

Dikkat: Cevaplarınızı sadece soru altlarındaki boşluklara yapacaksınız.

İmza:

S1 Şekildeki devrede kullanılan MOS transistor için $\beta = 4 \text{ mA/V}^2$, $V_{TH} = 1 \text{ V}$ ve $V_A = 50 \text{ V}$ değerleri verilmektedir.

a) V_o 'nun DC değerinin transistorun doymada kaldığı çıkış gerilim bölgesinin ortası olsun istenmektedir. R_D direncinin değerini bulunuz. (10P)

$$V_G = \frac{300}{1000} 10 = 3 \text{ V} \rightarrow V_{Dmin} = 3 - V_{TH} = 2 \text{ V} \quad V_D = 6 \text{ V}$$

$$V_{Dmax} = V_{DD} = 10 \text{ V}$$

$$I_D = I_{K_S} = 2 \text{ mA} \rightarrow V_{R_D} = V_{DD} - 6 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$R_D = 4 \text{ V} / 2 \text{ mA} = 2 \text{ k} \Omega$$

b) $R_D = 3 \text{ k}$ alarak devrenin v_o/v_i kazancını bulunuz. (10Puan)

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_d}{v_g} = -g_m R'_D = -4 \text{ mS} \cdot 2.7 \text{ k} = -8$$

$$g_m = \sqrt{2\beta I_D} = 4 \text{ mS}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D} = 25 \text{ k}$$

S2 Şekil 'deki transistorlar için $\beta_F = 200$, $|V_{BE}| = 0.6 \text{ V}$, $V_T = 25 \text{ mV}$, $V_A = \infty$ dur. Devrenin DC çalışma noktasında T1 ve T2 transistorları aynı I_{CQ} değerine sahiptir.

a) ri ac giriş direncinin değerini bulunuz. (10P)

$$r_i = R_L \parallel (r_{e1} + \frac{R_{B1}}{\beta_F}) \approx 25 \Omega$$

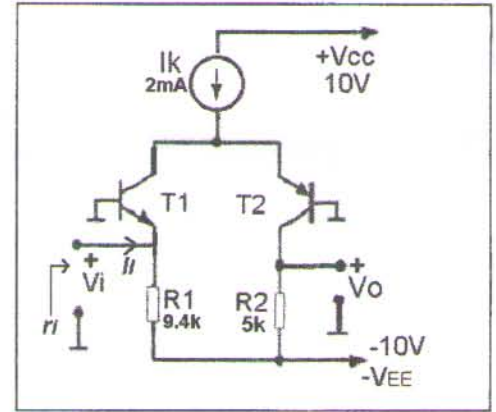
$$r_{e1} = \frac{V_T}{I_{E1}} = \frac{25 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 25 \Omega$$

b) ac durumda $v_i = r_{i1}$ li bilgisinden hareketle v_o/v_i geçiş direncinin değerini bulunuz. (15P)

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{v_{c1}}{v_i} \cdot \frac{v_o}{v_{c1}} = g_{m1} \cdot R_2 \cdot g_{m2} \cdot R_L$$

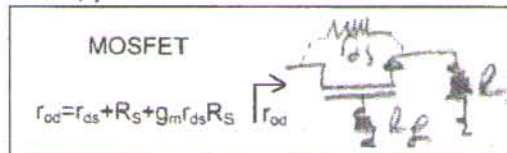
$$= \frac{1}{25} \times \frac{25}{1} \times \frac{1}{25} \times 5 \text{ k}$$

$$= 200$$



$$\text{BJT } \frac{v_c}{v_b} = -\frac{g_m R_c}{1 + g_m R_e} \quad \frac{v_e}{v_b} = -\frac{g_m R_e}{1 + g_m R_e} \quad \frac{v_c}{v_e} = \frac{g_m R_c}{1 + g_m \frac{R_b}{\beta_F}} \quad r_{ib} = \beta_F (r_e + R_e) \quad r_{ie} = r_e + \frac{R_b}{\beta_F + 1}$$

MOSFET için: c → d, b → g, e → s ve $\beta_F \rightarrow \infty$



BJT

İleri aktif bölge şartı;

NPN: $V_C > V_B > V_E$ PNP: $V_E > V_B > V_C$

İleri aktif bölgede;

 $I_C = \beta_F I_B$ $I_C = I_{SEE} |V_{BE}|/V_T$

MOSFET

Doyma şartı;

NMOS: $V_{GS} < V_{TH}$ PMOS: $V_{GS} > V_{TH}$ Doymada: $I_D = (\beta/2)(V_{GS} - V_{TH})^2$

S3- Şekildeki devrede MOS transistor için $\beta = 2 \text{mA/V}^2$, $V_{TH} = 1 \text{V}$ ve $V_A = \infty$ değerleri verilmektedir. Devrenin DC çalışma noktası için $V_i = 1 \text{V}$ olup MOS transistor doyma bölgesinde çalışmaktadır.

a) Devrede C kondansatörünün kullanılması gerekli midir? (10P)

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

$$\downarrow$$

$$= \frac{\beta}{2} (V_{GS} - 1)^2 \quad I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = \frac{V_{DS}}{R_L}$$

$$V_{GS} = 2 \rightarrow V_S = 3 \text{V} \rightarrow V_{DS} = 4 - 3 = 1 \text{V} \rightarrow I_{D1} = I_{D2} = I_{D3} = 1 \text{mA}$$

b) Devrenin ac çıkış direncini (r_o) bulunuz. (10P)

$$r_{od} = r_{ds} + R_s + \beta m r_{ds} R_s \quad R_{ds} = \frac{V_A}{I_{D1}} = \infty$$

$$r_o = r_{od} // r_{ok} = \infty$$

c) $v_i = 20 \text{mV}$ genlikli sinüzoidal tipte giriş işaretidir. MOS transistor üzerinde harcanan ac gücü bulunuz.

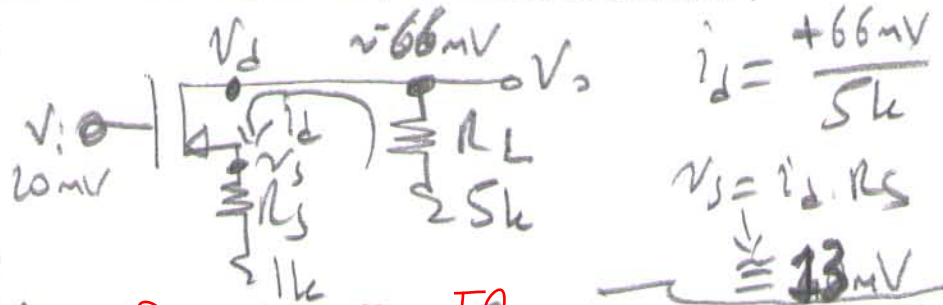
Not: Devrenin ac halinde transistor üzerinde harcanan gücü hesaplamamız istenmektedir. (15P)

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{\beta m R_L}{1 + \beta m R_s} \approx -3,3$$

$$\beta m = \sqrt{2\beta I_{D1}}$$

$$\downarrow$$

$$= 2 \text{mS}$$

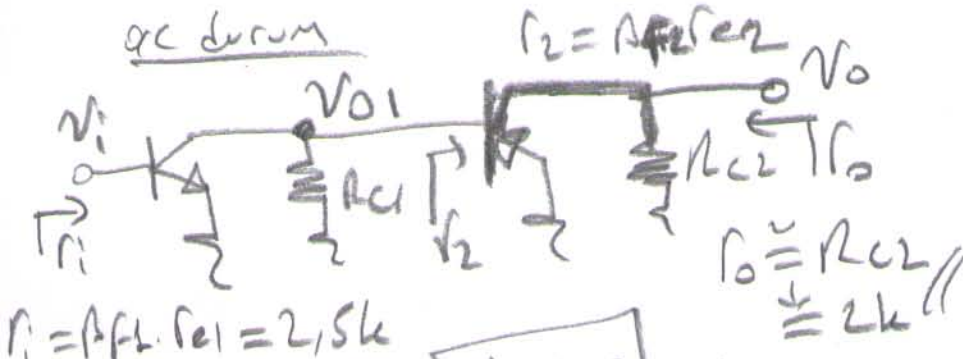


$$P_{ac} = \frac{v_{ds} \cdot i_d}{2} = \frac{79 \text{mV} \times 66 \text{mV}}{2 \times 5k} = -0,52 \text{mW} \quad (\text{eksiye düşüldü})$$

S4- Şekil-A'daki devrede DC durumda $V_i = 0$ iken $V_o = 0$ 'dir.

Devrenin ac modeli Şekil-B'de verilmektedir. Devredeki Dirençlerin değerlerini bulunuz. ($V_T = 25 \text{mV}$) (20P)

ac durum



$$r_i = \beta R_E1 = 2,5k$$

$$R_E1 = 25 \Omega = \frac{V_T}{I_{E1}}$$

$$\downarrow$$

$$I_{E1} = 1 \text{mA}$$

$$V_{iOC} = 0 \text{V} \quad \text{DC Analiz}$$

$$0 - V_{BE1} - I_{E1} R_{E1} = -5 \text{V}$$

$$R_{E1} = 4,1k$$

OC Analiz

$$\frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_o}{V_{o1}} = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\frac{V_o}{V_{o1}} = \frac{V_o}{V_i}$$

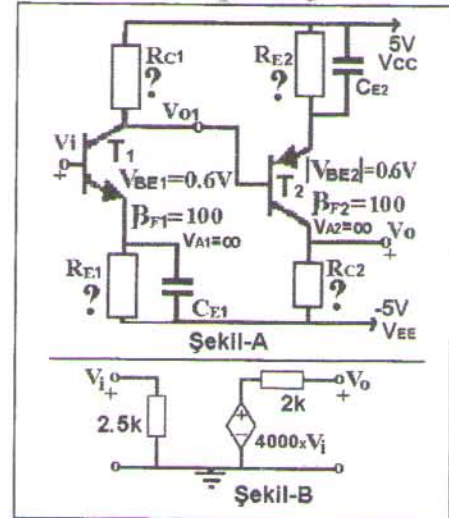
$$\frac{V_o}{V_{o1}} = -\beta m_2 R_{C2} = -\frac{1}{10} \times 2k = -200 \rightarrow \frac{V_o}{V_{o1}} = -200$$

$$\frac{V_{o1}}{V_i} = -\beta m_1 (R_{C1} // r_2) = -200 \rightarrow R_{C1} // r_2 = 500 \Omega$$

$$r_2 = 1k \rightarrow R_{C1} = 1k \Omega$$

$$V_{O1DC} + V_{BE2} + I_{E2} R_{E2} = 5 \text{V}$$

$$5 \text{V} = V_{CC} - I_{E1} R_{E1} + 0,6 \text{V} + 2,5 \text{mA} \times R_{E2} \rightarrow R_{E2} = 160 \Omega //$$



$$V_{AC2} = 0 - (-5 \text{V}) = 5 \text{V} \rightarrow I_{E2} = 2,5 \text{mA}$$

$$r_2 = V_T / I_{E2} = 10 \Omega$$

$$r_2 = \beta R_{E2} = 1k$$