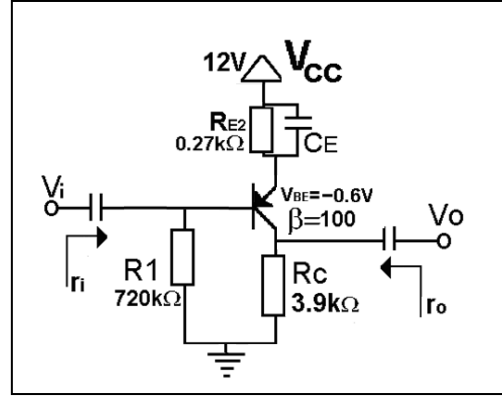


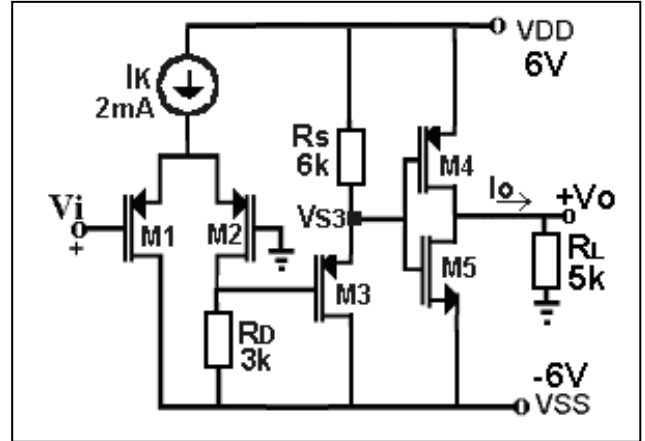
Soru-1 Şekildeki tranzistor için $\beta_F = h_{FE} = 100$,
 $V_{BE} = 0.6V$ değerleri verilmektedir. ($V_T = 26mV$, $V_A = \infty$)

- a) I_{CQ} değerini bulunuz. (10Puan)
 b) Tranzistor üzerinde harcanan DC gücü bulunuz. (10Puan)
 c) Devrenin girişine iç direnci $5k$ olan bir ac vg gerilim kaynağı bağlanmaktadır. Çıkışına ise $100mV$ 'luk ac giriş gerilimi için $20\mu A$ 'lık ac giriş akımına sahip bir devre bağlanmaktadır. ac durumda v_o/v_g gerilim kazancını bulunuz. (10Puan)
 d) c şıkında belirtilen ac giriş kaynağı $20mV \cos \omega t$ şeklinde işaret üretmektedir. Şekildeki devrenin girişine bu işaret uygulandığına göre (ac durumda) ac-kaynak+devre'nin Thevenin eşdeğerini v_o çıkışı için bulunuz. (10Puan)
 e) d şıkında açıklanan ac kaynak devrenin çıkışına bağlanmaktadır. Bu durumda ac-kaynak+devre'nin Thevenin eşdeğerini v_i girişi için bulunuz. (10Puan)



Soru-2 Şekildeki devrede $V_i = 0$ olduğunda $V_{s3} = 0$ ve $V_o = 0$ olsun istenmektedir. Ayrıca ac durumda $g_{m1} = g_{m2} = g_{m4} = g_{m5}$ olmak üzere kazancın ($V_i = 0$ çalışma noktası için) $v_o/v_i = -50$ olması istenmektedir. Bütün tranzistorlar için $|V_{th}| = 1V$ ve $V_A = \infty$ olarak verilmektedir.

- a) tranzistorların β değerlerini bulunuz. (20Puan)
 b) M5 ve M4 için doyma-doymasız bölge sınırlarını veren V_o değerlerini bulunuz. (10Puan)
 c) b'deki V_o değerlerine karşılık gelen V_i değerlerini bulunuz. (10Puan)
 d) Devrenin çıkışı referansa kısa devre edilse ($R_L = 0$) $V_i = 0$ çalışma noktası için ac durumda i_o/v_i değeri ne olur bulunuz. (10Puan)
Not: d şıkkını çözülebilmesi için b ve c şıklarının çözülmesi gerekli değildir.



BJT

İleri aktif bölge şartı; NPN: $V_C > V_B > V_E$ PNP: $V_E > V_B > V_C$
 İleri aktif bölgede; $I_C = \beta_F I_B$ $I_C = I_{SE} e^{(V_{BE})/V_T}$

MOSFET

Doyma şartı; NMOS: $V_{GD} < V_{Th}$ PMOS: $V_{GD} > V_{Th}$
 Doymada: $I_D = (\beta/2)(V_{GS} - V_{Th})^2$

$$C-1-a) I_E \cdot R_E + V_{EB} + I_B \cdot R_1 = V_{CC}$$

$$I_{BQ} = \frac{11,4V}{747,27k} \approx 15\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta_F \cdot I_{BQ} = 1,53mA \rightarrow V_{CEQ} \approx 11V$$

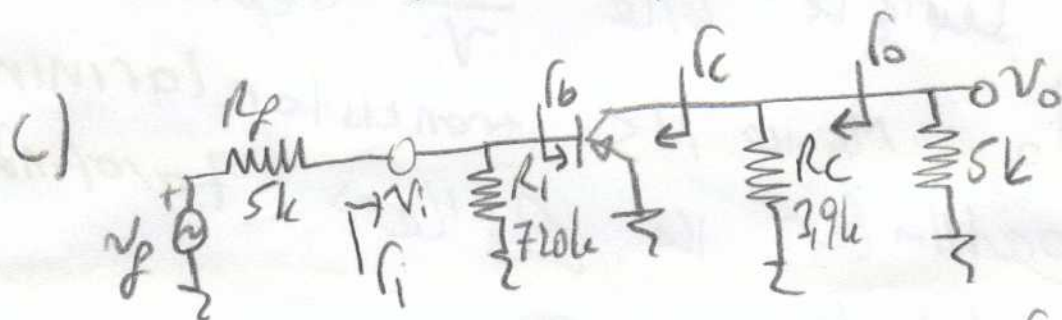
$$\approx V_{CEQ} \approx 6V$$

$$b) P_{Tr} = V_{EB} \cdot I_B + V_{EC} \cdot I_C$$

inmal

$$V_{EC} = V_{CC} - I_E \cdot R_E - I_C \cdot R_C = 5,62V$$

$$P_{Tr} \approx 1,53mA \cdot 5,62V = 8,6mW$$



$$r_b = \beta_F \cdot (r_e + R_E) = \beta_F \cdot r_e$$

$$\downarrow$$

$$= 1,7k$$

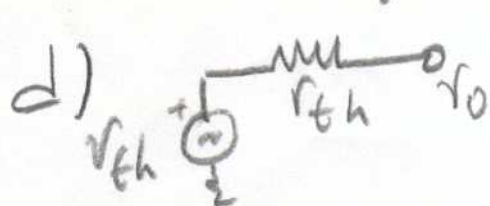
$$r_e = \frac{V_T}{I_{CQ}} \approx 17\Omega$$

$$r_i = R_1 || R_2 \approx r_b = 1,7k$$

$$\frac{v_o}{v_p} = \frac{v_c}{v_b} \cdot \frac{v_b}{v_p}$$

$$\frac{v_c}{v_b} = - \frac{R_C || R_L}{r_e} \approx -129$$

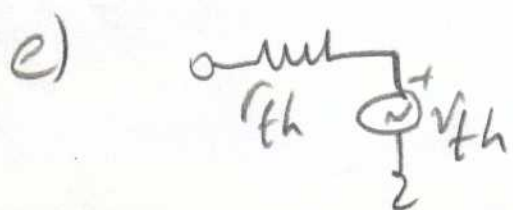
$$\frac{v_b}{v_p} = \frac{r_i}{R_p + r_i} = \frac{1,7}{6,7} \approx 0,25 \rightarrow \frac{v_o}{v_p} = -129 \cdot 0,25 \approx -32$$



$$v_{th} = v_p \cdot \frac{r_o}{r_p + r_o} = -79 \cos \omega t$$

$$\approx -1,20 \cos \omega t$$

$$r_{th} = r_o = R_C || R_L = R_C = 2,9k$$



$$V_A = \infty \rightarrow v_{th} = 0$$

$$r_{th} = r_i = 1,7k$$



C-2- a) $V_{G1} = V_i = 0 = V_{G2}$

$P_{M1} = P_{M2}$

$\beta_1 (V_{G11} - V_{th1})^2 = \beta_2 (V_{G12} - V_{th2})^2$

$V_{G11} = V_{G12} \quad V_{th1} = V_{th2}$

$\beta_1 = \beta_2 \rightarrow I_{D1} = I_{D2}$

$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_k}{2} = 1 \text{ mA}$

M1 devranda (V_{DS} en azlık verilimder)

$V_{D2} = -6 + I_{D2} R_D = -3 \quad V_{G22} < V_{th} \quad M2 \text{ devranda}$

$V_{G1} = V_{D2} = -3 \rightarrow V_{G33} = -3 - 0 = -3$

$I_{D3} = I_{D5} = \frac{6-0}{6k} = 1 \text{ mA} = \frac{\beta_3}{2} (V_{G33} - V_{th})^2$
 $\beta_3 = \frac{1}{2} \text{ mA/V}^2$

$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_{s1}}{v_{g1}} \cdot \frac{v_{d2}}{v_{s2}} \cdot \frac{v_{s3}}{v_{p3}} \cdot \frac{v_o}{v_{p4-5}}$
 $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 $\leftarrow \frac{1}{2} \quad g_{m2} R_D \quad \frac{\beta_3 R_S}{1 + \beta_3 R_S} \quad \frac{1}{2} g_{m4-5} \cdot R_L$

$\frac{P_{M1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}{1 + P_{M1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}$

$\frac{v_o}{v_i} = -50 = \frac{1}{2} \cdot g_{m2} \cdot 3k \cdot \frac{\frac{1}{2} \text{ m} \cdot 6k}{1 + \frac{1}{2} \text{ m} \cdot 6k} \cdot \frac{2 \text{ m} \cdot 5k}{5k}$

$P_{M1} = P_{M2} = P_{M4} = P_{M5} = 2 \text{ mS}$

$I_{D1} = I_{D2} = \frac{\beta_1}{2} (V_{G11} - V_{th})^2 \rightarrow P_{M1} = P_{M2} = \sqrt{2 \beta_1 I_{D1}} \rightarrow \beta_1 = \beta_2 = 2 \text{ mA/V}^2$

$P_{M4} = P_{M5} = \beta_5 (V_{G55} - V_{th5}) = 2 \text{ mS} \rightarrow R_{4-5} = \frac{0.4 \text{ mA/V}^2}{\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2}}$

b)

$$V_{DS} = V_{GS} - 1$$

$$I_{DS} = I_{D4} - I_{RL}$$

$$I_{RL} = \frac{V_0}{R_L}$$

$$\frac{\beta_5}{2} (V_{GS5} - V_{TH5})^2 = \frac{\beta_4}{2} (V_{GS4} - V_{TH4})^2 = \frac{V_0}{5k}$$

$$V_0 = V_{DS} = V_{GS} - 1$$

$$\frac{\beta_5}{2} (V_{GS} - (-6) - 1)^2 = \frac{\beta_4}{2} (V_{GS} - 6 + 1)^2 = \frac{V_{GS} - 1}{5k}$$

$$V_{GS} = \frac{1}{21} V \rightarrow V_0 = V_{DS} = \frac{1}{21} - 1$$

eslenik durumdan deneyo simlerleri;

$$\frac{1}{21} - 1 < V_0 < 1 - \frac{1}{21}$$

olarak elde edilir.

2. Gözetim

$$\frac{\beta_5}{2} ((V_{GS} + 5)^2 - (V_{GS} - 5)^2) = \frac{1}{5k} V_0$$

0,6m

$$20 V_{GS} = -V_0$$

$$\frac{V_0}{V_{GS}} = -20$$

Du sonuc

silüetleri M4-M5 yapılarında
transistörler deneyo kaldığı süreçte
herhangi bir yaklaşıklık olmadıkça $V_0 - V_0$ ilişkisinin
mevcut olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla;

$$\frac{V_{GS} - 1}{V_{GS}} = -20 \rightarrow V_{GS} = \frac{1}{21} V \rightarrow V_{DS} = V_0 = \frac{1}{21} - 1$$

elde edilir.

