

VOLTAJ VE AKIM MODLU DEVRELERİ BİRBİRLERİNE DÖNÜŞTÜRME YÖNTEMİ VE OSİLATÖR UYGULAMALARI

E. UZUNHİSARCIKLI* , M. ALÇI**

*Erciyes Üni. Kayseri M.Y.O Elektronik Programı e-mail: uzunhise@erciyes.edu.tr

**Erciyes Üni. Müh. Fak. Elektronik Müh. Bölümü 38039-KAYSERİ e-mail: malcı@erciyes.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Voltaj ve Akım Modlu Devreler, Opamp , FTFN

ABSTRACT

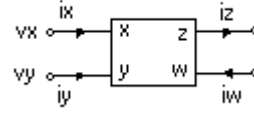
In this study, transformation of voltage-mode opamp and current-mode FTFN (Four Terminal Floating Nullor) in to each other is shown by using the principle of adjoint network. Hence, it is emphasized that current-mode operation is preferred to voltage-mode and FTFN is a more flexible and versatile building block in active network synthesis which is especially remarkable when taking the nullor equivalents of active elements into account.

1. GİRİŞ

Tümdevrelerin 1960'lı ilk yıllarından beri opamp, analog devre tasarımında temel yapı bloğu olarak kullanılmış ve halen kullanılmaktadır. Ancak voltaj modlu opamp devrelerinde sabit kazanç-bantgenişliği çarpımından dolayı, yüksek kapalı çevrim kazancı istenildiğinde bant genişliği daralmakta, değişim hızları (slew rate) sınırlı olduğundan, yüksek frekanslı çalışmalarda engelleyici etkiye sahip olmaktadır. Oysa akım modlu devreler; büyük bantgenişliği, yüksek değişim hızı, daha geniş dinamik saha, düşük güç tüketimi, basit devre yapısı ve geniş doğrusallık gibi karakteristik özellikler taşıdıklarından voltaj modlu devrelere rağmen geniş uygulama alanı bulmuşlardır [1].

Geniş bantgenişliği, düşük güç tüketimi ve düşük voltaj çalışması eş zamanlı istenildiğinde; voltaj modlu devreler buna yeterince cevap veremediğinden, farklı akım modlu devreler kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan tümdevre yapısına uygun olan ve Şekil 1'de sembolik olarak verilen FTFN; akım modlu devreler arasında en umut verici olup, hem voltaj, hem de akım modunda kullanılabilen önemli bir yapıdır. Pratik ve teorik olarak önerilen cihazların çoğunluğu, FTFN'nin kullanımıyla yapılandırılabilir. Bu durum onun, opamp ve akım taşıyıcılarına göre oldukça esnek ve daha fazla uygulama alanında kullanılabilmesi için de, çok yönlü bir eleman olduğunun göstergesidir [2]. Ayrıca özel aktif elemanların, nullor eşdeğerine dönüştürülmesinde terminal değişkenleri arasındaki bağıntıdan dolayı birtakım güçlükler olabilmektedir. Örneğin; bir nullator-norator çiftinin opamp'larla yer değiştirmesi istenildiğinde; norator'un bir terminali topraklanmak ve CCII (Second Generation Current Conveyor) 'larla yer değiştirmesi istenildiğinde nullator'un bir terminali norator'un bir terminaline bağlanmak zorundadır.

Oysa nullator-norator çifti hiçbir koşul olmaksızın, FTFN ile kolaylıkla yer değiştirebilmiştir. Bu yüzden opamp'lı voltaj modlu devrelerden, FTFN'li akım modlu devrelere dönüşüm düşünülmüştür. Opamp'lı voltaj modlu devrelerden, FTFN'li akım modlu devrelere dönüşüm voltaj modundan akım moduna geçiş için önemli olmakla beraber aynı zamanda, nullor eşdeğer devrelerinin yeniden aktif devreye dönüşümünde de kolaylık sağlamaktadır [3-5]. Çoğu zaman 'dört terminalli nullor' için 'nullor' veya 'OFA (Operational Floating Amplifier)' terimi kullanılmaktadır [6].



Şekil 1: FTFN'nin sembolü

2. BİTİŞİK (ADJOINT) DÖNÜŞÜMÜ

Aktif devre elemanlarında nullor modelinin kullanımı, voltaj moduna karşılık daha iyi olarak geliştirilen akım modlu devrelerin ortaya çıkışında önemli bir araç olmuştur [3,7]. Voltaj modlu devreden, akım modlu devreye dönüşüm için ilk önce devredeki aktif elemanların nullor eşdeğerleri alınır daha sonra bitişik yöntem şu şekilde uygulanır:

- Nullor eşdeğerini oluşturan yapıda nullator-norator çifti birbirleriyle karşılıklı olarak yer değiştirilir.
- Devrede bulunan pasif elemanlar bir değişikliğe uğratılmadan aynen alınır.
- Giriş voltajı bir kısa devre ile yer değiştirilir ve bu nun üzerinden akan akım, yeni devrenin çıkış akımı olarak kabul edilir.
- Bir akım kaynağı çıkış portuna bağlanır ve bu yeni devrenin giriş akımı olur.
- Eğer devrede bağımlı voltaj kaynağı (VCVS) varsa, bağımlı akım kaynağı (CCCS) ile yer değiştirilir [8,9].

Sonuç olarak, ilk devrenin düğüm admitans matrisi, elde edilen devrenin düğüm admitans matrisinin transpozuna eşit olur [10]. Böylece sonsuz giriş empedanslı sıfır çıkış empedanslı voltaj kuvvetlendiricisi, sıfır giriş empedanslı sonsuz çıkış

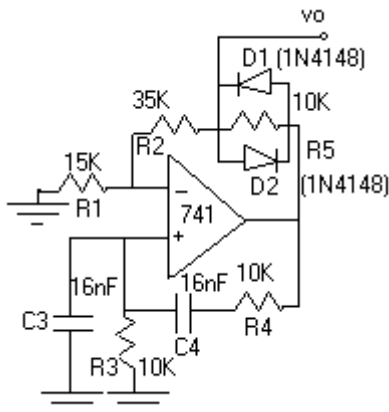
empedanslı akım kuvvetlendiricisine dönüştürülmüş olur.

3. BİTİŞİK DÖNÜŞÜMÜNÜN UYGULANDIĞI ÖRNEK DEVRELER

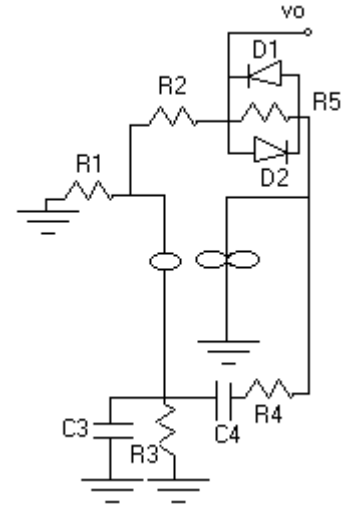
3.1 VOLTAJ MODLU DEVREDEN AKIM MODLU DEVREYE DÖNÜŞÜM

Şekil 2’de gösterilen genlik kontrollü Wien Köprü Osilatörüne [11], önceki bölümde anlatılan bitişik dönüşümünü uygulamak için, Şekil 3-a’da gösterildiği gibi devrenin nullor eşdeğeri alınır. Daha sonra devredeki tüm nullator ve noratorların karşılıklı yerdeğiştirilmesiyle Şekil 3-b’deki devre elde edilir. Sonuç devrenin nullor eşdeğeri, akım modlu devrelerden en iyi FTFN’in nullor yapısına uygun olduğundan, voltaj modlu opamp yapısından Şekil 4’deki akım modlu FTFN yapısına geçilmiş olur. Şekil 3a ve b’deki osilatör devrelerine harici bir giriş olmadığından, devrenin verdiği frekans cevabını değiştirmeksizin toprak terminalinin yerini belirlemek için düğüm sayısınca olasılık olup, düğüm sayısının iki katı kadar da farklı devre yapısı vardır [12]. Bu prensip gereğince oluşturulan Şekil 5’deki devre ile Şekil 4’deki devre aynı osilasyon frekansına sahip akım modlu FTFN yapılarıdır. Bu teorik analizlerin doğruluğunu ispatlamak için, PSPICE simülasyon programı yardımıyla elde edilen sonuçlar Şekil 6-a ve b’de sırasıyla; voltaj modlu opamp devresi ile akım modlu FTFN yapısı için verilmiştir. Sonuçlardan açıkça görüldüğü gibi; her iki yapı içinde osilasyon frekansı ve osilasyon şartı aynıdır.

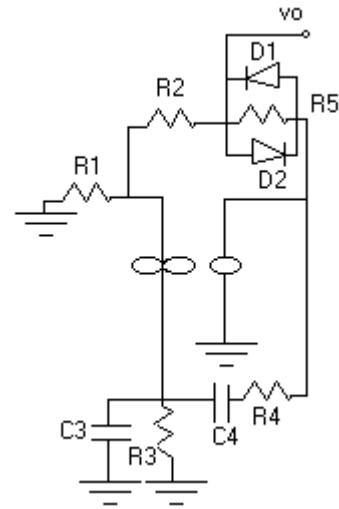
FTFN’nin önemli özelliklerinden birinin, nullor eşdeğerinden, yeniden aktif devreye dönüşüm sağlamak olduğundan; Şekil 4’deki devrenin nullor modeli ve bitişik alınarak opamp’ın nullor modeline ve oradan da yeniden voltaj modlu opamp devresine dönüşüm sağlanmış olur.



Şekil 2: Genlik Ayarlı Wien köprü Osilatörü

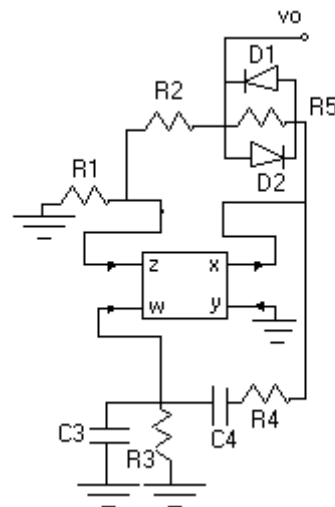


a

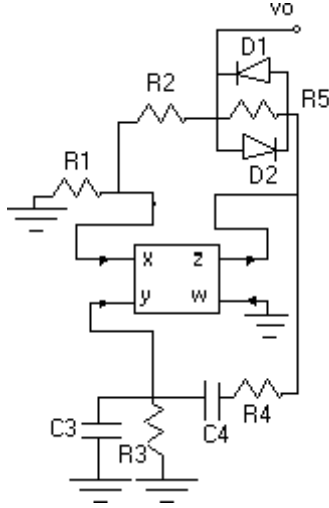


b

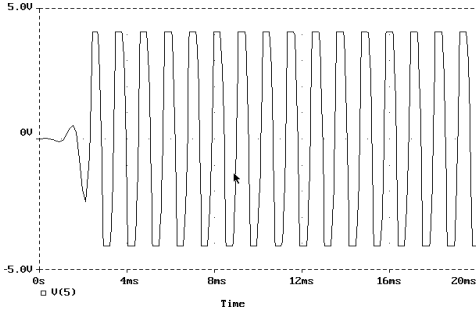
Şekil 3: Nullor Modelleri a) Şekil 2’deki devrenin nullor Eşdeğeri b) Şekil 3 a’daki devreye bitişik dönüşümün sonucu elde edilen devre



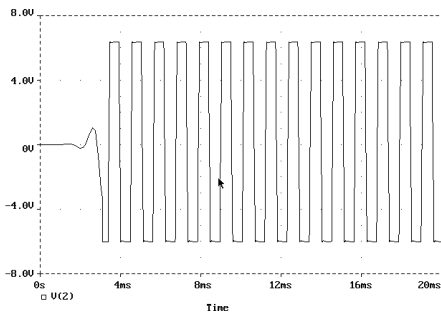
Şekil 4: Şekil 2’deki devrenin akım modlu FTFN eşdeğeri



Şekil 5: Şekil 3'deki nullor yapısından elde edilen diğer akım modlu FTFN yapısı



a

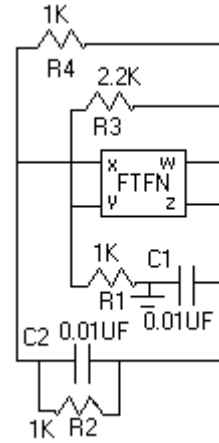


b

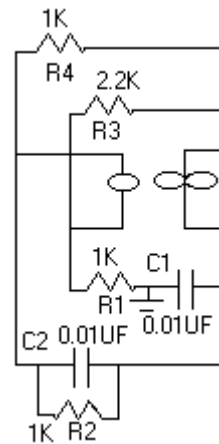
Şekil 6: PSPICE simülasyon programı sonuçları a) Şekil 2'deki voltaj modlu opamp'ın çalışma frekansını gösteren simülasyon sonucu b) Şekil 4'deki akım modlu FTFN'nin çalışma frekansını gösteren çıkış dalga şekli

3.2 AKIM MODLU DEVREDEDEN VOLTAJ MODLU DEVREYE DÖNÜŞÜM

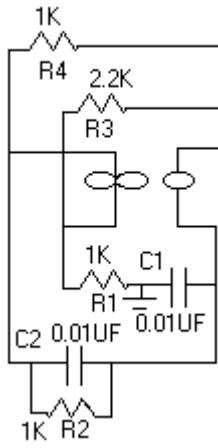
Bitişik dönüşümünün kullanımıyla voltaj modlu opamp'tan, akım modlu FTFN'e dönüşüm ve PSPICE simülasyon programı yardımıyla yapılan doğruluk analizi önceki örnekte gösterilmişti. Bu örnekte ise, Şekil 7'de akım modlu FTFN yapısında verilen osilatörün [13], voltaj modlu opamp'a dönüşüm işlemi gösterilecektir. Bunun için önce Şekil 7'deki devrenin voltaj moduna dönüşümü için Şekil 8'de nullor eşdeğeri alınır. Şekil 9'de ise bitişik dönüşümünün uygulanmasıyla, nullator ve norator karşılıklı yerdeğiştirirler. Bu dönüşüm sonucunda oluşan diğer bir akım modlu FTFN yapısı Şekil 10'da çizilmiştir. Sonuçta, Şekil 11'de ve 12'de ise sırasıyla opamp'ın nullor yapısına ve sembolik gösterimine geçilmiştir. Teorik analizi doğrulamak için yine PSPICE simülasyon programı kullanılmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları Şekil 13 a ve b'de sırasıyla voltaj modlu opamp için ve akım modlu FTFN için verilmiştir.



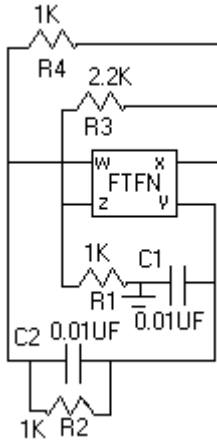
Şekil 7: Akım modlu FTFN yapılı Osilatör Devresi



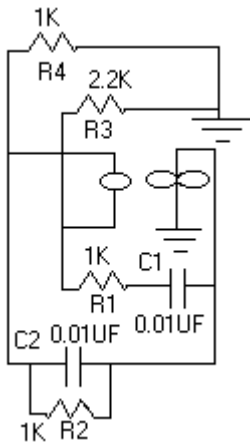
Şekil 8: Şekil 7'nin nullor eşdeğeri



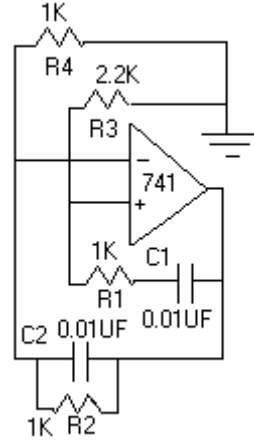
Şekil 9: Şekil 8'e bitişik dönüşümünün uygulanması ile elde edilen nullor yapısı



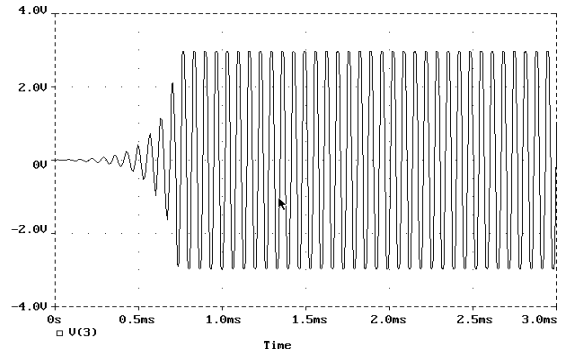
Şekil 10: Diğer bir Akım modlu FTFN yapılı Osilatör devresi



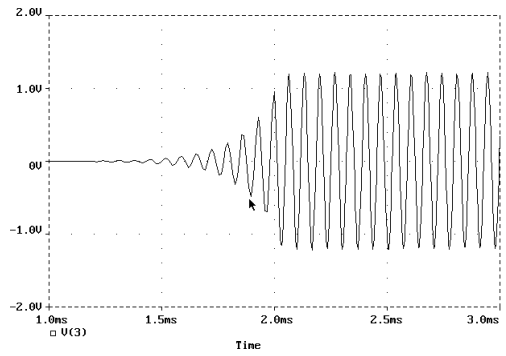
Şekil 11: Voltaj modlu opamp'ın nullor eşdeğeri



Şekil 12: Şekil 7'deki akım modlu FTFN'nin voltaj modlu opamp eşdeğeri



a



b

Şekil 13: PSPICE simülasyon programı sonuçları
a) Şekil 12'deki voltaj modlu opamp'ın çalışma frekansını gösteren simülasyon sonucu b) Şekil 7'deki akım modlu FTFN'nin çalışma frekansını gösteren çıkış dalga şekli

4. SONUÇ

Bu çalışmada, nullor modelinin aktif devre elemanları yerine kullanımının, voltaj moduna karşılık daha iyi olarak geliştirilen akım modlu devrelerin ortaya çıkışında önemli bir araç olduğu gösterilmiştir. Bitişik dönüşümünün kullanılmasıyla da, voltaj modlu opamp devresiyle akım modlu FTFN devresinin birbirlerine dönüşüm işlemi verilmiştir. Buna göre voltaj ve akım modlu devrelerin PSPICE simülasyon programı yardımıyla elde edilen simülasyon sonuçları birbirinin benzeridir. Özellikle voltaj modundan akım moduna dönüşüm; akım modlu devrelerin bilinen avantajlarından dolayı oldukça yararlı olmaktadır. Bu çalışmada ayrıca; akım modlu devreler arasında en dikkat çekici olan ve son yıllarda tümdevre yapısına oldukça uygun olan FTFN yapısının, esneklik özelliğine sahip olduğu ve pek çok uygulamada tercih edildiği için çok yönlü bir eleman olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Hanspeter Schmid, Approximating the Universal Active Element, IEEE Transaction on Circuit Systems-II: Analog and Digital Signal Processing, 47, 11, 1160-1169, (2000)
- [2] Hussain Abdullah Al-Zaher, The Four Terminal Floating Nullor (FTFN) and Its Applications, King Fahd Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, (1997)
- [3] M. Higashimura, Realisation of Current-Mode Transfer Function Using Four Terminal Floating Nullor, Electronic Letters, 27, 170-171, (1991)
- [4] A. Carlosena, G. S. Moschytz, Nullators and Norators in Voltage to Current Mode Transformations, International Journal of Circuits Theory and Applications, 21, 421-424, (1993)
- [5] C.Chang, P. Chen, Realisation of Current-Mode Transfer Function Using Second Generation Current Conveyor, International Journal of Electronic, 71, 809-815, (1991)
- [6] J.H. Huijsing, Design and Application of Operational Floating Amplifier (OFA): The Most Universal Operational Amplifier, Analog Integrated Circuit and Signal Proc. 4, 1125-1129, (1993)
- [7] M. Alçı, E. Uzunhisarcıklı, Elektronik Devrelere Nullator-Norator ve Nullor Modelinin Uygulanması, Pamukkale Üni. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 3, 193-201, (1997)
- [8] G. W. Roberts, A. S Sedra, 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)

[9] A. M. Soliman, Generation of Current Conveyor-Based All-Pass Filters From Op Amp-Based Circuits, IEEE Transaction on Circuit Systems-II: Analog and Digital Signal Processing, 44, 324-330, (1997)

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

[11] A. S. Sedra, Kenneth C. Smith, Microelectronic Circuits, Fourth Edition, Oxford University Press, 1998

[12] M. T. Abuelmat'atti, H. A. Al-Zaher, Current-Mode Sinusoidal Oscillators Using Two FTFNs, Proc. Natl. Counc. ROC(A), 22, 6, 758-764, (1998)

[13] Raj Senani, On Equivalent Forms of Single Op-Amp Sinusoidal RC Oscillators, IEEE Transaction on Circuit and Systems-I: Fundamental Theory and Applications, 41, 617-624, (1994)