

## EHB405

# Analog Tümdevreler

### 2015-2016 Güz Yarıyılı, Yılsunu Sınavı

**Soruların tümü yanıtlanacaktır. Süre 90 dakikadır. Kendi kitaplarınızdan yararlanabilirsiniz. Puanlama: 1 (35), 2 (35), 3 (30). Sorulardaki MOS transistörler için  $V_{TN} = 0.8V$ ,  $V_{TP} = -0.8V$ ,  $k_N' = 2k_P' = 24\mu A/V^2$ ,  $\lambda_N = 0.01V^{-1}$ ,  $\lambda_P = 0.02 V^{-1}$  olarak verilmiştir.**

1-Şekil-1'deki CMOS işlemsel kuvvetlendiricide transistör boyutları  $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 10$ ,  $(W/L)_3 = (W/L)_4 = 1$ ,  $(W/L)_5 = (W/L)_8 = 3$ ,  $(W/L)_6 = 5$  olarak verilmiştir. Devrenin  $I_B$  ortak kutuplama akımı  $I_B = 50\mu A$  alınacaktır. Devre frekans yanıtı tek kutuplu düşme gösterecek biçimde kompanze edilmiştir ve bunun için  $C_C = 2pF$  olarak belirlenmiştir.

NMOS ve PMOS transistörlerin temel büyüklüklerine ilişkin toleranslar :

$\Delta V_{TN} = \Delta V_{TP} = \pm 2.5mV$ ,  $\Delta(W/L)_{1-2}/(W/L)_{1-2}$ ,  $\Delta(W/L)_{3-4}/(W/L)_{3-4} = \%2$  olarak saptanmıştır.

a- Rastgele dengesizlikten ileri gelecek  $V_{OS}$  dengesizlik gerilimini hesaplayınız.

b- Sistemik dengesizlik olmaması için  $T_7$  transistörünün  $(W/L)_7$  boyut oranı ne olmalıdır?  $I_7$  akımının değerini hesaplayınız.

c- Ortak işareti zayıflatma oranını hesaplayınız.

d- Birim kazanç bant genişliğini bulunuz. Yükselme eğimini hesaplayınız.

2- CMOS OTA yapıları kullanılarak Şekil-2a'da verilen birim kazançlı alçak geçiren aktif OTA-C süzgeci gerçekleştirilecektir. Süzgecin akort frekansı  $f_p = 3.5MHz$ , değer katsayısı  $Q_p = 1$ ,  $C_1 = 25 pF$  alınacak ve devredeki OTA'ların eğimleri eşit olacaktır.

a- OTA'ların  $(G_m)$  eğimlerine verilmesi gereken değeri belirleyiniz,  $C_2$  kapasitesinin değerini hesaplayınız.

b- OTA-C aktif süzgeci Şekil-2b'deki CMOS simetrik OTA ile gerçekleştiriliyor. OTA'nın yükselme eğiminin en kötü durumda  $SR \geq 5V/\mu s$  olması isteniyor.  $(W/L)_3 = (W/L)_4 = 1$ ,  $(W/L)_7 = (W/L)_8 = 3$ ,  $(W/L)_5 = (W/L)_6 = 4$  olarak verilmiştir. Giriş transistörlerinin  $(W/L)_1$  oranını ve  $I_A$  kutuplama akımını bulunuz.

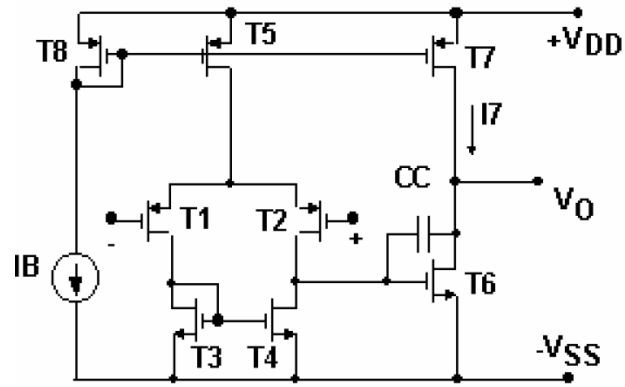
c- İlk kat kazancını hesaplayınız.

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

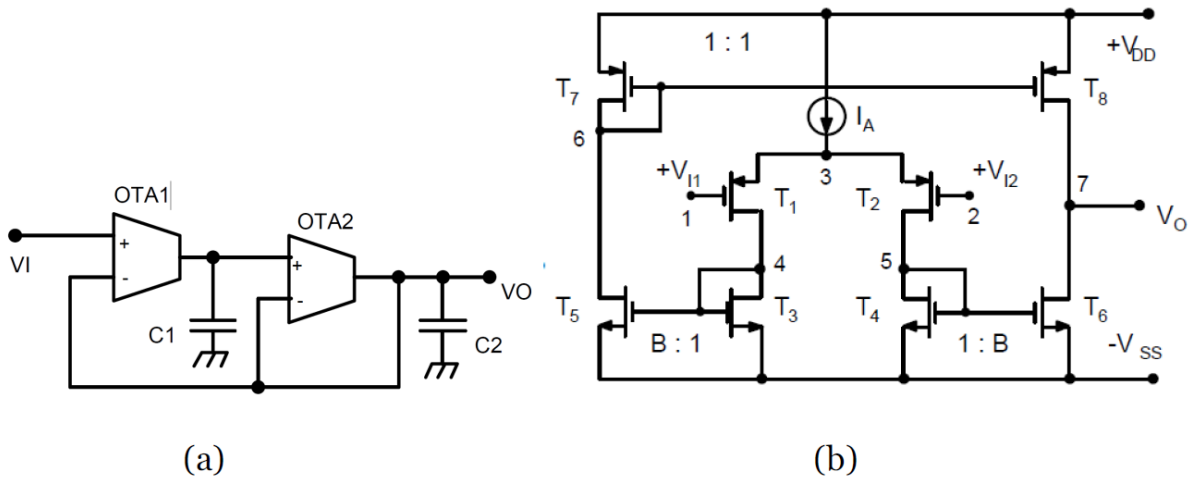
$$V_{ref} = V_{BE2} + \frac{kT}{q} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \ln(K)$$

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

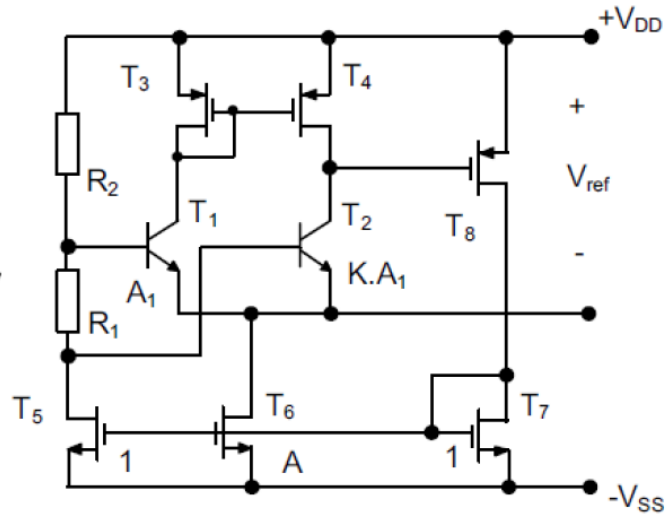
b. Oda sıcaklığında  $V_{ref}$  gerilimi hangi değeri alır? Hesaplayınız.



Şekil-1, Soru 1.



Şekil-2, Soru 2.



Şekil-3, Soru 3.