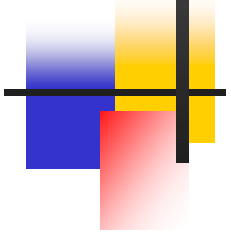


CMOS CDTA ile 7. Dereceden Eliptik Filtre



Alphan ŞAHİN

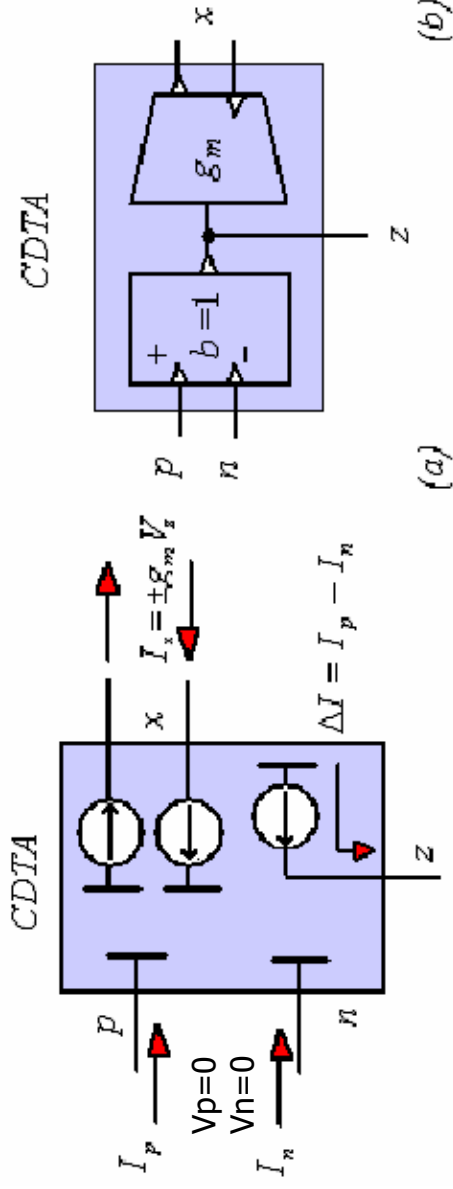
25.04.2007



Amaç

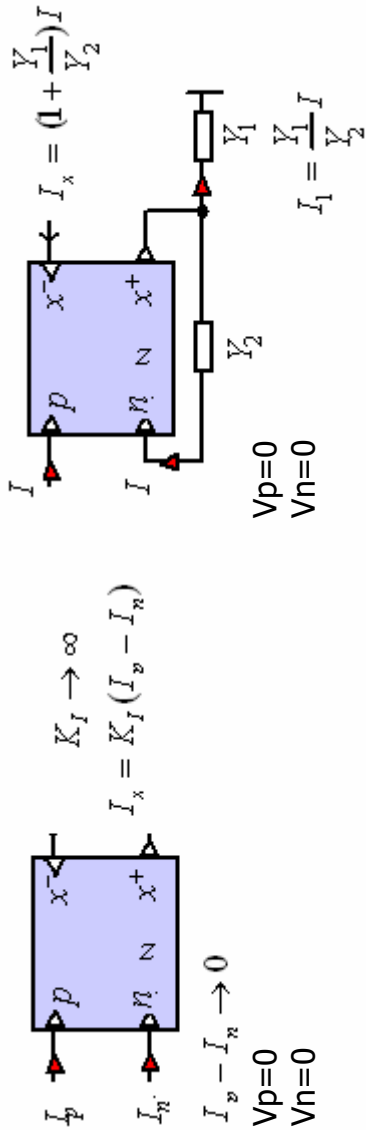
- ITU BT601 standardına uygun olması.
- Bandgenişliği 5.75MHz olması.(LPF)
- Geçirme bandında en fazla 0.1dB lik salınımına sahip olması.
- 45dB@8MHz den daha fazla bir zayıflama göstermesi.
- Video işlemede kullanılabilmesi (anti-aliasing için)
- Bu filtre tasarımını CDTA elemanı ile gerçekleştirilmesi.

CDTA elemanı nedir?



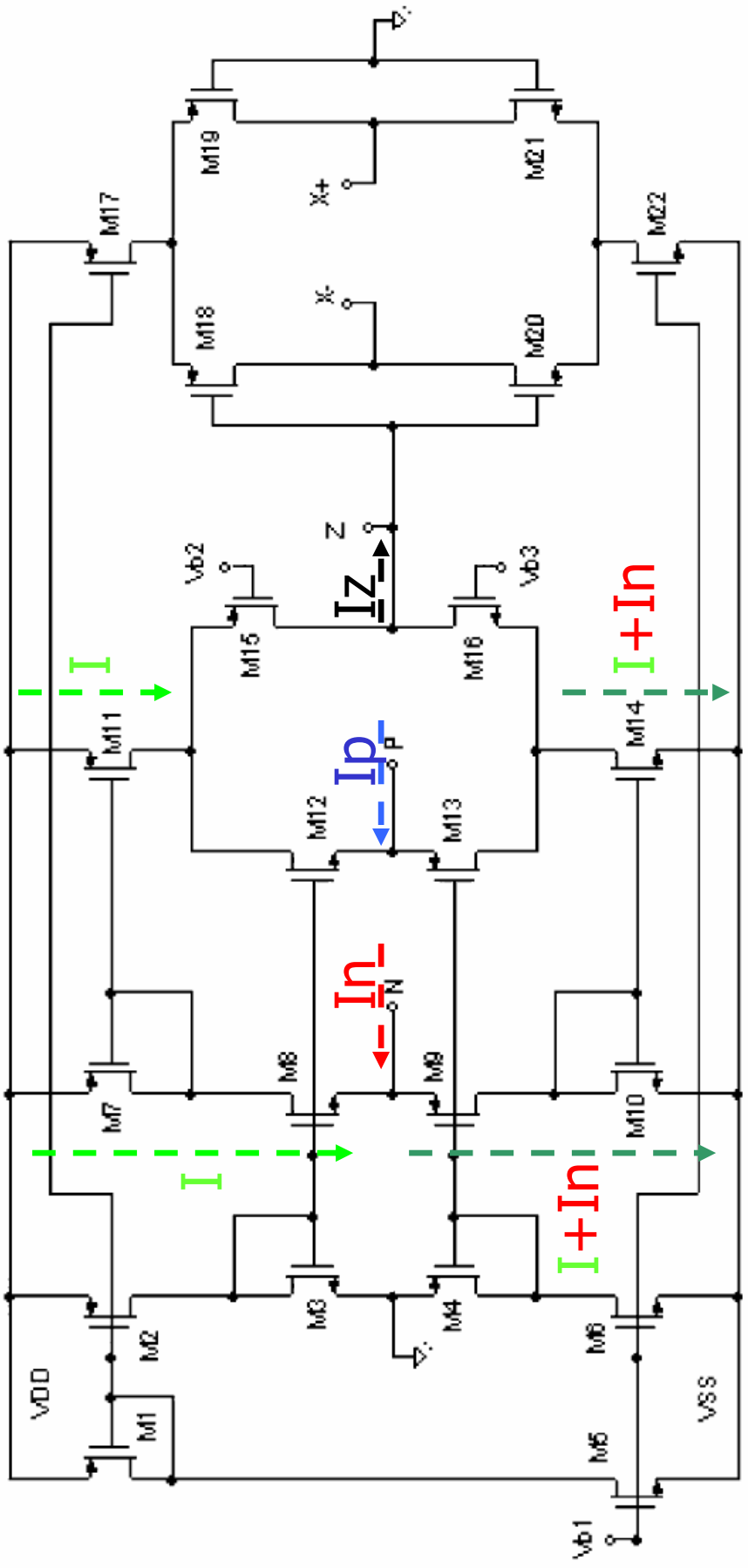
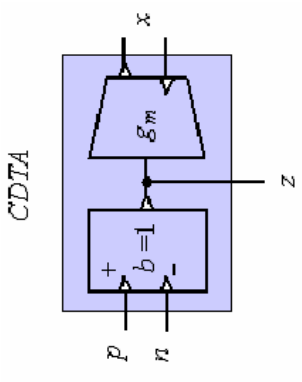
- Bu eleman bir akım kuvvetlendiricisidir.
- Akım modlu bir elemandır. Düşük gerilimlerde çalışmaya uygundur.
- Giriş uçları düşük empedanslı olduğu için yüksek frekans kutupları oluşmayacaktır.
- Z ucuna bir ucu topraklanmış birden çok eleman bağlanabildiğinden prosese bağlı sorunlar açısından iyidir.
- İç yapısı basittir.

CDTA ile ilgili örnek



- Z ucu boŖta bırakıldığı zaman, bu eleman acık cevrım alıŖan bir akım kuvvetlendiricisine donuŖur.
- Aynı gerilim kuvvetlendiricisinde olduğu gibi, negatif geri besleme yapılarak I_x akımının değeri belirlenebilir.

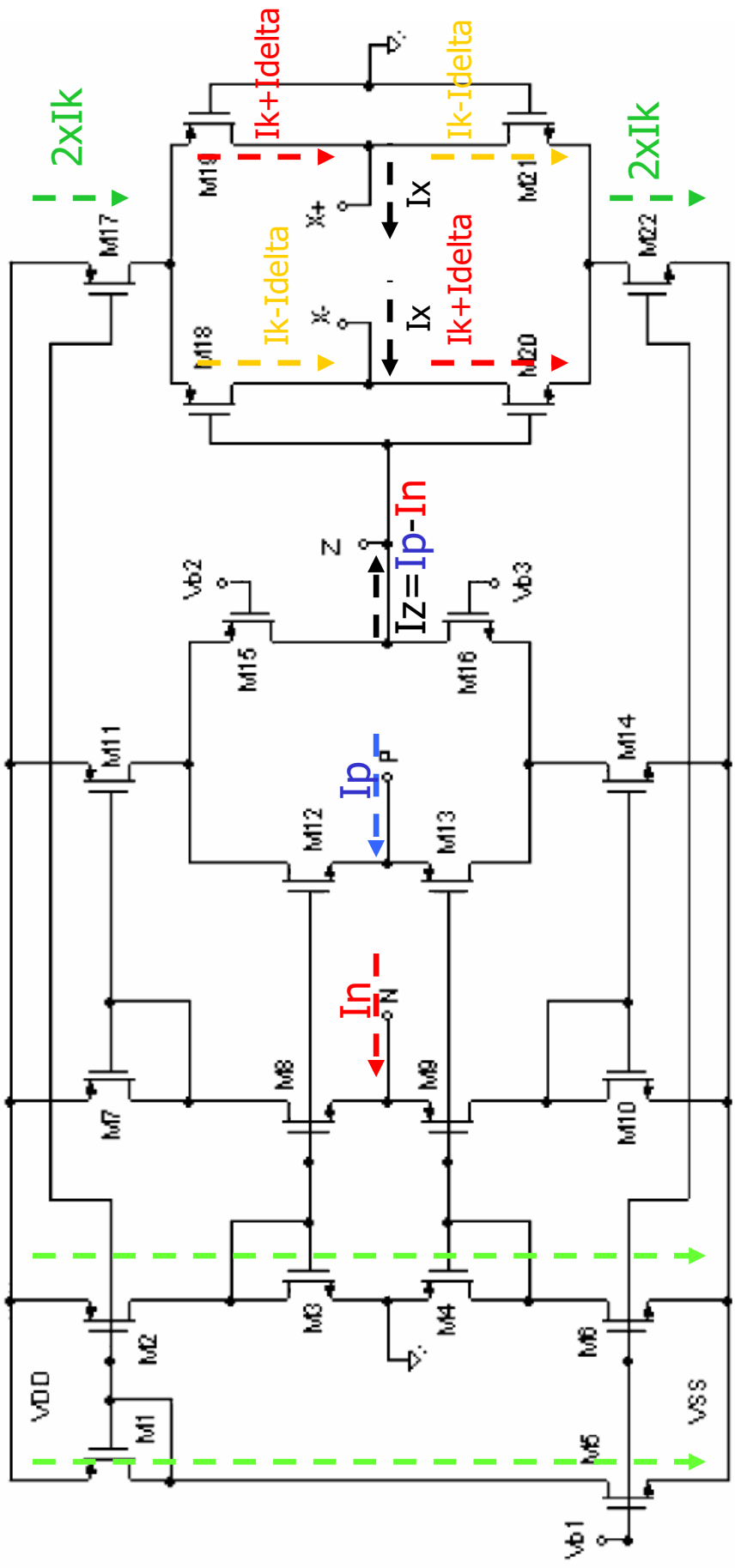
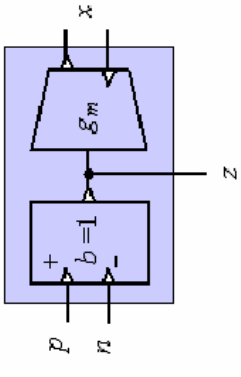
CDTA'nın iç yapısı



$I_z = I_p - I_n$ bulunur.

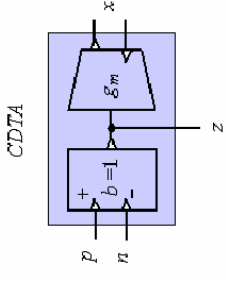
CDTA'nın iç yapısı

CDTA



$I_x = 2I_{delta} \rightarrow$ CDTA'nın eğimi $g = g_{m18} + g_{m20}$ olarak bulunur.

CDTA'nın tasarımı



- CDTA elemanı MIETEC 0.5um proses ile tasarlanmıştır.
- +-2.5V gerilim aralığında çalışmaktadır.
- SPICE modelleri ile benzetim yapılmıştır.
- Boyutlar;

M1 = 8 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M2 = 8 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M3 = 20 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M4 = 20 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M5 = 8 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M6 = 8 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M7 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M8 = 40 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M9 = 40 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M10 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M11 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$

M12 = 20 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M13 = 20 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M14 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M15 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M16 = 30 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M17 = 50 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M18 = 45 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M19 = 45 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M20 = 10 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M21 = 10 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$
M22 = 50 $\mu\text{m}/1 \mu\text{m}$



Tasarlanan CDTA'nın simülasyon sonuçları

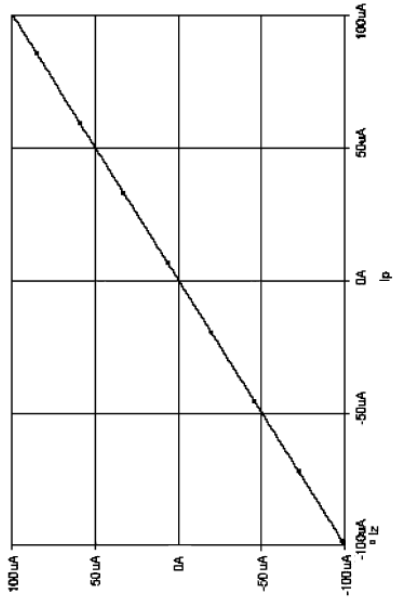
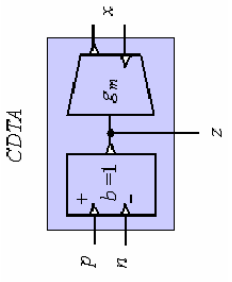


Fig. 3. Current transfer from p to z.

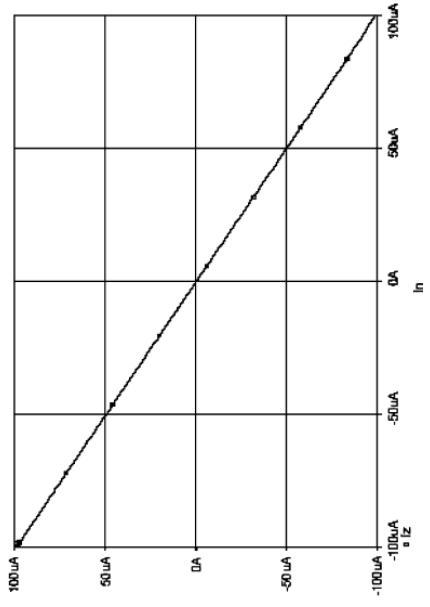


Fig. 4. Current transfer from n to z.

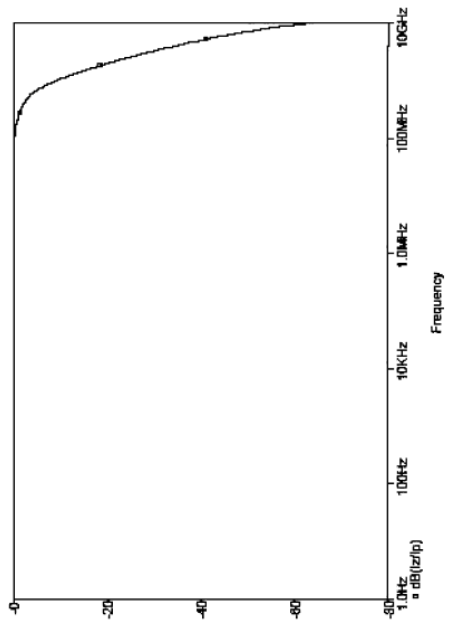


Fig. 5. Variation of I_z/I_p .

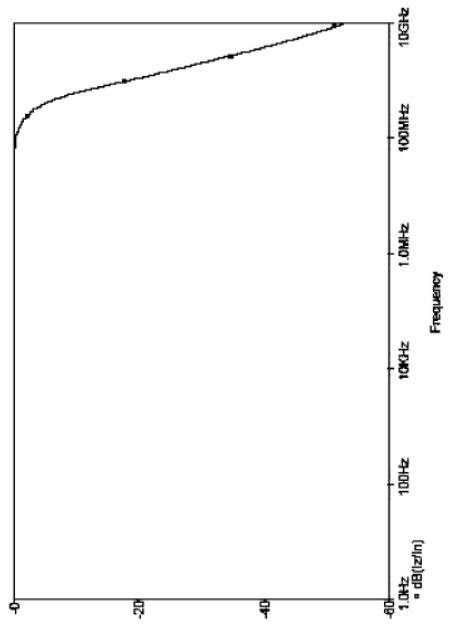
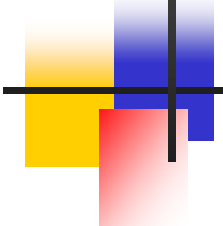


Fig. 6. Variation of I_z/I_n .



Tasarlanan CDTA'nın simülasyon sonuçları

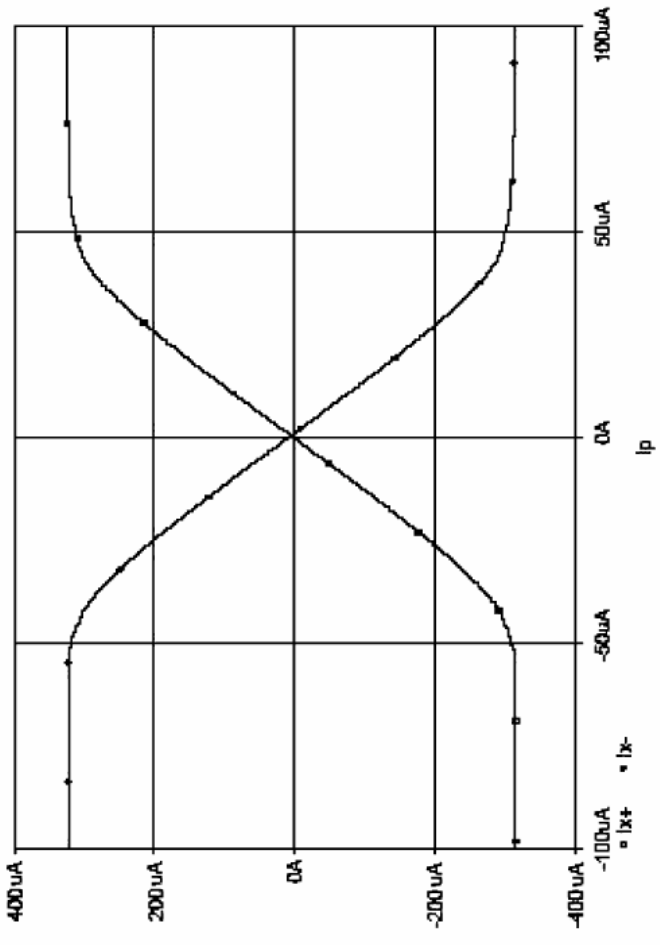
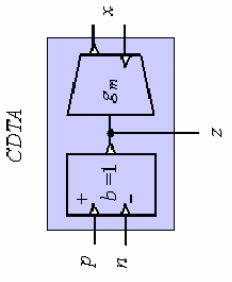


Fig. 7. Variation of the current of x- and x+ terminals with respect to I_p input current (z terminal is loaded with a $20\text{ k}\Omega$ impedance).

I_z/I_p (-3 dB) bandwidth (MHz)	497
I_z/I_n (-3 dB) bandwidth (MHz)	301
P input resistance	$1.24\text{ k}\Omega$ at 100 MHz
N input resistance	$834\ \Omega$ at 100 MHz
Power consumption (mW)	4
Transconductance (g) ($\mu\text{A}/\text{V}$)	400

Filtre Tasarımı

- Video işlemede için kullanılacak (anti-aliasing), ITU BT601 standardına uygun, eliptik LPF tasarımı istenmektedir.
- İlk olarak bu özelliklerle tasarlanması gerek filtrenin kaçınıcı derecen olduğu çıkarılmış, ilk olarak pasif elemanlar ile filtre tasarlanmıştır. "Operational Simulation" yöntemi ile aktif devreye geçilmiştir.

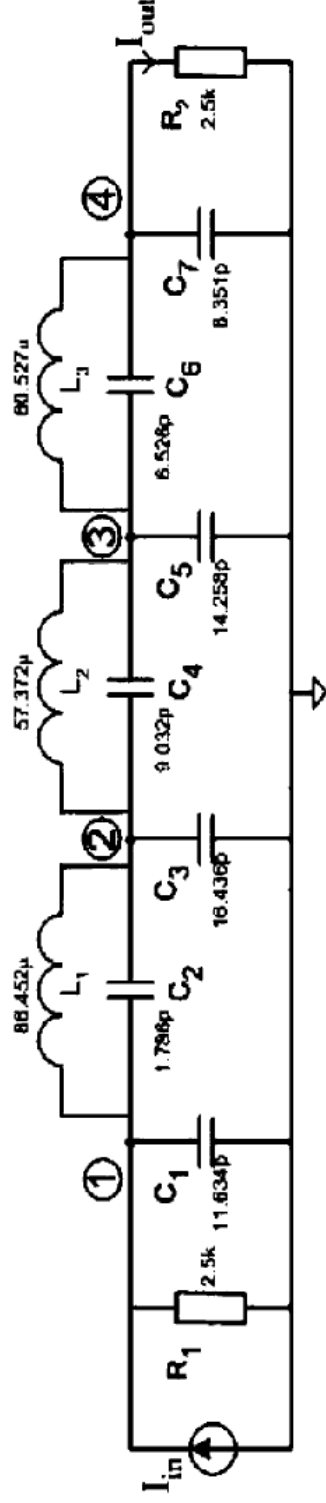


Fig. 8. Seventh-order passive elliptic low-pass filter.

Filtre Tasarımı

- Pasif elemanlar ile yapılan filtredeki düğümlerin gerilimlerini ve akımları oluşturabilecek CDTA elemanları yerleştirilmiştir.
- Endüktasların gerçekleştirilmesi için CDTA elemanından yararlanılmıştır.

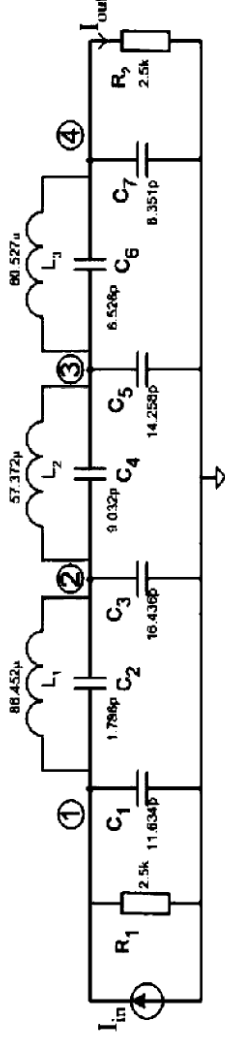


Fig. 8. Seventh-order passive elliptic low-pass filter.

$$I_i = \frac{gV_i - gV_{i+1}}{gsL_i}, \quad i = 1, \dots, 3,$$

$$gV_1 = g(I_{in} - I_{L_1}) \frac{1}{sC_1 + G_1},$$

$$gV_{i+1} = g(I_{L_i} - I_{L_{i+1}}) \frac{1}{sC_{2i+1}}, \quad i = 1, 2,$$

$$gV_4 = g(I_{L_3}) \frac{1}{sC_7 + G_2},$$

$$C_{L_i} = L_i g^2, \quad i = 1, \dots, 3.$$

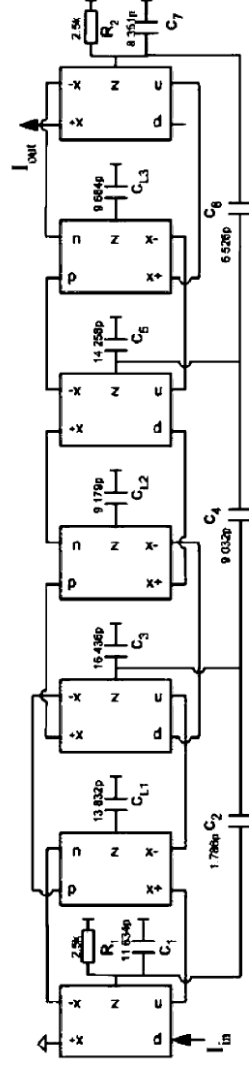


Fig. 9. Seventh-order passive elliptic low-pass filter employing CDTAs.

Filtre Tasarımının Sonuçları

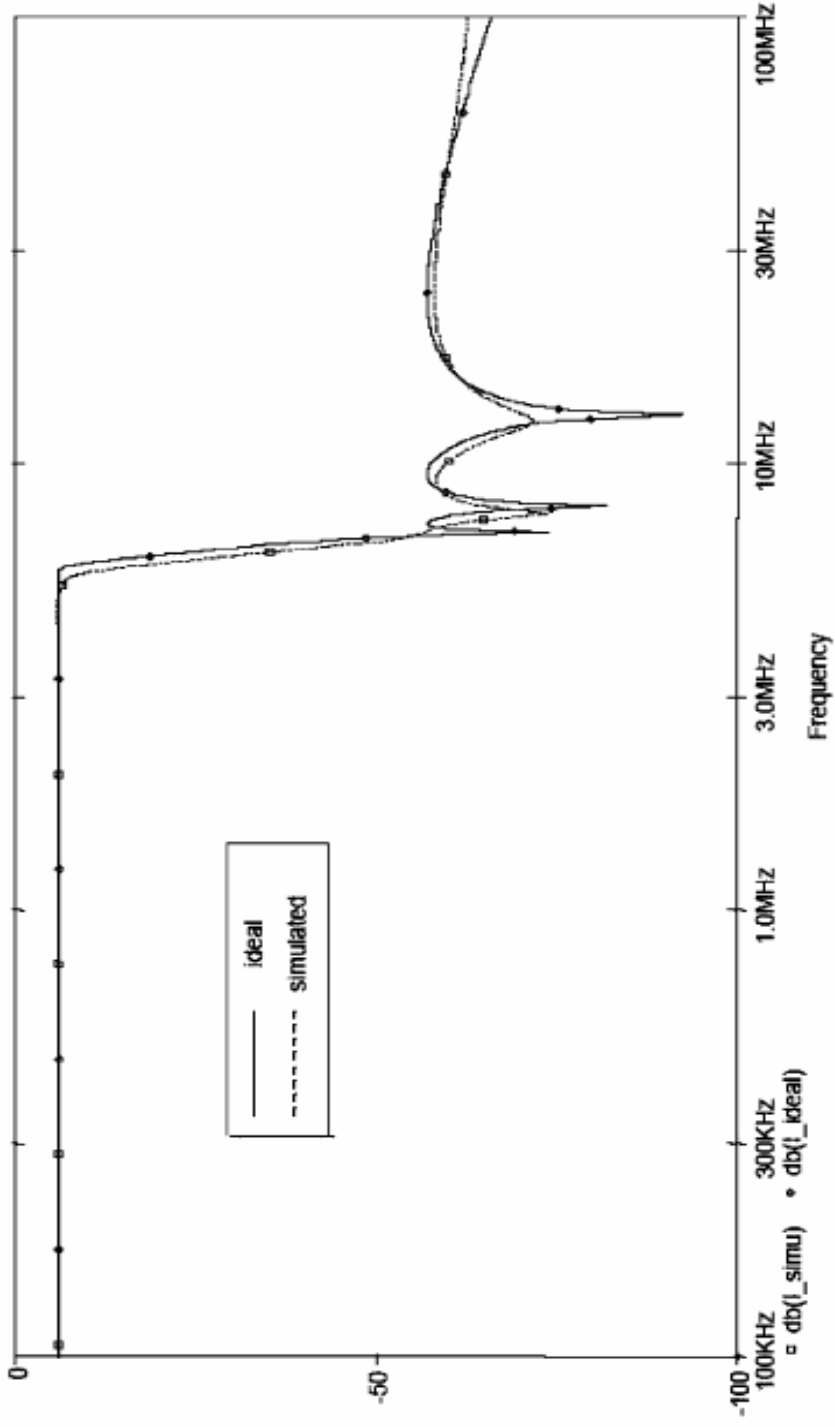


Fig. 11. Ideal and simulated filter responses.

Filtre Tasarımının Sonuçları

- ITU BT601 standardında, grup gecikmesinin 5ns den küçük olması tavsiye edilmektedir.
- Bu değer dengeleyici (equalizer) olmadan yapılabilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla bu filtre ardından tüm-geçiren bir süzgeç bağlanması gerekmektedir.
- Birim basamak cevabı yeterli çınlama seviyeleri yüzünden video kalitesi için yeterli değildir. Bu çınlama dengeleyiciler ile ayarlanmalıdır.
- Bin önceki karakteristikte görüldüğü üzere 0dB çekilecek bir kazanç katına ihtiyaç vardır.

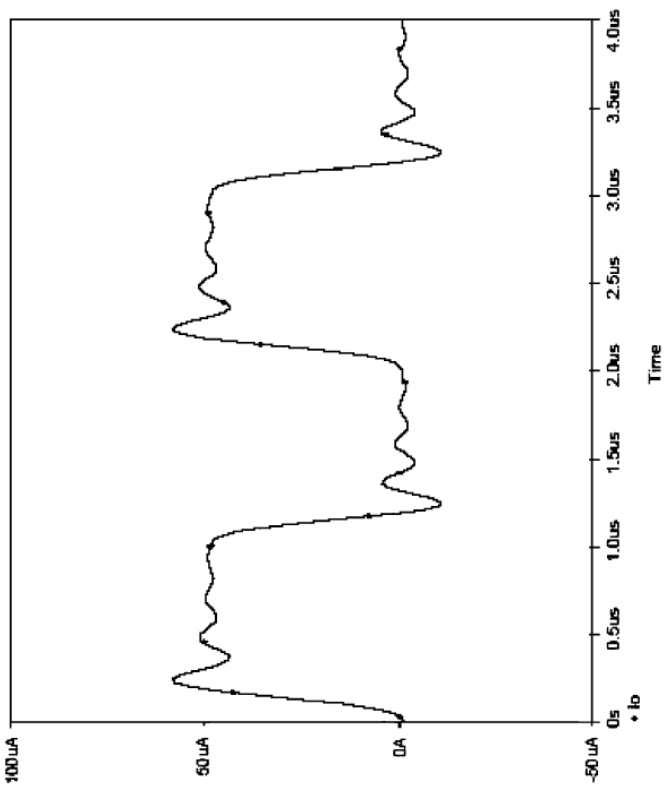


Fig. 10. Step response of the filter.

Filtre Tasarımının Sonuçları

- $I_{in} < 200\mu A$ @ $f = 2\text{MHz}$ → $< 2\% \text{THD}$
- $R_L < 15.7\text{k}\Omega$ @ $f = 2\text{MHz}$, $I_{in} = 100\mu A$ → $< 2\% \text{THD}$

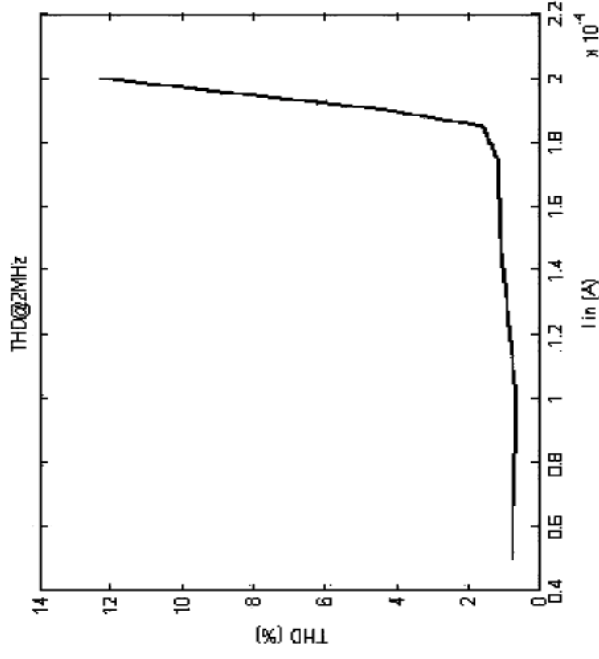


Fig. 12. Total harmonic distortion of the filter.

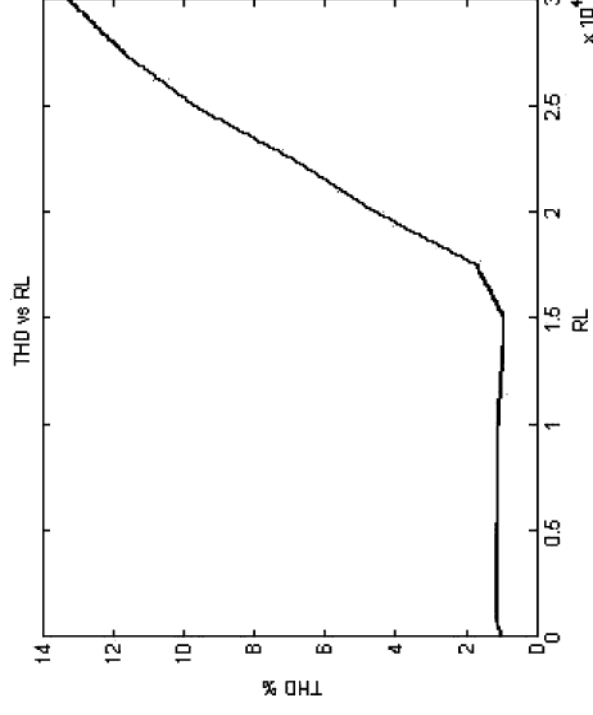


Fig. 13. Total harmonic distortion versus load resistance.



Sonuç

- CMOS CDTA elemanı kullanımı-tasarımı basit ve yüksek frekanslarda çalışmaya uygun bir elemandır.
- Filtre tasarımının tam anlamıyla ITU-BT601 standardına uyabilmesi için düzeltme bloklarına ihtiyacı vardır.



Referanslar

- A.Uygur, H. Kuntman, 'Seventh order elliptic video filter with 0.1dB pass band ripple employed CMOS CDTAs' accepted for publication in AEU: International Journal of Electronics and Communications, A05-290
- D. Biolek, T. Gubek 'New Circuit Elements for Current-Mode Signal processing', <http://147.229.144.23/clanky/04028/english.htm>