

ELE512
İleri Analog Tümdevre Tasarımı
2014-2015 Bahar Yarıyılı

Dönem Ödevi

Son teslim tarihi:

25 Mayıs 2015, saat 12:00

Akım modlu DO-OTA-C süzgeci yapıları kullanılarak kesim frekansı Tablo-1'de belirtilen değerde olan (her öğrenci kendisi için belirtilen frekansta devre tasarlayacaktır) 4. dereceden Butterworth tipi bir alçak geçiren süzgeç tasarlanacaktır. Süzgecin geçiş işlevi genel durumda

$$H(s) = H \frac{\omega_{P1}^2}{s^2 + \frac{\omega_{P1}}{Q_{P1}}s + \omega_{P1}^2} \frac{\omega_{P2}^2}{s^2 + \frac{\omega_{P2}}{Q_{P2}}s + \omega_{P2}^2}$$

şeklinindedir. 4. dereceden Butterworth tipi süzgeç için payda normalize olarak

$$D(s) = (s^2 + 0,765s + 1). (s^2 + 1,848s + 1)$$

biçimindedir. Buna göre, ilk hücrenin değer katsayısı $Q_{P1} = 1.307$, ikinci hücrenin değer katsayısı da $Q_{P2} = 0.541$ değerinde olmaktadır. Süzgeç geçirme bandında birim kazanç sağlayacaktır.

I- OTA Tasarımı

- a- Süzgecin gerçekleştirilmesinde kullanılmak üzere CMOS teknolojisi ile bir DO-OTA yapısı tasarlayınız. (OTA'ların kutuplama akımlarının $I_{ss} \leq 100\mu A$ bölgesinde, eğimlerinin de $g_m \leq 150\mu A/V$ bölgesinde seçilmesi önerilir. Uygun bir CMOS teknolojisi seçiniz, devreyi tasarlayarak transistörlerin boyutlarını belirleyiniz.)

Yukarıda belirtilen çalışma bölgesi içinde

- Eğimin band genişliğinin $f_{3dB} \geq 75$ MHz,
- Giriş işaretinin doğrusal değişim aralığının ve çıkış işaretinin doğrusal değişim aralığının elde edilebilecek maksimum değerde,
- Çıkış direncinin $R_{O+}, R_{O-} \geq 100$ MOhm

olması beklenmektedir.

SPICE benzetim programı yardımıyla devrenin

- b- DC akım geçiş karakteristiğini çıkartınız; (I_{SS} kutuplama akımı parametre olarak alınacaktır),
- c- DC gerilim geçiş karakteristiğini çıkartınız; (I_{SS} kutuplama akımı parametre olarak alınacaktır),
- d- g_{m1} ve g_{m2} geçiş iletkenliklerinin I_{SS} kutuplama akımı ile değişimlerini ($g_{m1} = g_{m1}(I_{SS})$, $g_{m2} = g_{m2}(I_{SS})$, kutuplama akımı bağımsız değişken olarak alınacaktır),
- e- g_{m1} ve g_{m2} geçiş iletkenliklerinin frekansla değişimini (I_{SS} kutuplama akımı parametre olarak alınacaktır),
- f- Z_{O+} ve Z_{O-} çıkış empedanslarının frekansla değişimini (I_{SS} kutuplama akımı parametre olarak alınacaktır), her kutuplama akımı için çıkış direncini ve çıkış kapasitesini belirleyiniz,

Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız, OTA tasarımında öngördüğünüz hedeflere ulaşip ulaşamadığınızı araştırınız.

II- Süzgeç tasarımı

- a- Aktif süzgeç devresini oluşturunuz. Devre elemanlarını ve OTA'ların kutuplama akımlarını belirleyiniz.

SPICE benzetim programı yardımıyla

- b- Süzgecin frekans yanıtını çıkartınız, frekans yanıtını ideal elemanlarla kurulan süzgeç karakteristiği ile aynı eksen takımına çiziniz. (Her bir katı ayrı ayrı çalıştırmanız ve daha sonra artarda bağlamanız önerilir.)
- c- Süzgecin girişine uygulanabilecek maksimum işaret genliğinin nasıl hesaplanacağını araştırınız. Bulduğunuz bağıntı yardımıyla maksimum giriş işaret genliğini hesaplayınız. (Her bir katı ayrı ayrı incelemeniz ve daha sonra devrenin tümünü ele almanız önerilir.)
- d- Süzgecin büyük işaret yanıtını inceleyiniz. (Bunun için çıkışı çok küçük bir dirençle referansa bağlayınız, akort frekansında uygulanan bir giriş işaretini belirli adımlarla arttırarak çıkıştaki THD(%) toplam harmonik distorsiyonunun giriş işareti seviyesine bağlı değişimini belirleyiniz, Daha sonra giriş işaretini düşük distorsiyonlu bir seviyede tutarak yük direncini değiştiriniz, V_O çıkış geriliminin ve THD(%) toplam harmonik distorsiyonunun yük direncine bağlı değişimini bulunuz).
- e- Elde ettiğiniz sonuçları ayrıntılı bir şekilde irdeleyiniz.

Önemli Not: Notların son verilme tarihi otomasyon tarafından saptanmakta, bu tarihten sonra sistem notların girişine kapatılmaktadır. Notların son girilme tarihi 27 Mayıs 2015 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, öngörülen ödev teslim tarihi olan 25 Mayıs 2015 gününün hiçbir şekilde aşılması gerekmektedir. Aradaki günler değerlendirme evresine ayrılmıştır.

Tablo-1. Kesim frekansı

| Öğrenci No | Ad Soyad | Kesim frekansı [MHz] |
|------------|--------------------|----------------------|
| 504121363 | Farshad Piri | 1 |
| 504131213 | Kudret Şahin | 1.5 |
| 504131223 | Behnoosh Meskoob | 2 |
| 504131225 | Aziz Kaba | 2.25 |
| 504131227 | Gökhan Gürgen | 2.5 |
| 504132202 | Emre Çetin | 2.75 |
| 504141201 | Ali Doğuş Güngördü | 3 |
| 504141202 | Alper Girgin | 3.5 |
| 504141203 | Anıl Kırkıl | 4 |
| 504141206 | Erdem Köse | 4.5 |
| 504141214 | Meriç Ece Zedeli | 5 |
| 504141215 | Mete Coşkun | 5.5 |
| 504141218 | Nergiz Şahin | 6 |
| 504141234 | Mehmet Altuntaş | 1.25 |
| 504141240 | Ali Özkahraman | 0.75 |

Her öğrenci kendisi için tabloda belirtilen kesim frekansına göre devre tasarımı gerçekleştirecektir.

Kaynaklar:

- B.S. Ergün, H. Kuntman, *On the design of new CMOS DO-OTA topologies providing high output impedance and extended linearity range*, *Journal of Electrical & Electronics Engineering, Engineering Faculty, Istanbul University, Vol.5, No.2, pp.1449-1461, 2005.*
- Burçin Serter Ergün, Hakan Kuntman, Sadri Özcan, *Realization of a high performance CMOS DOTA with extended linearity range*, *Proc. of SCS 2001: International Symposium on Signals Circuits and Systems, pp. 81- 84, July 10-11, 2001, Iasi, Romania.*
- B. S. Ergün, *Yüksek Lineerlikte CMOS DO-OTA Tasarımı*, *Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, 2001.*
- Zeki, H. Kuntman, *High-output-impedance CMOS dual-output OTA suitable for wide-range continuous-time filtering applications*, *Electronics Letters, 35, No.16, pp.1295-1296, 1999.*
- http://web.itu.edu.tr/kuntman/Y_lisans/ele512/DOOTA.pdf
- http://web.itu.edu.tr/kuntman/Y_lisans/ele512/ele512-DOTA.pdf
- http://web.itu.edu.tr/kuntman/Y_lisans/ele512/DO-OTA-SUZGEC.pdf