

ELE512
İleri Analog Tümdevre Tasarımı
2013-2014 Bahar Yarıyılı
ÖDEV 3
(2 Nisan 2014, Süre 3 haftadır)

Akım modlu DO-OTA-C süzgeci yapıları kullanılarak akort frekansı $f = 3.5\text{MHz}$ olan 4. dereceden Butterworth tipi bir alçak geçiren süzgeç tasarlanacaktır. Süzgecin geçiş işlevi genel durumda

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

şeklinde dir. 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, $0.35\mu\text{m}$ CMOS teknolojisi ile bir DO-OTA yapısı tasarlayınız. (OTA'ların kutuplama akımlarının $I_{ss} \leq 100\mu\text{A}$ bölgesinde, eğimlerinin de $g_m \leq 150\mu\text{A/V}$ bölgesinde seçilmesi önerilir. Devreyi tasarlayarak tranzistorların boyutlarını belirleyiniz.)

Yukarıda belirtilen çalışma bölgesi içinde

- Eğimin band genişliğinin $f_{3dB} > 75\text{ MHz}$,
- Giriş işaretinin lineer değişim aralığının $-1\text{V} \leq V_{IN} \leq 1\text{V}$
- Çıkış işaretinin lineer değişim aralığının $-1\text{V} \leq V_{IN} \leq 1\text{V}$
- Çıkış direncinin $R_{O+}, R_{O-} > 100\text{ M}\Omega$

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 ulaşıp 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.