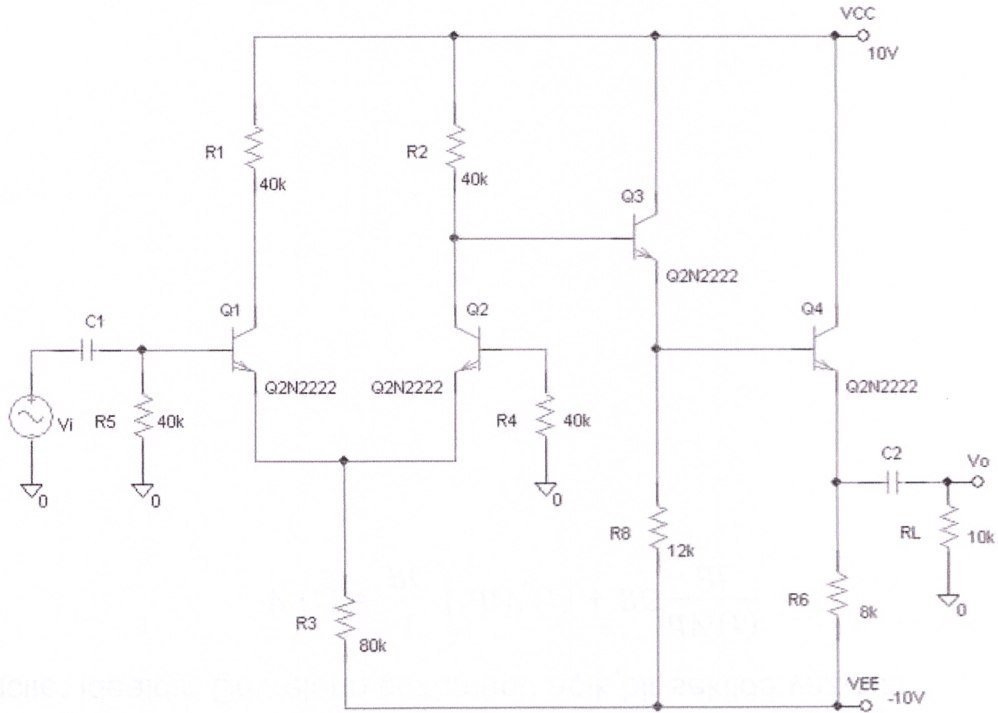


ELEKTRONİK II – ÖDEV 3

SORU 1

Aşağıdaki devrede $V_{BE}=0.65V$, $\beta_{DC}=\beta_{AC}=256$, $C1=C2=\infty$ olarak verilmektedir.

- Her bir tranzistor için kollektör, emetör ve baz akımlarını hesaplayınız. V_C , V_E , V_B terminal gerilimlerini bulup tranzistorların çalışma bölgelerini gösteriniz.
- v_o/v_i gerilim kazancını orta frekans bölgesinde hesaplayınız.
- Devrenin DC çalışma noktasını SPICE programı yardımıyla gösteriniz. (SPICE çıkış dosyasını (Sadece DC için), düğüm gerilimlerini ve transistor akımlarını gösteren ekran görüntüsünü verin). Bipolar tranzistorlar için Q2N2222 tranzistor modelini kullanınız.
- Devrenin girişine 1V AC işaret uygulayarak devrelerin frekans cevabını gösteriniz.
- Girişe 10kHz, 10mV genlikli sinüs işareti uygulayınız ve çıkıştaki dalga işaretini SPICE yardımıyla çiziniz.
- Hesaplamalarınızı ve SPICE sonuçlarınızı karşılaştırınız ve yorumlayınız.

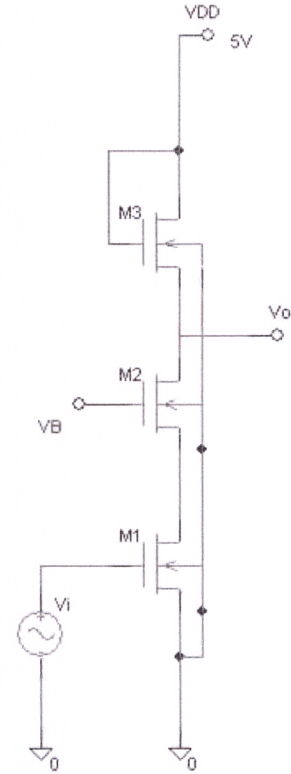


ELEKTRONİK II – ÖDEV 3

SORU 2

Yandaki kaskod MOSFET katı için $L_n=L_{min}=1\mu m$, $V_{THn}=0.7V$, $\mu_n C_{ox}=150\mu A/V^2$, $V_A=40V$ olarak verilmiştir. Gövde etkisini ihmal ediniz.

- 10 a) Devrinin DC kutuplama gerilimlerini ve transistor kanal genişliklerini tasarlayınız. Transistorların savak akımını $240\mu A$ olarak seçiniz. (Birden fazla çözüm var!).
- 10 b) v_o/v_i gerilim kazancını orta frekans bölgesinde hesaplayınız.
- 10 c) r_o çıkış direncini bulunuz.
- 20 d) Tasarımınızın doğruluğunu SPICE benzetimleri ile gösteriniz (düğüm gerilimleri ve transistor akımlarını gösteren ekran görüntüsü, kazanç-bant genişliği grafiği, çıkış direncinin frekansla değişimi).



Ödev son teslim tarihi: 21 Nisan 2015, 12:30

E-posta ile gönderilen ödevler kabul edilmeyecektir. Soru çözümleri ayrıntılı ve anlaşılır bir şekilde verilmelidir. Kullanılan değişkenler ve birimler standart olmalıdır. Sadece sonuç içeren, çok kısa çözümler puanlandırılmayacaktır. Spice çıktılarında grafiklerin neye ait olduğu açık bir şekilde belirtilmelidir.

PSpice grafik çıktılarında arka planın siyah olmaması önerilir. Spice içerisinde ilgili menüyü kullanarak renk dönüşümlerini yapınız. Devrenin görüntüsünün de eklenmesi gereklidir. Çalışma noktaları da devre şeması üzerinde gösterilmelidir. Pspice ile ilgili ayrıntılı bilgiyi www.elelab.itu.edu.tr adresinde bulabilirsiniz.

Ödevle ilgili sorularınız için: ceylanos@itu.edu.tr 'ye e-posta atabilirsiniz.

Prof. Dr. Ali Toker

Ar. Gör. Osman Ceylan

Elektronik 2

Üder 3

① a) $V_{B1} \approx 0$ $V_{BE1} = 0,65 \text{ V} = V_{B1} - V_{E1} \Rightarrow V_{E1} = V_{B1} - V_{BE1}$
 $= 0 - 0,65 \text{ V}$
 $= -0,65 \text{ V}$

$$I_{R3} = \frac{V_{E1} - V_{EE}}{R_3} = \frac{-0,65 \text{ V} - (-10 \text{ V})}{80 \text{ k}} = 117 \mu\text{A}$$

$$I_{R3} = I_{E1} + I_{E2} \approx I_{C1} + I_{C2} = 2I_{C1} = 2I_{C2} \Rightarrow I_{C1} = I_{C2} = 58,5 \mu\text{A}$$

$$V_{B3} = V_{C2} = V_{CC} - I_{C2} \cdot R_2 = 10 \text{ V} - (58,5 \mu\text{A}) \cdot 40 \text{ k} = 7,66 \text{ V}$$

$$V_{BE3} = V_{B3} - V_{E3} \Rightarrow V_{E3} = V_{B3} - V_{BE3} = 7,66 - 0,65 = 7 \text{ V}$$

$$I_{E3} = \frac{V_{E3} - V_{EE}}{R_8} = \frac{7 - (-10)}{12 \text{ k}} = 1,42 \text{ mA}$$

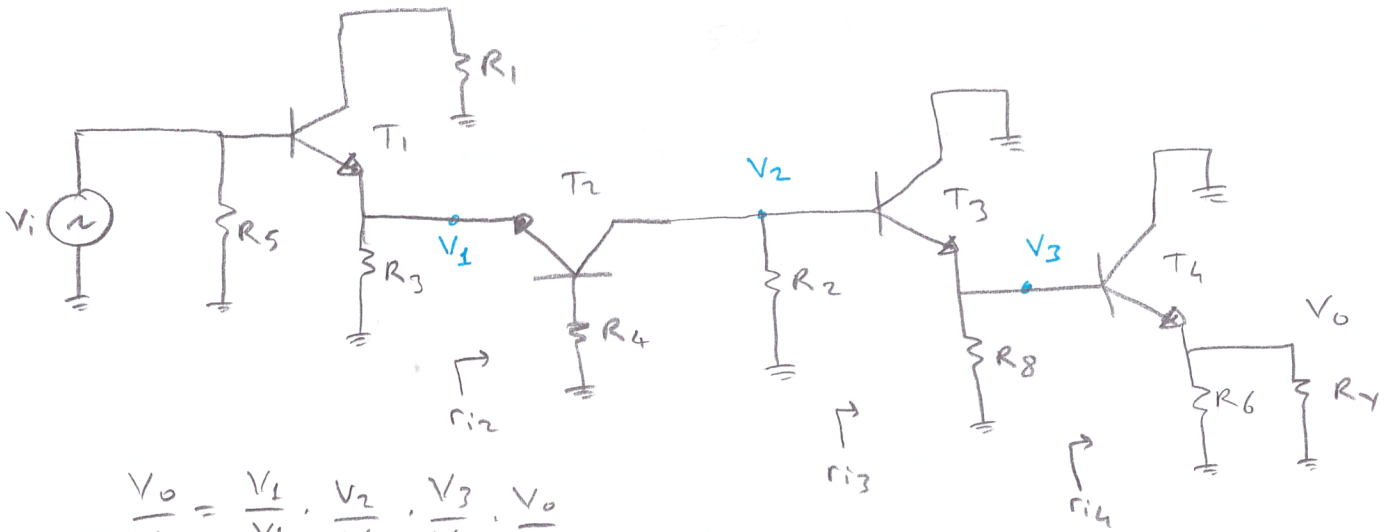
$$I_{B3} \approx \frac{I_{E3}}{\beta} = 5,5 \mu\text{A} \ll I_{C2}$$

$$V_{E3} = V_{B4} \Rightarrow V_{BE4} = V_{B4} - V_{E4} \Rightarrow V_{E4} = V_{B4} - V_{BE4} = 7 - 0,65 = 6,3$$

$$I_{C4} = \frac{V_{E4} - V_{EE}}{R_6} = \frac{6,35 \text{ V} - (-10 \text{ V})}{8 \text{ k}} = 2,04 \text{ mA}$$

6)

Küçük işaret esdeğeri



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{V_1}{V_i} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_3}{V_2} \cdot \frac{V_o}{V_3}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R_3 // r_{i2}}{r_{e1} + R_3 // r_{i2}} \cdot \frac{R_2 // r_{i3}}{r_{e2} + \frac{R_4}{\beta + 1}} \cdot \frac{R_8 // r_{i4}}{r_{e3} + R_8 // r_{i4}} \cdot \frac{R_6 // R_Y}{r_{e4} + R_6 // R_Y}$$

ortak emittör
ortak baz
ortak emittör
ortak emittör

$$r_{e1} = \frac{V_T}{I_{c1}} = \frac{26\text{mV}}{58.5\mu\text{A}} = 444.4\ \Omega = r_{e2}$$

$$r_{e3} = \frac{26\text{mV}}{1.42\text{mA}} = 18.3\ \Omega$$

$$r_{e4} = \frac{26\text{mV}}{2.04\text{mA}} = 12.7\ \Omega$$

$$r_{i2} = r_{e2} + \frac{R_4}{\beta + 1} = 444.4 + \frac{40\text{k}}{256 + 1} = 600\ \Omega$$

$$r_{i4} = \beta (r_{e4} + R_6 // R_Y) \quad R_6 // R_Y = 4.44\text{k}$$

$$= 256 (12.7\ \Omega + 4.44\text{k}) \approx 1.14\text{M}\ \Omega$$

$$r_{i3} = \beta (r_{e3} + R_8 // r_{i4}) \approx 3\text{M}\ \Omega$$

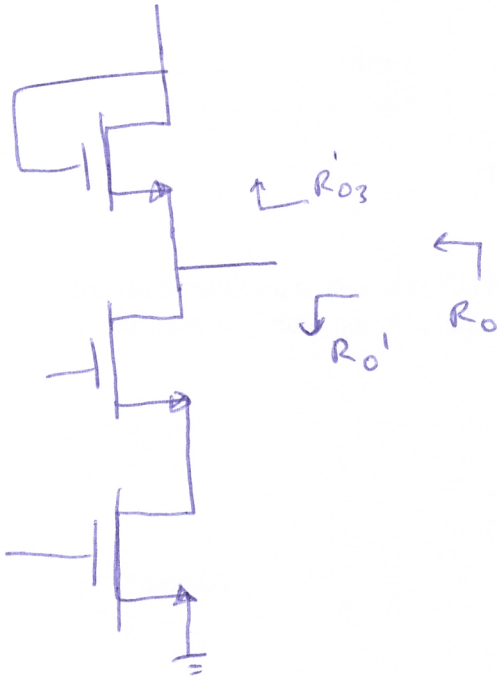
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{0.6\text{k}}{0.44\text{k} + 0.6\text{k}} \cdot \frac{40\text{k}}{0.44\text{k} + \frac{40\text{k}}{257}} \cdot 1.1$$

$$R_3 // r_{i2} = 80\text{k} // 0.6\text{k} \approx 0.6\text{k}$$

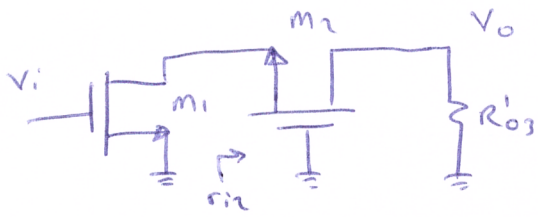
$$R_2 // r_{i3} \approx R_2 = 40\text{k}$$

$$= 38.7 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

2



küçük işaret esdeğeri

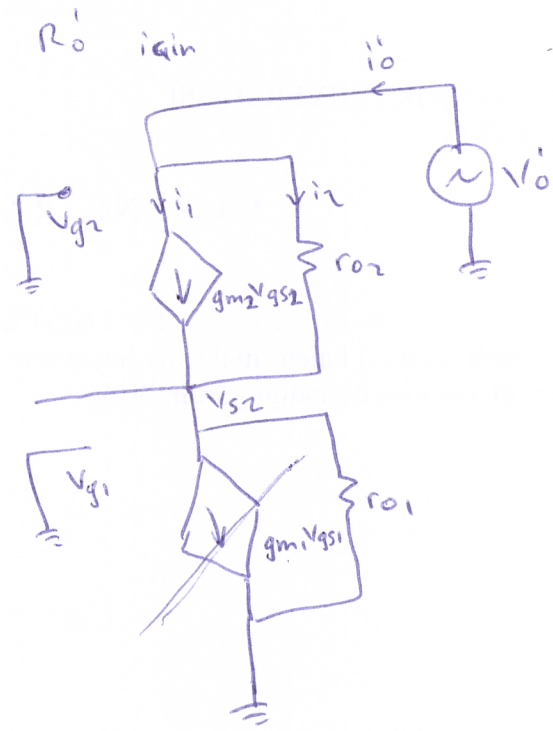


$$R_o' \gg R_{o3} \quad r_{i2} = \frac{1}{g_{m2}}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = (-g_{m1} \cdot r_{i2}) (g_{m2} \cdot R_{o3}')$$

$$= -g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}} \cdot g_{m2} \cdot R_{o3}'$$

$$= -g_{m1} \cdot R_{o3}'$$



$$V_{gs1} = 0$$

$$i_o' = i_1 + i_2$$

$$R_o' = \frac{V_o'}{i_o'} \Rightarrow i_o' = g_{m2} V_{gs2} + \frac{V_o' - V_{s2}}{r_{o2}}$$

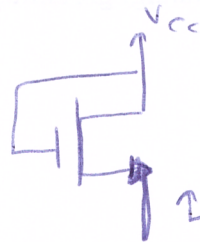
$$V_{s2} = r_{o1} \cdot i_o'$$

$$i_o' = g_{m2} (-V_{s2}) + \frac{V_o' - V_{s2}}{r_{o2}}$$

$$V_{gs1} = 0$$

$$r_{o2} i_o' = -g_{m2} r_{o1} r_{o2} i_o' + V_o' - i_o' r_{o1}$$

$$\frac{V_o'}{i_o'} = R_o' = r_{o1} + r_{o2} + g_{m2} r_{o1} r_{o2}$$



$$R_{o3}' = r_{o3} // \frac{1}{g_{m3}}$$