

FTFN TABANLI İKİ UCU SERBEST GİRİŞ FONKSİYONU SİMÜLATÖRÜ TASARIMI

Uğur Çam

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Elektrik ve Elektronik Bölümü,
54040, Esentepe kampüsü, Adapazarı, Türkiye
e-posta: cam@sakarya.edu.tr

Oğuzhan Çiçekoğlu

Boğaziçi Üniversitesi, M. Y. O., Elektronik Prog.,
80815, Bebek, İstanbul, Türkiye
e-posta: cicekoglu@boun.edu.tr

Hakan Kuntman

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

Anahtar kelimeler: Analog işaret işleme, aktif filtreler, FTFN

ABSTRACT

A novel lossless floating inductance simulator employing only two FTFNs is proposed in this letter. The presented topology enables to simulate of ideal floating inductance, FDNR and allows the designer simulation of large value of floating inductance, FDNR and variable capacitor. No component matching constraints are imposed for the simulators. The performance of the proposed floating inductance is demonstrated on the fifth order elliptic filter with PSPICE simulations.

1. GİRİŞ

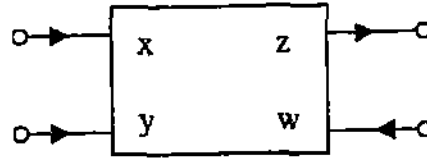
Giriş fonksiyonu simülasyonu aktif devre sentezinin en çok ilgi çeken konularından bir tanesidir. Bunun en önemli sebebi endüktans elemanın tümdevre teknolojisi ile gerçekleştirilememesi ve yerine aynı görevi gören aktif endüktans simülatörünün kullanılmasıdır. Ayrıca frekans-bağımlı negatif resistor (FDNR) gibi aktif filtre sentezinde kullanılan önemli bir elemanın yine giriş fonksiyonu simülasyonu ile gerçekleştirilebilmesi bu konu ile ilgili çalışma sayısında artmaya yol açmıştır [8-10]. Literatürde bugüne kadar yapılan çalışmalarda kullanılan aktif eleman işlemsel kuvvetlendiricidir. Fakat son yıllarda akım-modlu devrelere ve akım çıkışlı aktif elemanlara artan ilgi nedeniyle akım taşıyıcı (CCII), işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (OTA), akım geribeslemeli işlemsel kuvvetlendirici (CFOA) tabanlı giriş fonksiyonu simülatörü devreleri de literatürde yer almaya başlamıştır [10]. Bu devrelerin en önemli dezavantajı kullanılan aktif eleman sayısının çok

fazla olması ve bu devrelerin FDNR simülasyonuna uygun olmamasıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla gösterilmiştir ki aktif devre tasarımı en esnek ve kullanışlı yapı bloğu FTFN (Four terminal floating nullor)'dir. Bu yüzden çok FTFN-tabanlı filtre, osilatör devreleri literatürde yer almıştır [2-9]. Bu çalışmanın amacı FTFN elemanın avantajlarını giriş fonksiyonu simülatörü devrelerinde kullanmaktır. Bu amaçla iki FTFN ve beş pasif eleman içeren bir giriş fonksiyonu simülatörü önerilmiştir. Bu devre ile simüle edilen kayıpsız endüktans elemanı kullanılarak 5. derecen eliptik filtre tasarlanmıştır. PSPICE bilgisayar programı ile yapılan teorik çalışmalar doğrulanmıştır.

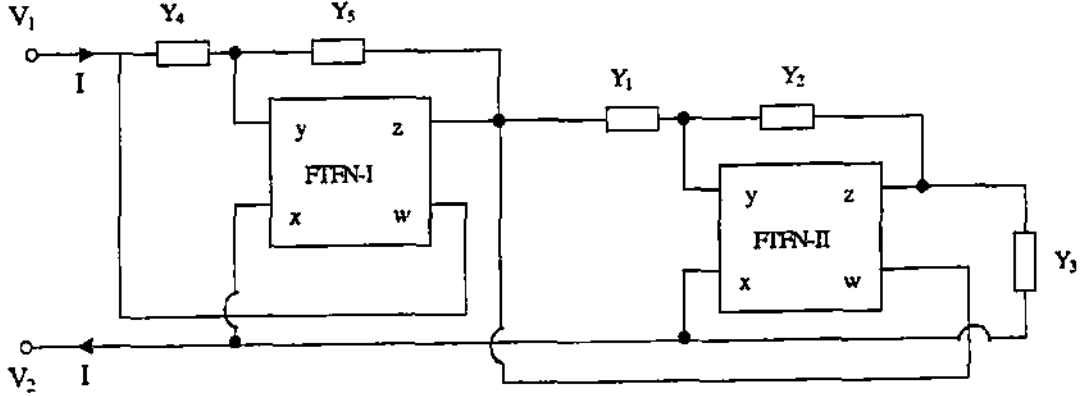
2. DÖRT UÇLU YÜZEN NULLOR (FTFN)

FTFN (Four terminal floating nullor) ideal bir nullor' a eşdeğer olup bazı çalışmalarda OFA (Operational floating amplifier) olarak ta adlandırılmıştır [6]. Sembolik gösterimi şekil 1 de verilen FTFN 1 numaralı uç denklemleriyle tanımlanmıştır.

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



Şekil 1: FTFN'nin sembolik gösterimi



Şekil 2: Önerilen giriş fonksiyonu simülatörü devresi

3.ÖNERİLEN İKİ UCU SERBEST GİRİŞ FONKSİYONU SİMÜLATÖRÜ DEVRESİ

Bu çalışmada önerilen giriş fonksiyonu simülatörü devresi şekil 2 de gösterilmiştir. Bu iki kapılıya ait giriş admitans matrisi 2 numaralı denklemdeki gibidir.

$$[Y] = \frac{Y_1 Y_3 Y_4}{Y_2 Y_5} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Admitansların uygun biçimde direnç ve kapasite olarak seçilmesiyle bu devrenin yitiren ideal endüktans ve FDNR ($Y=s^2D$) simüle edilebileceği açıktır. Örnek olarak $Y_1=G_1$, $Y_2=sC_2$, $Y_3=G_3$, $Y_4=G_4$ ve $Y_5=G_5$ seçilirse

$$L_{eq} = \frac{C_2 G_3}{G_1 G_2 G_5}$$

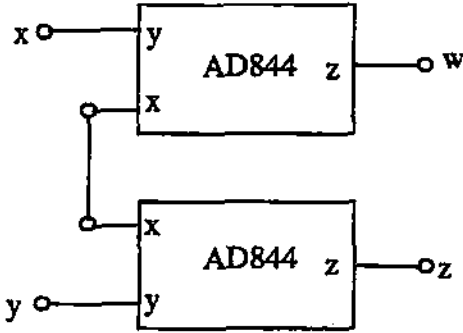
değerinde bir endüktans elemanın simüle edilebileceği açıktır. Benzer şekilde $Y_1=G_1$, $Y_2=G_2$, $Y_3=sC_3$, $Y_4=sC_4$ ve $Y_5=G_5$ seçilirse

$$D_{eq} = \frac{G_1 C_3 C_4}{G_2 G_5}$$

değerinde bir FDNR elemanın simüle edilebileceği açıktır

4.SİMÜLASYON SONUÇLARI

Önerilen devrenin fonksiyonelliği, şekil 4 de verilen 5. Derece eliptik filtre üzerinde gösterilmiştir [1]. Bu filtre devresindeki endüktans elemanları bu çalışmada önerilen endüktans simülörleri ile yer değiştirilmiştir. Eliptik filtreye ait pasif eleman değerleri $R_1=R_2=2K\Omega$, $C_1=89.62pF$, $C_2=34.76pF$, $C_3=248.1pF$, $C_4=129.8pF$, $C_1=32.46pF$ olarak seçilmiştir. Simülörlerde ise : $R_1=R_3=R_4=1K\Omega$, $R_2=1K\Omega$, $C_2=859.1pF$ seçilerek $L_1=859.1\mu H$ simüle ve $R_1=R_3=R_4=1K\Omega$, $R_2=1K\Omega$, $C_2=573.4pF$ seçilerek $L_2=573.4\mu H$ simüle edilmiştir. Bunun sonucu olarak filtreye ait $f_c=450KHz$ kesim frekansı elde edilmiştir. FTFN elemanı şekil 4 de gösterildiği gibi iki adet Analog Devices şirketinin piyasaya sürdüğü AD844 entegresiyle oluşturulmuştur. Besleme gerilimi $V_{DD}=10V$ ve $V_{SS}=-10V$ olarak alınmıştır.



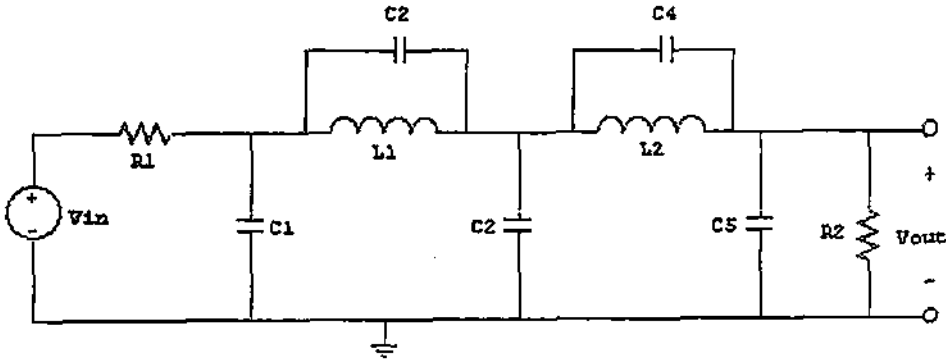
Şekil 3: FTFN' nin iki AD844 akım taşıyıcı tımddevresi ile gerçekleştirilmesi

Filtre devresi ideal devre olarak ve endüktans simülatörü ile PSPICE programı ile simüle edilmiş ve elde edilen sonuçlar şekil 5 de verilmiştir. Simülasyon sonuçlarından da görüleceği üzere önerilen giriş fonksiyonu simülatörü

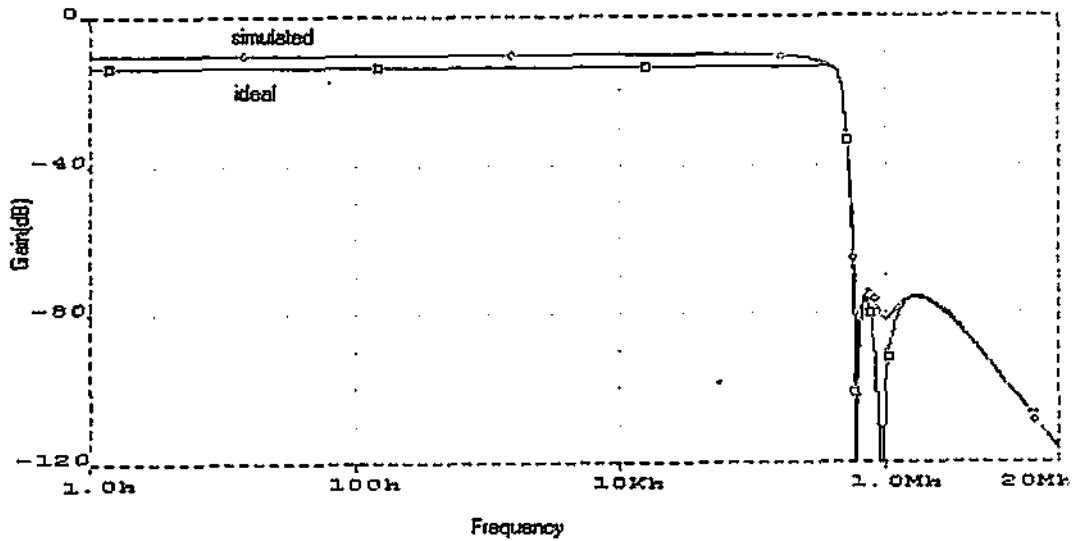
devresi endüktans simülasyonu işlevini başarı ile yerine getirmiştir.

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada sadece iki adet FTFN kullanılarak yeni bir kayıpsız iki ucu serbest giriş fonksiyonu simülatörü devresi önerilmiştir. Önerilen devre ile ideal endüktans ve FDNR elemanı simüle edilebilmektedir. Devre için herhangi pasif eleman eşleme şartı yoktur. Önerilen topoloji literatürdeki devrelere göre daha az aktif eleman içermekte ve simüle edilen eleman aralığı daha geniştir. Giriş fonksiyonu simülatörü devresinin çalışabilirliği 5.derece eliptik filtre devresi üzerinde PSPICE bilgisayar programıyla teorik sonuçlar doğrulanarak gösterilmiştir.



Şekil 3: 5. Dereceden eliptik pasif filtre devresi



Şekil 5: Eliptik filtre devresinin PSPICE simülasyon sonucu

KAYNAKLAR

- [1] Banu M. and Tsividis Y., An elliptic continuous-time CMOS filter with on chip automatic tuning, IEEE Journal of solid state circuits, vol.SC-20, no.6, pp. 1114-1121, 1985.
- [2] Çam U., Çicekoğlu O., Kuntman H., A new FTFN-based single input three output(SITO) current-mode filter, Microelectronics Journal, vol. 30, no. 2, 155-188, 1999.
- [3] Higashimura M., Current-mode allpass filter using FTFN with grounded capacitor, Elec. Lett., 27, 1182-1183, 1991.
- [4] Higashimura M. and Fukui Y., Simulation of lossless floating inductance using two current conveyor and operational transconductance amplifier, Int. J. Electronics, vol. 64, no.4, pp498-499, 1987.
- [5] Higashimura M. and Fukui Y., Novel method for realising lossless floating immittance using Current conveyors, Electronic Letters, vol. 23, no. 10, pp. 498-499, 1987.
- [6] Huijsing J. H. , Operational floating amplifier (OFA), IEE Proc. part G, vol. 137, no. 2, 131-136, 1990.
- [7] Liu S. I., Single-resistance-controlled sinusoidal oscillator using two FTFNs, Electr. Lett., vol. 33, no. 14, 1185-1186, 1997.
- [8] Senani R. and Malhotra J., Minimal realisation of a class operational mirrored amplifier-based floating impedances, Electronic Letters, vol. 30, no. 14, pp. 1113-1114, 1994.
- [9] Senani R., A novel application of four terminal floating nullors, Proc. of IEEE, vol. 35, no. 11, 1544-1546, 1987..
- [10] Toumazou C., Lidjey F J.. and Haigh D., Analog IC Design: The current-mode approach, Exeter, UK, Peter peregrinus, 1990.