

YENİ BİR CMOS POZİTİF EVİREN İKİNCİ KUŞAK AKIM TAŞIYICI (ICCII+) YAPISI

Muhammed A. İBRAHİM¹

Hakan KUNTMAN²

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

İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul

¹e-posta: ibrahimm@itu.edu.tr

²e-posta: kuntman@ehb.itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Eviren İkinci Kuşak Akım Taşıyıcı ICCII, CMOS, Akım Modlu Devreler

ÖZET

Bu bildiriye, yeni bir CMOS pozitif eviren ikinci kuşak akım taşıyıcı (ICCII+) yapısı önerilmiştir. Önerilen yapı gerilim ve akım aynaları üzerine kurulmuştur. 0.5 µm MIETEC CMOS proses parametreleri kullanılarak elde edilen SPICE benzetimi, önerilen devrenin geniş bantlı olduğunu, geniş çıkış akım aralığına ve küçük akım izleme hatasına sahip olduğunu göstermektedir.

1. GİRİŞ

CMOS teknolojisinde akım modlu analog tümdevreler üzerine yapılan çalışmalar gittikçe yoğunlaşmaktadır. Akım modlu devreler, yüksek frekanslarda iyi bir başarımla gösterme, yüksek doğruluk ve geniş dinamik çalışma aralığı gibi özelliklere sahiptir [1]. Buna paralel olarak, CMOS teknolojisi ile akım modlu devrelerin gerçekleştirilmesi, tümdevre açısından daha uygun olduğundan, günümüzde bu tür devreler, elektronik devre tasarımcılar tarafından gittikçe artan bir ilgi görmektedir. Akım taşıyıcı (current conveyor (CC)) [2-3], işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (operational transconductance amplifier (OTA)) [4-5] ve dört uçlu yüzen nulör (four terminal nuller network (FTFN)) [6-7] gibi akım modlu olarak çalışan yeni ve daha değişik yapıdaki aktif elemanlar güncel hale gelmekte, bunlara ilişkin yeni aktif eleman topolojileri üretilmektedir. Bu teknikler içinde akım taşıyıcıların çok kullanışlı bir yapı bloku oldukları gösterilmiştir. İkinci kuşak akım taşıyıcılar (CCII), çeşitli aktif devrelerin gerçekleştirilmesinde çok geniş bir kullanım sağlamaktadırlar. Yüksek giriş ve düşük çıkış empedanslı klasik gerilim kuvvetlendiricileri gerilim modlu devreler için çok uygundur. Ancak, akım taşıyıcılar, bir yüksek giriş empedanslı, bir düşük giriş empedanslı ve bir yüksek çıkış empedanslı devreler olduklarından dolayı hem gerilim modlu hem de akım modlu çalışma için uygun bir eleman olmaktadır[8-9].

Son zamanlarda literatürde, eviren ikinci kuşak akım taşıyıcı (ICCII) olarak adlandırılan yeni bir aktif

eleman önerilmiştir [10]. Bu eleman kullanılarak filtre ve osilatör devreleri de sunulmuştur [11-14].

Bu bildiriye, ICCII+ için VLSI teknolojisine uygun yeni ve basit bir CMOS yapısı önerilmiştir. Önerilen yapı gerilim ve akım aynaları üzerine kurulmuştur. SPICE simülasyon sonuçları devrenin yüksek başarımla sağladığını doğrulamaktadır.

2. ÖNERİLEN DEVRE TOPOLOJİSİ

ICCII+ elemanı şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir. Elemanın tanım bağıntıları matrisel olarak

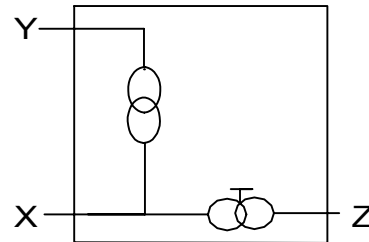
$$\begin{bmatrix} I_Y \\ V_X \\ I_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_Y \\ I_X \\ V_Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

şeklinde dir.

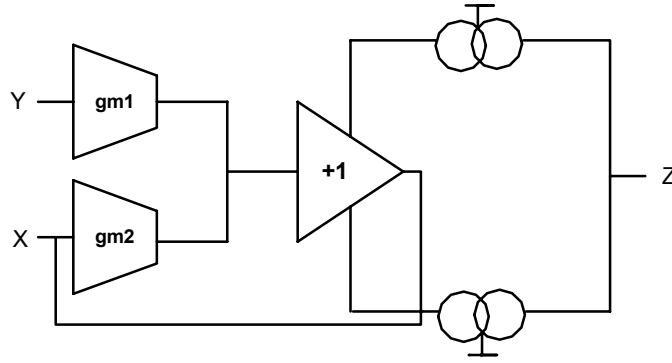


Şekil 1. ICCII+ sembolü

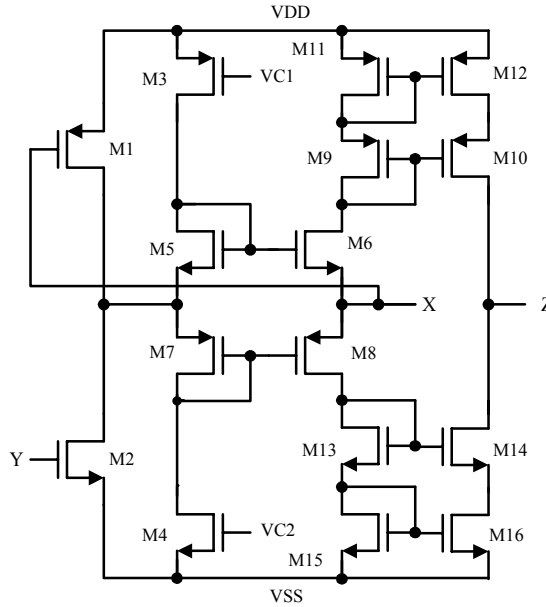
Bu elemanda, V_X gerilimi V_Y gerilimin evriği olmakta, I_Z akımı da I_X akımını izlemektedir. Bu durumda, ICCII+ elemanı gerilim ve akım aynalama gösterimi Şekil 2'de verildiği gibi gösterilebilir.



Şekil 2. ICCII+'nın aynalama gösterimi



Şekil 3. ICCII+'ın şematik diyagramı



Şekil 4. ICCII+ için önerilen CMOS yapısı

Aynalama gösterimine dayanarak ICCII+ elemanın şematik blok diyagramı Şekil 3'deki gibi verilebilir. Diyagramda, giriş katı tek girişli ve tek çıkışlı geçiş iletkenliği devreleri olan g_{m1} ve g_{m2} 'den oluşmaktadır. İkinci kat ise +1 kazançlı gerilim izleyici devresidir. Bu devre elemanın X-ucunu oluşturmaktadır. X-ucunun empedansını küçültmek üzere bu uçtan g_{m2} 'nin girişine bir negatif geribesleme uygulanmaktadır. Y-ucuna göre X-ucunda elde edilen kazanç g_{m1} ve g_{m2} geçiş iletkenliklerine bağlıdır. (-1) kazancını elde etmek için bu iki iletkenliklerin eş olması gerekmektedir. Akım aynaları elemanın üçüncü katını oluşturmakta olup X-ucundan akan akımı Z-ucuna taşımaktadır.

ICCII+ için önerilen CMOS yapısı Şekil 4'de verilmiştir. CMOS devresinin giriş katı M1 ve M2 transistörlerinden oluşmaktadır. Devrenin yüksek başarımlı olması için bu iki transistörler aşağıdaki özelliğe göre seçilmelidir

$$\frac{(W/L)_1}{(W/L)_2} = \frac{\mu_p}{\mu_n} \quad (2)$$

Burada, W/L MOS tranzistorunun kanal genişliği kanal boyuna oranını ifade ederken μ_p ve μ_n sırasıyla, delik ve elektron hareket yeteneklerini göstermektedir. M5-M8 transistörleri lineer geçiş döngüsü (translinear loop) katı olup gerilim izleyici görevini üstlenmektedir. Eşleşmiş kaskod akım aynalarını oluşturan M9-M12 ve M13-M16 transistörleri X-ucundan geçen akımı Z-ucuna taşımaktadır.

3. SİMÜLASYON SONUÇLARI

Bu çalışmada önerilen CMOS ICCII+ devresinin performansı, Tablo 1'de verilen 0.5 μm MIETEC CMOS proses model parametreleri kullanılarak SPICE benzetim programı yardımıyla gösterilmiştir. Kullanılan MOS tranzistorların boyutları Tablo 2'de verilmiştir. Güç kaynakları $V_{DD} = -V_{SS} = 2.5 \text{ V}$ ve $V_{C1} = -V_{C2} = 1.4 \text{ V}$ olarak seçilmiştir.

Şekil 5 devrenin DC karakteristiklerini göstermektedir. Şekil 6 ise devrenin AC karakteristiklerini göstermektedir. Elemanın açık çevrim gerilim kazancı bantgenişliğinin ve kısa devre

akım kazancı bantgenişliğinin sırasıyla 815 MHz ve 323 MHz civarlarında oldukları görülmüştür. X-ucunun parazitik giriş direncinin 60Ω civarında olduğu tespit edilmiştir. 0.5 Vluk tepeden tepeye ve 1 MHzlik bir giriş işareti için THD'nin %0.08 olduğu hesaplanmıştır.

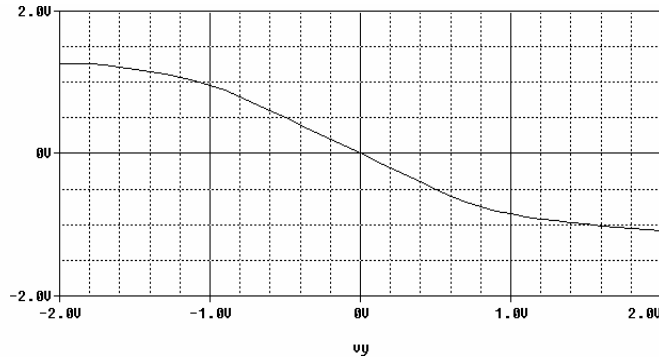
Tablo 2. : Önerilen CMOS ICCII+ devresinin tranzistor boyutları

TRANZİSTOR	W (μm)	L (μm)
M1	43	3.5
M2	8.1	3.5
M3	15	1.2
M4	5	1.2
M5-M6	15	0.5
M7-M8	30	0.5
M9-M12	30	0.5
M13-M16	15	0.5

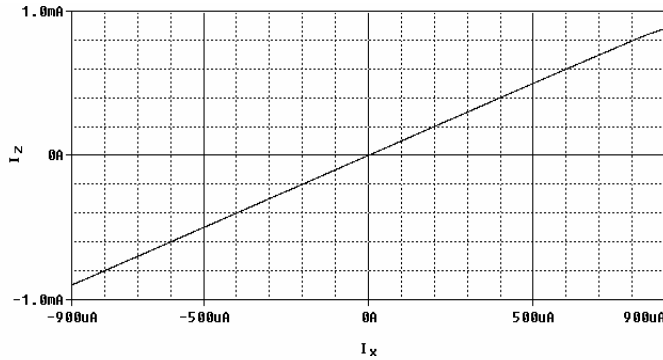
Tablo 1. 0.5 μm MIETEC CMOS proses model parametreleri.

```
.MODEL NT NMOS LEVEL=3 UO=460.5
+TOX=1.0E-8 TPG=1 VTO=.62 JS=1.8E-6
+XJ=.15E-6 RS=417 RSH=2.73 LD=0.04E-6
+ETA=0 VMAX=130E3 NSUB=1.71E17 PB=.761
+PHI=0.905 THETA=0.129 GAMMA=0.69
+KAPPA=0.1 AF=1 WD=.11E-6 CJ=76.4E-5
+MJ=0.357 CJSW=5.68E-10 MJSW=.302
+CGSO=1.38E-10 CGDO=1.38E-10
+CGBO=3.45E-10 KF=3.07E-28 DELTA=0.42
+NFS=1.2E11

.MODEL PT PMOS LEVEL=3UO=100 TOX=1E-8
+TPG=1 VTO=-.58 JS=.38E-6 XJ=0.1E-6 RS=886
+RSH=1.81 LD=0.03E-6 ETA=0 VMAX=113E3
+NSUB=2.08E17 PB=.911 PHI=0.905
+THETA=0.120 GAMMA=0.76 KAPPA=2 AF=1
+WD=.14E-6 CJ=85E-5MJ=0.429 CJSW=4.67E-10
+MJSW=.631 CGSO=1.38E-10 CGDO=1.38E-10
+CGBO=3.45E-10 KF=1.08E-29 DELTA=0.81
+NFS=0.52E11
```



(a)



(b)

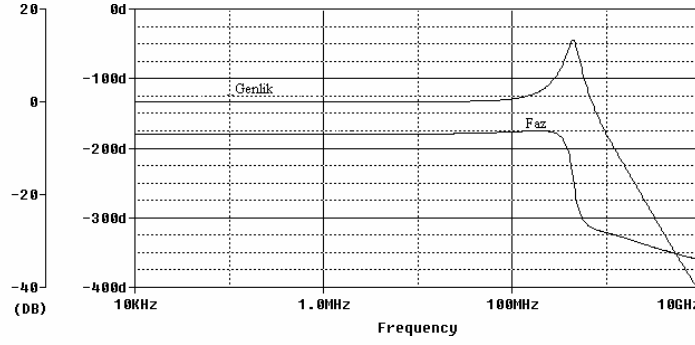
Şekil 5. Önerilen devrenin DC karakteristikleri (a) V_X 'in V_Y 'e göre değişimi (b) I_Z 'nin I_X 'e göre değişimi

4. SONUÇ

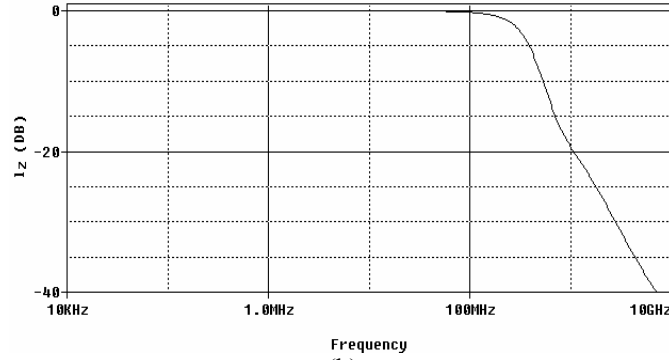
Bu çalışmada, ICCII+ için yeni bir CMOS devre yapısı önerilmiştir. Gerilim ve akım aynaları üzerine tasarlanan yapının başarımı SPICE programı ile benzetilmiştir. Benzetim sonucunda elemanın aşağıdaki özellikleri gösterdiği görülmüştür:

a)yükseki doğrusallık, b) Y ve Z uçlarında yüksek, X ucunda düşük empedans ve c) gerilim ve akım modlu çalışmalarında yüksek bant genişliği.

Önerilen ICCII+ devresi, literatürde bir çok uygulama devresi verilmiş olan bu elemanla yüksek başarımli tasarım olanağı sağlamakta, bu açıdan bakıldığında, önerilen CMOS yapısı devre tasarımcısına yeni olanaklar getirmektedir.



(a)



(b)

Şekil 6. Önerilen devrenin AC karakteristikleri (a) V_x 'in frekansla değişimi (b) I_z 'nin frekansla değişimi

KAYNAKLAR

- [1] Toumazou C., Lidjey F. and Haigh D., Analog IC Design: The Current-Mode Approach, Exeter, UK, Peter Peregrinus, 1990.
- [2] Wilson B., Trend in current conveyor and current-mode amplifier design, INT. J. ELECTRON., vol. 23, pp. 573-583, 1992.
- [3] Smith K., Sedra A., The Current Conveyor-a new circuit building block, IEEE PROC., vol. 56, pp. 1368-1369, 1968.
- [4] Sanchez-Sinencio E., Geiger R. L., Nevarez-Lozano H., Generation of continuous-time two integrator loop OTA filter structures, IEEE TRANS. CIRCUITS SYST, vol. 35, pp. 936-946, 1988.
- [5] Zheng X., Maundy B. J., El-Masry E. I., Finvers I. G., A Novel low-voltage operational transconductance amplifier and its applications, IEEE INT. SYMP. CIR. SYST. ISCAS2000, Chap. II, pp. 661-664, Geneva, Switzerland, 2000.
- [6] Abuelma'atti M. T., Cascadable current-mode filters using FTFN, ELEC. LETT., vol. 32, pp. 1457-1458, 1996.
- [7] Çam U., Çiçekoğlu O., Kuntman H., A new FTFN-based single input three output (SITO) current-mode filter, MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 30, pp.155-158, 1999.
- [8] Çiçekoğlu O., New multifunction filter implemented with current conveyors, MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 30, pp.105-107, 1999.
- [9] Ozoguz S., Toker A., Çiçekoğlu O., New current-mode universal filters using only four (CCII+)s, MICROELECTRONICS JOURNAL, vol. 30, pp.255-258, 1999.
- [10] Awad I.A., Soliman A. M., Inverting second generation current conveyors: the missing building blocks, CMOS realizations and applications, INT. J. ELECTRONICS, vol. 86, pp. 413-432, 1999.
- [11] Toker A., Zeki A., Çiçekoğlu O., Generalized gyrator implementation techniques using unity gain cells, INT. J. ELECTRONICS, vol. 88, pp. 517-528, 2001.
- [12] Ozoguz S., Toker A., Çiçekoğlu O., First-order all-pass sections-based current -mode universal filter using ICCII, ELECTRONICS LETTERS, vol. 36, pp. 1443-1444, 2000.
- [13] Toker A., Dişçigil M., Çiçekoğlu O., Kuntman H., Novel ICCII- based oscillator topologies, FIRST BALKAN CONFERENCE ON SIGNAL PROCESSING, COMMUNICATIONS, CIRCUITS, AND SYSTEMS, (CD-ROM), 2-3 Haziran, 2000.
- [14] The Technology Interface web sayfası: http://web.bsu.edu/tti/3_4/3_4f.htm