

EHB405**Analog Tümdevreler**

2014-2015 Güz Yarıyılı, Yılsonu Sınavı

Soruların tümü yanıtlanacaktır. Süre 120 dakikadır. Kendi kitaplarınızdan yararlanabilirsiniz. Puanlar: 1 (30), 2 (20), 3 (20), 4 (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 $I_7 = 300\mu A$, tranzistör boyutları $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 2$, $(W/L)_3 = (W/L)_4 = 1$, $(W/L)_5 = (W/L)_8 = 3$, $(W/L)_6 = 5$ olarak verilmiştir.

NMOS ve PMOS tranzistörlerin temel büyüklüklerine ilişkin toleranslar : $\Delta V_{TN} = \Delta V_{TP} = \pm 2mV$, $\Delta (W/L)_{1-2} / (W/L)_{1-2}$, $\Delta (W/L)_{3-4} / (W/L)_{3-4} = \%2$ olarak saptanmıştır.

- Rastgele dengesizliğin $V_{OS} \leq 10mV$ olabilmesi için devrenin I_B ortak kutuplama akımı nasıl seçilmelidir? Bu durumda T_7 tranzistörünün (W/L) oranı ne olmalıdır?
- Devrede sistematik dengesizlik olup olmadığını araştırınız.
- İşlemsel kuvvetlendiricinin toplam çıkış gürültü gerilimi spektral yoğunluğunu ve eşdeğer giriş gürültü gerilimi spektral yoğunluğunu hesaplayınız. MOS transistörlerin tümü için gürültü gerilimi spektral yoğunluğu

$$v_n^2 = 1.56 \times 10^{-17} V^2 / Hz$$

olarak verilmiştir.

2: Şekil-2'b'deki band geçiren OTA-C süzgeci $f_p = 1MHz$ akort frekansında Butterworth karakteristiğini sağlayacaktır. OTA'ların eğimleri $g_m = 150\mu A/V$ olarak eşit değerli alınacaktır. Devre $\pm 1.5V$ 'luk simetrik kaynaktan beslenmektedir.

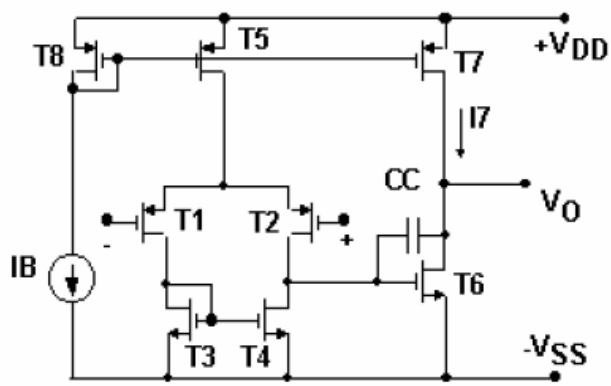
- C_1 ve C_2 nasıl seçilmelidir? Değerlerini hesaplayınız.
- OTA-C süzgeci Şekil-2a'daki CMOS simetrik kaskod OTA ile gerçekleştirilecektir. Devrede $(W/L)_1 = (W/L)_2 = 3$, $(W/L)_3 = (W/L)_4 = (W/L)_7 = (W/L)_8 = 1$ olarak belirlenmiştir. T_{11} , T_{12} , T_{13} ve T_{14} eş tranzistörlerdir. OTA'ların 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} tranzistörlerinin (W/L) oranları nasıl seçilmelidir?
- OTA'nın yükselme eğimini hesaplayınız.

3- Şekil-3'deki band aralığı referansı devresinde T_2 transistörünün emetör kesit alanı T_1 transistörünün kesit alanının m katıdır.

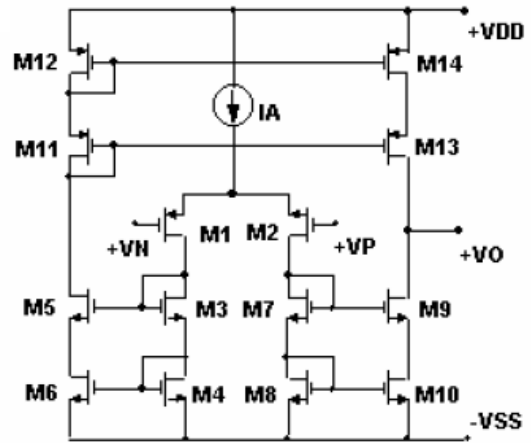
- V_{ref} gerilimini veren bağıntıyı yazınız.
- $R_2 = R_1$, $m = 4$ olarak verilmiştir. Oda sıcaklığında sıcaklık katsayısını sıfır yapmak için gereken R_2/R_3 oranını bulunuz. ($\partial V_{EB}/\partial T = -2.5mV/^\circ C$, $\partial V_T/\partial T = 0.085mV/^\circ C$).
- $R_3 = 100 \text{ Ohm}$ olarak verildiğine göre, R_1 ve R_2 dirençlerini ve V_{ref} gerilimini hesaplayınız ($I_{S1} = 10^{-15}A$, $V_T = 26mV$).

4- Şekildeki devre yüksek başarımlı işlemsel kuvvetlendirici olarak kullanılacaktır. Devrede I_O kutuplama akımı $I_O = 100 \mu A$, $I = 50\mu A$, $(W/L)_{1-2} = 5$, Diğer tüm transistörler için $(W/L) = 1$, düğümlerin parazitik kapasiteleri $C_{ni} = 0.2pF$ olarak verilmiştir.

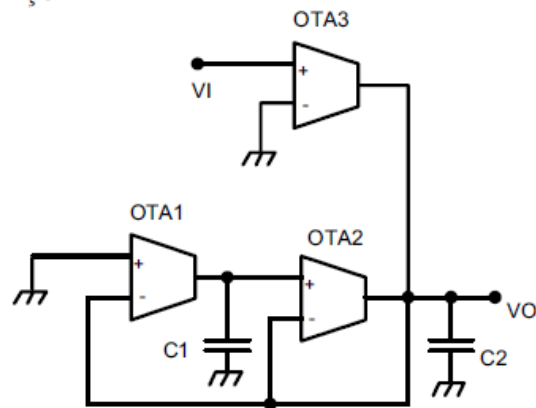
- I_O' akımlarının değeri ne olmalıdır?
- Devrenin çıkış direncini, gerilim kazancını hesaplayınız; $C_L = 0$ için kutupları hesaplayarak gerilim kazancının frekansla nasıl değiştiğini araştırınız.
- Çıkışa bağlanabilecek C_L yük kapasitesinin minimum değeri ne olabilir?



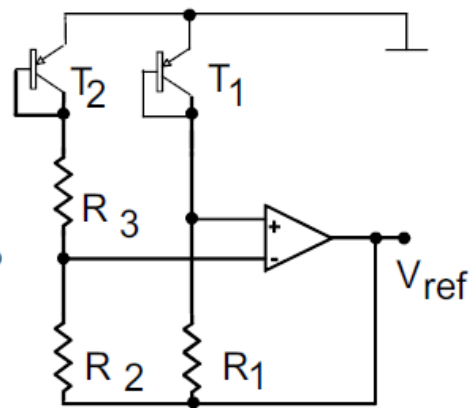
Şekil 1



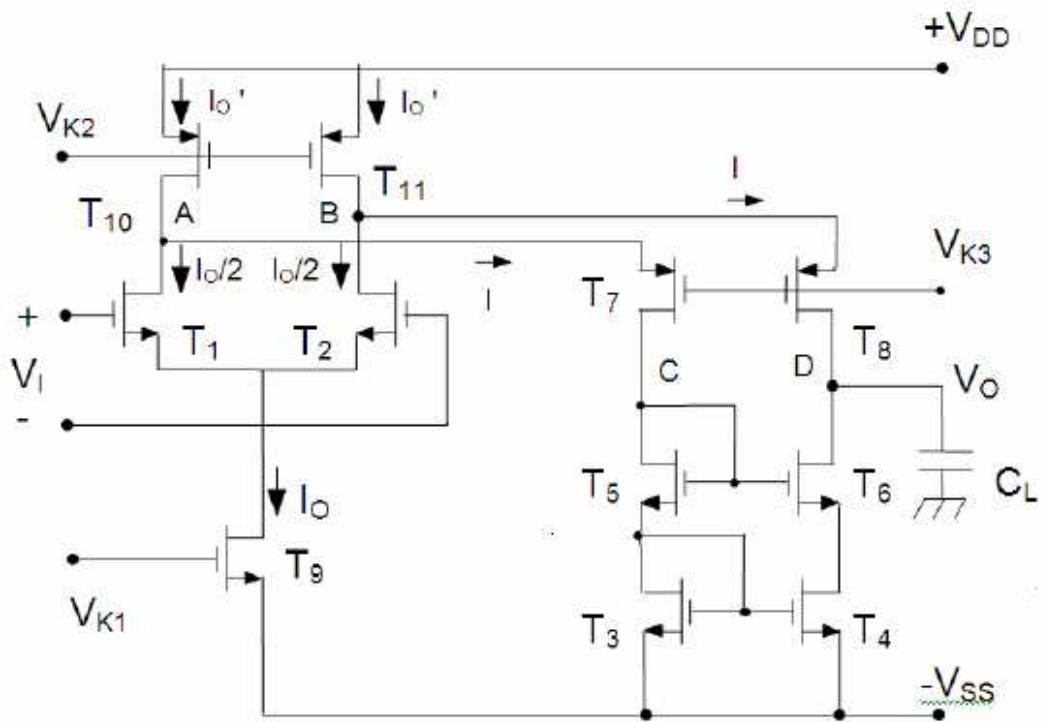
Şekil 2a



Şekil-2b



Şekil-3



Şekil-4.