

FARKLI ÜNİVERSAL AKTİF ELEMAN TABANLI 4D KAOTİK OSİLATÖRLERİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ VE FREKANS PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

¹Esma UZUNHİSARCIKLI, ²Mustafa ALÇI, ³Fatma YILDIRIM

¹Erciyes Üniversitesi Kayseri M. Y. O Elektronik Prog., 38039, Kayseri, e-mail: uzunhise@erciyes.edu.tr

²Erciyes Üniversitesi Müh. Fak. Elektronik Müh. Böl., 38039, Kayseri, e-mail: malci@erciyes.edu.tr

³Erciyes Üniversitesi Sivil Havacılık Y. O., 38039, Kayseri, e-mail: fatmay@erciyes.edu.tr

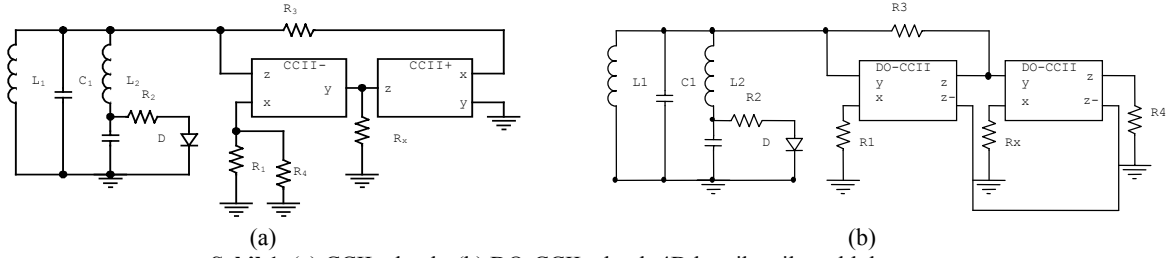
Özet: Bu çalışmada son yıllarda VOA (gerilim modlu işlemsel kuvvetlendirici)'nın bilinen birtakım sınırlamalarını gidermek için geliştirilen akım modlu UAE (üniversal aktif eleman) yapılarından bazılarının 4D (dört boyutlu) kaotik osilatör devresinin gerçekleştirilmesinde kullanılması ve gerçekleştirilen devrelerin yüksek frekans performanslarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Yapılan benzetim sonuçlarında UAE-tabanlı kaotik osilatör devrelerinin ve özellikle FTFN (Dört Terminalli Değişken Nullor)-tabanlı kaotik osilatör devresinin, VOA-tabanlı yapıya göre yüksek frekanslarda daha iyi performans sergilediği gösterilmiştir.

1. Giriş

Son yıllarda kaotik devrelerin tasarımı ve yapımına yönelik pek çok çalışma literatürde yer almaktadır. Bunlar arasında otonom kaotik devrelerle ilgili çalışmalardan üç boyutlu ve dört boyutlu olanlar incelenmekte olup, son yıllarda daha yüksek boyutlu sistemler de dikkat çekici olmuşlardır [1]. Çünkü üç ve daha büyük boyutlu sistemler hiperkaosu (hyperchaos) meydana getirebilmektedirler [2]. Bu şekildeki hiperkaos devrelerinin analizi ve sentezi mühendislik uygulamalarından; yayılı spektrum haberleşmelerinde (spread spectrum communications), kaos kontrolünde ve yapay sinir ağlarında hafıza araştırmalarında kullanılabilmektedirler [3]. Bu çalışmada basitliğinden ve voltaj modlu devreden akım modlu devreye geçiş kolaylığı sağladığından dolayı model devre olarak VOA-tabanlı 4D kaotik osilatör devresi kullanılmıştır [4]. Bu devrede aktif eleman olarak kullanılan VOA' nın kazanç-band genişliği çarpımının sabit olması ve değişim hızlarının (slew rate) sınırlı olmasından dolayı VOA-tabanlı gerçekleştirimler yüksek frekanslı çalışmalarda iyi bir performans gösterememektedir. Diğer yandan akım modlu devreler, büyük band genişlikleri, yüksek değişim hızları, daha geniş dinamik sahaları, düşük güç tüketimleri ve basit devre yapıları gibi karakteristik özellikler taşıdıklarından gerilim modlu devrelere göre elektronik devre tasarımında geniş uygulama alanı bulmuşlardır [5]. Bu çalışmada akım modlu devreler arasından FTFN, CFOA (Akım Geribeslemeli İşlemsel Yükselteç), CCII (İkinci Kuşak Akım Taşıyıcısı), DO-CCII (Çift Çıkışlı-CCII) gibi farklı universal aktif elemanlar 4D kaotik osilatörünün gerçekleştirilmesinde kullanılarak alternatif yapılar oluşturulmuş ve özellikle yüksek frekanslardaki performansları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. VOA tabanlı 4D kaotik osilatör devresinde kapasitör ve bobin değerlerinin düşürülmesiyle çalışma frekansının 6.17 kHz' den 175 kHz' e kadar değiştiği, 175 kHz' den büyük çalışma frekanslarında ise orijinal kaotik dinamiğin bozulduğu görülmüştür [6]. Oysa UAE tabanlı devrelerin özellikle de FTFN tabanlı kaotik devrenin daha iyi bir frekans performansı sergilediği benzetim sonuçlarıyla gösterilmiştir. Çalışma şu bölümlerden oluşmaktadır: 2. Bölümde FTFN, CFOA, CCII, DO-CCII hakkında kısa bilgiler verilmekte ve kullanılan akım modlu universal elemanların frekans performanslarını gösteren benzetim sonuçları ve bu sonuçların karşılaştırılması sunulmaktadır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmaktadır.

2. Akım Modlu Üniversal Aktif Eleman Tabanlı 4D Kaotik Osilatörlerinin Tasarımı Ve Frekans Performanslarının İncelenmesi

Son yıllarda CFOA, CCII, FTFN gibi akım modlu devreler, özellikle yüksek frekans performanslarından dolayı VOA-tabanlı devrelere göre daha fazla tercih edilmektedirler [7]. Voltaj modlu yapıdan akım modlu yapıya geçişte kullanılan yöntemler arasında "Ek Dönüşüm Yöntemi (Adjoint Transformation Method)"; aktif elemanların yerine nullor modelinin kullanılmasıyla akım modlu yapıya geçişi sağlarken devre analizini de basitleştirilebilmektedir [8]. Bu çalışmada Ek Dönüşüm Yöntemi'nin işlem basamaklarının [8] uygulanmasıyla gerilim modlu VOA-tabanlı osilatör devresinden [4] Şekil 1(a)'da CCII-tabanlı, Şekil 1(b)'de DO-CCII tabanlı ve Şekil 4'de FTFN-tabanlı, devrelere dönüşüm sağlanmış olur. Devreler, özellikle yüksek frekanslarda benzetimleri yapılarak doğrulanmaları amacıyla farklı frekans sahaları için incelenmişlerdir. Bu inceleme sırasında devre parametrelerinden $R_1=1\text{ k}\Omega$, $R_2=70\text{ }\Omega$, $R_3=4\text{ k}\Omega$, $R_4=4\text{ k}\Omega$ olarak sabit alınmıştır ve 1N4148 diyodu kullanılmıştır. CFOA tabanlı 4D kaotik osilatör devresinin gerçekleştirimi ile frekans



Şekil 1. (a) CCII tabanlı, (b) DO-CCII tabanlı 4D kaotik osilatör blok yapısı.

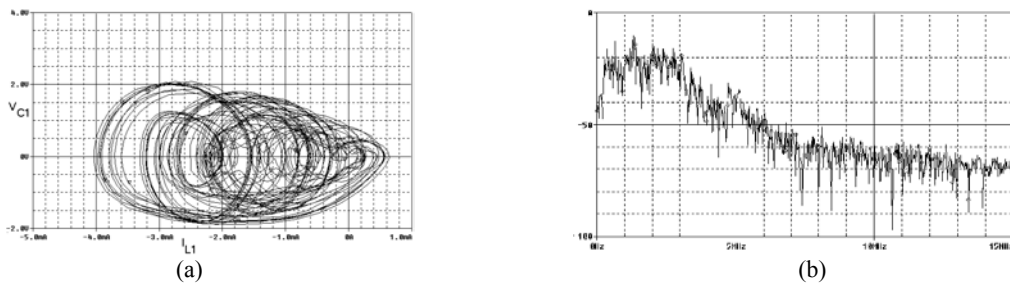
performansının incelenmesine yönelik çalışma daha önce yapılmış olup [6], bu devrede çalışma frekansının kapasitör ve bobin değerlerinin düşürülmesiyle 6.17 kHz' den 1.3 MHz' e kadar değiştiği görülmüştür. 1.3 MHz' den büyük çalışma frekanslarında orijinal kaotik dinamik bozulmuştur. Bu çalışmada da devrelerin bobin ve kondansatörlerden oluşan parametreleri farklı frekans sahalarında devrelerin davranışını göstermek için belirli bir çarpım faktörüyle küçültülmüştür.

2.1 CCII ve DO-CCII Tabanlı 4D Kaotik Osilatör Devreleri ve Frekans Performansları:

CCII'lar; opamp'lar, Norton kuvvetlendiricileri (CDA-Current Difference Amplifiers) ve OTA gibi diğer aktif devre elemanlarına göre daha geniş bir frekans bandında çalışabilen, çıkış akımları; giriş uçlarına uygulanan gerilim veya akımla denetlenebilen ve böylelikle devre sentezi açısından daha esnek bir kullanıma sahip olan aktif devre elemanlarıdır. Son yıllarda elektronik devrelerde kullanılan pasif eleman sayılarını azaltmak amacıyla bir akım takipçisi ile bir CCII+'nın birleştirilmesi ile oluşan DO-CCII pek çok analog devre tasarımında kullanılmaktadır [9]. Şekil 1(a)'da blok şeması verilen CCII-tabanlı 4D kaotik osilatör devresinin çalışma frekansının 6.17 KHz'den 1.2 MHz'e kadar değiştiği Şekil 2'de verilen çeker yapısı ve frekans spektrumu ile görülmektedir. Benzetim sırasında CCII'nın MOS eşdeğeri kullanılmıştır [10]. Şekil 1(b)'de blok yapısı ve Şekil 3'de çeker yapısı ve frekans spektrumu verilen DO-CCII tabanlı 4D kaotik osilatörünün benzetimi yapılırken MOS'lu DO-CCII yapısı kullanılmıştır. Bu benzetim işlemi sonucunda çalışma frekansının 6.17 KHz'den 1 MHz'e kadar değiştiği bundan daha büyük frekanslarda ise kaotik yapının bozulduğu gözlenmektedir.

2.2 FTFN Tabanlı 4D Kaotik Osilatör Devresi ve Frekans Performansı:

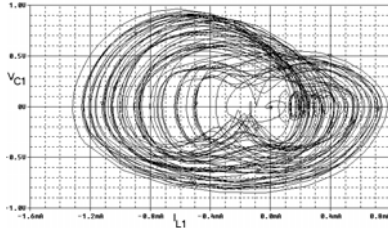
Tümdevre yapısına uygun yeni bir nullor çeşidi; FTFN'dir. FTFN, opamp ve akım taşıyıcılarına göre oldukça esnek ve daha fazla uygulama alanında kullanılabildiği için, çok yönlü bir elemandır. Çünkü nullator-norator çifti hiçbir koşul olmaksızın FTFN ile kolaylıkla yer değiştirebilmektedir. Böylece opamp'lı gerilim modlu devrelerden, FTFN'li akım modlu devrelere dönüşüm gerilim modundan akım moduna geçiş için önemli olmuştur. Şekil 4'de blok yapısı ve Şekil 5'de çeker yapısı ve frekans spektrumu verilen FTFN tabanlı 4D kaotik osilatör devresinin benzetimi sonucunda çalışma frekansının 6.17 KHz'den 2.73 MHz'e kadar değiştiği görülmektedir. Benzetim sırasında hesaplama zamanını kısaltan doğru ve basit bir FTFN makromodeli kullanılmıştır [11].



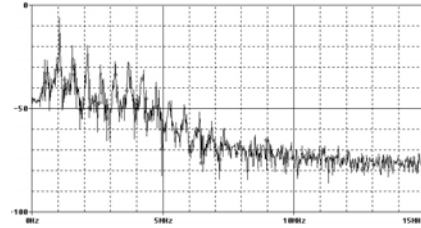
Şekil 2. CCII tabanlı 4D kaotik osilatör devresi için; (a) (L_1-V_{C1}) düzlemindeki çeker gösterimi, (b) $V_{C1}(t)$ 'nin kaotik frekans spektrumu.

3. Sonuç

Bu çalışmada üniversal aktif eleman-tabanlı 4D kaotik osilatör devrelerinin yüksek frekans performansları sunulmuştur. Yapılan benzetim sonuçlarına göre VOA-tabanlı versiyona göre tüm üniversal aktif eleman-tabanlı kaotik devrelerin daha iyi frekans performansı sergiledikleri bunun yanı sıra özellikle FTFN-tabanlı kaotik osilatör devresinin yüksek frekanslarda diğer akım modlu üniversal aktif elemanlara göre daha iyi bir performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda üniversal aktif eleman tabanlı devrelerin yüksek frekanslı kaotik devre uygulamalarında kullanılabilecek alternatif bir yapı oluşturdukları görülmüştür.

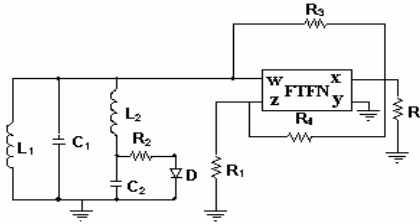


(a)

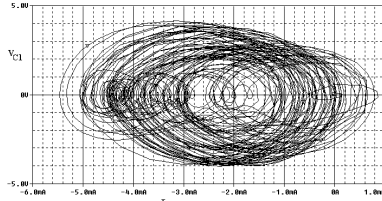


(b)

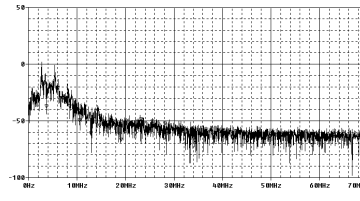
Şekil 3. DO-CCII tabanlı 4D kaotik osilatör devresi için; (a) $(I_{L1}-V_{C1})$ düzlemindeki çekir gösterimi, (b) $V_{C1}(t)$ 'nin kaotik frekans spektrumu.



Şekil 4. FTFN tabanlı 4D kaotik osilatör blok yapısı



(a)



(b)

Şekil 5. FTFN-tabanlı 4D kaotik osilatör devresi için; (a) $(I_{L1}-V_{C1})$ düzlemindeki çekir gösterimi, (b) $V_{C1}(t)$ 'nin kaotik frekans spektrumu.

4. Kaynaklar

- [1] Miyoshi T., Nitanei T., Inaba N., "Chaotic Attractor with A Characteristic of Torus", Circuits and Syst-I, 47, s. 944-948, 2000.
- [2] Miller D.A, Grassi G., "Experimental Realization of Observer Based-Hyperchaos Synchronization", Circuits and Syst-I, 48, 366-374, 2001.
- [3] K.S. Halle, C.W. Wu, M. Itoh, L.O. Chua, Spread Spectrum Communication Through Modulation of Chaos, Int. Journal Bifurcation and Chaos, 3, 469-477, (1993).
- [4] Tamasevicius A., Namajunas A., Cenys A., "Simple 4D Chaotic Oscillator", Electronic Lett., 32, s. 957-958, 1996.
- [5] Schmid H., "Approximating the Universal Active Element", IEEE Transaction on Circuit Systems-II: Analog and Digital Signal Processing, 47, 1160-1169, 2000.
- [6] Yıldırım F., Uzunhisarcıklı E., Alçı M., "CFOA-Tabanlı 4D Kaotik Osilatör Devresinin Tasarımı ve Yüksek Frekans Performansının İncelenmesi", Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu ASYU-INISTA 2004, s. 104-107, 2004
- [7] Kılıç R., Çam U., Alçı M., Kuntman H., Uzunhisarcıklı E., "Realization of Inductorless Chua's Circuits Using FTFN-Based Nonlinear Resistor and Inductance Simulator", Frequenz, 58, s.37-40, 2004
- [8] 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,s. 257-263, 1992
- [9] Toker A., Özoğuz S., "Insensitive Current-Mode Universal Filter Using Dual Output Current Conveyors", Int. J. Electronics, Vol: 87, s. 667-674, 2000
- [10] Liu S-I, Tsao H-W., Wu J., "CCII-Based ContinuousTime Filters with Reduced Gain-Bandwidth sensitivity", IEE Proceeding, 138, s. 210-214, 1991
- [11] Çam U., Kuntman H., "Simple and Accurate Nonlinear Macromodel for Four Terminal Floating Nullors (FTFNs)", International Journal of Electronics, 88, s. 435-447, 2001.