

# İleri Analog Tümdevre Tasarımı

2007-2008 Eğitim-Öğretim Yılı, Yılıçi Sınavı

**Süre 150 dakikadır. Sorular Eş Puanlıdır. Tüm sorular yanıtlanacaktır. Kendi Not ve Kitaplarınızdan yararlanabilirsiniz.**

**Sorulardaki MOS tranzistorlar için  $V_{TN} = 0.8V$ ,  $V_{TP} = -0.8V$ ,  $k_{N'} = 2k_{P'} = 24\mu A/V^2$ ,  $\lambda_N = 0.01V^{-1}$ ,  $\lambda_P = 0.02V^{-1}$  olarak verilmiştir.**

1. Şekil-1'deki düşük gürültülü işlemsel kuvvetlendiricideki PMOS tanzistorlar için gürültü gerilimi  $v_{m}^2 = 1.562 \times 10^{-17} V^2 / Hz$ , NMOS tranzistorlar için  $v_{m}^2 = 4.62 \times 10^{-17} V^2 / Hz$  olarak belirlenmiştir. Tranzistor boyutları  $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 2/1$ ,  $(W/L)_3 = (W/L)_4 = 1/1$ ,  $(W/L)_6 = 5/1$  olarak verilmiştir.  $I_1 = 50\mu A$ ,  $I_2 = 300\mu A$  olacaktır. Akım kaynaklarının getireceği gürültü bileşenleri ihmal edilebilir. Kuvvetlendiricinin girişine indirgenecek eşdeğer gürültü gerilimini bulunuz.

2. CMOS OTA yapıları kullanılarak Şekil- 2a'da verilen birim kazançlı band geçiren OTA-C süzgeci gerçekleştirilecektir. Süzgecin transfer fonksiyonu

$$H(s) = \frac{\frac{\omega_p}{Q_p} s}{s^2 + \frac{\omega_p}{Q_p} s + \omega_p^2}$$

şeklinindedir. Akort frekansı  $f_p = 100kHz$ , değer katsayısı  $Q_p = 1.5$  olacaktır. OTA'ların ( $G_m$ ) eğimlerinin eş ve  $70\mu A/V$  olması isteniyor. CMOS OTA'da düğüm kapasiteleri  $C_{ni} = 0.2pF$  olarak belirlenmiştir.

a-  $C_1$  ve  $C_2$  kapasitelerine verilmesi gereken değeri belirleyiniz.

b- OTA-C süzgeci Şekil-2b'deki CMOS simetrik OTA ile gerçekleştiriliyor. OTA'nın yükselme eğiminin en kötü durumda  $Y_E = 0.5V/\mu sn$  olması isteniyor.  $(W/L)_3 = (W/L)_4 = 1$ ,  $(W/L)_7 = (W/L)_8 = 3$ ,  $(W/L)_5 = (W/L)_6 = 2$  olarak verilmiştir. Giriş tranzistorlarının  $(W/L)_1$  oranını ve  $I_A$  kutuplama akımını bulunuz. Giriş işaretinin değişim aralığını belirleyiniz.

3. Şekil-3'deki akım taşıyıcıda tüm n kanallı tranzistorların boyutları  $(W/L)_N = 6$ , tüm p kanallı tranzistorların boyutları da  $(W/L)_P = 3$  olarak verilmiştir. ( $I_1 = I_2 = 200\mu A$ ,  $R_x = 5000 \text{ Ohm}$ ,  $\Delta V_T = 2mV$ ,  $\Delta(W/L)/W/L = \%2$ )

a-  $V_{os}$  giriş dengesizlik geriliminin değerini belirleyiniz.

b- Devrenin  $\epsilon_v$  gerilim izleme hatasını; y, x ve z uçlarından görülen  $r_y$ ,  $r_x$ ,  $r_z$  dirençlerini hesaplayınız.

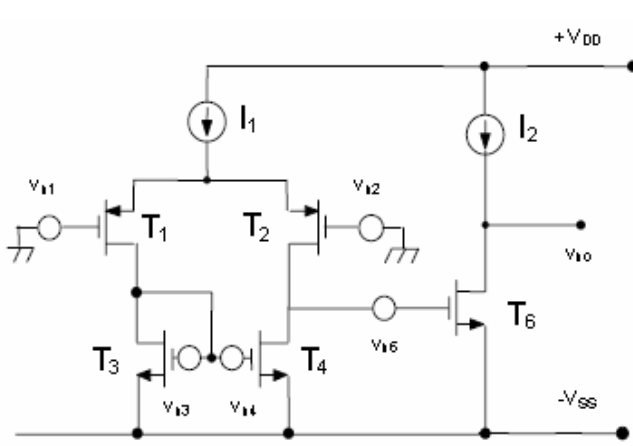
c- Şekil-3b'de verilen genel osilatör yapısı kullanılarak bir sinüs osilatörü gerçekleştirilecektir. Kullanılacak kondansatörlerin kapasiteleri  $50pF \leq C_i \leq 500pF$  bölgesinde seçilecek ve osilasyon frekansı  $f_0 = 50kHz$  olacaktır. Genel yapıdan hareketle uygun bir osilatör topolojisi seçerek eleman değerlerini (kondansatör kapasitelerini, direnç değerlerini) belirleyiniz.

4- Şekildeki band aralığı referansı devresinde  $T_2$  tranzistorunun  $A_2$  emetör kesit alanı  $T_1$  tranzistorunun  $A_1$  emetör kesit alanının K katıdır.

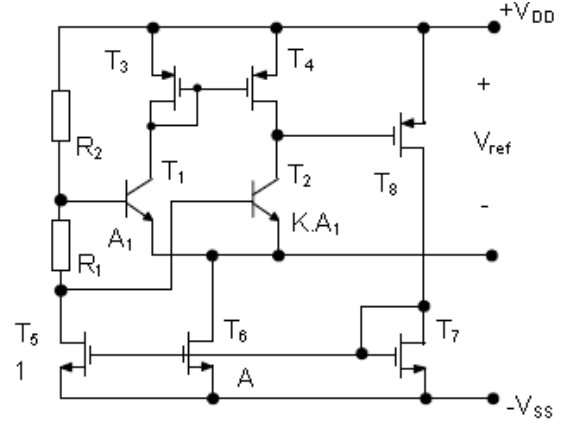
a-  $V_{ref} = V_{BE2} + \frac{kT}{q} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \ln(K)$

olduğunu gösteriniz.

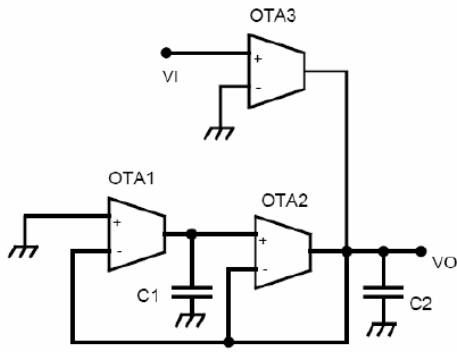
b-  $(kT/q) = 26 \text{ mV}$ ,  $K = 2$ ,  $T_1$  tranzistörü için ters doyma akımı  $I_{S1} = 10^{-15} \text{ A}$ ,  $(W/L)_3 = (W/L)_4$ ,  $A = 1/3$  olarak verilmiştir.  $\partial V_{BE}/\partial T = -2.5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ ,  $\partial V_T/\partial T = 0.085 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  dir.  $T_6$  tranzistörünün akımının  $200 \mu\text{A}$  olması istenmektedir.  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri nasıl seçilmelidir?



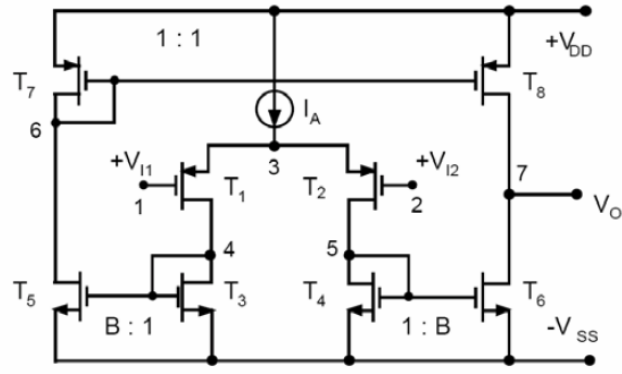
Şekil-1 (Soru 1)



Şekil-4

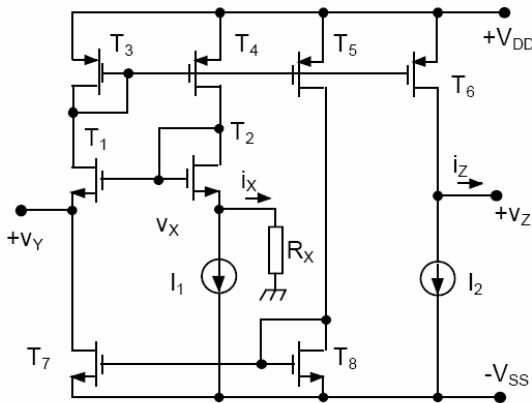


(a)

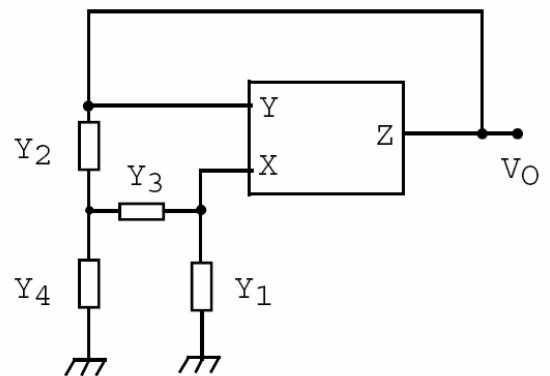


(b)

Şekil-2 (Soru 2)



(a)



(a)

Şekil-3 (Soru 3)