

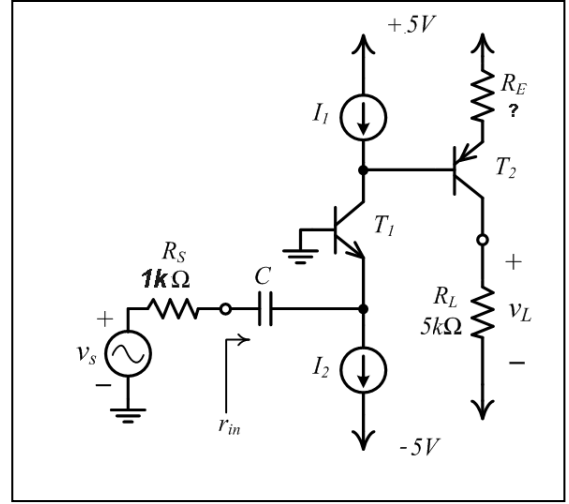
Soru-1 Şekildeki devrede $I_2=50\mu A$ ve (kullanılan transistörler için) $\beta_F=100$, $|V_{BE}|=0.7V$ ve değerleri verilmektedir.

a) DC durumda $V_{B2}=2.5V$, $V_{C2}=0$ olması için I_1 akım kaynağının ve R_E direncinin değerini bulunuz.(10Puan)

b) devrenin giriş direncini bulunuz.(10Puan)

b) Devrenin v_L/v_s ac kazancını bulunuz.(10Puan)

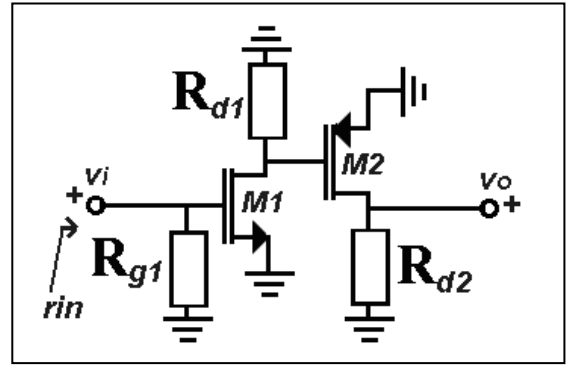
c) Devrenin girişine 5mV'luk sinüs işareti uygulanmaktadır. T_1 transistörünün ac gücünü bulunuz.(10Puan)



Soru-2 Şekilde ac durumu verilen devre 10V'luk DC kaynaktan beslenmekte olup MOS transistörler için $\beta_1 = \beta_2 = 2mA/V^2$, $V_{TH1} = -V_{TH2} = 1V$ ve $V_A = \infty$ değerleri verilmektedir.

a) MOS transistörler için DC durumda $V_{G1}=3V$, $V_{D1}=6V$, $V_{G2}=7V$ ve $V_{D2}=4V$ değerleri verilmektedir. Transistörler için ac durum büyüklükleri olarak $g_{m1}=g_{m2}=2mS$ ve $r_{in}=210k\Omega$ değerleri de verilmektedir. Devreyi çizip direnç değerlerini bulunuz.(15Puan)
Not: Gerekli yerlerde kondansatör kullanmayı unutmayınız.

b) Devrenin ac modelini bulunuz.(15Puan)



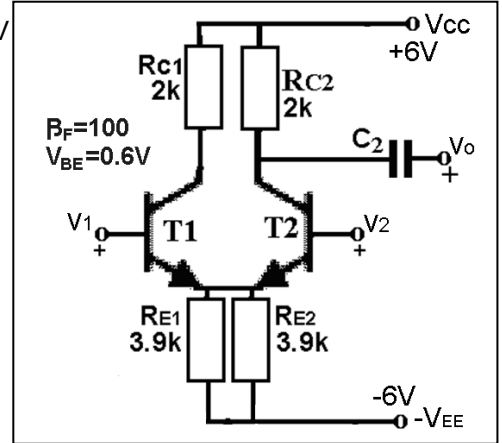
Soru-3 Şekildeki devrede kullanılan transistörler için $\beta_F=100$ ve $V_{BE}=0.6V$ verilmektedir. Devrede V1 ve V2 olmak üzere iki farklı giriş tanımlanmıştır.

a) Transistörlerin DC I_C akımlarını $V_1=V_2=0V$ için bulunuz.(10Puan)

b) $K_{vd}=v_o/(v_1-v_2)$ şeklinde tanımlanan ac kazancı bulunuz.

Not: Toplamsallık ilkesini kullanabilirsiniz. (10Puan)

c) $v_1=v_2$ özel durumu için $K_{vc}=v_o/v_2$ ac kazancını bulup K_{vd}/K_{vc} oranının değerini dB olarak veriniz.(10Puan).



BJT için ac durumda bazı bağıntılar;

$$\text{O.E. Kuv.} \cdot \frac{v_c}{v_b} = -\frac{gmR_c}{1 + gmR_e} \quad R_i' = \beta_F(r_e + R_e)$$

$$\text{E.Ç. Kuv.} \cdot \frac{v_e}{v_b} = -\frac{gmR_e}{1 + gmR_e} \quad R_i' = \beta_F(r_e + R_e)$$

$$\text{O.B. Kuv.} \cdot \frac{v_c}{v_e} = \frac{gmR_c}{1 + gm \frac{R_b}{\beta_F}} \quad R_i' = r_e + \frac{R_b}{\beta_F + 1}$$

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

BJT

İleri aktif bölge şartı;

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

İleri aktif bölgede;

$$I_C = \beta_F I_B \quad I_C = I_{SE} e^{(V_{BE})/V_T}$$

MOSFET

Doyma şartı;

NMOS: $V_{GD} < V_{Th}$

PMOS: $V_{GD} > V_{Th}$

$$\text{Doymada: } I_D = (\beta/2)(V_{GS} - V_{Th})^2$$

C-1- a) $I_2 = I_{E1} \approx I_{C1}$ (T1 i.e. active load)

$$I_{E2} = \frac{5V - 0.7 - 2.5}{R_E} \approx I_{C2} = \frac{5V}{R_L} \quad (T2 \text{ i.e. active load})$$

$$I_{E2} \approx I_{C2} = 1mA = \frac{1.8}{R_E} \rightarrow R_E = 1.8k\Omega$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta_F} = 10\mu A$$

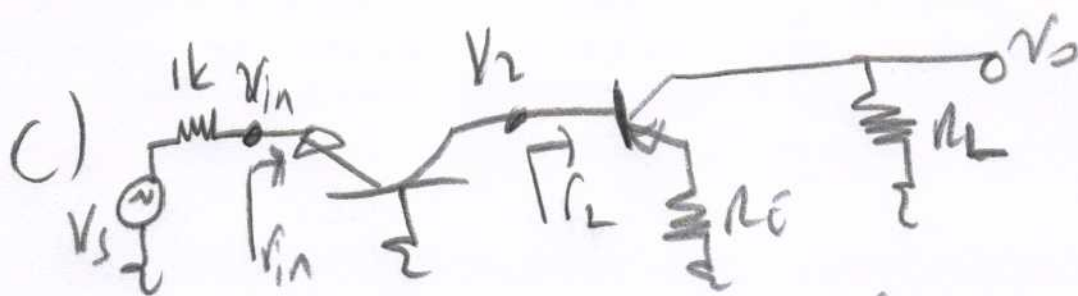
$$I_{C1} \approx I_2 = 50\mu A = I_1 + I_{B2}$$

$$I_1 = 40\mu A$$

b)



$$r_{in} = \frac{1}{g_{m1}} = \frac{V_T}{I_{C1}} \approx \frac{25mV}{50\mu A} \approx 500\Omega$$



$$g_{m2} = \frac{I_{C2}}{V_T} = \frac{1}{25}$$

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{v_{in}}{v_s} \cdot \frac{v_2}{v_{in}} \cdot \frac{v_o}{v_2} = \frac{r_{in}}{1k + r_{in}} \cdot g_{m1} \cdot r_2 \cdot \frac{g_{m2} \cdot R_L}{1 + g_{m2} R_E}$$

$$r_2 = \beta_F \cdot \left(\frac{1}{g_{m2}} + R_E \right)$$

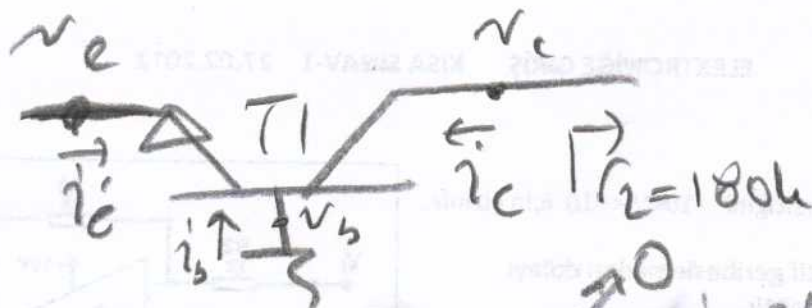
$$\downarrow$$

$$\approx 100 (25 + 1.8k) \approx 180k$$

$$\approx \frac{500}{1k + 500} \cdot \frac{1}{500} \cdot 180k \cdot \frac{\frac{1}{25} \cdot 5k}{1 + \frac{1.8k}{25}}$$

$$\approx -330 //$$

C)



$$P_{T_{rac}} = \frac{i_e \cdot v_e}{2} + \frac{i_b \cdot v_b}{2} + \frac{i_c \cdot v_c}{2} \quad \left(\text{Small signal power} \right)$$

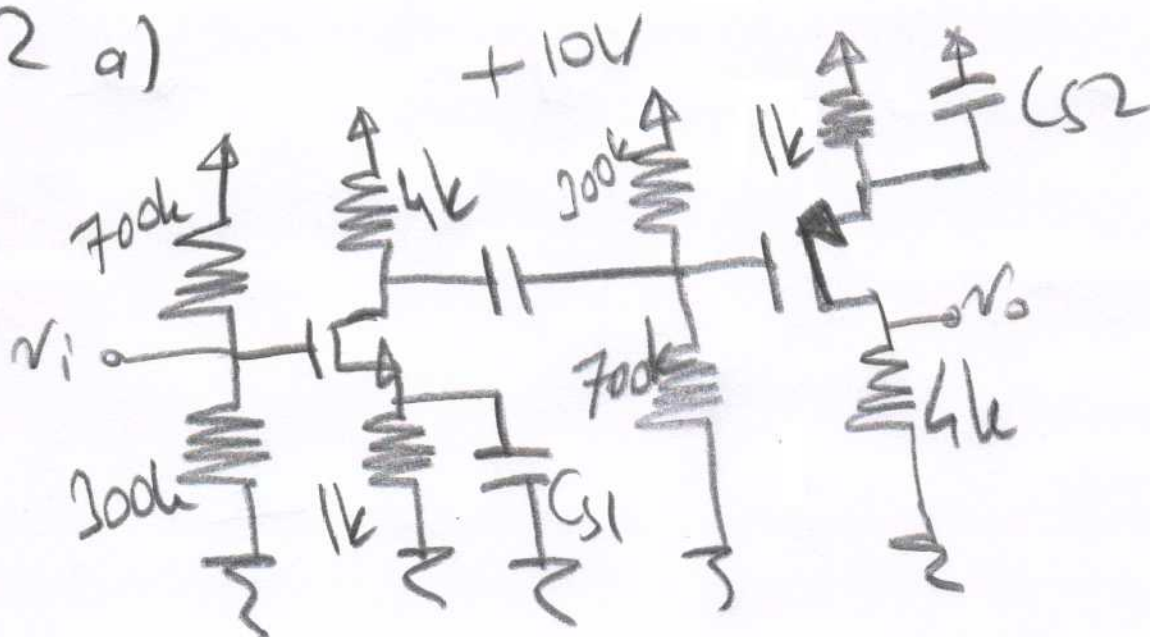
$$v_e = \frac{1}{3} v_s = \frac{5mV}{3} \quad i_e = \frac{v_e}{500} = \frac{5mV}{1500}$$

$$\frac{v_c}{v_e} = \beta_{mi} \cdot r_2 \approx 360 \rightarrow v_c = \frac{360 \cdot 5mV}{3} = 0,6V$$

$$i_c = -\frac{v_c}{r_2} = \frac{0,6V}{180k}$$

$$P_{T_{rac}} = \frac{(5mV)^2}{2 \times 3 \times 1500} - \frac{1}{2} \times 0,6V \cdot \frac{0,6V}{180k} \approx -1mW$$

(-2 a)



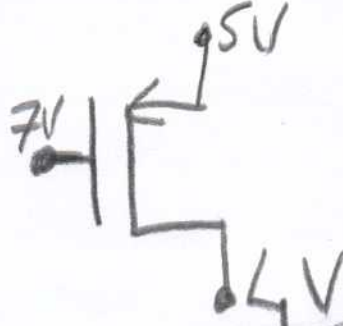
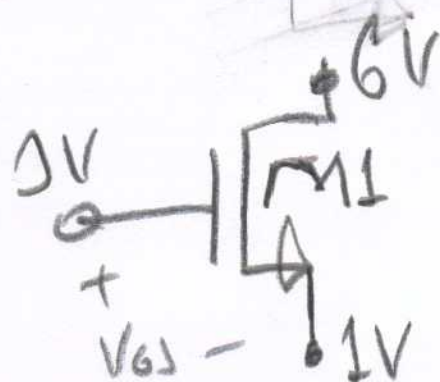
C-2- a) $I_{m1} = I_{m2} = 2\text{mA} = \sqrt{2\beta_1 I_{o1}} = \sqrt{2\beta_2 I_{o2}}$

$I_{o1} = I_{o2} = 2\text{mA}$

(Transistörler deymada) $\rightarrow I_{o1} = I_{o2}$

$$\frac{\beta_1}{2} (V_{GS1} - V_{TH1})^2 = \frac{\beta_2}{2} (V_{GS2} - V_{TH2})^2$$

$V_{GS1} = -V_{GS2} = 2\text{V}$



$R_{G1} = 210\text{k}$

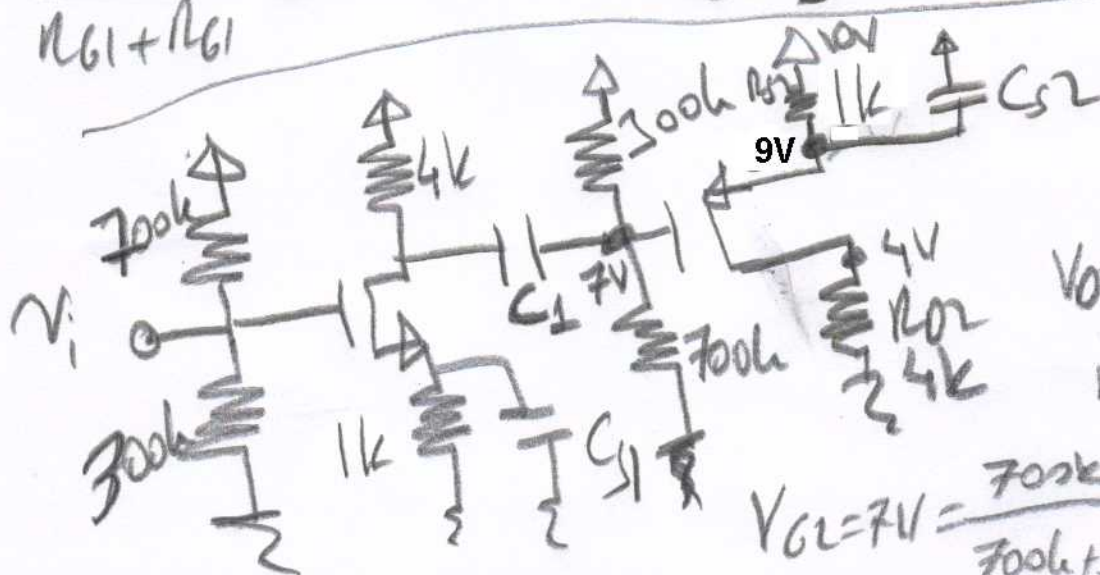
$R_{G1} // R_{G2} = 210\text{k}$

$\frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} 10\text{V} = 7\text{V}$

$R_{G1} = 700\text{k}$
 $R_{G2} = 300\text{k}$

$V_{DS1} = 1\text{V}$
 $R_{S1} = 1\text{k}$

$V_{D1} = 10 - I_{o1} R_{D1}$
 $R_{D1} = 4\text{k}$

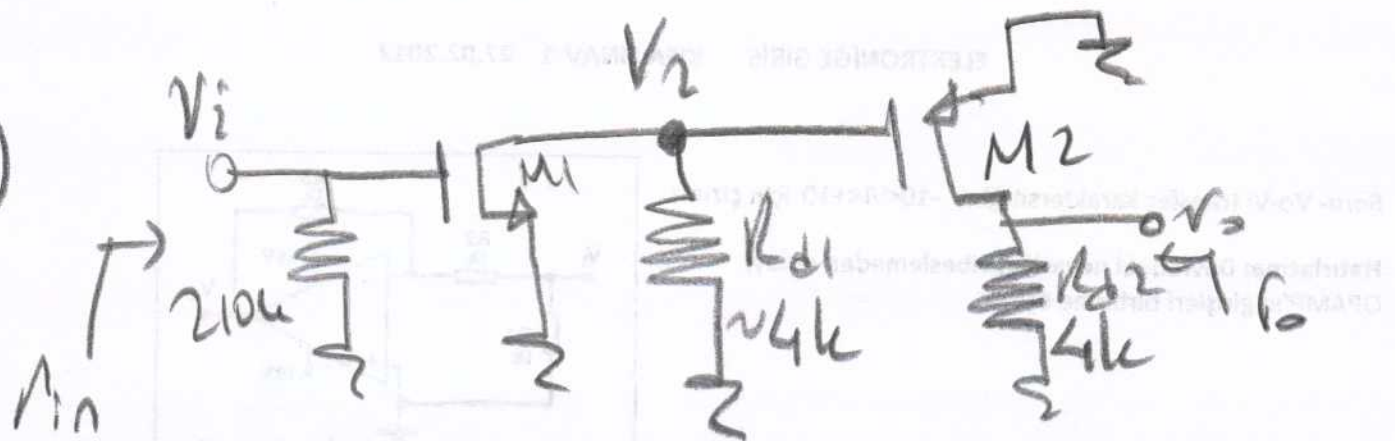


$V_{S2} = 10\text{V} - I_{o2} R_{S2}$
 $R_{S2} = 1\text{k}$

$V_{D2} = I_{o2} R_{D2}$
 $R_{D2} = 4\text{k}$

$V_{G2} = 7\text{V} = \frac{700\text{k}}{700\text{k} + 300\text{k}} 10\text{V}$

b)

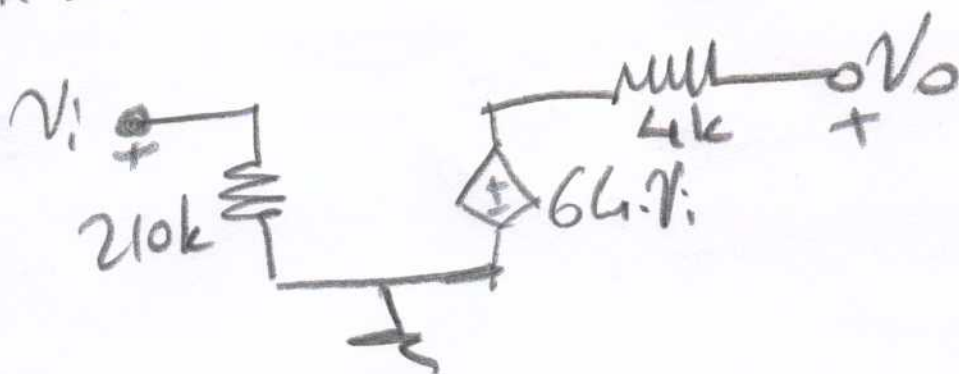


$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{V_2}{V_i} \cdot \frac{V_o}{V_2} = \frac{-\beta_{M1} R_{d1}}{1 + \beta_{M1} \cdot 0} \cdot \frac{-\beta_{M2} R_{d2}}{1 + \beta_{M2} \cdot 0}$$

$$= -2m \cdot 4k \cdot -2m \cdot 4k = 64$$

$$R_{in} = 210k$$

$$R_o = 4k$$



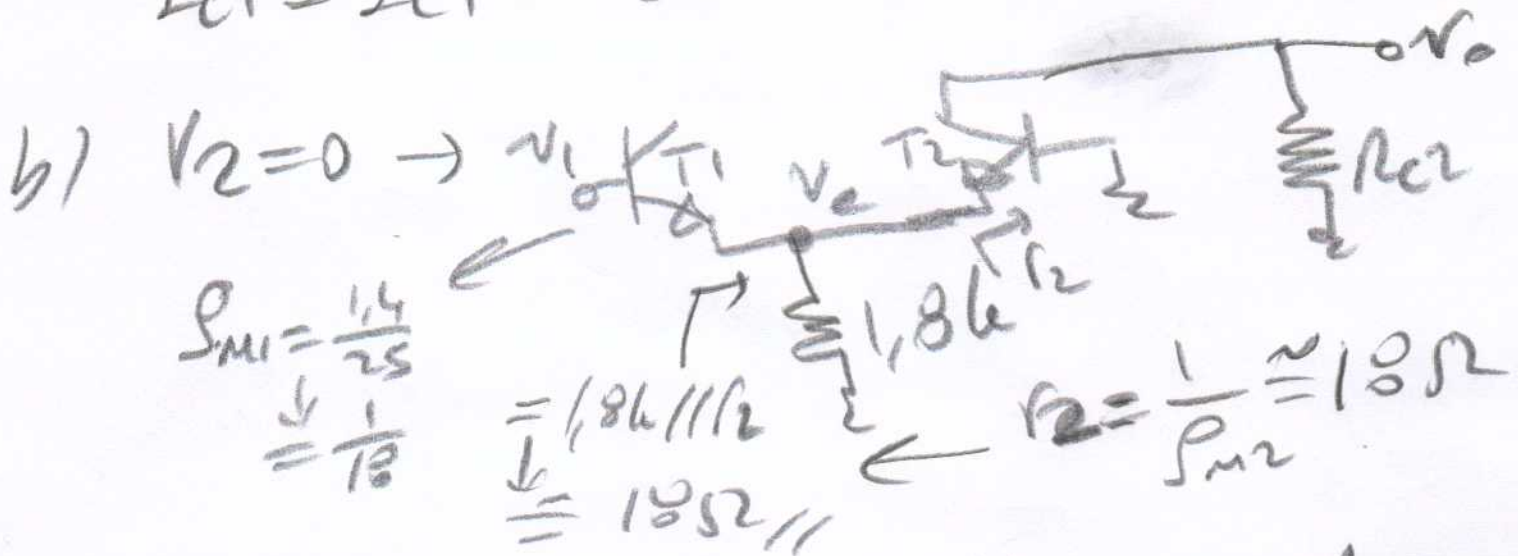
Represent ac model:

c) - a) $V_1 = V_2 = 0$

$$-V_{EE} = 0 - V_{BE1} - I_{E1} \cdot R_{E1} = 0 - V_{BE2} - I_{E2} R_{E2}$$

$$I_{E1} = I_{E2} \approx 1,4 \text{ mA}$$

$$I_{E1} \approx I_{C1} = I_{C2} \approx I_{E2} = 1,4 \text{ mA}$$

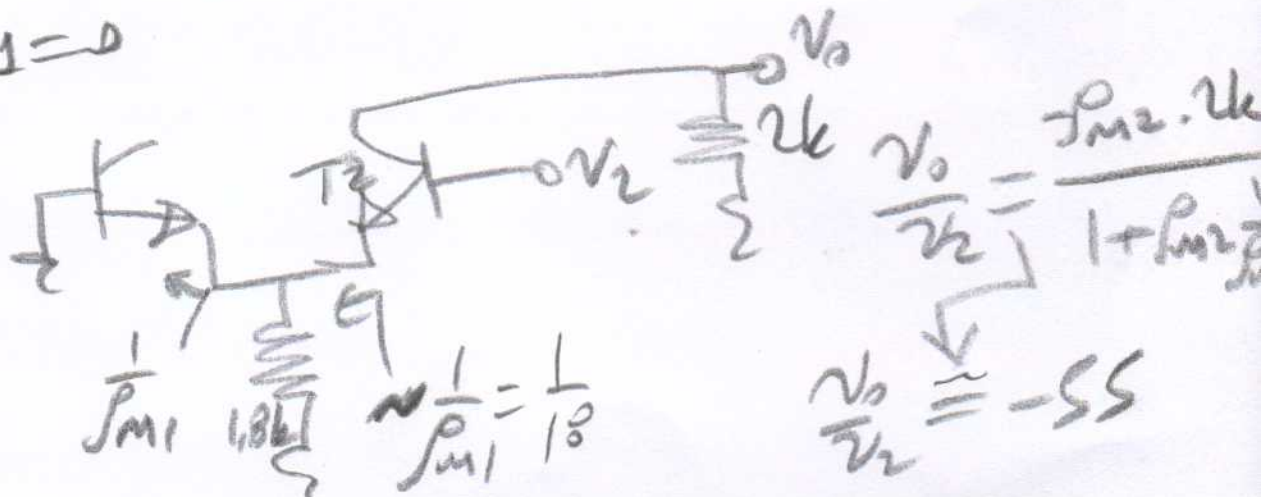


$$\frac{v_e}{v_1} \approx \frac{\frac{1}{18} \times 18}{1 + \frac{1}{18} \times 18} \approx \frac{1}{2}$$

$$\frac{v_o}{v_e} = \frac{r_{m2} \cdot R_{C2}}{1 + r_{m2} \cdot R_{C2}} \approx \frac{18}{18} \approx 1$$

$$\frac{v_o}{v_1} = \frac{v_o}{v_e} \cdot \frac{v_e}{v_1} \approx 55$$

$V_1 = 0$



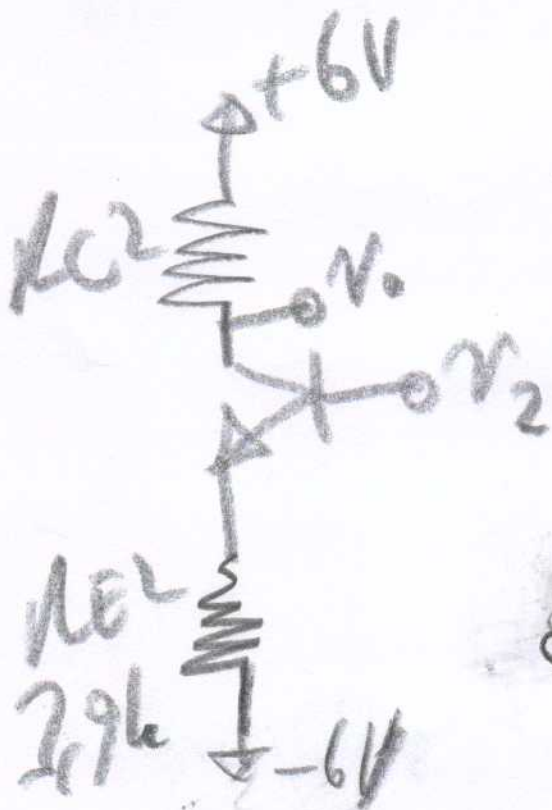
$$\frac{v_o}{v_2} = \frac{r_{m2} \cdot R_{C2}}{1 + r_{m2} \cdot R_{C2}} \approx \frac{18}{18} \approx 1$$

$$\frac{v_o}{v_2} \approx -55$$

$$C-2-b) V_o = 55V_1 - 55V_2$$

$$K_{vd} = \frac{V_o}{V_1 - V_2} = 55$$

C) $V_1 = V_2$ olursa yapı tamamen simetrik olur ve bu durumda V_{e2} ile V_{e1} arasında da alam almaz. Dolayısıyla yapı ortadan ikiye parçaya ayrılıp incelenebilir;



$$\frac{V_o}{V_2} = \frac{-\beta_{m2} \cdot R_{C2}}{1 + \beta_{m2} R_{E2}} \rightarrow -0,5$$

$$dB\left(\left|\frac{K_{vd}}{K_{vc}}\right|\right) = 20 \log \frac{55}{0,5} \approx \underline{\underline{40 \text{ dB}}}$$