

ELE512
İleri Analog Tümdevre Tasarımı
2009-2010 Bahar Yarıyılı
Yıl Sonu Projesi

Yapılan hesapları, elde edilen sonuçları, bunların yorumunu kapsamlı biçimde içeren bir rapor hazırlanacaktır. **Hazırlanan rapor 7 Haziran 2010 Pazartesi akşamına kadar teslim edilecektir.**

CDTA (Current Differencing Transconductance Amplifier: Akım farkı alan geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi) elemanı (Şekil-1) kullanılarak ve Şekil-2'de verilen yapıdan yararlanılarak ikinci dereceden akım modlu bir aktif süzgeç tasarlanacaktır. Aktif süzgecin kutup frekansı $f_p = 3\text{MHz}$ olacaktır; süzgecin Butterworth karakteristiği sağlaması istenmektedir.

CDTA Tasarımı

a- Süzgecin gerçekleştirilmesinde kullanılmak üzere $0.35\mu\text{m}$ CMOS teknolojisi ile bir CDTA yapısı tasarlayınız (CDTA'nın kutuplama akımlarının $I_{Bi} \leq 100\mu\text{A}$ bölgesinde, eğimlerinin de $g \leq 900\mu\text{A/V}$ bölgesinde seçilmesi önerilir). Devreyi tasarlayarak tranzistorların boyutlarını belirleyiniz.

Yukarıda belirtilen çalışma bölgesi içinde

- Eğimin ve akım kazançlarının band genişliği $f_{3dB} > 50\text{ MHz}$,
- Giriş uçlarının dirençleri $\leq 1\text{k}$
- Çıkış uçlarının dirençleri $> 50\text{ M}\Omega$

olması beklenmektedir.

SPICE benzetim programı yardımıyla devrenin

- b- Devredeki akım farkı kuvvetlendiricisinin $I_z = I_z(I_p - I_n)$ DC akım geçiş karakteristiklerini çıkartınız. Bunun için p girişine sabit bir akım uygulayınız, n girişine uyguladığınız akımı uygun bir aralıkta değiştirerek i_z akımının değişimini inceleyiniz; p girişine uyguladığınız sabit akımın değerini değiştirerek (p giriş akımını parametre olarak) incelemenizi tekrarlayınız.
- c- Çıkıştaki geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisinin $I_{X+} = I_{X+}(V_Z)$ ve $I_{X-} = I_{X-}(V_Z)$ DC geçiş karakteristiklerini çıkartınız. Geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisinin kutuplama akımı parametre alınacaktır.
- d- $K_i = i_z / (i_p - i_n)$ akım kazancının frekansla değişimini,
- e- g eğiminin frekansla değişimini,
- f- Giriş ve çıkış uçlarına ilişkin empedanslarının frekansla değişimlerini inceleyiniz

Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız, CDTA tasarımında öngördüğünüz hedeflere ulaşmış olduğunuzu araştırınız.

II- Süzgeç tasarımı

- a- Aktif süzgeç devresini oluşturunuz. Devre elemanlarını ve CDTA'ların (geçiş iletkenliği katı) kutuplama akımlarını belirleyiniz.

SPICE benzetim programı yardımıyla

- b- Süzgecin frekans yanıtını çıkartınız, frekans yanıtını ideal elemanlarla kurulan

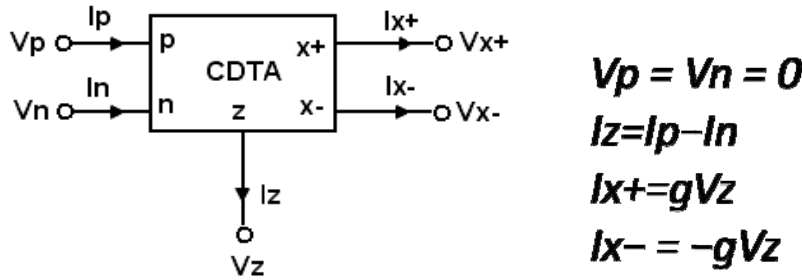
süzgeç karakteristiği ile aynı eksen takımına çiziniz.

- c- Süzgecin büyük işaret yanıtını inceleyiniz. Bunun için frekansı geçirme bandı içinde olan bir giriş işareti uygulayınız. Uygulanan işaretin genliğini belirli adımlarla arttırarak çıkıştaki THD(%) toplam harmonik distorsiyonunun giriş işareti seviyesine bağlı değişimini belirleyiniz.
- d- Elde ettiğiniz tüm sonuçları ayrıntılı bir şekilde irdeleyiniz.

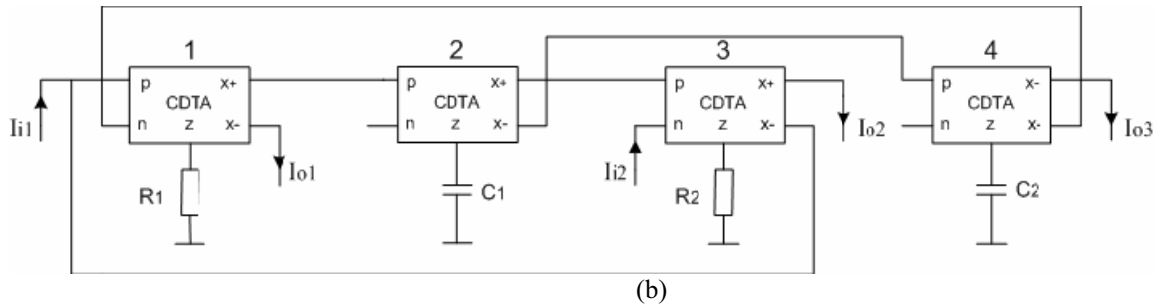
KAYNAKLAR

- [1] D. Biolek, CDTA-building block for current-mode analog signal processing. Proceedings of the ECCTD'03, Cracow, Poland, p. 397-400, 2003.
- [2] F. Kaçar, H. Kuntman, "A new CMOS current differencing transconductance amplifier (CDTA) and its biquad filter application", Proceedings of EUROCON'2009 (CD-ROM), pp.208-215, St. Petersburg, RUSSIA, May 18-23, 2009.
- [3] A.Uygur, H. Kuntman, 'Seventh order elliptic video filter with 0.1dB pass band ripple employed CMOS CDTAs', AEU: International Journal of Electronics and Communications, Vol.61, 320-328, 2007.
- [4] A. Uygur, H. Kuntman and A. Zeki, Multi-input multi-output CDTA-based KHN filter, Proceedings of ELECO 2005: The 4th International Conference on Electrical and Electronics Engineering, (Electronics), pp.46-50, 7-11 December 2005, Bursa, Turkey.
- [5] C. Tunç, CMOS Farksal Akımlı Geçiş İletkenliği Kuvvetlendiricisi Tasarımı, Seminer Ödevi, ELE512: İleri Analog Tümdevre Tasarımı, 21.04.2010.

Not: Öğrenci numarası son rakamı (0,1,2) olanlar alçak geçiren süzgeç (LPF), (3,4,5) olanlar yüksek geçiren süzgeç (HPF), (6,7) olanlar band geçiren süzgeç, (8,9) band söndüren süzgeç (BS) tasarlayacaklardır.



Şekil-1. CDTA elemanı sembolü, tanım bağıntıları



Şekil-2. CDTA tabanlı genel ikinci derece aktif süzgeç yapısı [4].

Şekil-2'deki devre için $I_{i1} = I_{in}$, $I_{i2} = 0$ alındığında (2), (3) ve (4) eşitlikleri ile verilen yüksek geçiren (HP), band geçiren (BP) ve alçak geçiren (LP) süzgeç işlevleri, $I_{i2} = I_{in}$, $I_{i1} = 0$ alındığında ise (5), (6) ve (7) eşitlikleri ile verilen yüksek geçiren (HP), band söndüren (BS) ve alçak geçiren (LP) süzgeç işlevleri elde edilmektedir.

$$\frac{I_{o1}}{I_{in}} = -\frac{R_1 g_1 s^2}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (2)$$

$$\frac{I_{o2}}{I_{in}} = \frac{(R_1 g_1 g_2 g_3 R_2 / C_1) s}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (3)$$

$$\frac{I_{o3}}{I_{in}} = -\frac{R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (4)$$

$$\frac{I_{o1}}{I_{in}} = -\frac{R_1 R_2 g_3 g_1 s^2}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (5)$$

$$\frac{I_{o2}}{I_{in}} = -\frac{R_2 g_3 (s^2 + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2)}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (6)$$

$$\frac{I_{o3}}{I_{in}} = -\frac{R_2 g_3 (R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2)}{s^2 + s(R_1 R_2 g_1 g_2 g_3 / C_1) + R_1 g_1 g_2 g_4 / C_1 C_2} \quad (7)$$

$$\omega_o = \sqrt{\frac{R_1 g_1 g_2 g_4}{C_1 C_2}} \quad (8)$$

$$Q = \sqrt{\frac{C_1}{C_2} \frac{g_4}{R_1 g_1 g_2 g_3 R_2^2}} \quad (9)$$