

İLERİ ANALOG TUMDEVRE TASARIMI

(2004-2005 Bahar yarıyılı, Yılıçi Sınavı)

Süre 150 dakikadır. Kendi not ve kitaplarınızdan yararlanabilirsiniz.

Puanlama: 1 (25), 2 (25), 3 (25), 4 (25)

Sorulardaki MOS tranzistorlar için $V_{TN} = 1V$, $V_{TP} = -1V$, $k_N' = 2k_P' = 25\mu A/V^2$, $\lambda_N = 0.01V^{-1}$, $\lambda_P = 0.02V^{-1}$ 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. Şekil-2'deki katlanmış kaskod devreli işlemsel kuvvetlendiricide A, B, C, D düğümlerine gelen parazitik kapasiteler $C_{ni} = 0.1$ pF olarak belirlenmiştir. Devrenin frekans kompanzasyonu C_L yük kapasitesi ile sağlanmaktadır. $(W/L)_7 = (W/L)_8 = 3/1$, $(W/L)_3 = (W/L)_4 = (W/L)_5 = (W/L)_6 = 1/1$ olarak verilmiştir.

a- Katlanmış kaskod devreden akan akımların $I = I_0/2$ olması istenmektedir. Bu şartın sağlanabilmesi için I_0 ' akımları nasıl seçilmelidir?

b- $I_0 = 100\mu A$ olarak verilmiştir. eğimin $g_{m1} = 100\mu A/V$ olabilmesi için $(W/L)_1 = (W/L)_2$ boyut oranları nasıl seçilmelidir?

c- Devrenin çıkış direncini ve açık çevrim gerilim kazancını hesaplayınız.

d- Kompanzasyonsuz durumda düğümlerden gelen kutupları hesaplayarak frekans karakteristiğini çiziniz.

e- Devrenin uygulanan her negatif geribeslemede kararlı kalabilmesi için C_L yük kapasitesinin değeri nasıl seçilmelidir? Hesaplayınız.

3. Şekil-3a'daki OTA-C osilatörü $f_0 = 1$ MHz frekanslı bir işaret üretecektir. $C_1 = C_2 = 100$ pF olması istenmektedir. Osilatörün osilasyon koşulu ve osilasyon açısız frekansına ilişkin

bağıntılar $b = \frac{(g_{m3} - g_{m4})C_2}{C_1 C_2}$, $\Omega = \sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}}$ şeklindedir.

a-OTA eğimleri nasıl seçilmelidir? Eğimlere verilmesi gereken değerleri hesaplayınız.

b- OTA-C osilatörü Şekil-3b'deki CMOS simetrik kaskod OTA ile gerçekleştirilecektir. Devrede $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 3$, $(W/L)_3 = (W/L)_4 = (W/L)_7 = (W/L)_8 = 1$ olarak belirlenmiştir. T_{11} , T_{12} , T_{13} ve T_{14} eş tranzistorlardır ve bu tranzistorlar için $(W/L) = 10$ olarak belirlenmiştir. OTA'ların I_A kutuplama akımı $I_A = 100\mu A$ olarak belirlendiğine göre, istenen eğim değerini elde etmek üzere akım aynalarının B yansıtma oranları ve T_5 , T_6 , T_9 , T_{10} tranzistorlarının (W/L) oranları nasıl seçilmelidir?

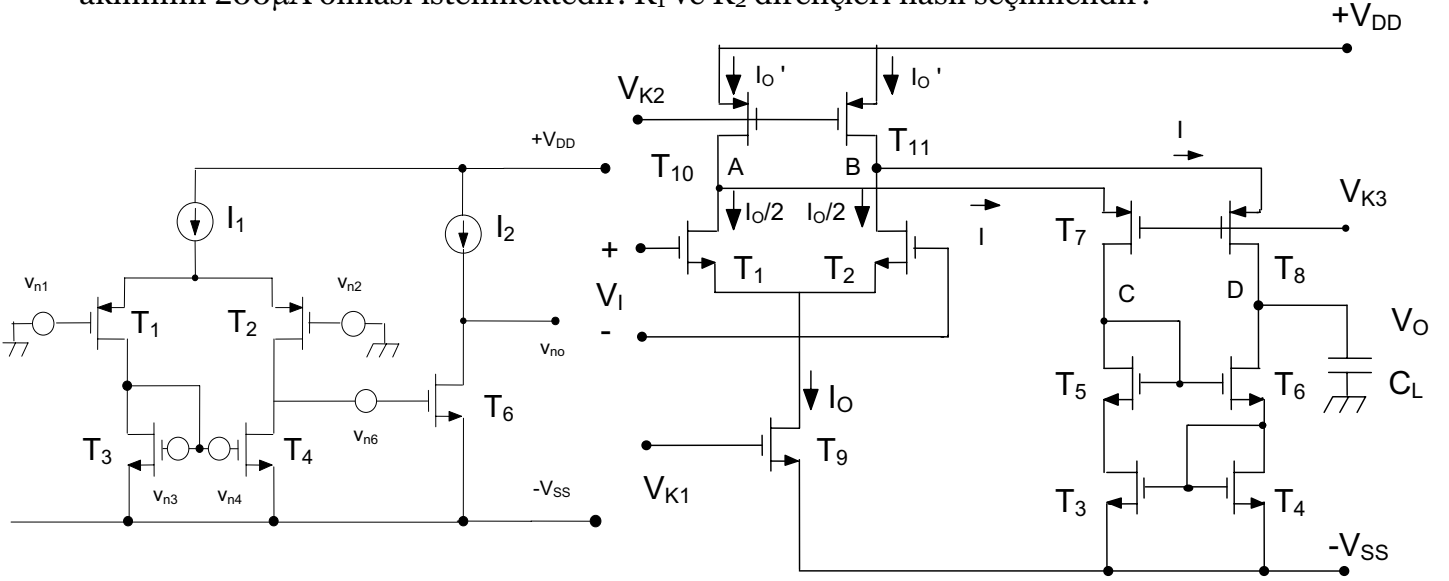
c- OTA'nın baskın kutbunu, toplam gerilim kazancını, yükselme eğimini hesaplayınız.

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

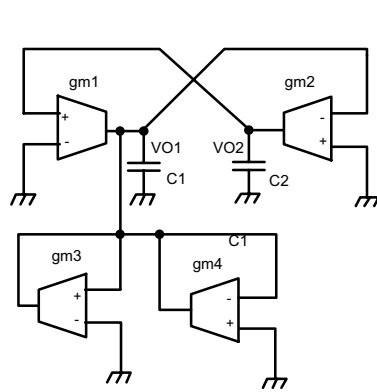
olduğunu gösteriniz.

b- $(kT/q) = 26 \text{ mV}$, $K = 2$, T_1 tranzistoru 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 tranzistorunun akımının $200 \mu\text{A}$ olması istenmektedir. R_1 ve R_2 dirençleri nasıl seçilmelidir?

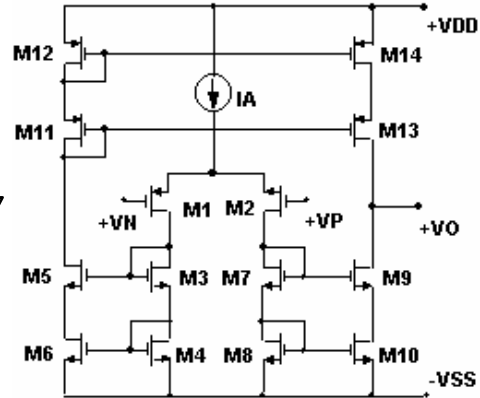


Şekil-1

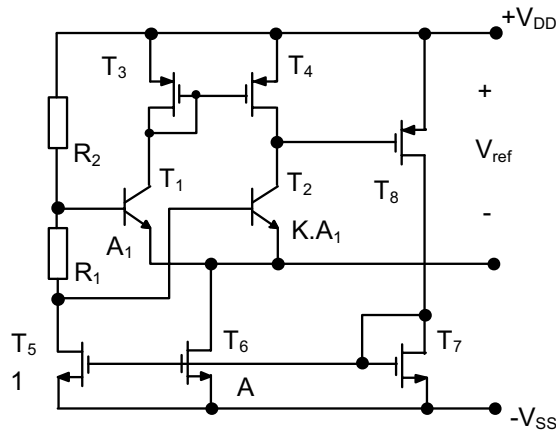
Şekil-2



Şekil-3a



Şekil-3b



Şekil-4