

# OTA ELEMANLARIYLA ÇEVİRME ORANI AYARLANABİLİR İDEAL TRANSFORMATÖR GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Abdullah Ferikoğlu<sup>1</sup>, Uğur Çam<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Adapazarı, Türkiye

**Özet-** Endüktans elemanı ve transformatör ağır ve hacimli olduklarından dolayı tümdevre tekniğinde kullanılmamaktadır. Ancak aktif devreler kullanılarak bu tür elemanların eşdeğerinin gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada uç denklemleri ideal bir transformatöre eşdeğer olan basamaklı tür bir direnç devresinden yola çıkılarak sadece OTA elemanları ile ideal bir transformatör gerçekleştirilmiş ve devrenin çalışması SPICE bilgisayar programıyla test edilmiştir.

**Abstract-** Inductors and transformers, which are heavy and bulky, are not used in integrated circuits. However, it is possible to realize such type of components by using active networks. In this study, starting from a resistive ladder network, whose terminal equations are equivalent to those of the ideal transformer, ideal transformers are realized using only OTA's and its operation is successfully tested by SPICE computer simulation program.

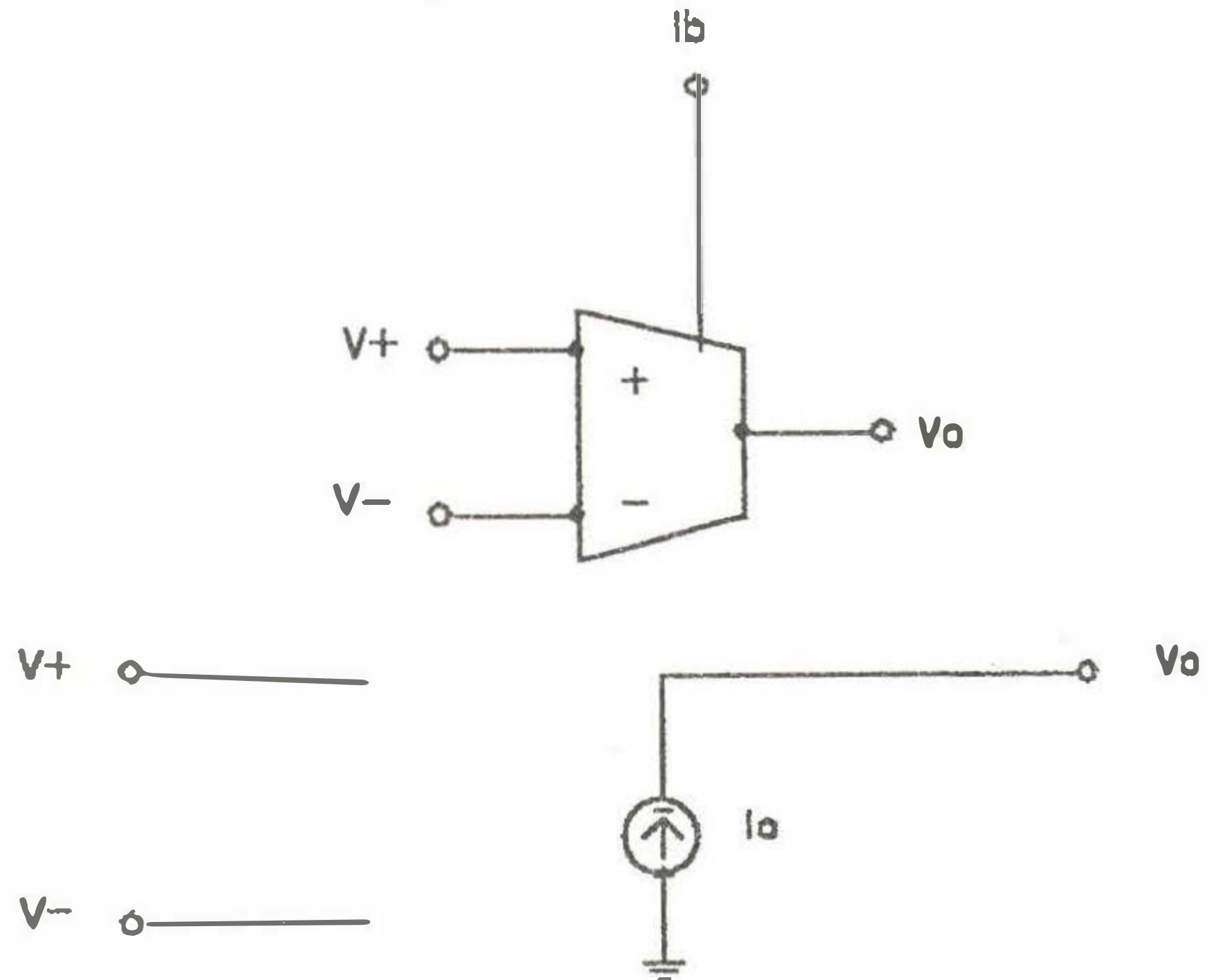
## I. GİRİŞ

Endüktans elemanı ve transformatör ağır ve hacimli olduklarından dolayı, entegre devrelerde kullanılmamaktadır. OPAMP-RC elemanlarıyla endüktans elemanının simülasyonu yapılabilmektedir. İşlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi, OTA, tabanlı devreler son yıllarda geniş bir uygulama alanı bulmuştur. OTA tabanlı devrelerin sağladığı en önemli özellik OTA'nın eğiminin bir tasarım parametresi olarak kullanılabilmesidir. Geçiş iletkenliği kuvvetlendiricileri kullanılarak direnç, endüktans gibi iki uçlular ve jirator gibi dört uçlu elemanlar gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada sadece OTA elemanları kullanılarak birim çevirme oranlı ve çevirme oranı ayarlanabilir transformatör gerçekleştirilmiştir.

## II. OTA ELEMANIYLA DİRENÇ GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

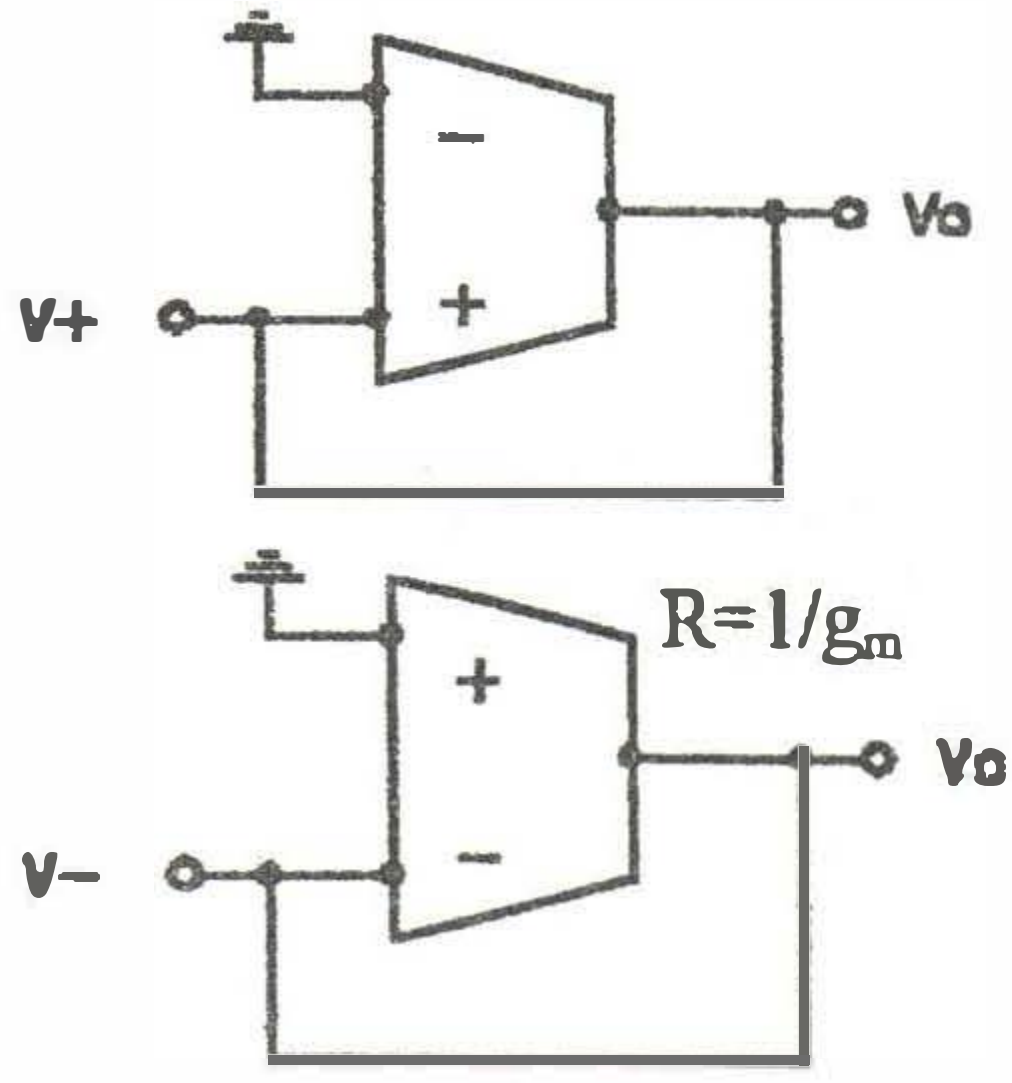
İdeal OTA bir gerilim kontrollü akım kaynağı yapısındadır ve tanım bağıntısı 1 nolu denklemle verilebilir.

$$I_o = g_m(V^+ - V^-) \quad (1)$$

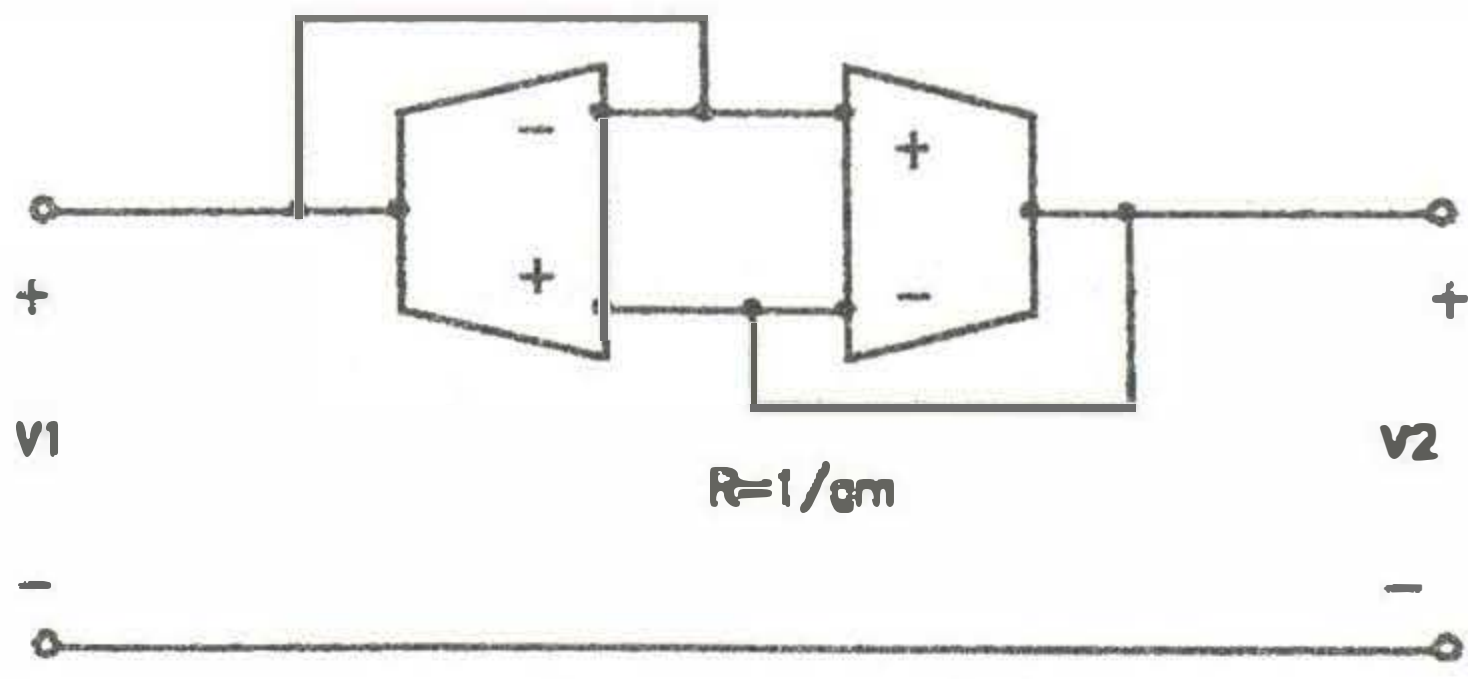


Şekil 1 İdeal OTA'nın devre sembolü ve eşdeğer devresi

OTA'nın devre sembolü ve ideal eşdeğer devresi Şekil 1 de verilmiştir.  $g_m$  geçiş iletkenliği değeri  $I_b$  kutuplama akımını değiştirmek suretiyle ayarlanabilir. Şekil 2 de bir ucu topraklanmış pozitif direncin OTA elemanlarıyla simülasyonu verilmiştir. Şeki 3 te ise iki ucu serbest direncin OTA elemanlarıyla simülasyonu verilmiştir.



Şekil 2 OTA ile bir ucu topraklı negatif ve pozitif direnç tasarımı

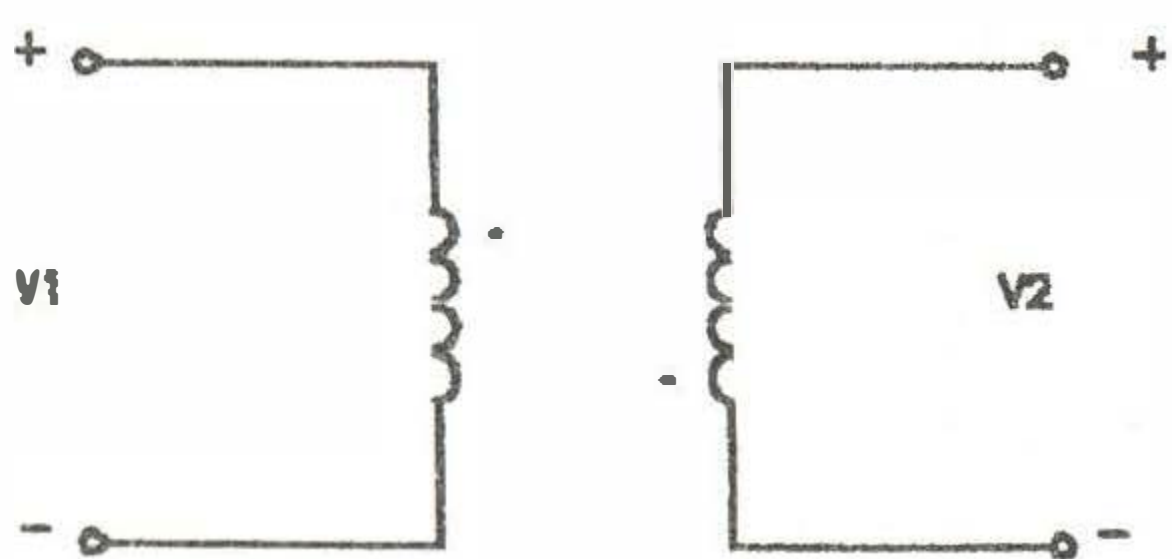
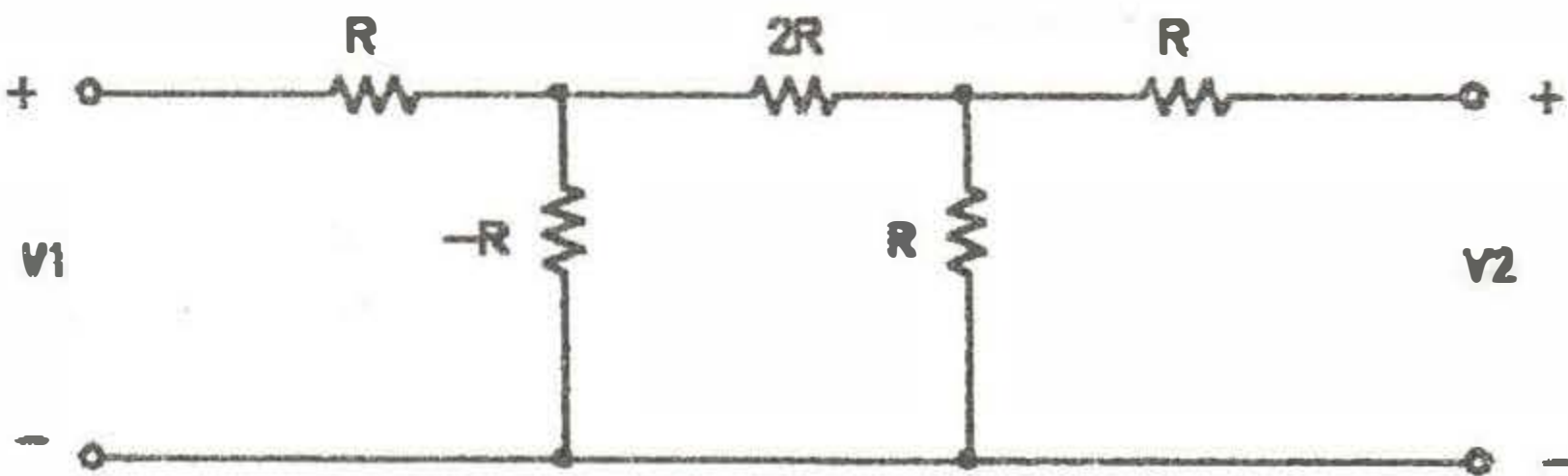


Şekil 3 OTA ile iki ucu serbest pozitif direnç tasarımı

### III. İDEAL TRANSFORMATÖRÜN DİRENÇLERDEN OLUŞMUŞ İKİ KAPILI EŞDEĞERİ

Birim çevirme oranlı bir ideal transformatorün direnç elemanları kullanılarak gerçekleştirilmiş devresi Şekil 4 te verilmiştir[1]. Bu devrede

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 \\ V_1 &= -V_2 \end{aligned} \quad (2)$$

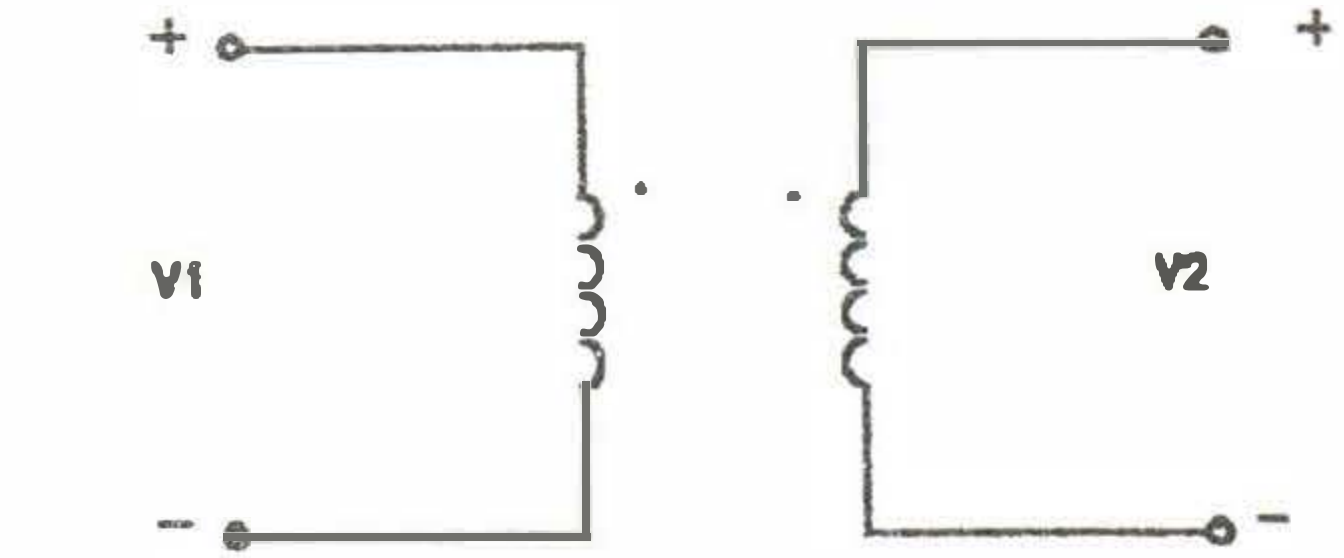
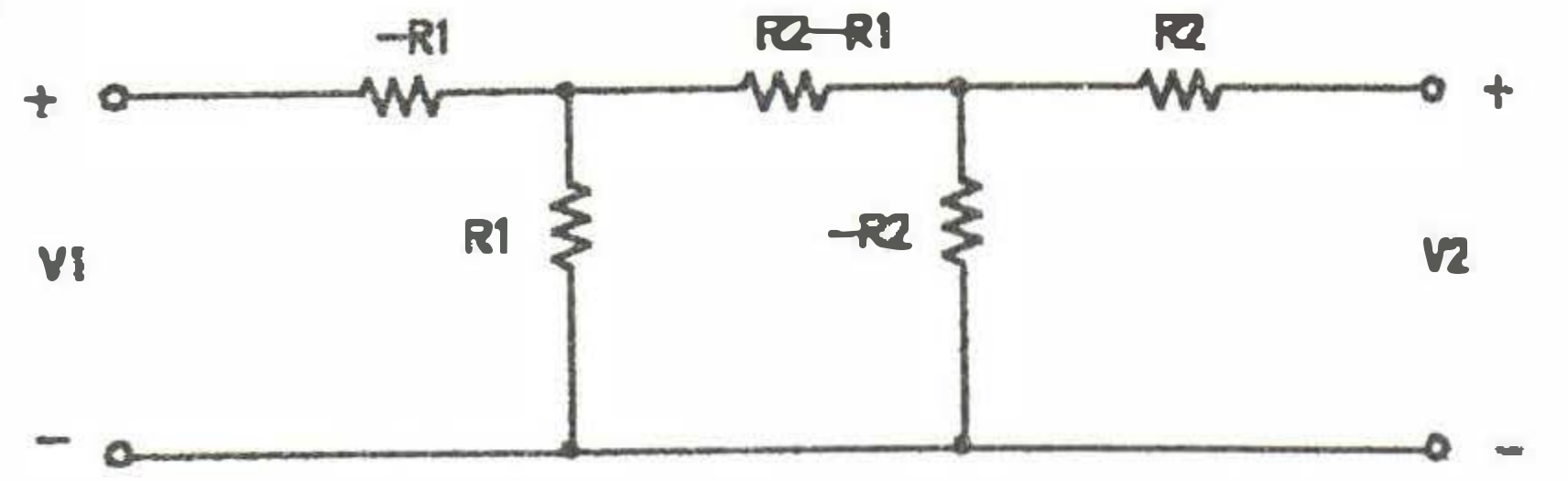


Şekil 4 Birim çevirme oranlı ideal transformatorün direnç ve iki uçlu eşdeğeri

Çevirme oranının direnç değerleriyle orantılı olarak değiştirilebileceği bir ideal transformator eşdeğer devresi ise Şekil 5 te verilmiştir. Bu devrede ise

$$\begin{aligned} V_1 &= -\frac{R_1}{R_2} V_2 \\ I_1 &= \frac{R_2}{R_1} I_2 \end{aligned} \quad (3)$$

dır.



Şekil 5  $R_2/R_1$  çevirme oranlı ideal transformatorün direnç ve iki uçlu eşdeğer devresi

### VI. İDEAL TRANSFORMATÖRÜN OTA ELEMANLARIYLA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Şekil 2 ve Şekil 3 de bir ucu topraklı ve iki ucu serbest dirençlerin OTA elemanlarıyla gerçekleştirilmiş eşdeğeri verilmiştir[2]. Bu dirençlerin negatif değerleri elde edilmek istendiğinde ilgili devrelerin OTA'larının polaritelerini aralarında değiştirmenin yeterli olacağı kolayca görülebilir. Bu direnç eşdeğer devreleri Şekil 4 ve Şekil 5 de yerine konulursa Şekil 6 ve Şekil 7 de verilen ideal transformator eşdeğer devreleri elde edilir.

Birim çevirme oranlı transformatorün çalışabilmesi için  $g_m$  değerleri aşağıdaki gibi seçilmelidir.

$$g_{m1} = g_{m2} = g_{m3} = g_{m6} = g_{m7} = g_{m8} = \frac{1}{R} \quad (4)$$

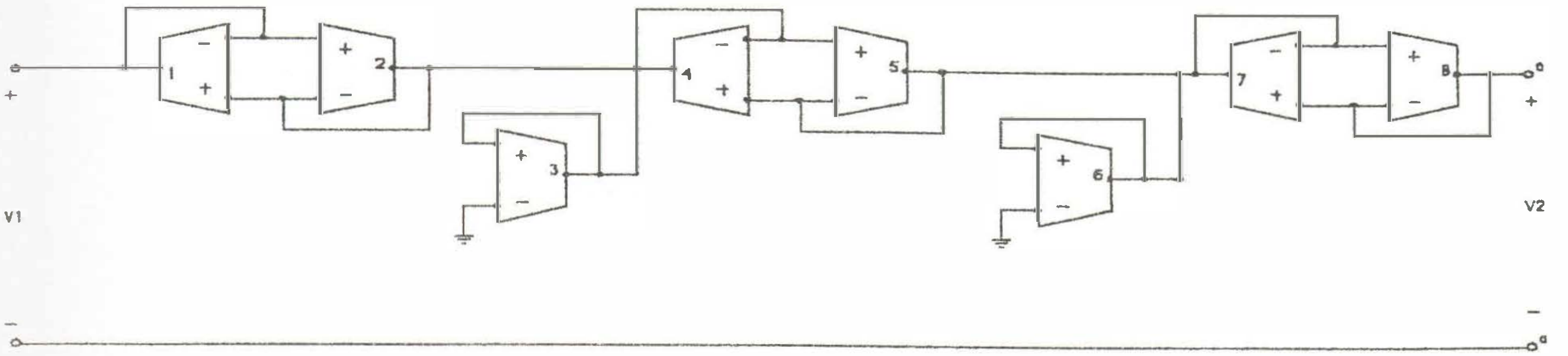
$$g_{m4} = g_{m5} = \frac{1}{2R}$$

Çevirme oranı değiştirilebilir transformatorün çalışabilmesi için  $g_m$  değerleri aşağıdaki gibi seçilmelidir.

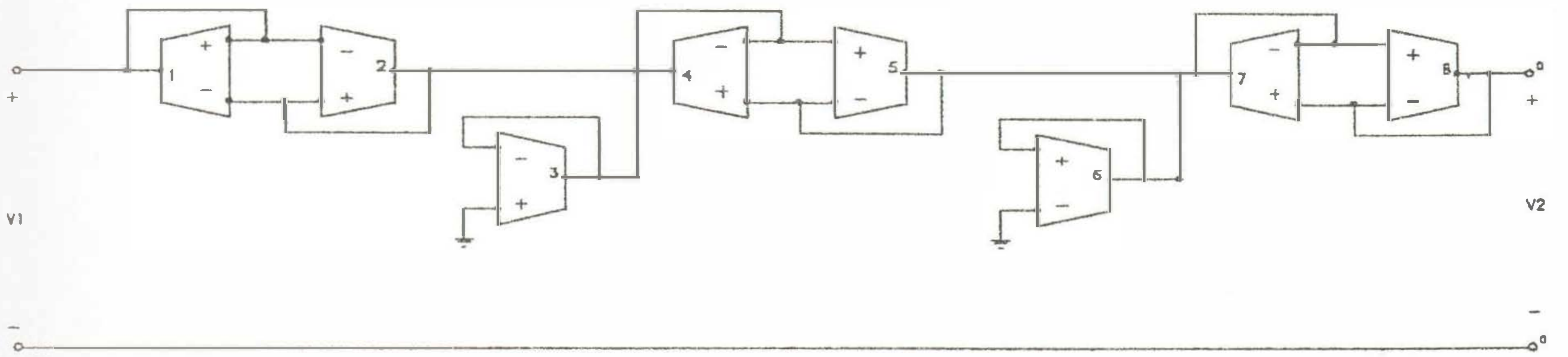
$$g_{m1} = g_{m2} = g_{m3} = \frac{1}{R_1}$$

$$g_{m4} = g_{m5} = \frac{1}{R_2 - R_1} \quad (5)$$

$$g_{m6} = g_{m8} = g_{m8} = \frac{1}{R_2}$$



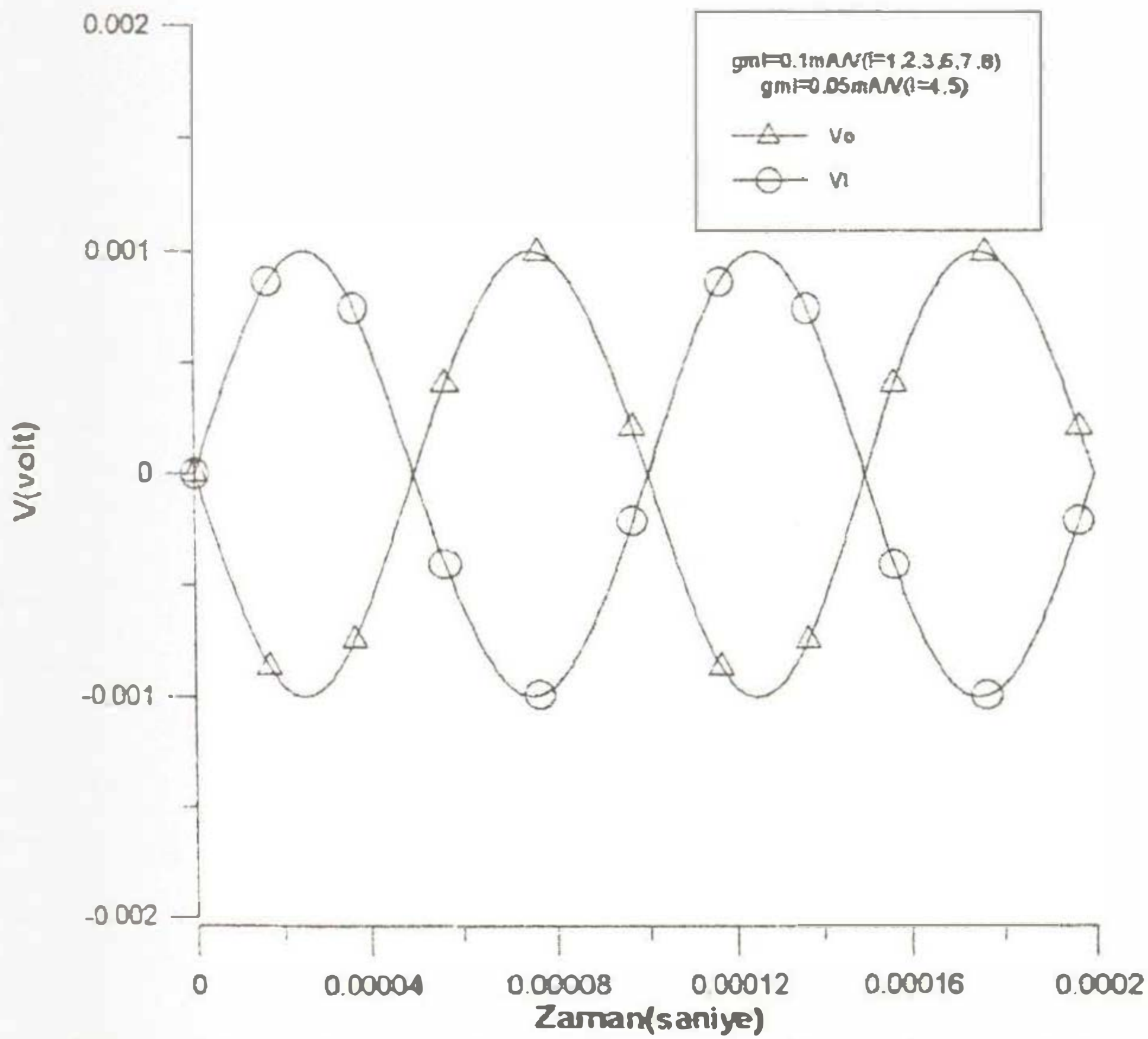
Şekil 6 Şekil 4 deki birim çevirme oranlı ideal transformatörün OTA ile gerçekleştirilmesi



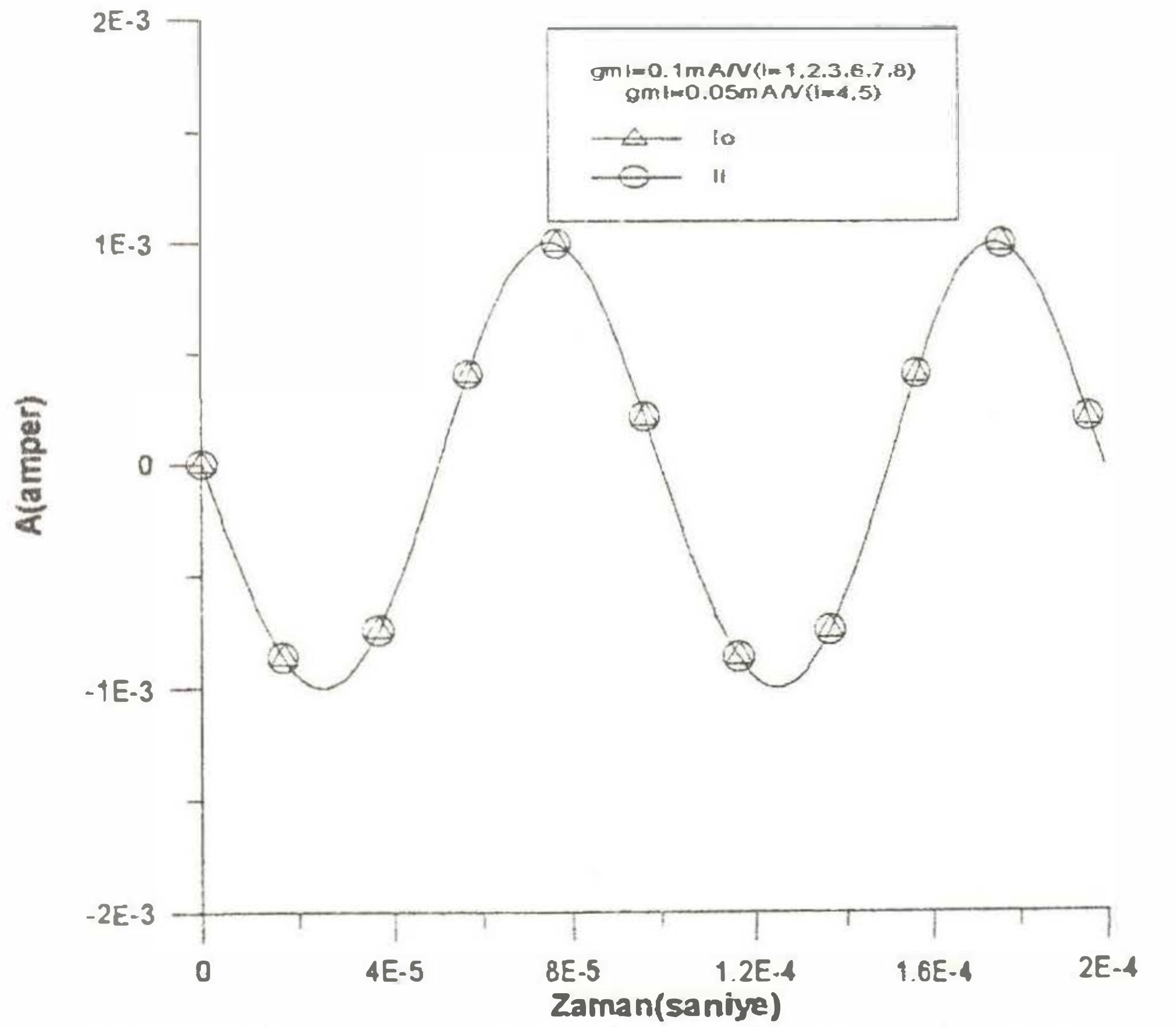
Şekil 7 Şekil 5 deki çevirme oranı ayarlanabilir ideal transformatörün OTA ile gerçekleştirilmesi

## V. SİMULASYON SONUÇLARI

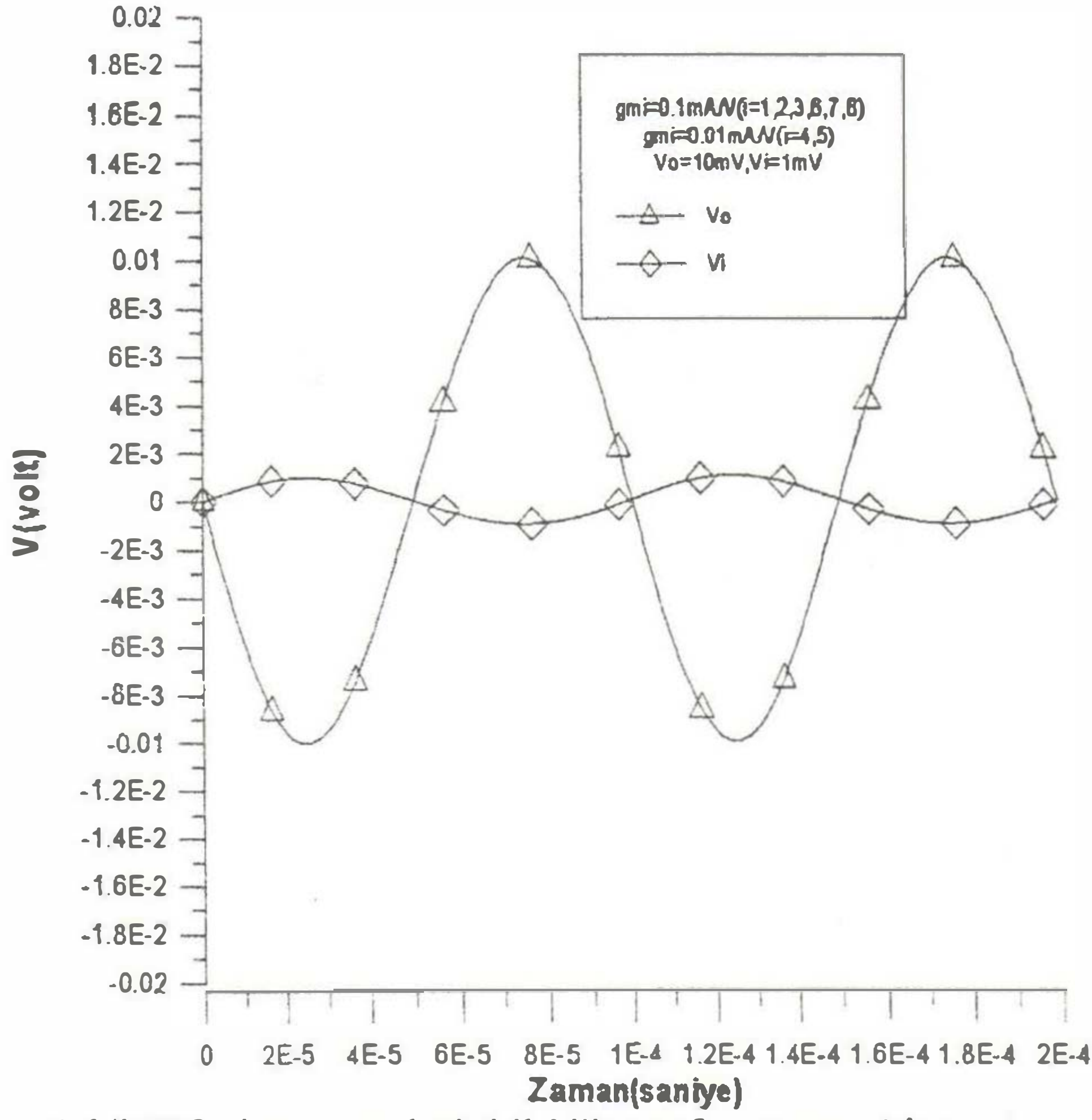
Elde edilen birim çevirme oranlı ve çevirme oranı değiştirilebilir transformatör devresi ideal OTA eşdeğeri devresi kullanılarak SPICE bilgisayar programı yardımıyla simüle edilmiş ve simülasyon sonuçları Şekil 7 ve Şekil 8 de verilmiştir.



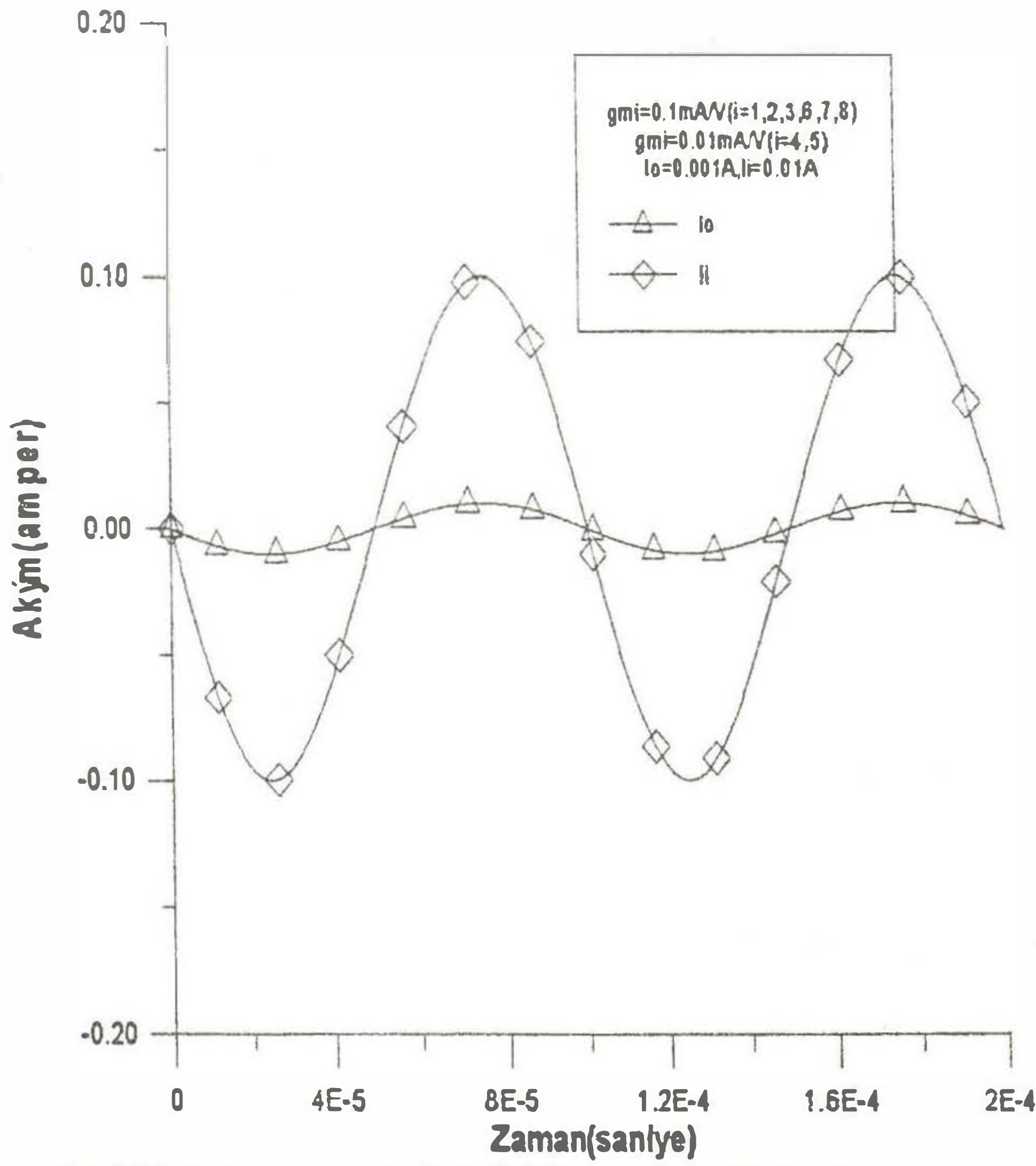
Şekil 8 Birim çevirme oranlı transformatörün giriş ve çıkış gerilimi



Şekil 9 Birim çevirme oranlı transformatörün giriş ve çıkış akımı



Şekil 10 Çevirme oranı değiştirilebilir transformatorün giriş ve çıkış gerilimi



Şekil 10 Çevirme oranı değiştirilebilir transformatorün giriş ve çıkış akımı

## VI. SONUÇ

Bu çalışmada sadece OTA elemanları kullanılarak birim çevirme oranlı ve çevirme oranı OTA' nın geçiş iletkenliği bir başka deyişle kontrol akımı veya gerilimiyle ayarlanabilen, tümdevre tekniğine uygun transformator önerilmiştir. Önerilen devrelerin SPICE bilgisayar programıyla simülasyonu yapılmış ve teoriye uygun sonuçlar elde

edilmiştir. Geliştirilen transformator devrelerinin OTA' nın lineer çalışma bölgesinde çalışabileceği ve transformatorün çevirme oranının OTA' ların kontrol akımlarıyla dijital olarak ayarlanabileceği açıktır.

## REFERANSLAR

- [1]Anday F., Devre sentezine giriş, İTÜ Yayınları, 1992  
 [2]Acar C., Elektrik Devrelerinin Analizi, 1995