1187-1194, 1999.

[12] U. Çam ve H. Kuntman, A new CMOS realisation of four terminal floating nullor (FTFN), International Journal of Electronics, Vol. 87, No.7, pp 809-817, 2000.

[13] H. Alzahrer ve M. Ismail, "A CMOS Fully Balanced Four-Terminal Floating Nullor" , IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—I: FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, VOL. 49, NO. 4, APRIL 2002

[14] A. Uygur, H. Kuntman, Yüksek başarımli bir cmos işlemeşel kuvvetlendirici gerçekteşirilmesi ve aktif süzgeç tasarımına uygulanması, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Müh. 10. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt II, 259-262, İTÜ-EMO İstanbul Şubesi, İstanbul, 2003.

[15] Jurisic, D.; Moschytz, G.S.; Mijat, N. "Low-sensitivity, low-power 4th order low-pass active-RC allpole filter using impedance tapering" Electrotechnical Conference, 2004. MELECON 2004. Proceedings of the 12th IEEE Mediterranean Volume 1, Issue , 2004.

[16] Roberts G. W., Sedra A. S, A General Class of Current Amplifier-Based Biquadratic Filter Circuits, IEEE Transaction on Circuit and Systems-I: Fundamental Theory and Applications, 39, 257-263, 1992.

[17] Svoboda J. A., Current Conveyors Operational Amplifiers and Nullors, Proceedings of the IEE, 136, 317-322,1989.

[18] Alçı,M. , Uzunhisarcıklı,E. "UAE'lerin Gelişimi Ve Bir Bgf Devresinin Voltaj Ve Akım Modunda FTFN İle Gerçekteşirilmesi " Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği 7. Ulusal Kongresi, 8-12 Eylül 1997, Ankara.