

CDBA GERÇEKLEMESİ VE BASAMAKLI TÜRDEN LC DEVRE SİMÜLASYONU

Umut E. AYTEN¹

Herman SEDEF²

^{1,2}Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Elektrik-Elektronik Fakültesi
Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349, Yıldız, İstanbul

¹e-posta:ayten@yildiz.edu.tr

²e-posta: sedef@yildiz.edu.tr

Anahtar sözcükler: Aktif Filtreler, Akım Modlu Devreler, Gerilim İzleyicili Akım Farkı Kuvvetlendiricisi

ABSTRACT

Recently current differencing buffered amplifier (CDBA) is introduced and many publications are given to show its versatility and advantages. Therefore, in this paper, CDBA element is realized using 1.5 μ YITAL CMOS parameters. In addition to this, an application example is given in order to shows CDBA performance.

1. GİRİŞ

1999 yılında Acar ve Özoğuz [1] tarafından, devre sentezinde yeni imkanlar sağlamak ve devre kuruluşunu basitleştirmek için, gerilim izleyicili akım farkı kuvvetlendiricisi (CDBA) aktif elemanı tanıtılmıştır. Bu aktif eleman kullanılarak literatürde, genelleştirilmiş empedans çevirici, negatif empedans çevirici, tamamen tümleştirilmiş işaret işleme devreleri [2], akım modlu filtreler [2-9], gerilim modlu filtreler [1,10-12], basamaklı türden LC devre simülatörleri [9], direnç kontrollü sinüsoidal osilatörler [13] ve tamamen tümleştirilmiş jirator devresi [14] gibi devreler gerçekleştirilmiş ve bunların gerilim ve akım modlu analog işaret işleme uygulamaları için oldukça kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

Yukarıda söz edilen çalışmalarda üç tip CDBA gerçekleştirilmesine rastlanmıştır. Birinci tip gerçekleştirilme ticari olarak üretilen AD844 akım geri beslemeli kuvvetlendirici(CFA) elemanı kullanılmaktadır [1]. İkinci tip gerçekleştirilme MOS transistörler [2,8,10,12], üçüncü tip gerçekleştirilme ise bipolar transistörler kullanılmıştır [9]. Rastlanan çalışmalar içinde Tarım ve Kuntman'ın [12] sunmuş olduğu topolojinin giriş ve çıkışları için transfer fonksiyonuna ilişkin band genişliği 70MHz, giriş dirençleri $Z_p = Z_n = 645\Omega$, çıkış dirençleri $Z_w = 49\Omega$, $Z_z = 678 M\Omega$ olarak belirtilmiştir [12]. Tangsritat ve

Surakampontorn'nun çalışmasında bipolar tranzistörler kullanılmıştır ve sunulan topolojinin giriş ve çıkışları için transfer fonksiyonuna ilişkin band genişliği 1GHz, giriş dirençleri $Z_p = Z_n \cong 0\Omega$, çıkış dirençleri $Z_w \cong 180\Omega$, $Z_z \cong 10 M\Omega$ olarak belirtilmiştir [9].

Bu çalışmada TÜBİTAK YITAL 1.5 μ parametreleri kullanılarak geniş bantlı MOS CDBA devresi gerçekleştirilmiş ve performans analizi SPICE programından yararlanarak yapılmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen CDBA elemanı kullanılarak duyarlılık davranışları iyi olduğu bilinen giriş ve çıkış direnç elemanı ile sonlandırılmış basamaklı türden LC devresinin simülasyonu yapılmıştır.

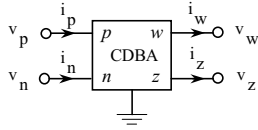
2. CDBA ELEMANININ GERÇEKLENMESİ

CDBA, beş uçlu aktif devre elemanıdır ve sembolü Şekil-1'de verilmiştir. Bu uçlardan biri referans olmak üzere, iki uç giriş (p, n) ve iki uç ise (z, w) çıkış olarak kullanılmaktadır. İdeal olmayan CDBA'nın uç karakteristikleri eşitlik (1) ile tanımlanır.

$$i_z = \alpha_p i_p - \alpha_n i_n, \quad v_n = 0, v_p = 0, \quad v_w = \mu v_z \quad (1)$$

Burada α_p , α_n ve μ sırasıyla akım ve gerilim kazançlarıdır ve $\alpha_p = 1 - \varepsilon_p$, $\alpha_n = 1 - \varepsilon_n$, $\mu = 1 - \varepsilon_v$ şeklinde ifade edilirler. Burada ε_p ve ε_n akım izleme hatalarını belirtmektedir. Aynı şekilde ε_v de gerilim izleme hatasını göstermektedir. CDBA elemanında p ve n uçları akım girişli ve w ve z uçları ise sırasıyla gerilim ve akım çıkışlıdır. İdeal şartlarda, p ve n uçları sıfır giriş empedanslı, w ucu sıfır ve z ucu

ise sonsuz çıkış empedansı gösterir. İdeal şartlarda $\alpha_p = \alpha_n = \mu = 1$ 'dir.



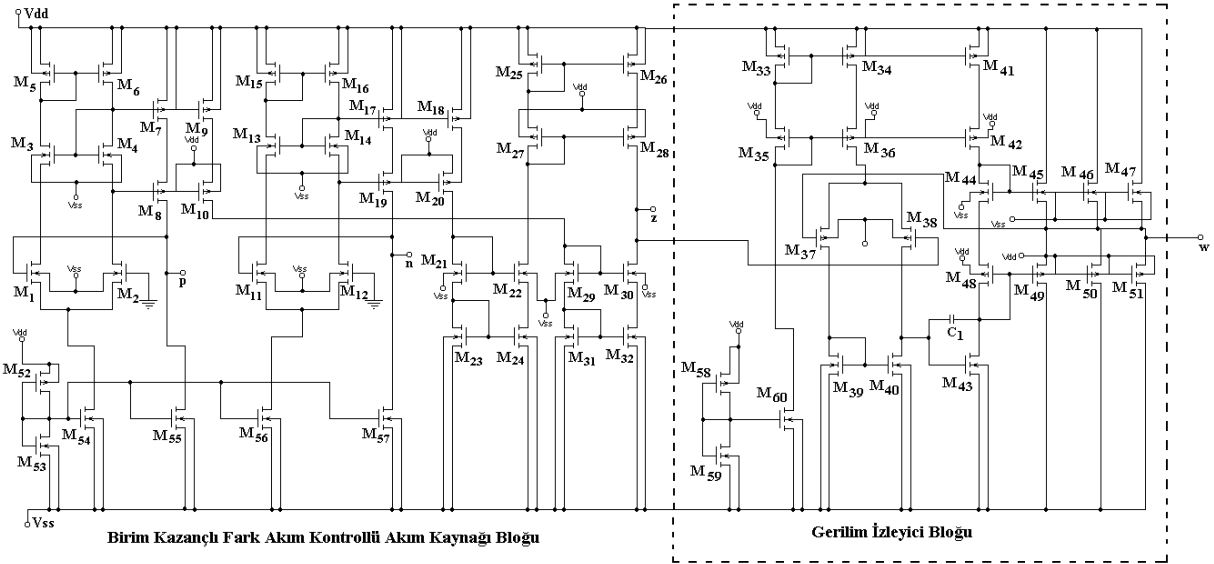
Şekil-1. CDBA Elemanının Sembolü

Bu çalışmada gerçekleştirilen CDBA elemanı Şekil-2'de verilmiştir. CDBA temel olarak iki bloktan oluşur. Bu bloklardan biri birim kazançlı akım farkı kuvvetlendiricisi, diğeri ise gerilim izleyicisidir.

CDBA elemanını oluşturan MOS'ların kanal genişlikleri (W) ve uzunlukları (L) Tablo-1'de verilmiştir. Devrenin besleme gerilimi $V_{dd} = -V_{ss} = 3V$ 'tur. CDBA elemanında harcanan ortalama güç 91.8 mW 'tır.

akım değerleri %1 hata payı ile $750\mu A \leq I_z \leq 800\mu A$ sınır değerleri içinde lineer olarak değiştiği görülmüştür. Aynı şekilde $I_p = 0A$ yapılarak I_z akımının I_n 'ye göre değişimi incelenmiştir. Bu koşul altında z ucunun akım değerlerinin %1 hata payı ile $-800\mu A \leq I_z \leq 750\mu A$ sınır değerleri içinde lineer olarak değiştiği görülmüştür. I_z akımının I_p ve I_n 'ye göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Aynı şekilde z ucuna ilişkin gerilimlerin $-1.45V \leq V_z \leq 1.45V$ ve w ucuna ilişkin gerilimlerin $-1.4V \leq V_w \leq 2.2V$ sınır değerleri içinde lineer olarak değiştiği görülmüştür.

DC analiz sonucunda, elektriksel işaretin maksimum simetrik salınım yapabilmesi göz önünde tutularak doyma akım ve gerilim sınırları $|I_p| = |I_z| \leq 750\mu A$, $|V_w| = |V_z| \leq 1.4V$ olarak belirlenmiştir.



Şekil-2. MOS CDBA Gerçekleşmesi

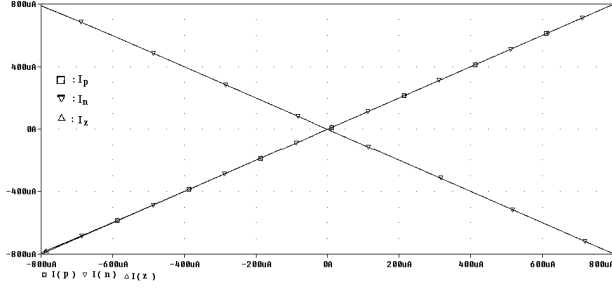
3. PERFORMANS ANALİZİ

Şekil-2'de görülen CDBA devresi ile gerçekleştirilmiş olan çeşitli devrelerin (kuvvetlendiriciler, filtreler vb.) kendilerinden beklenen fonksiyonları tam olarak yerine getirebilmeleri için, bu devrelerde kullanılan her bir CDBA'nın lineer olarak çalışması gerekir. Bu nedenle kullanılacak olan CDBA'ların giriş ve çıkışlarına ilişkin akım veya gerilim sınır değerlerinin yani doyma akımlarının ve gerilimlerinin bilinmesi gerekir. Sınır değerlerin bulunması için bazı test devreleri gerçekleştirilmiş ve bu devrelerin SPICE programı ile DC ve AC analizleri yapılarak CDBA'nın lineer bölgede çalışma koşulları araştırılmıştır.

Şekil-2'de verilen CDBA'nın DC şartlarda davranışını belirlemek için ilk olarak $R_z = 0\Omega$ (kısa devre) ve $I_n = 0A$ yapılmıştır. Bu durumda I_z akımının I_p 'ye göre değişimi incelenmiştir. Bu koşul altında z ucunun

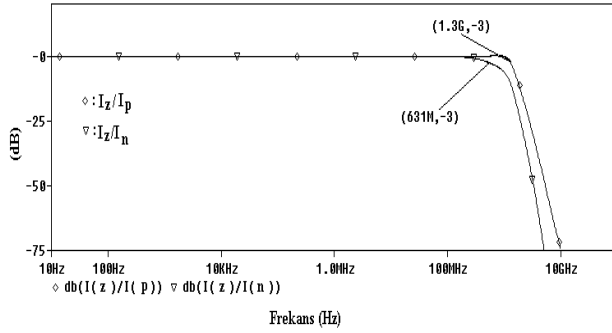
Tablo-1 MOS Tranzistörlerin Parametreleri

MOS Tranzistör	W/L ($\mu m/\mu m$)
M1, M2, M11, M12	90 / 1.5
M3 – M6, M13 – M16, M21 – M24, M29 – M32	60 / 1.5
M7 – M10, M17 – M20, M39, M40	120 / 1.5
M33 – M38, M41, M42	330 / 1.5
M25 – M28	150 / 1.5
M43	231 / 1.5
M44 – M47	201 / 1.5
M48 – M51	504 / 1.5
M52, M58	10 / 1.5
M53	130 / 1.5
M54, M56	41 / 1.5
M59	133 / 1.5
M55, M57, M60	40 / 1.5

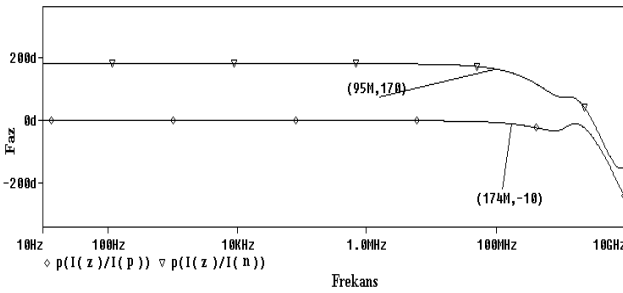


Şekil-3. I_z Akımının I_p 'ye göre ve I_n 'ye Göre Değişimi

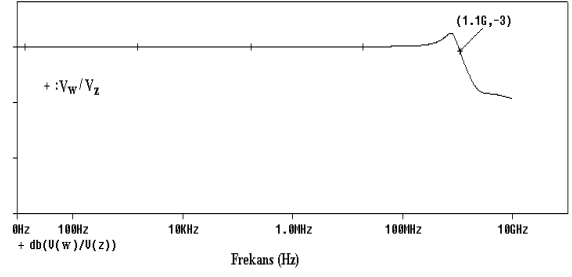
Şekil-2'de görülen CDBA devresinin AC şartlarda davranışlarını belirlemek için, I_z/I_p , I_z/I_n ve V_w/V_z 'nin frekansa göre genlik ve faz değişimleri incelenmiştir. Buna göre elde edilen grafikler Şekil-4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi transfer fonksiyonlarının -3 dB zayıfladığı frekans değerleri; I_z/I_p akım transfer fonksiyonu için 1.3GHZ, I_z/I_n akım transfer fonksiyonu için 631MHz ve V_w/V_z gerilim transfer fonksiyonu için 559MHz'dir.



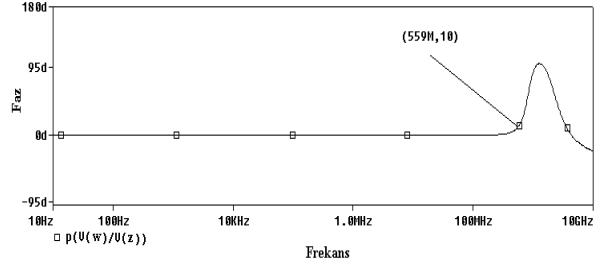
Şekil-4. I_z / I_p ve I_z / I_n 'nin Genlik Karakteristikleri



Şekil-5. I_z / I_p ve I_z / I_n 'nin Faz Karakteristikleri



Şekil 6. V_w / V_z 'nin Genlik Karakteristiği



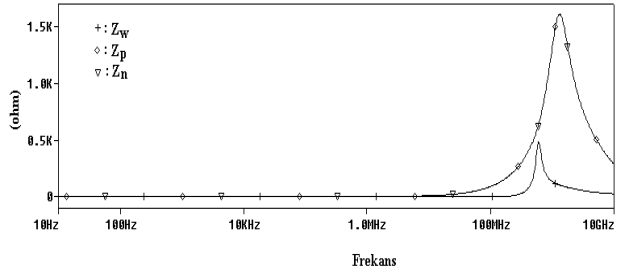
Şekil-7. V_w / V_z 'nin Faz Karakteristiği

Şekil-5 ve Şekil-7'de transfer fonksiyonlarının fazlarının 10° kaydığı frekans değerleri belirtilmiştir. Buna göre devrenin ideale yakın davrandığı maksimum çalışma frekansı;

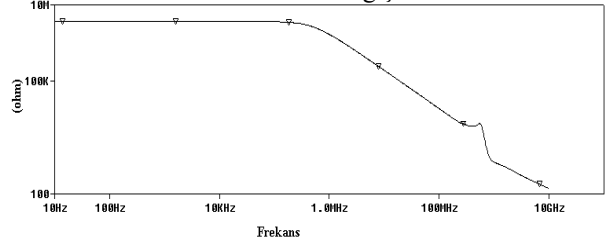
$$f_c = \min\{1300, 631, 95, 559\} \text{ MHz} = 95 \text{ MHz}$$

olarak belirlenir.

Gerçekleştirilen CDBA elemanın giriş ve çıkış empedans değerleri incelendiğinde $Z_p = Z_n = 4.67\Omega$, $Z_w = 4 \text{ m}\Omega$ ve $Z_z = 2.89 \text{ M}\Omega$ olduğu görülmüştür. Empedans değerlerinin frekansa bağlı değişimi Şekil-8 ve Şekil-9'da verilmiştir.



Şekil-8. p , n ve w Uçlarının Empedans Değerlerinin Frekansa Göre Değişimi



Şekil-9. z Ucunun Empedans Değerinin Frekansa Göre Değişimi

KAYNAKLAR

- [1] Acar C. and Özoğuz S., A New Versatile Building Block: Current Differencing Buffered Amplifier Suitable for Analog Signal Processing Filters., MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 30, pp. 157-160, 1999.
- [2] Özoğuz S., Toker A., İbrahim M. A. and Acar C., A New Versatile Building Block: Current Differencing Buffered Amplifier and Its Applications, IN PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON CIRCUIT THEORY AND DESIGN, ECCTD'99, vol. 1, 29 August-2 September 1999, Stresa-Italy, pp. 90-93.
- [3] Özoğuz S., Toker A. and Acar C., Current-Mode Continuous-time Fully-integrated Universal Filter Using CDBAs., ELECTRONICS LETTERS, vol. 35, pp. 97-98, 1999.
- [4] Toker A., Özoğuz S. and Acar C., Current-mode KHN-equivalent Biquad Using CDBAs., ELECTRONICS LETTERS, vol. 35 (20), pp. 1682-1683, 1999.
- [5] Acar C. and Özoğuz S., Nth-order Current Transfer Function Synthesis Using Current Differencing Buffered Amplifier: Signal-Flow Graph Approach. MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 31, pp. 49-53, 2000.
- [6] Özcan S., Kuntman H. And Çiçekoğlu O., Cascadable Current Mode Multipurpose Filters Employing Current Differencing Buffered Amplifier., INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS (AEÜ), vol. 56, no. 2, pp. 67-72, 2002.
- [7] Toker A., Özoğuz S., Çiçekoğlu O. and Acar C., Current-mode All-pass Filters Using Current Differencing Buffered Amplifier and a New High-Q Bandpass Filter Configuration., IEEE TRANSACTION ON CIRCUITS AND SYSTEMS-II: ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING, vol. 47, no. 9, pp. 949-954, 2000.
- [8] Acar C. and Sedef H., Realization of nth-order Current Transfer Function Using Current-Differencing Buffered Amplifiers., INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, vol. 90, no. 4, pp. 277-283, 2003.
- [9] Tangsirat W., Surakamponorn W. and Fujii N., Realization of Leapfrog Filters Using Current Differential Buffered Amplifiers., IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, vol. E86-A, no. 2, pp. 318-326, 2003.
- [10] Salama K. N. And Soliman A. M., Voltage mode Kerwin-Huelsman-Newcomb Circuit Using CDBAs., FREQUENZ, vol. 54, pp. 90-93, 3-4/2000.
- [11] Sedef H. and Acar C., On The Realization of Voltage-Mode Filters Using CDBA., FREQUENZ, vol. 54, pp. 198-202, 9-10/2000.
- [12] Tarim N. and Kuntman H., A High Performance Current Differencing Buffered Amplifier, THE 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROELECTRONICS, October 29-31 2001, Rabat-Morocco, pp. 153-156.
- [13] Özcan S., Toker A., Acar C., Kuntman H. and Çiçekoğlu O., Resistance Controlled Sinusoidal Oscillators Employing Current Differencing Buffered Amplifier., MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 31, pp. 169-174, 2000.
- [14] Toker A., Özoğuz S. and Acar C., CDBA-Based Fully-Integrated Gyrator Circuit Suitable for Electronically Tunable Inductance Simulation., INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS (AEÜ), vol. 54, no. 5, pp. 293-296, 2000.
- [15] Orchard H. J., Inductorless Filters., ELECTRONICS LETTERS, 2, pp. 224-225, 1966.
- [16] Senani R., Novel Higher-order Active Filter Design Using Current Conveyors., ELECTRONICS LETTERS, 21, pp. 1055-1056, 1985.