

**ELE512**  
**İleri Analog Tümdevre Tasarımı**  
**2015-2016 Bahar Yarıyılı**  
**Ödev 3**

Akım modlu DO-OTA-C süzgeci yapıları kullanılarak kesim frekansı 3 MHz olan 4. dereceden Butterworth tipi bir alçak geciren 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. 4. dereceden Butterworth tipi süzgeç için payda normalize olarak

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

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.

Not: Devre DO-OTA olarak bir önceki ödevde tasarladığınız CMOS yapıyı kullanabilirsiniz.

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

SPICE benzetim programı yardımıyla

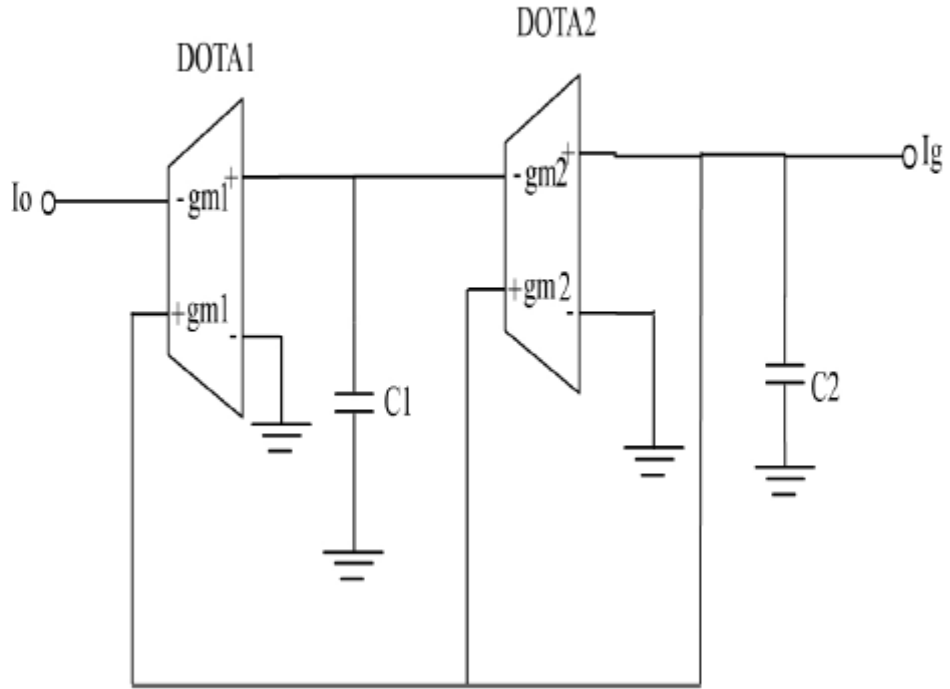
b- Süzgecin frekans yanıtını çıkartınız, frekans yanıtını ideal elemanlarla kurulan süzgeç karakteristiği ile aynı eksen takımına çiziniz. (Her bir katı ayrı ayrı çalıştırmanız ve daha sonra artarda bağlamanız önerilir.)

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,  $V_O$  ıkış geriliminin ve THD(%) toplam harmonik distorsiyonunun yük direncine bağlı değişimini bulunuz).

e- Elde ettiğiniz sonuçları ayrıntılı bir şekilde irdeleyiniz.

## Akım Modlu Alçak Geçiren Süzgeç



Şekil 1. Akım modlu alçak geçiren süzgeç

$$H(s) = \frac{a_0}{s^2 + b_1s + b_0}$$

$$\frac{g_{m1}}{C_1} = \frac{b_0}{b_1}, \quad \frac{g_{m2}}{C_2} = b_1, \quad a_0 = b_0$$

$$b_1 = \frac{\omega_p}{Q_p} \quad b_0 = \omega_p^2$$

$$\omega_p = \frac{\sqrt{g_{m1}} \cdot \sqrt{g_{m2}}}{\sqrt{C_1} \cdot \sqrt{C_2}} \quad Q_p = \frac{\sqrt{g_{m1}} \cdot \sqrt{C_2}}{\sqrt{g_{m2}} \sqrt{C_1}}$$