

N. DERECELİ GERİLİM TRANSFER FONKSİYONLARI SENTEZİNE PRATİK YAKLAŞIMLAR

Yavuz SARI, Raşit KÖKER ve Abdullah FERİKOĞLU

Özet - İlk ortaya çıktığı günden bugüne akım taşıyıcılara ilgi zamanla sürekli olarak artmış ve bu elemanlar kullanılarak büyük bir kısmını ikinci dereceden filtrelerin oluşturduğu birçok devre gerçekleştirilmiştir.

Akım taşıyıcı elemanı ilk olarak 1968 yılında, Sedra ve Smith tarafından ortaya atılmış, 1970 yılında aynı kişiler tarafından çok daha verimli bir yapı, ikinci kuşak akım taşıyıcı elemanı olarak ileri sürülmüş ve aktif filtre dizaynında çok yönlü bir aktif eleman olduğu da ispatlanmıştır.[1-3].

Bu çalışmada gerilim transfer fonksiyonlarının işaret-akış diyagramları çıkarılarak, bu diyagramlardaki her bir alt grafin gerilim transfer fonksiyonunun önerilen, birim kazançlı voltaj sürücüsü ve kazancı +1 olan ikinci kuşak bir akım taşıyıcının bileşimine eşdeğer AD844 olarak isimlendirilen ticari bir aktif bileşen içeren, genel bir devre modeli yardımıyla gerçekleştirilmesine ve bulunan tüm bu alt devrelerin birleştirilerek gerilim transfer fonksiyonunun AD844'lerle elde edilmesine dayalı pratik bir sentez metodu verilmiştir.

Anahtar Kelimeler - Akım taşıyıcılar, Transfer fonksiyonları, Sinyal-akış diyagramları

Abstract - In this study, firstly signal-flow graphs of voltage transfer functions were obtained. Then, transfer function of each subgraphs were realized by using proposed general circuit model with AD844. The active component AD844 is equivalent to the combination of a second generation current conveyor having a gain of +1 (CCII+) and a unity gain voltage buffer. In conclusion, a practical synthesis method based on to obtain voltage transfer functions by combining all obtained subcircuits with AD844 active component is given.

Keywords - Current conveyors, Transfer functions, Signal flow graphs

Y.Sarı, R.Köker, A.Ferikoğlu; Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 54040- Esentepe/SAKARYA

I. GİRİŞ

AD844, piyasada bulunan, çok yönlü, düşük fiyatlı, AC ve DC performansın mükemmel bileşimini sağlayan aktif bir bileşendir. Bilinen opamplar ve diğer aktif geribeslemeli opamplardaki slew-rate sınırlamaları yoktur. Bilinen opampların yerine kullanıldığı gibi aktif geribesleme yapısı, çok daha iyi bir AC performans ve yüksek doğrulukla sonuçlanır[4,5]. AD844, birim kazançlı bir gerilim sürücüsü ve kazancı +1 olan ikinci kuşak bir akım taşıyıcının bileşimine eşdeğerdir[6].

Sinyal-akış diyagramları alt graflarının sadece direnç, kapasitör ve AD844'lerden oluşan aktif RC devreleri kullanmak yoluyla n. derece gerilim transfer fonksiyonlarının gerçekleştirilmesine ilişkin bir sentez metodu ACAR (1996) tarafından sunulmuştur.

Bu bildirinin amacı, sunulan AD844 kullanan genel bir devre modeli yardımıyla sinyal-akış diyagramlarına ait alt grafların, çıkış ve girişleri arasındaki ifadelerle dayalı bağıntılar kurmaksızın pratik bir şekilde oluşturulması yoluyla gerilim transfer fonksiyonlarına ait devrelerin gerçekleştirilmesini sağlamaktır[7].

II. GERÇEKLEME TARZI

N. dereceli en genel bir gerilim transfer fonksiyonunu şöyle ifade edebiliriz:

$$T(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + a_{n-2} s^{n-2} + \dots + a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_2 s^2 + b_1 s + b_0} \quad (1)$$

Bu transfer fonksiyonunun iki özel durumu $P(s) = s^n + b_{n-1} s^{n-1} + b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_2 s^2 + b_1 s + b_0$ olmak üzere, n'in tek olması durumunda

$$T(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{R(s)}{R(s)} = \frac{-s^n + b_{n-1} s^{n-1} - b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_4 s^4 - b_3 s^3 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{s^n + b_{n-1} s^{n-1} + b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_3 s^3 + b_2 s^2 + b_1 s + b_0} \quad (2)$$

ve n' in çift olması durumunda

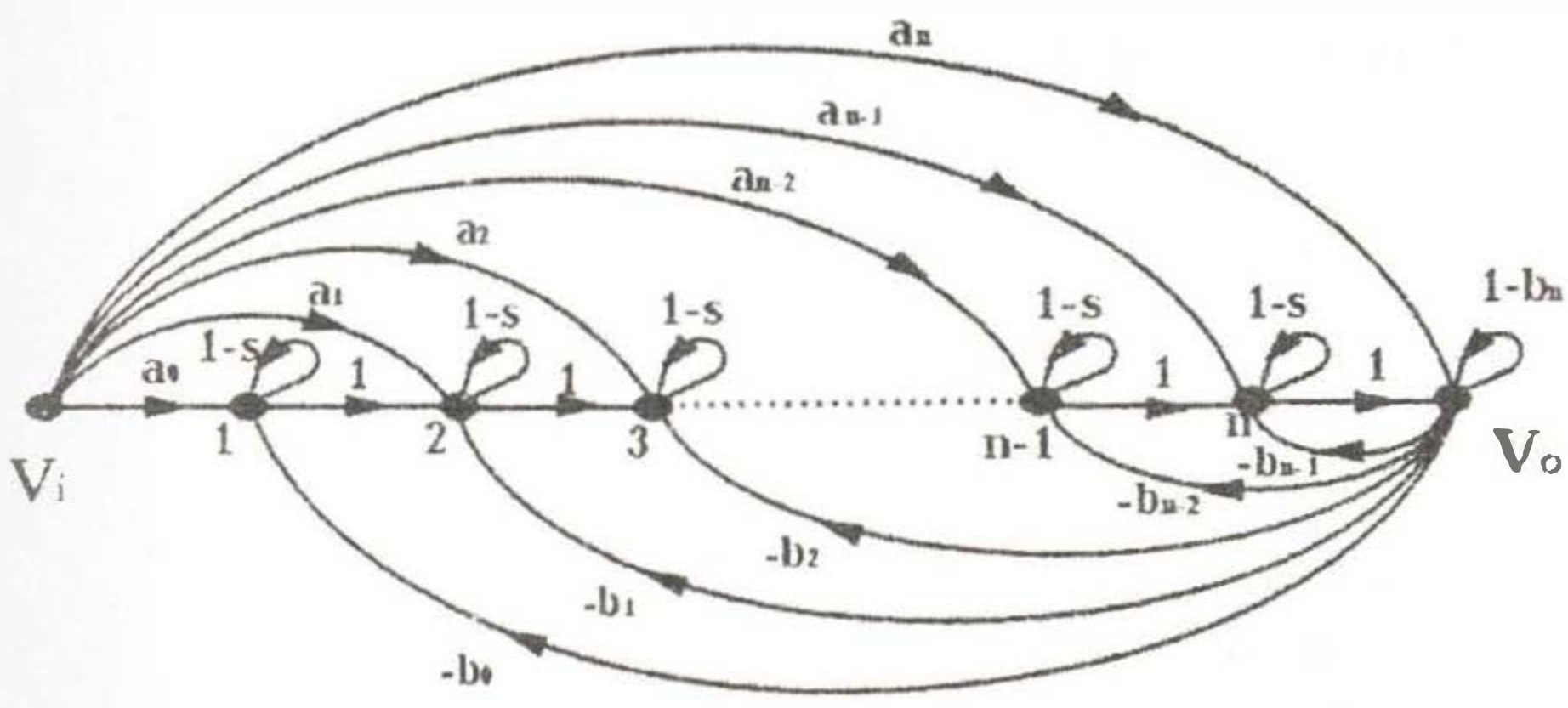
$$T(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R(-s)}{R(s)} = \frac{s^n - b_{n-1}s^{n-1} + b_{n-2}s^{n-2} - \dots + b_4s^4 - b_3s^3 + b_2s^2 + b_1s + b_0}{s^n + b_{n-1}s^{n-1} + b_{n-2}s^{n-2} + \dots + b_3s^3 + b_2s^2 + b_1s + b_0} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilebilir.

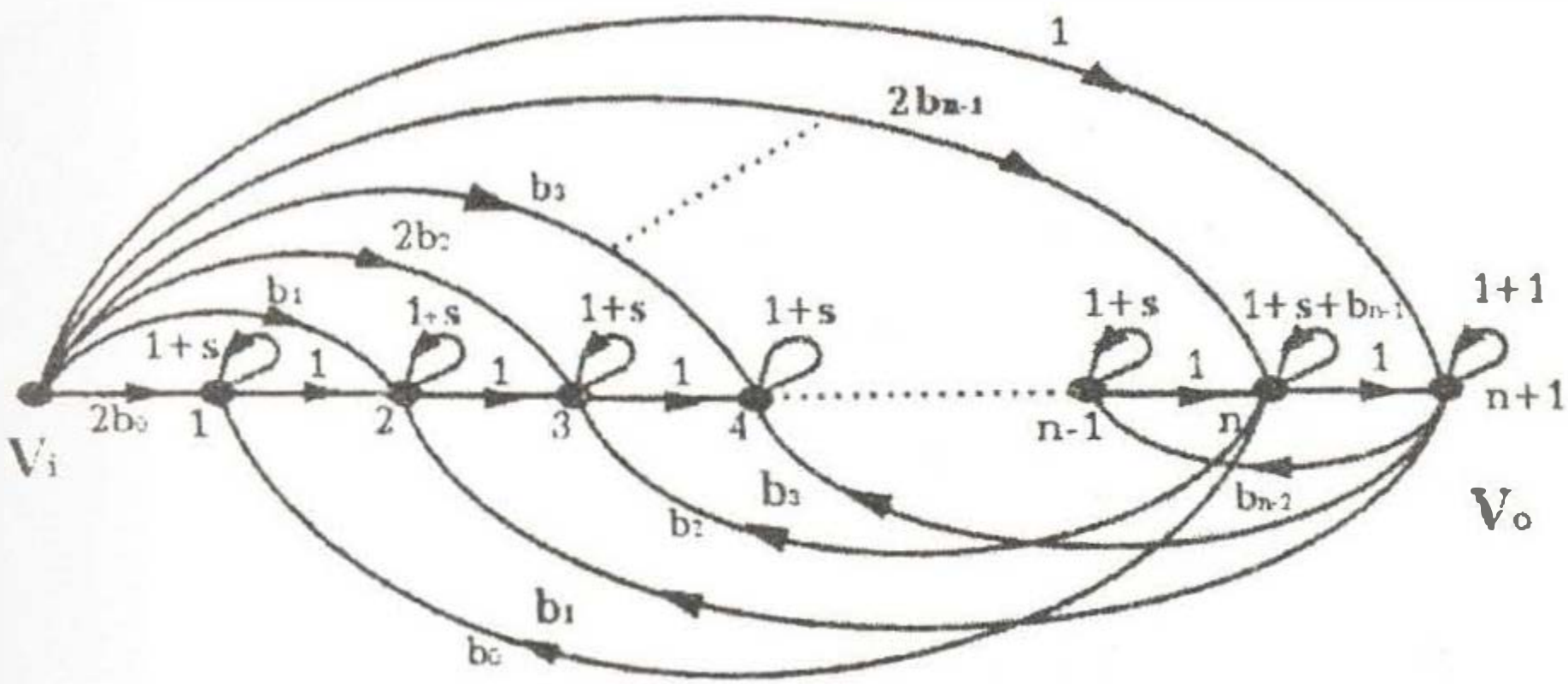
Yukarıdaki transfer fonksiyonların gerçekleşmesinde kullanılan sinyal-akış diyagramları modellerinden birer tanesi Şekil 1' de, bu diyagramlara ait farklı yapıdaki grafların tümünü içeren genel alt graf Şekil 2' de verilmiştir. Şekil 2' deki genel alt grafa ait girişler ve çıkış arasındaki bağıntı

$$V_4 = \frac{1}{b_1s + b_2} (-a_1V_1 - a_2V_2 - a_3V_3) \quad (4)$$

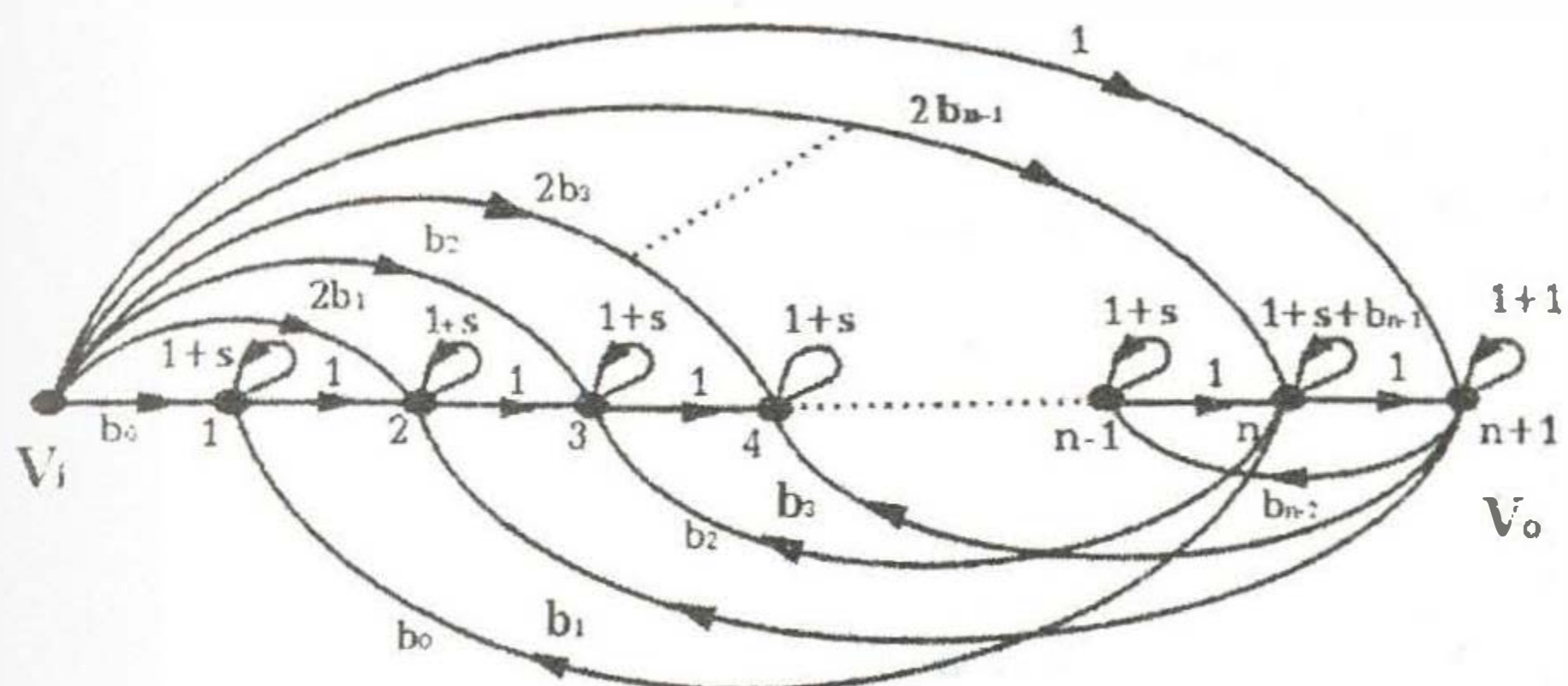
şeklinde ifade edilir.



(a)

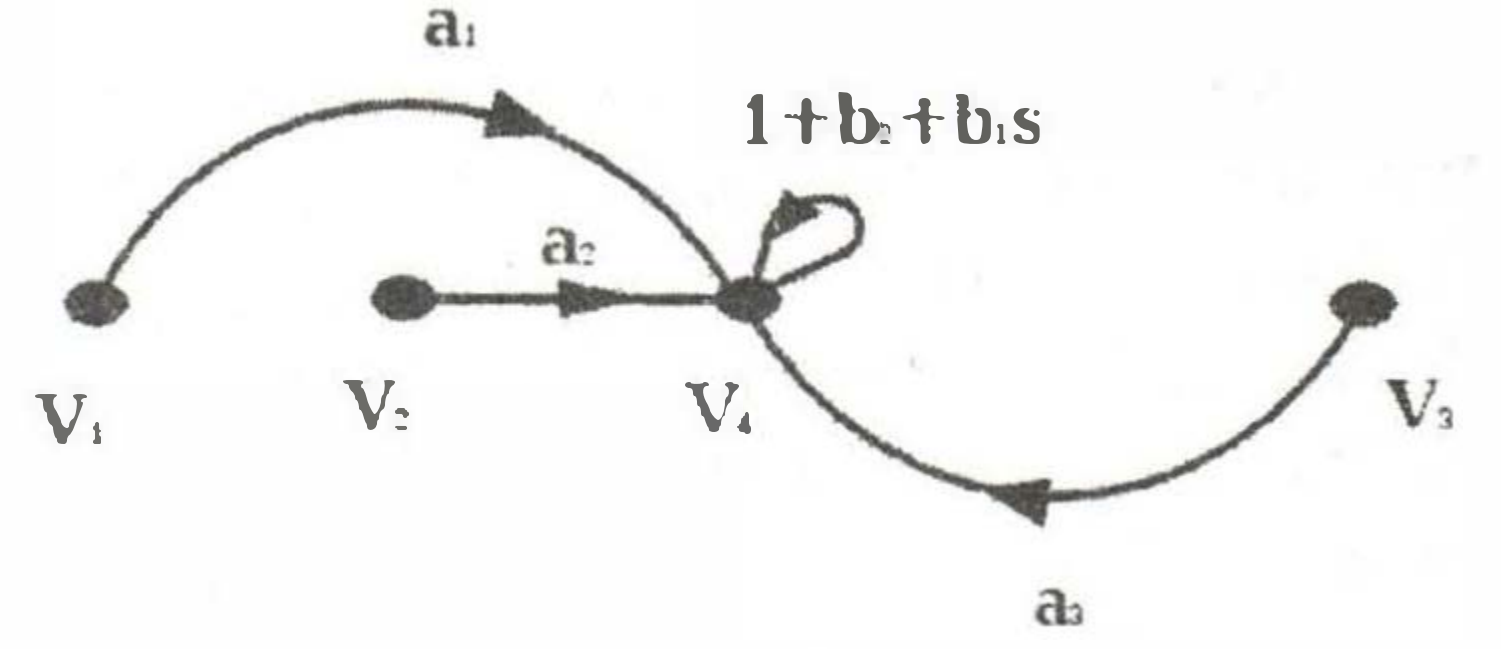


(b)



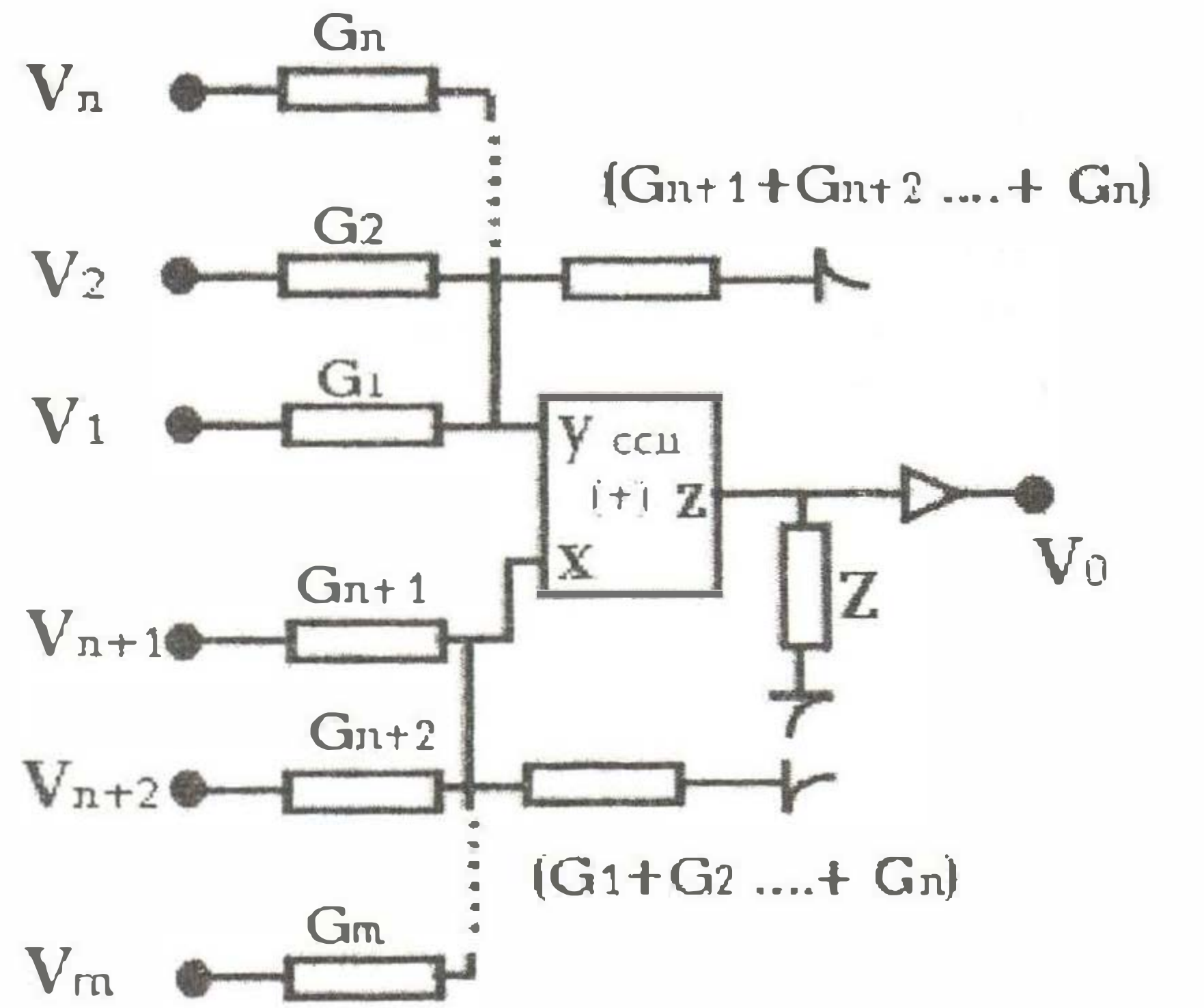
(c)

Şekil 1. (1), (2) ve (3) no'lu transfer fonksiyonlarına ait sinyal akış diyagramları



Şekil 2. Genel alt graf modeli

Bu alt graflar ve alt transfer fonksiyonlarının gerçekleşmesinde kullanılacak AD844 içeren genel devre modeli Şekil 3' de görülmekte olup, bu devrenin analizi sonucu çıkış ve girişler arasında elde edilen bağıntı (5)' de ifade edilmiştir.



Şekil 3. AD844'ü genel alt devre

$$V_0 = Z(G_1V_1 + G_2V_2 + \dots + G_nV_n - G_{n+1}V_{n+1} - G_{n+2}V_{n+2} - \dots - G_mV_m) \quad (5)$$

Şekil 3' de görülen devre modeli en genel bir devre modeli olup, Şekil 2' deki genel alt grafın gerçekleşmesinde kullanılan temel yapıyı oluşturmaktadır. (5)' de ifade edilen bağıntı ise en genel çıkış-giriş ifadesi olup, Şekil 1' de verilen n. dereceli gerilim transfer fonksiyonları işaret-akış diyagramlarına ait Şekil 2' deki genel alt graf ve buna ait alt transfer fonksiyonunun gerçekleşmesinde temel bağıntıyı oluşturmaktadır. (5)' de elde edilen bağıntıdaki Z empedans ifadesinin değişik değerleri için gerçekleşen empedans devresi yapıları Şekil 4' de verilmiştir.

Çıkış Z Yüğü Sembolü	$\frac{G}{s}$	$\frac{C}{s}$	$\frac{G}{s+C}$	$\frac{G}{s-C}$
Z	1/G	1/sC	1/(sC+G)	sCG/(sC-G)

Şekil 4. Genel devre modeline ait transfer fonksiyonunda Z empedansının farklı ifadelerine karşı düşen devre yapıları

II.1. Gerçekleme Adımları

I.Gerçeklenmek üzere verilen n. dereceli bir gerilim transfer fonksiyonunun (1), (2) ve (3)' deki transfer fonksiyonlarından hangisine uyduğu tespit edilir.Şunu da ifade etmek gerekir ki, (1) no'lu denklem en genel bir denklem ifadesi olup n. dereceli gerilim transfer fonksiyonlarının tümü için uygundur.Ancak verilen transfer fonksiyonunun (2) ve (3)'de ifade edilen transfer fonksiyonlarına uygunluğu söz konusu ise (2) ve (3) ile de gerçekleştirilebilir.

II.Seçilen transfer fonksiyonuna ait uygun işaret-akış diyagramı Şekil 1' den bulunur.

III.Gerçeklenmek üzere verilen transfer fonksiyonunun merteye ve katsayılarını Şekil 1' den seçtiğimiz işaret-akış diyagramında yerlerine koymak yoluyla verilen transfer fonksiyonuna ait işaret-akış diyagramı oluşturulur.

IV.Elde edilen işaret-akış diyagramının alt graflarına ait alt transfer fonksiyonları Şekil 2 ve (4)' deki ifade kullanılarak çıkarılır.

V.Bulunan alt transfer fonksiyonları, (5)' deki ifade ve Şekil 4 kullanılarak Şekil 3' deki genel devre modeli ile gerçekleştirilir.

VI.Gerçeklenen tüm alt devreler uygun düğümlerin birleştirilmesi yoluyla biraraya getirilerek transfer fonksiyonuna ait devre oluşturulur.

II.2. Örnek Uygulama

n=4 için

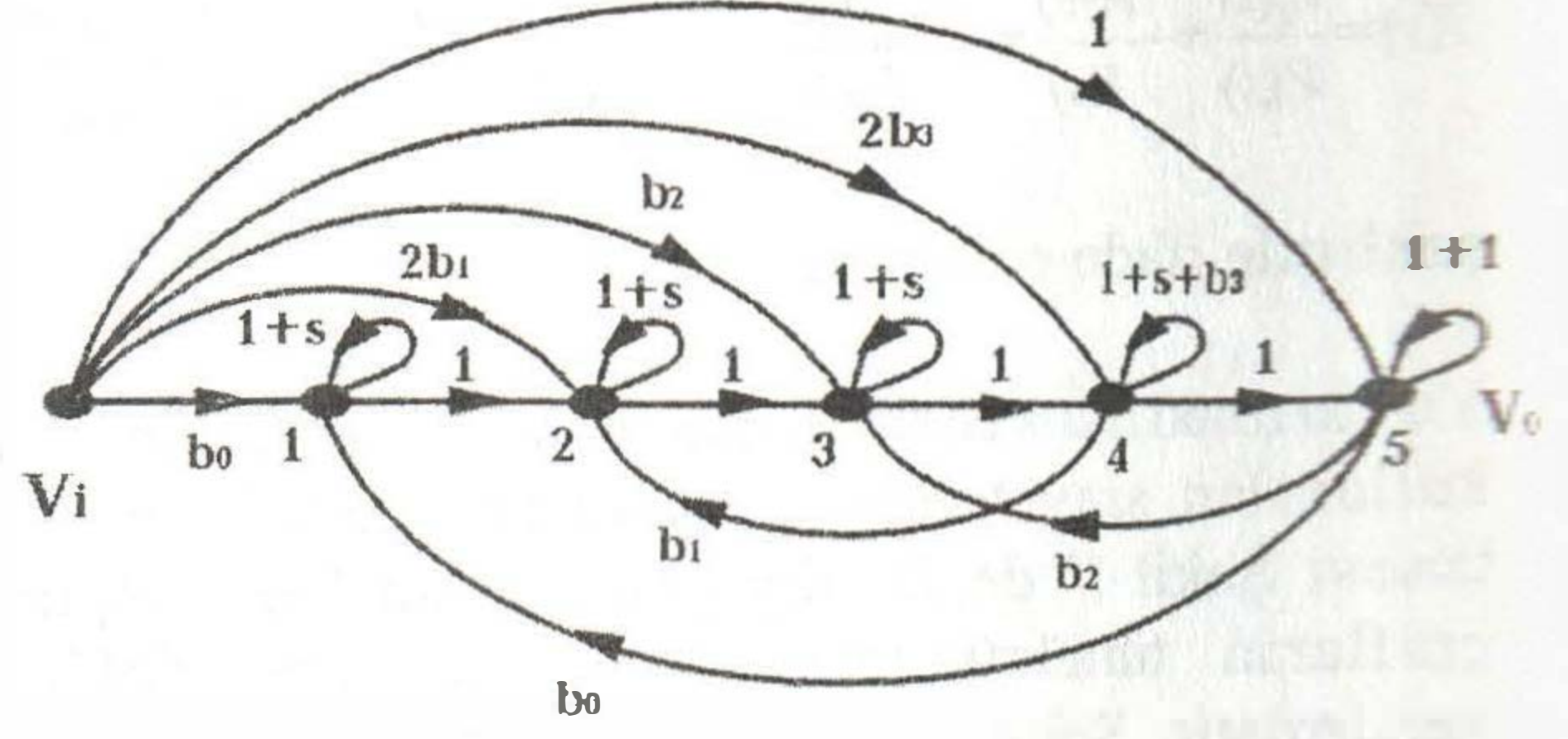
$$T(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = -\frac{s^4 - b_3s^3 + b_2s^2 - b_1s + b_0}{s^4 + b_3s^3 + b_2s^2 + b_1s + b_0} \quad (6)$$

gerilim transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi adım adım gerçekleştirilir.

I.Transfer fonksiyonu (1) ve (3)' deki transfer fonksiyonlarına uygun olup (3) no'lu transfer fonksiyonu seçildi.

II.(3) no'lu transfer fonksiyonuna ait uygun işaret-akış diyagramı Şekil 1-c' den alındı.

III.Aldığımız genel işaret-akış diyagramından transfer fonksiyonumuza ait işaret-akış diyagramı Şekil 5' deki gibi elde edildi.



Şekil 5. (6) no'lu transfer fonksiyonu için uygun işaret-akış diyagramı.

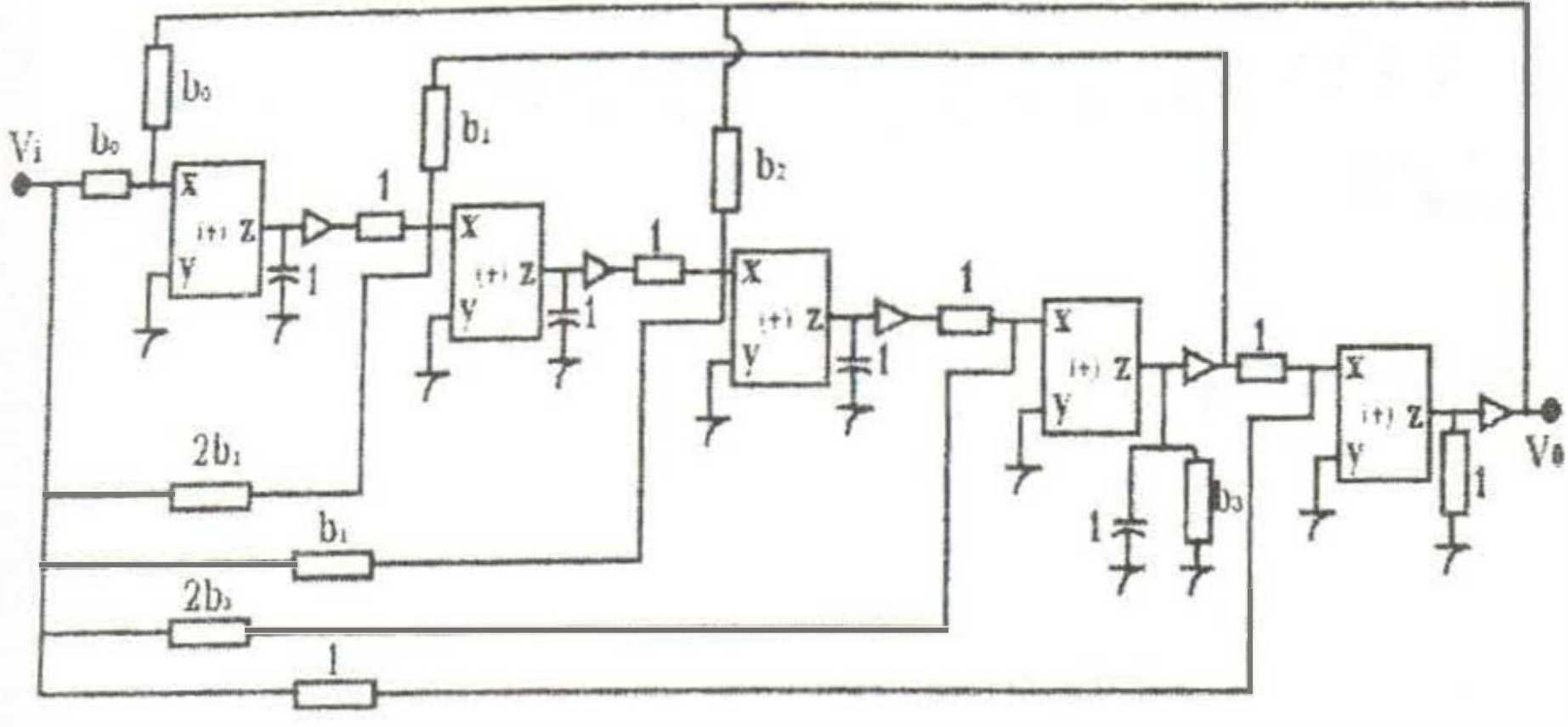
IV.Elde edilen işaret-akış diyagramının alt graflarına ait alt transfer fonksiyonları (7), (8), (9), (10) ve (11)'deki gibi elde edildi.

V.Bulunan alt transfer fonksiyonları (5)' deki ifade ve Şekil 4 kullanılarak Şekil 3' deki genel devre modeli ile gerçekleştirildi.

VI.Gerçeklenen tüm alt devreler uygun düğümlerin birleştirilmesi yoluyla biraraya getirilerek (6)'daki transfer fonksiyonuna ait devre Şekil 7' deki gibi elde edildi.

Alt graflar ve transfer fonksiyonları	Uygun CCII'li gerçeklemeler
$V_1 = -\frac{b_0}{s} V_i - \frac{b_0}{s} V_0$	
$V_2 = -\frac{2b_1}{s} V_i - \frac{1}{s} V_1 - \frac{b_1}{s} V_4$	
$V_3 = -\frac{b_2}{s} V_i - \frac{b_2}{s} V_0 - \frac{1}{s} V_2$	
$V_4 = \frac{2b_3}{s+b_3} V_i - \frac{1}{s+b_3} V_3$	
$V_0 = -V_i - V_4$	

Şekil 6. Uygun alt devre gerçeklemeleri



Şekil 7. (6) no'lu transfer fonksiyonuna ait AD844'lü devre gerçekleştirilmesi

III. SONUÇLAR

Sunulan metot açık ve kolay olduğu gibi, sadece kurulum sağlamayıp bunun yanında n. dereceli gerilim transfer fonksiyonunun katsayılarından eleman değerlerini doğrudan verir. Gerçekleme için sadece n adet kapasitör ve n+1 adet AD844 gerektiriyor. Önerilen filtre devreleri en fazla 5n+3 direnç kullanmakta fakat bu sayı azalabilmektedir.

Çıkış ve girişler arasındaki bağıntılara dayalı karmaşık işlemler yapmak yerine genel devre modelinde verilen genelleştirilmiş bağıntı yardımıyla, gerilim transfer fonksiyonlarının minimum sayıda devre elemanı kullanarak gerçeklenmeleri için çok pratik bir yöntem içermektedir. Önerilen metot pratikte uygulama yapmaya elverişli olduğu gibi Devre Analizi derslerinde filtre tasarımı konularını anlatma tarzında kolaylık sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] SEDRA, A.S., and SMITH. K.C., 'A Second-Generation Current Conveyor and Its Applications', IEEE Trans., 17, 132-134, 1970.
- [2] SENANI, R., 'Novel Higher-Order Active Filter Design Using Current Conveyors', Electron Lett., Vol.21, No:22, 1055-1057, 1985.
- [3] NAWROCKI, R., and KLEIN, U., 'New OTA-Capacitor Realisation of Universal Biquad', Electron Lett., Vol.22, 50-51, 1986
- [4] Analog Devices : 'Lineer products data book' (Norwood, MA, 1990)
- [5] ACAR, C. : 'Nth-order voltage transfer function synthesis using a commercially available active component:Signal-flow graph approach', Electron Lett., 1996, 32, pp. 1933-1934
- [6] SVOBODA. J.A.,MCGORY,L., and WEBB, S.: 'Application of a commercially available current conveyor', Int. J. Electron.,1991, 70, pp. 159-164

[7] SARI, Y., 'N. Derece Gerilim Transfer Fonksiyonlarının Akım Taşıyıcılarıyla Gerçeklenmesi ' Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1998