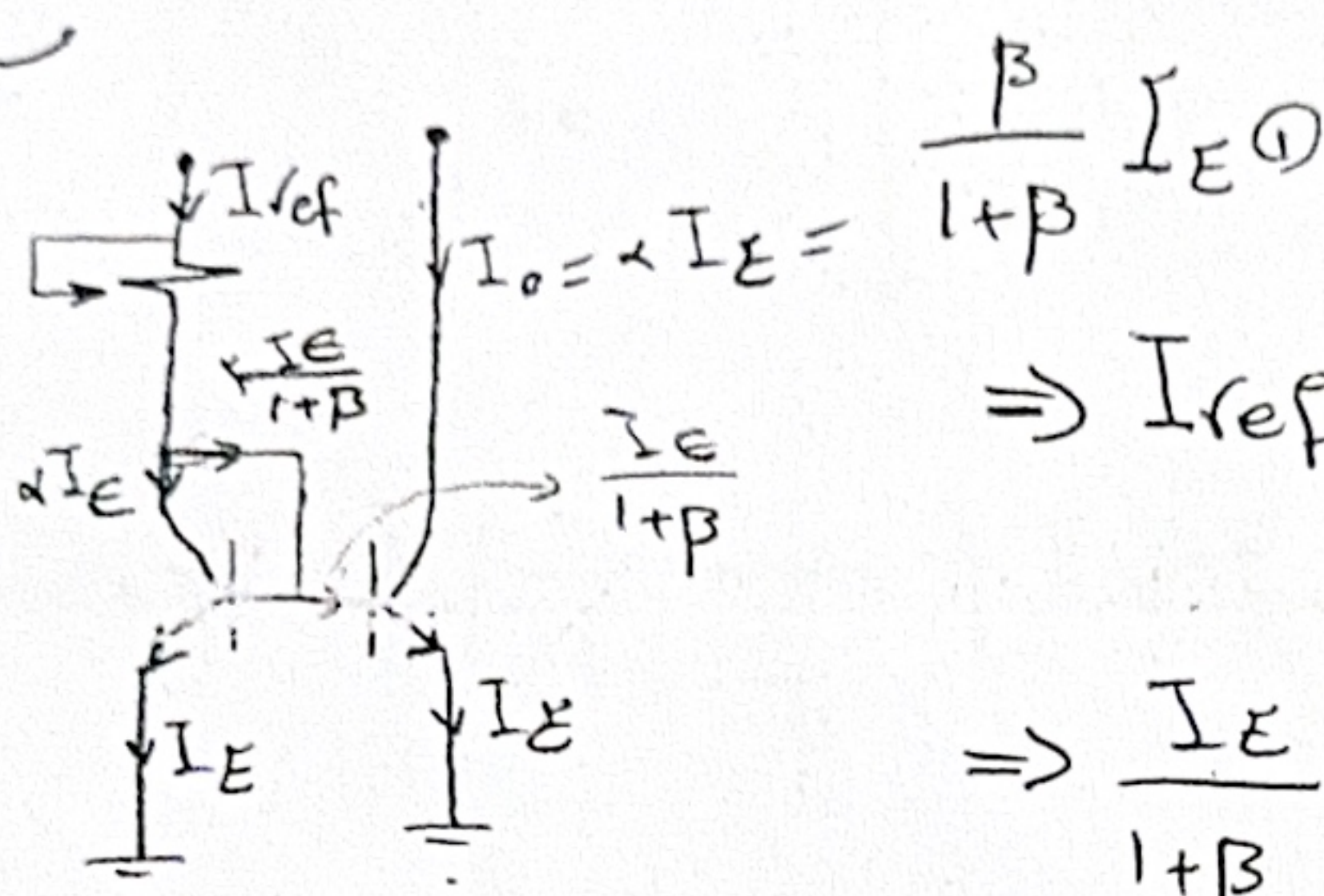


* منبع جریان خازن ترانزیستوری

جریان آینه‌ای
اصلاح شده
جریان بایاسی
وسایل (wider)

$r_o = h_{oe}^{-1}$

* ۱) آینه‌ای



$$\Rightarrow I_{ref} = \frac{\beta}{1+\beta} I_E + \frac{1}{1+\beta} I_E$$

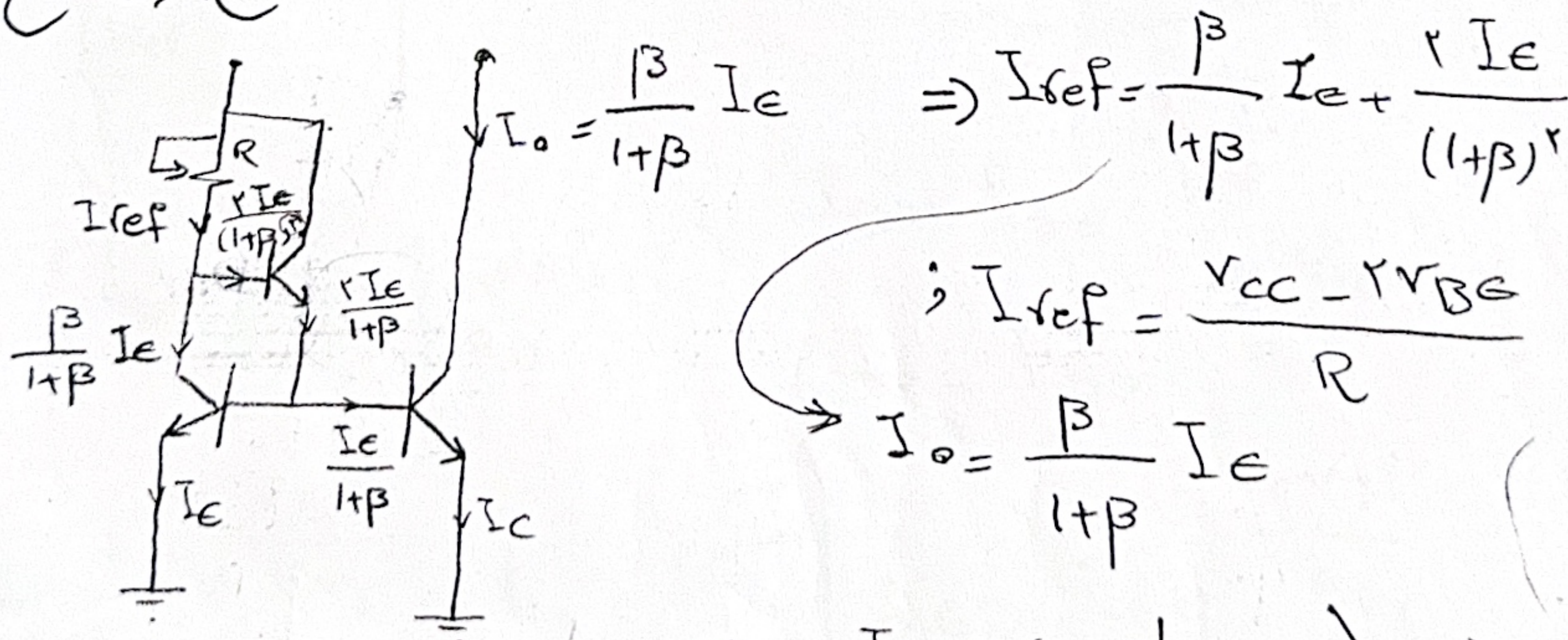
$$\Rightarrow \frac{I_E}{1+\beta} (1+\beta) = I_{ref}$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{\beta}{1+\beta} \times \frac{1+\beta}{1+\beta} \times I_{ref} \Rightarrow I_O = \frac{\beta}{1+\beta} I_{ref} \Rightarrow I_O = \left(\frac{1}{1+\frac{1}{\beta}} \right) I_{ref}$$

$$I_{ref} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

با تغییر این مقدار می‌توان جریان خروجی را تغییر داد.

* ۲) منبع جریان اصلاح شده



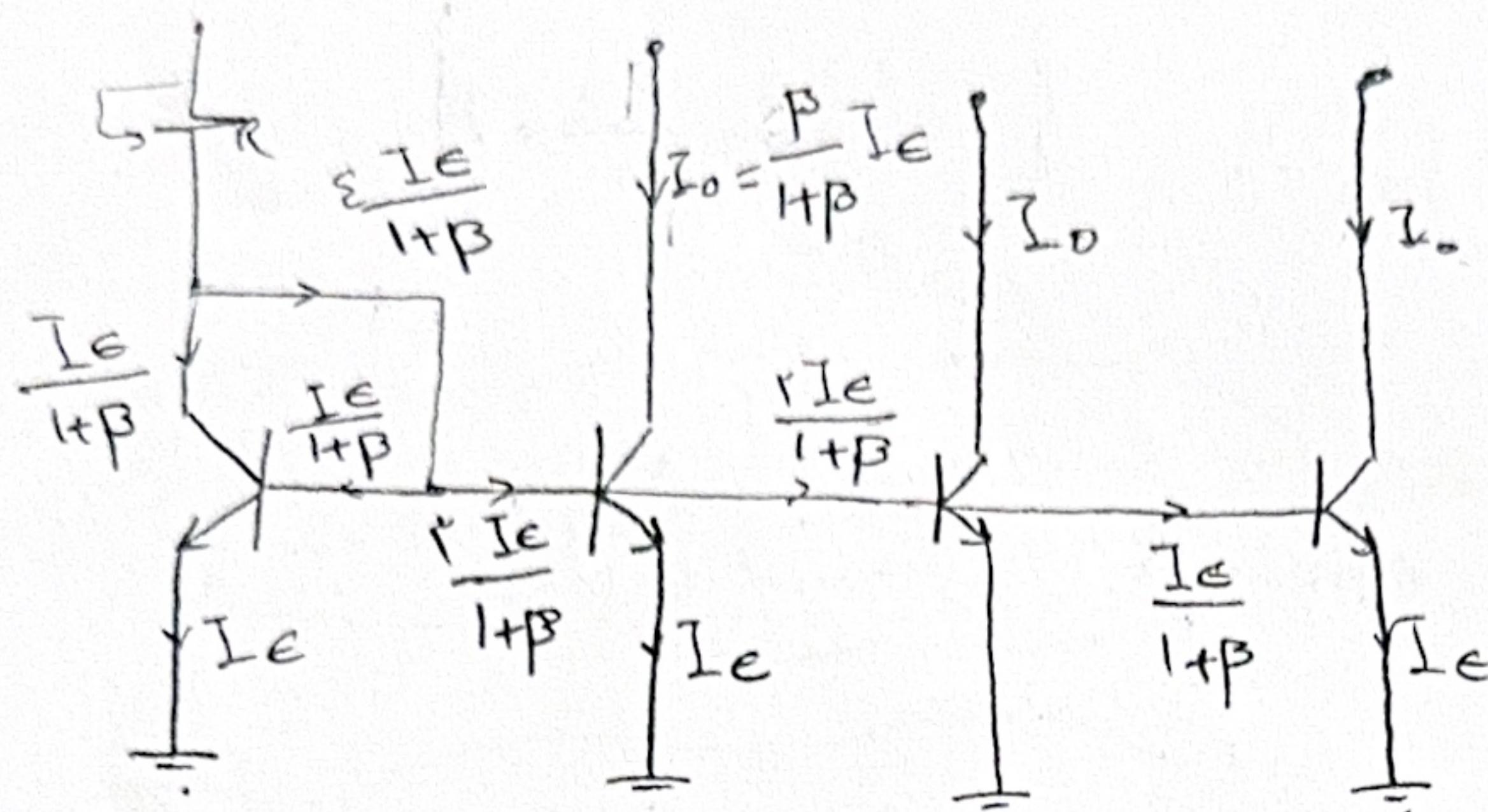
$$\Rightarrow I_{ref} = \frac{\beta}{1+\beta} I_E + \frac{1}{(1+\beta)^2} I_E$$

$$I_{ref} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

$$I_O = \frac{\beta}{1+\beta} I_E$$

$$\Rightarrow I_O = I_{ref} \left(\frac{1}{1+\frac{1}{\beta(1+\beta)}} \right) \approx I_{ref}$$

نویسهای *



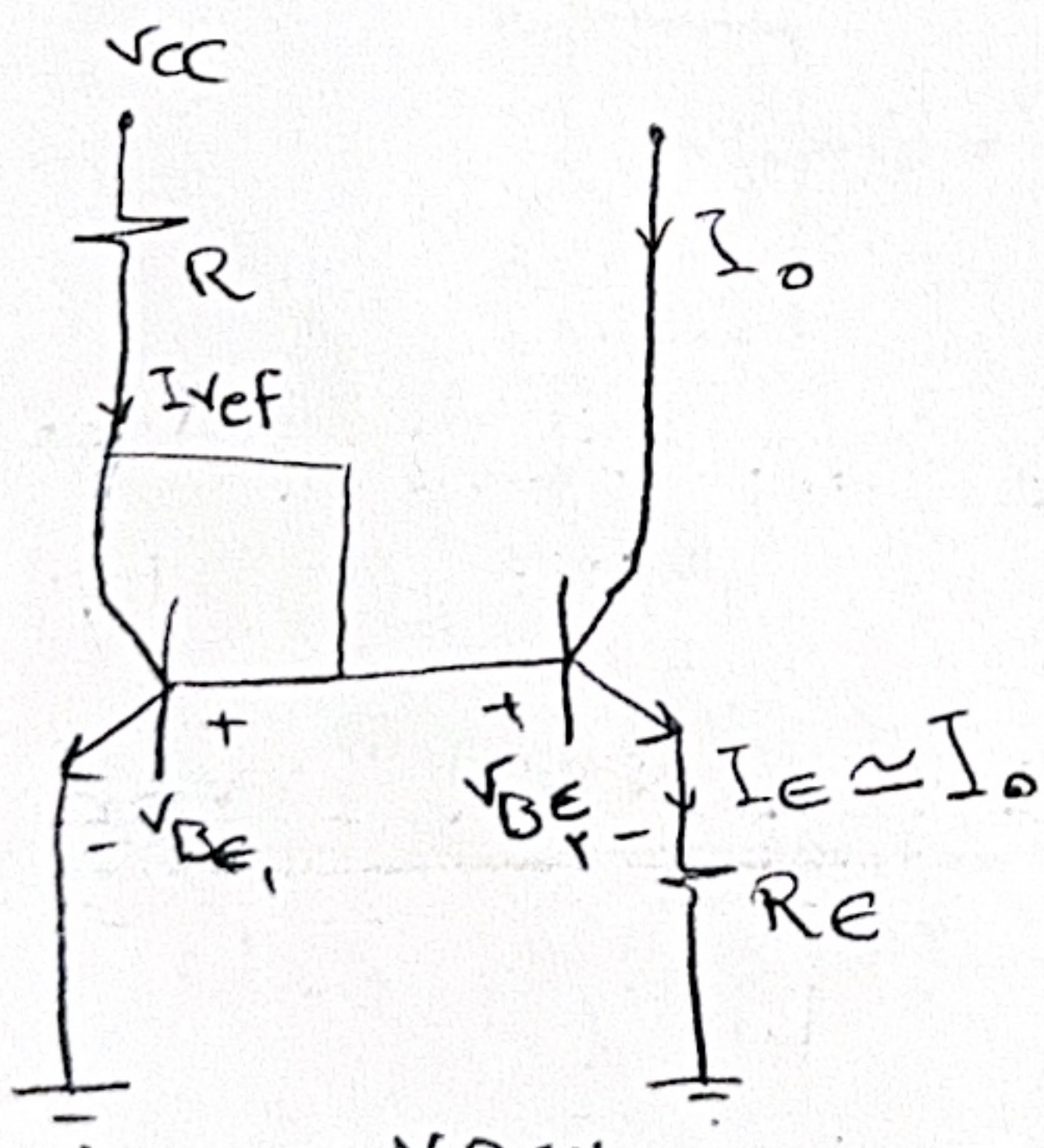
$$\Rightarrow I_o = \left(\frac{1}{1 + \frac{N+1}{\beta}} \right) I_{ref}$$

N تعداد منابع جریان

$$\text{if } N \rightarrow \infty \rightarrow I_o = \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{\beta}} \right) I_{ref}$$

$$I_{ref} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

در مدارهای مجتمع بعضی منابع برای بار کردن مدار بهیچ وجهی نیازی نیست
(در اینجا میگویند اگر بفرضیم از منبع جریان آینه ای استفاده کنیم I_{ref} و یک سلفه نیازی نیست R
صفتی بزرگ افتاب را که مقدار به صرفه است. ~~بسیار کوچک~~)



$$V_{BE1} = V_{BEr} + R_E I_o \quad (1)$$

$$I_o = I_{se} \frac{V_D}{V_T}$$

$$I_o = I_{se} \frac{V_{BEr}}{V_{BE1}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_o = I_{se} \frac{V_{BEr}}{V_{BE1}} \\ I_{ref} = I_{se} \frac{V_T}{V_{BE1}} \end{array} \right. \quad \text{غالباً است}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_o = I_{se} \frac{V_{BEr}}{V_T} \\ I_{ref} = I_{se} \frac{V_{BE1}}{V_T} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow n=1 \quad V_{BE} = V_T \ln \frac{I_o}{I_s}$$

$$V_{BE1} - V_{BE2} = V_T \left(\ln \frac{I_{ref}}{I_s} - \ln \frac{I_o}{I_s} \right)$$

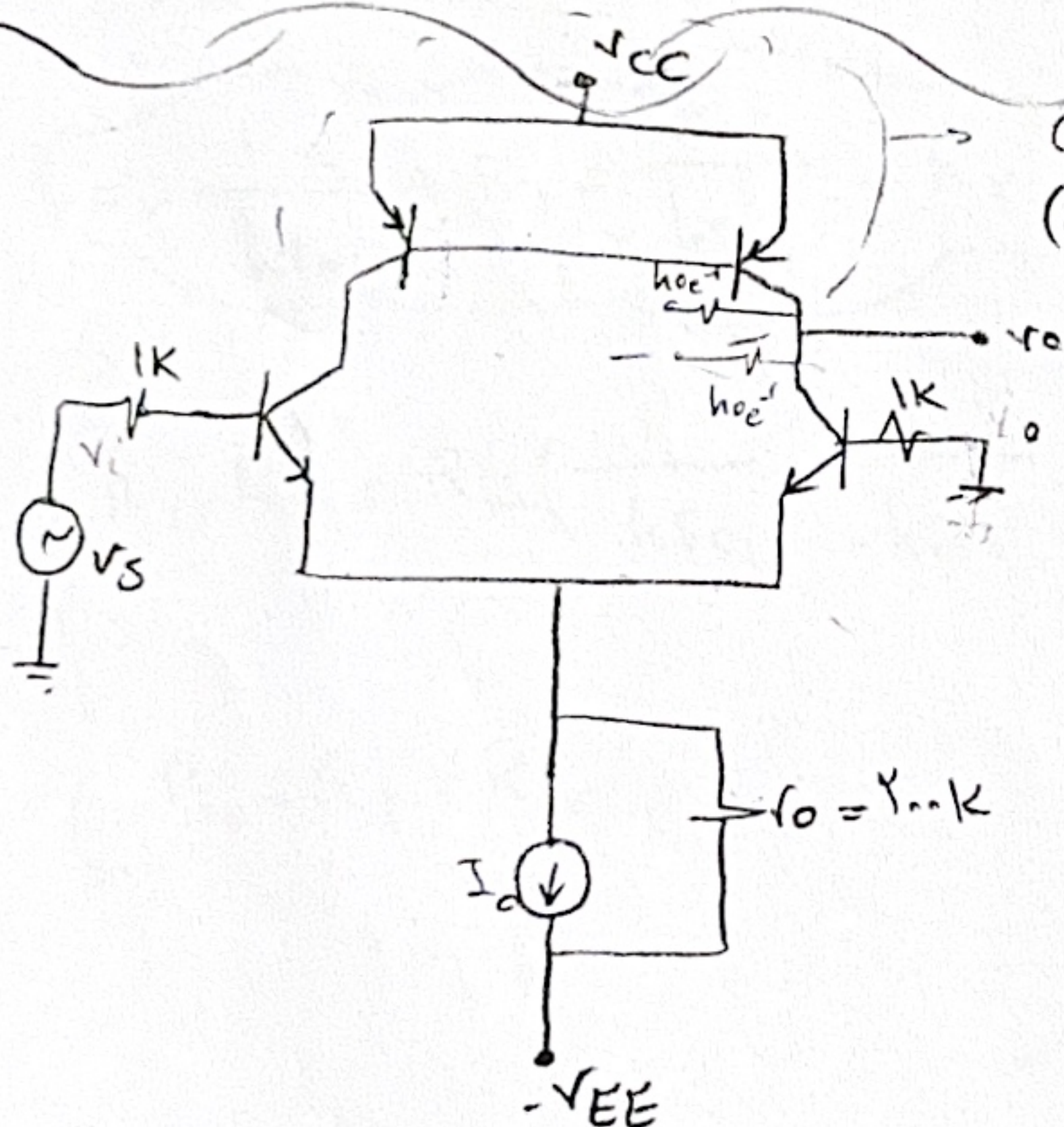
$$\Rightarrow V_{BE1} = V_T \ln \frac{I_{ref}}{I_s}$$

$$= V_T \ln \left(\frac{I_{ref}}{I_o} \right)$$

$$\Rightarrow (R_E I_o = V_T \ln \left(\frac{I_{ref}}{I_o} \right)) \Rightarrow \text{عدد محاسب شود} \quad (نیت)$$

$$V_o = h_{oe}^{-1} \left(1 + \frac{1}{r_e} (R_E \parallel h_{ie}) \right) \quad r_e = \frac{V_T}{I_D}$$

$$h_{ie} = h_{fe} r_e$$



شیو جریان
(برینال)

* با فعال: باعث افزایش بهره می شود

نشان هر دو به دنبال ←

$$h_{oe}^{-1} = 200k \quad h_{ie} = 50k$$

$$\beta = 250, \quad \frac{v_o}{v_s} = ?$$

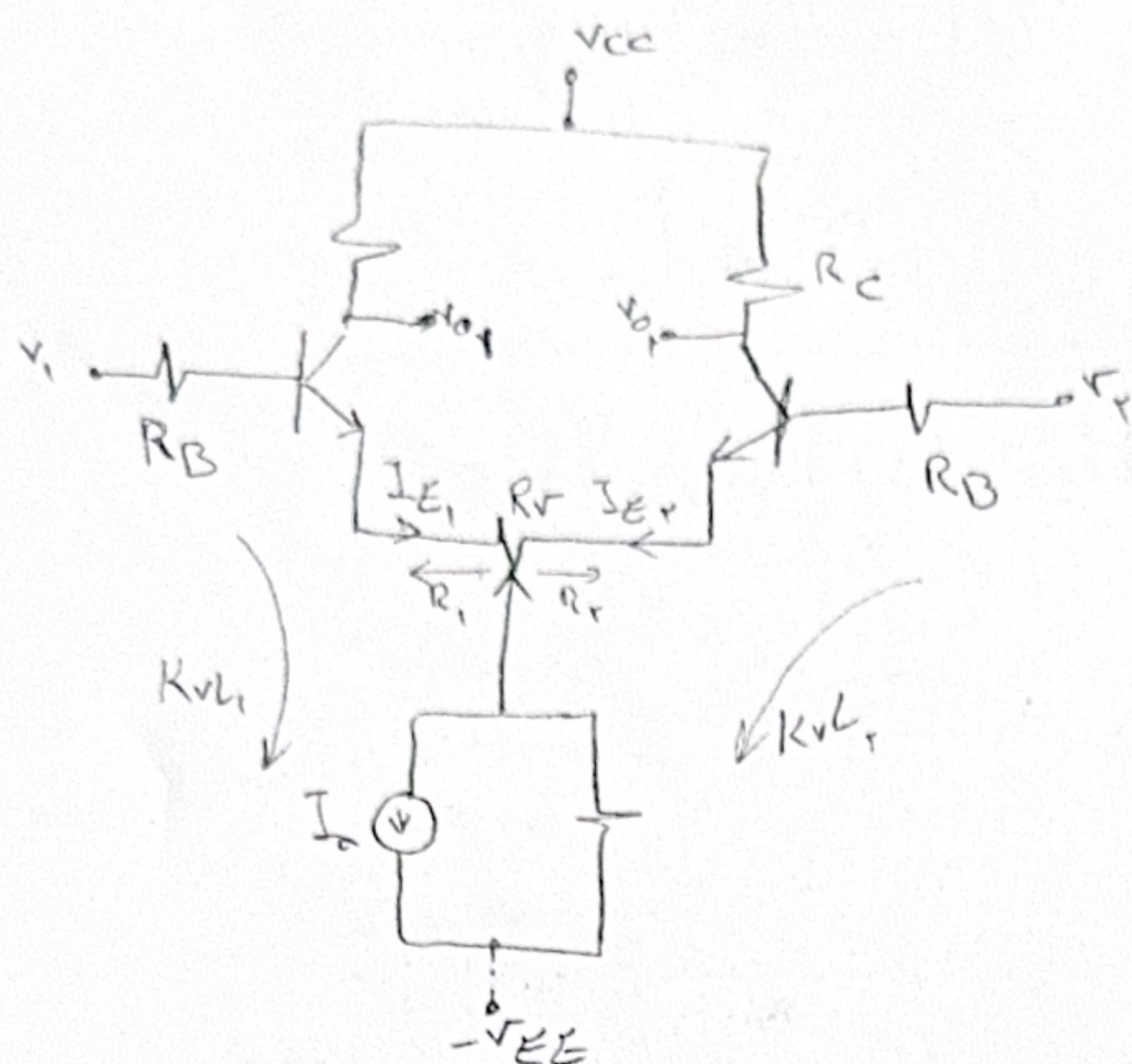
$$A_c = \frac{-\beta (200k \parallel 200k)}{1 + 50 + 2(1 + \beta) \times 200k} = -0.248$$

$$A_d = \frac{-\beta (200k \parallel 200k)}{2(1 + 50)} = -245.9$$

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{A_c}{2} - A_d = 243.9$$

$$CMRR = 2016$$

تفاوتی بین دو حالت مختلف:



$$R_1 + R_r = R_r$$

$$I_{E1} = I_{E2} = I_E$$

$$1 + h_{fe} \approx h_{fe} = \beta$$

$$\left(\frac{R_B}{h_{fe1}} + R_1 \right) I_{E1} + V_{BE} = \left(\frac{R_B}{h_{fe2}} + R_r \right) I_{E2} + V_{BE}$$

$$\Rightarrow \frac{R_B}{h_{fe1}} + R_1 = \frac{R_B}{h_{fe2}} + R_r$$

$$\begin{cases} R_1 - R_r = R_B \left(\frac{1}{h_{fe1}} - \frac{1}{h_{fe2}} \right) \\ R_1 + R_r = R_r \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_1 = \frac{R_r}{2} - \frac{R_B}{2} \left(\frac{1}{h_{fe1}} - \frac{1}{h_{fe2}} \right) \\ R_r = \frac{R_r}{2} + \frac{R_B}{2} \left(\frac{1}{h_{fe1}} + \frac{1}{h_{fe2}} \right) \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_1 \gg 0 \Rightarrow R_r \gg R_B \left(\frac{1}{h_{fe1}} - \frac{1}{h_{fe2}} \right)$$

$$V_{o1} = A_{c1} v_c + A_{d1} v_d$$

$$V_{o2} = A_{c2} v_c - A_{d2} v_d$$

$$A_{d1} = A_{d2} = \frac{-R_c}{R_r + r_{be} + R_B \left(\frac{1}{h_{fe1}} + \frac{1}{h_{fe2}} \right)}$$

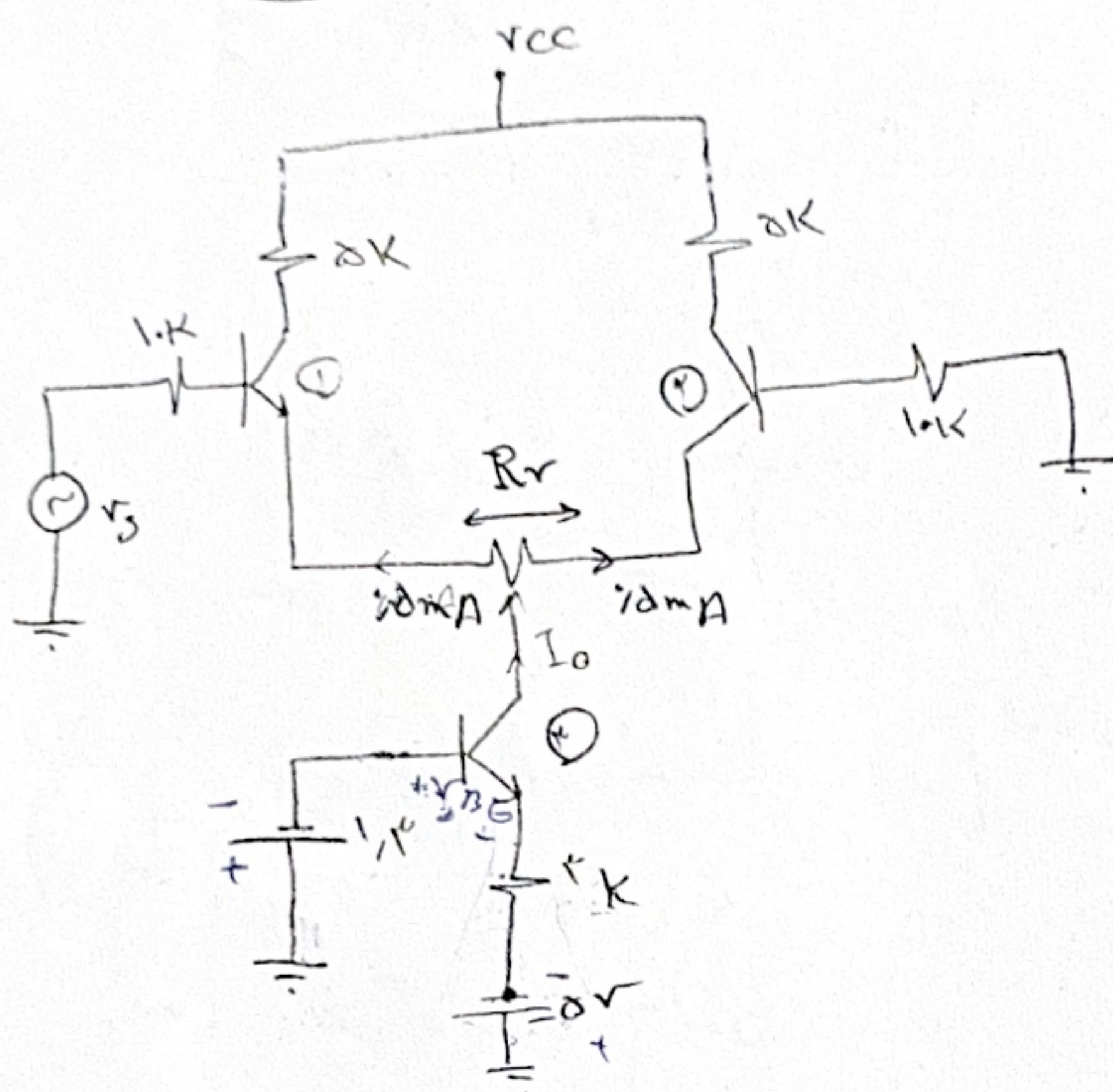
$$r_e = \frac{1.25}{I_E}$$

تفاوتی

(۴)

$$A_{c_1} = \frac{-h_{FE1} R_c}{R_B + h_{ie1} + (1 + h_{FE1})(R_1 + r_o)}$$

$$A_{c_r} = \frac{-h_{FEr} R_c}{R_B + h_{ier} + (1 + h_{FEr})(R_r + r_o)}$$



$$\begin{aligned} h_{FE1} &= \beta \\ h_{FEr} &= \beta_o \\ h_{FEr} &= 100 \\ h_{oe1}^{-1} &= 100k \\ h_{oe1}^{-1} &= h_{oe_r}^{-1} = \infty \\ \frac{v_o}{v_s} &=? \quad CMRR=? \end{aligned}$$

$$2 - 1.7 - 1.7 = r_{IE1} \quad I_{E_r} = 1mA \Rightarrow I_{E1} = I_{E_r} = 1mA \Rightarrow r_o = \frac{1.7A}{I_{E1}} = 200\Omega$$

$$h_{ie1} = h_{FE1} r_o \approx 2.7k\Omega \quad h_{ier} = h_{FEr} r_o = 1.7k\Omega$$

$$R_r \gg R_B \left(\frac{1}{h_{FE1}} - \frac{1}{h_{FEr}} \right) = 10 \left(\frac{1}{\beta} - \frac{1}{\beta_o} \right) = 200\Omega = R_{r(min)} \Rightarrow \begin{cases} R_1 = 0 \\ R_r = 200\Omega \end{cases}$$

$$v_o = A_{c_r} v_c - A_{c_l} v_d \Rightarrow A_{c_l} = \frac{-R_c}{R_r + r_o + R_B \left(\frac{1}{h_{FE1}} + \frac{1}{h_{FEr}} \right)} = -9.92$$

$$A_{c_r} = \frac{-h_{FEr} R_c}{R_B + h_{ier} + (1 + h_{FEr})(R_r + r_o)}$$

Final

$$r_o = h_{oe}^{-1} \left(1 + \frac{1}{\beta_F} (R_E \parallel h_{ier}) \right) = 2.2 \text{ M}\Omega, 1 \text{ K}\Omega$$

$$I_{BQ} = \frac{0.25}{1} = 0.25 \text{ mA}$$

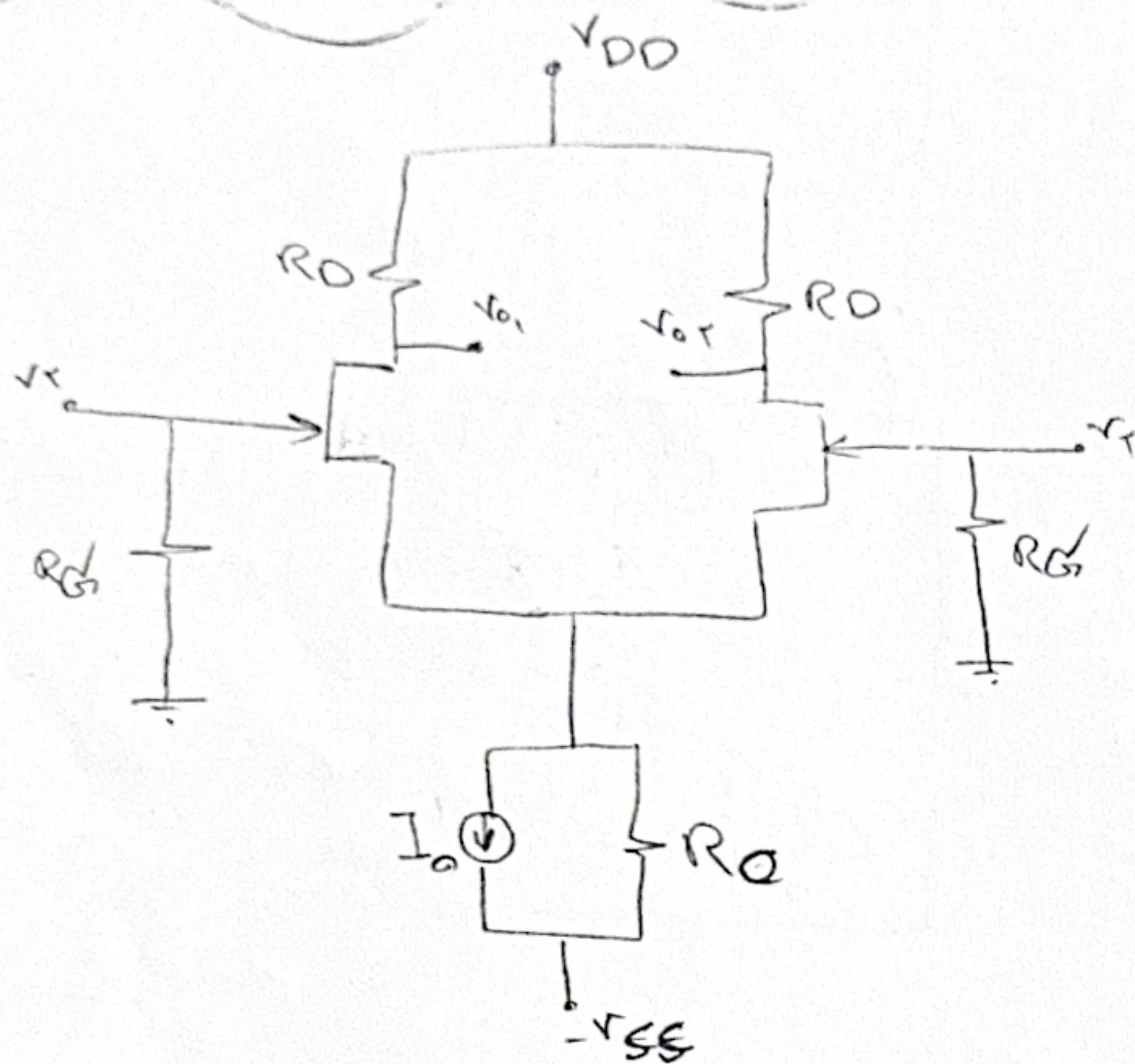
$$r_{e3} = \frac{0.25}{I_{B3}}$$

$$\Rightarrow A_{Cv} = -\beta_1 \beta_2 \beta_3$$

$$\frac{v_o}{v_s} = \left(\frac{A_{Cv}}{\beta} - A_{cl} \right) \approx 9.92$$

$$CMRR|_{dB} = 20 \log \left| \frac{A_{cl}}{A_c} \right| = 17.7 \text{ dB}$$

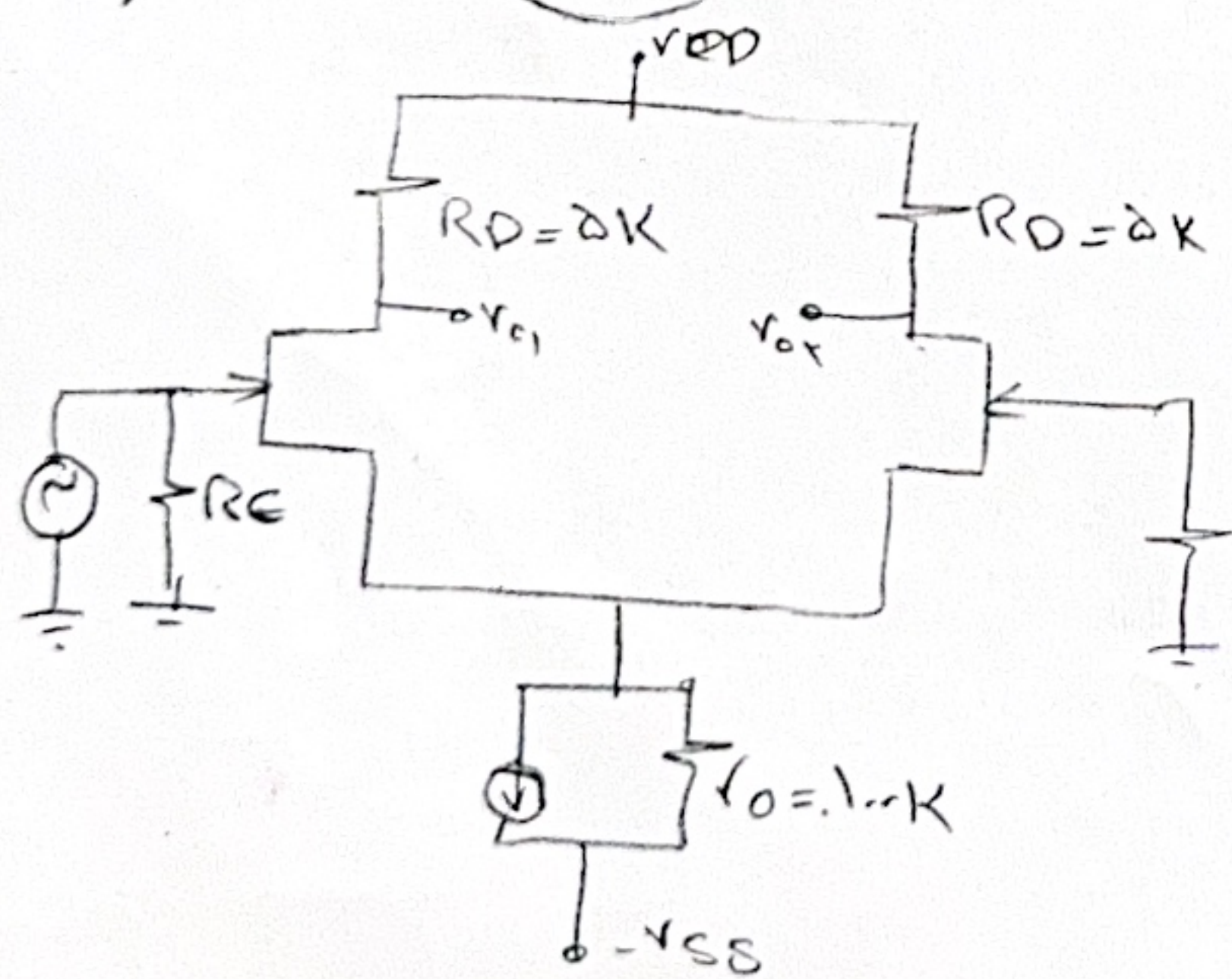
* تفاوتی بین دو بخش با استفاده از FET:



$$A_c = \frac{-\mu R_D}{r_{d1} + R_D + (1 + \mu) r_{o1}}$$

$$; r_{d1} \rightarrow \infty \Rightarrow A_c = \frac{-g_m R_D}{1 + 2g_m r_o}$$

$$A_{cl} = \frac{-\mu R_D}{\beta (R_D + r_{d1})} = -\frac{g_m}{\beta} (r_{d1} \parallel R_D)$$



$$g_m = 2$$

(FET)

فصل 11

$$A_{ol} = \frac{-(1+g_m r_{ol}) \times R_D}{r_{ol} + R_D + (1+g_m r_{ol}) \times r_o} = -1.28$$

$$* A_{ol} = \frac{-g_m}{2} (r_{ol} \parallel R_D)$$

$$* A_{ol} = -11.9 \rightarrow \text{باجه لول اول، نيزول ميل}$$

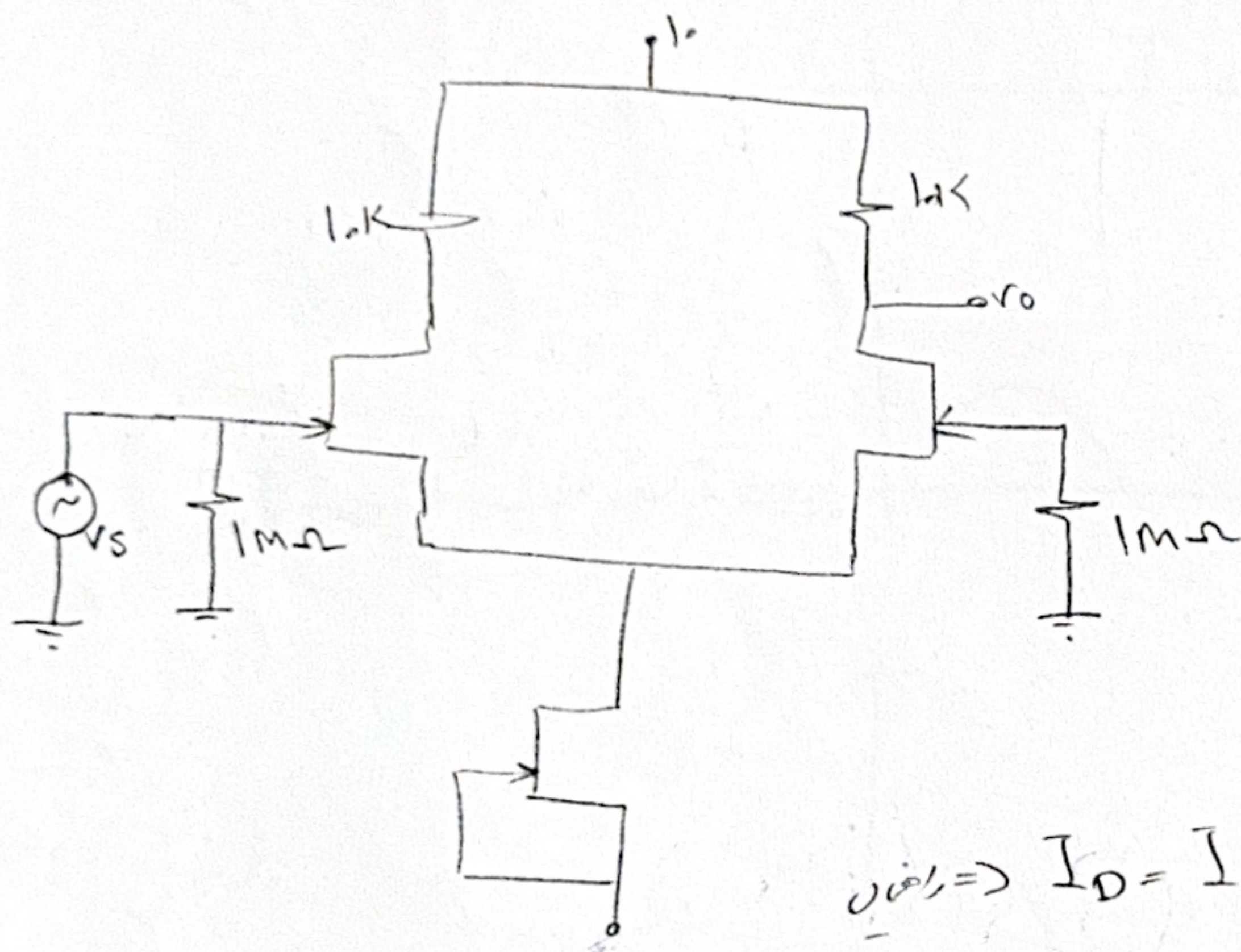
$$\Rightarrow CMRR = 877, 88$$

$$v_{ov} = A_c v_c - A_{ol} v_{ol}$$

$$v_{o1} = A_c v_c - A_{ol} v_{ol}$$

$$\Rightarrow v_{ov} - v_{o1} = 2 A_{ol} v_{ol} = 2 A_{ol} v_s$$

$$\Rightarrow \frac{v_{ov} - v_{o1}}{v_s} = 2 A_{ol} = 23.8$$



$$I_{DSS} = 1.0 \text{ mA}$$

$$r_{ol} = 8.0 \text{ k}\Omega$$

$$r_p = -2$$

$$\frac{v_o}{v_s} = ?$$

$$\text{نيزول} \Rightarrow I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{v}{r_p}\right)^2 = 1.0$$

$$\Rightarrow g_m = r \left| \frac{I_{DSS}}{r_p} \right| \sqrt{\frac{2}{b}}$$

* تعیین کننده های قدرت :

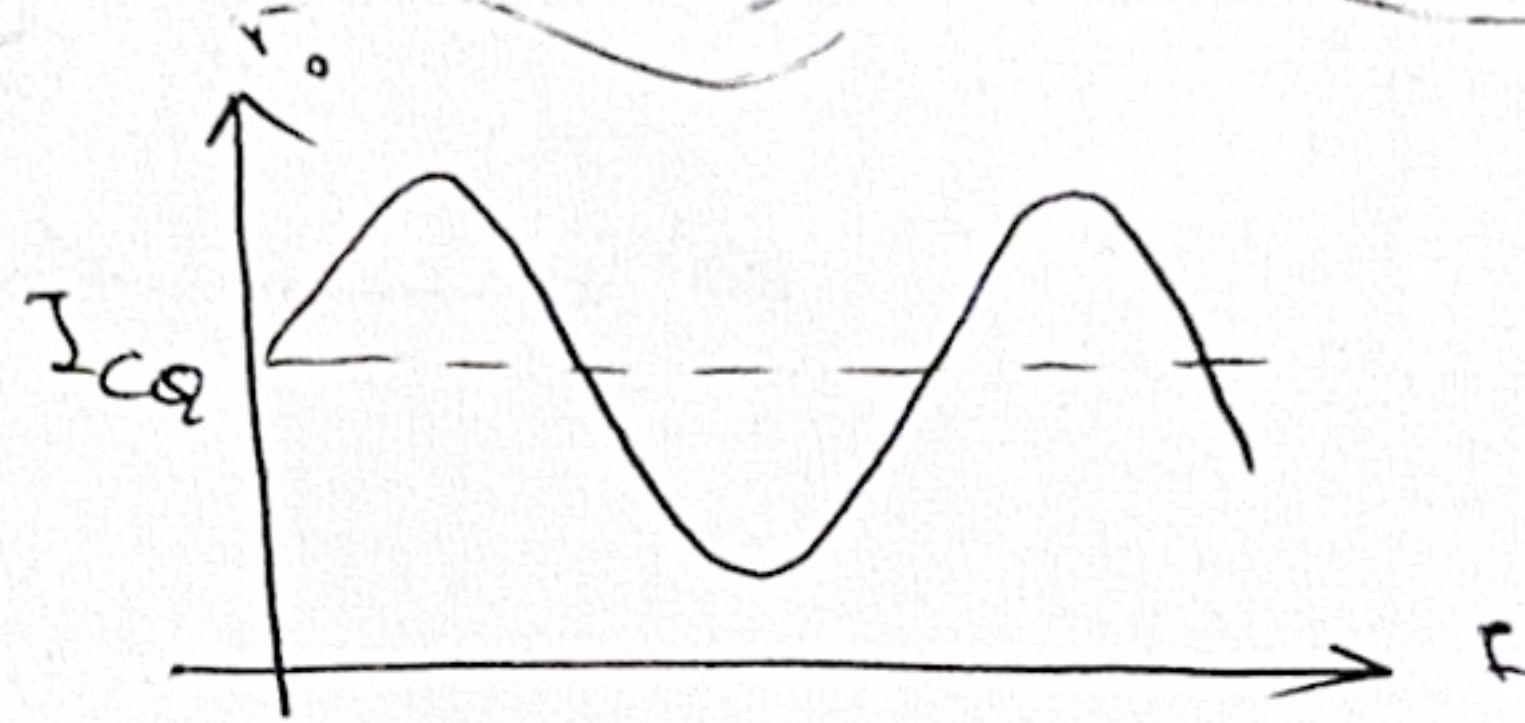
یعنی توان اینها بالا است :

$P_0 \Rightarrow$ توان خروجی در این تعیین کننده ها محکم است .

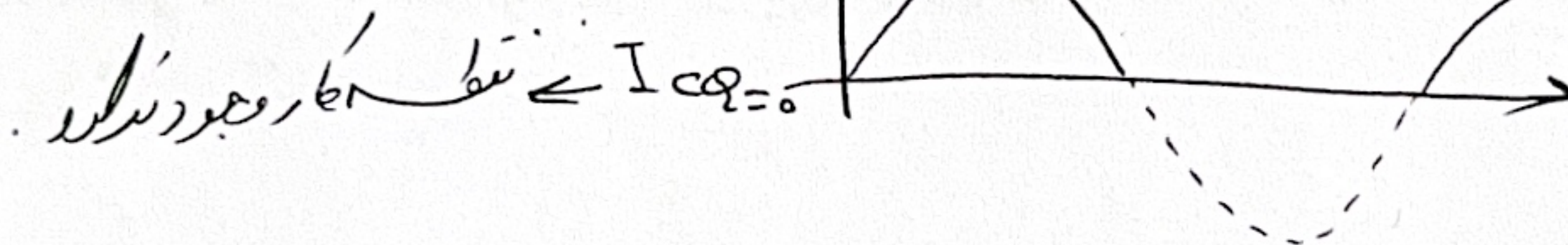
انواع تعیین کننده های قدرت :

- ۱- کلاس A
- ۲- کلاس B
- ۳- کلاس AB (پوشش پیل)
- ۴- کلاس C
- ۵- کلاس D

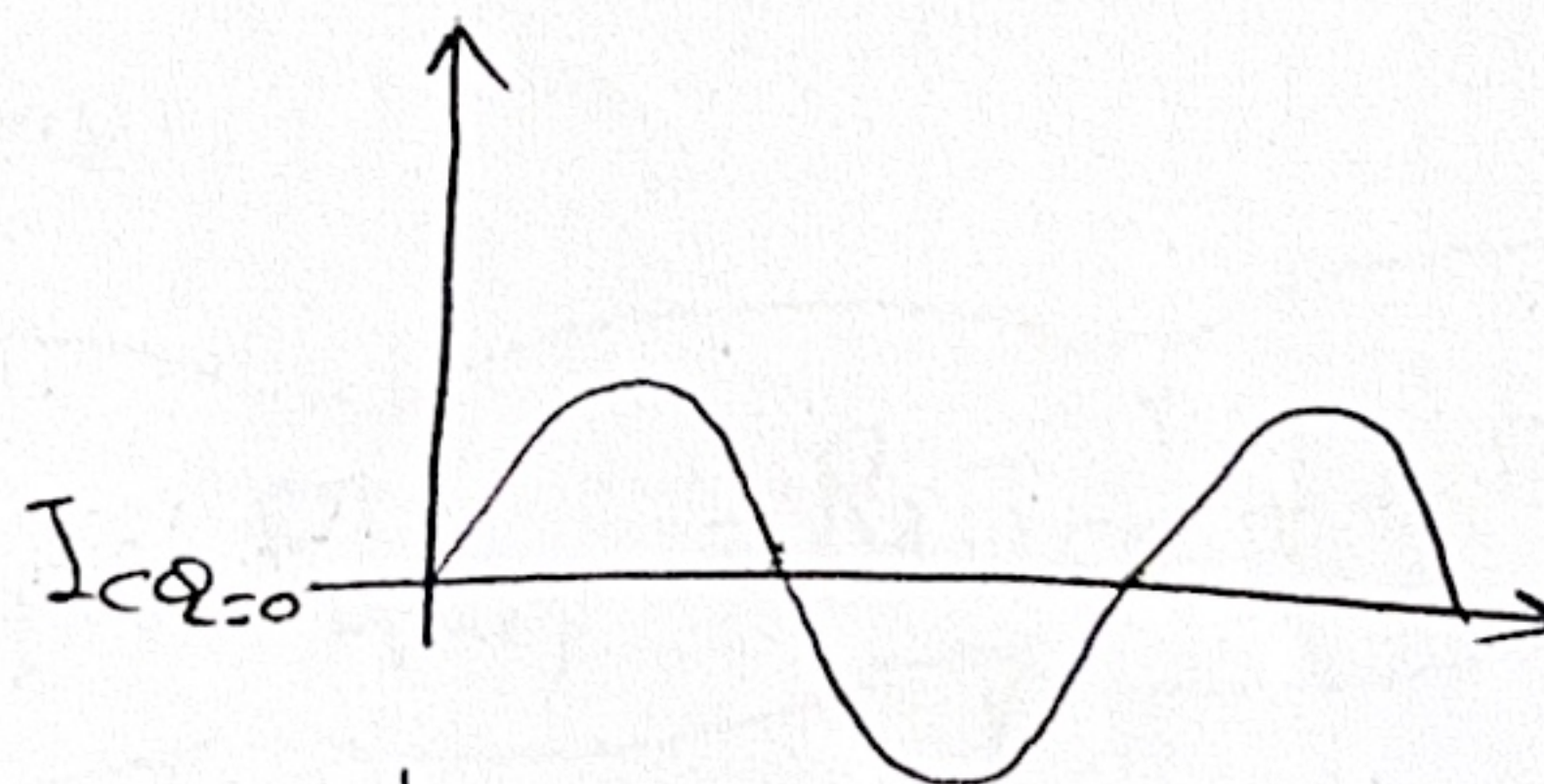
تمام موج ورودی را عبور دهد :



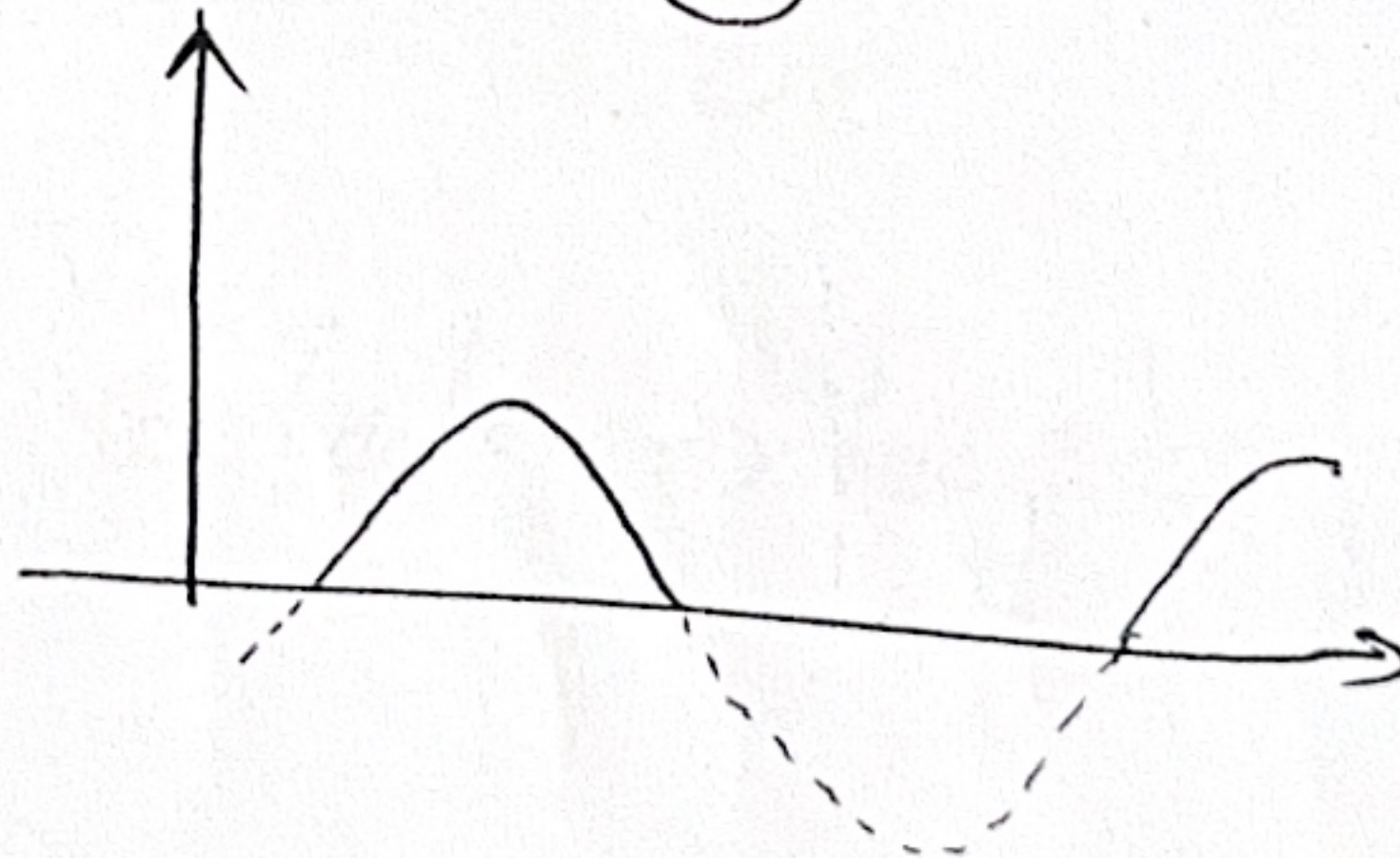
B :



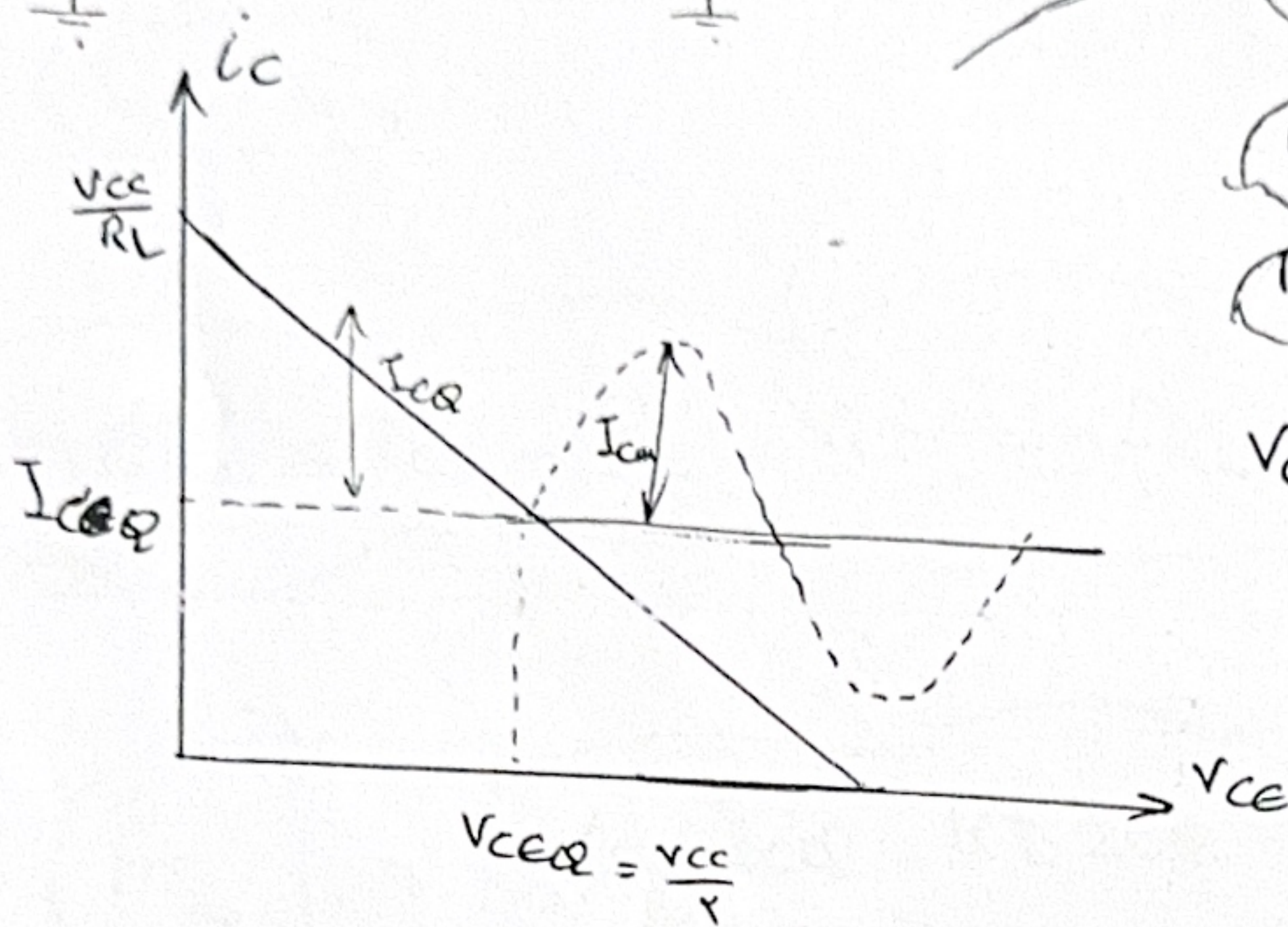
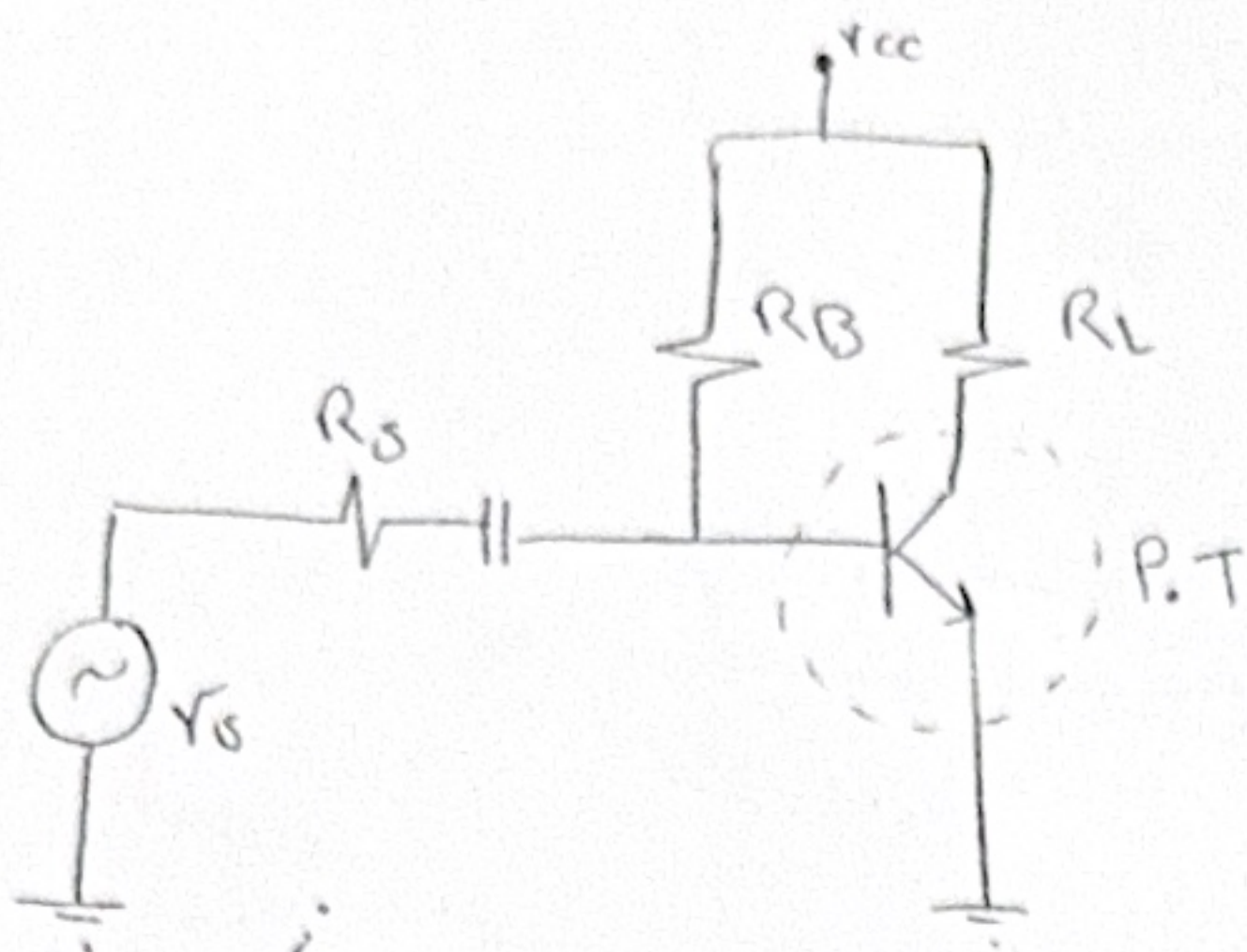
پوشش پیل : AB :



C :



A: سوییچ شده است یا نه؟



$$I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{R_{dc} + R_{ac}} = \frac{V_{CC}}{2R_L}$$

$$R_{dc} = R_L$$

$$R_{ac} = R_L$$

$$V_{CEQ} = R_{ac} I_{CQ} = R_L \times \frac{V_{CC}}{2R_L} = \frac{V_{CC}}{2}$$

$$v_s = v_m \sin \omega t \rightarrow i_b \rightarrow i_c = I_{cm} \sin \omega t$$

$$\Rightarrow i_c = i_c + I_{CQ} = I_{cm} \sin \omega t + I_{CQ}$$

ac, dc dc dc

$$I_{cm} \Big|_{max} = I_{CQ}$$

$$P_L = P_L(dc) + P_L(ac) = R_L I_{CQ}^2 + \frac{1}{2} R_L I_{CQ}^2$$

توان ثابت توان متغیر

$$P_{cc} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{CC} i_c dt \Rightarrow P_{cc} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{CC} (I_{CQ} + I_{cm} \sin \omega t) dt$$

توان مصرفی چون متغیر است پس میانگین

$$P_{cc} = V_{CC} I_{CQ}$$

$$\eta = \frac{P_L(ac)}{P_{cc}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cm}^2}{V_{cc} I_{cQ}}$$

$$\eta \Big|_{max} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cQ}^2}{V_{cc} I_{cQ}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cQ}}{V_{cc}} = \frac{\frac{1}{2} R_L \frac{V_{cc}}{2 R_L}}{V_{cc}} = \frac{1}{4}$$

$$I_{cm} = I_{cQ}$$

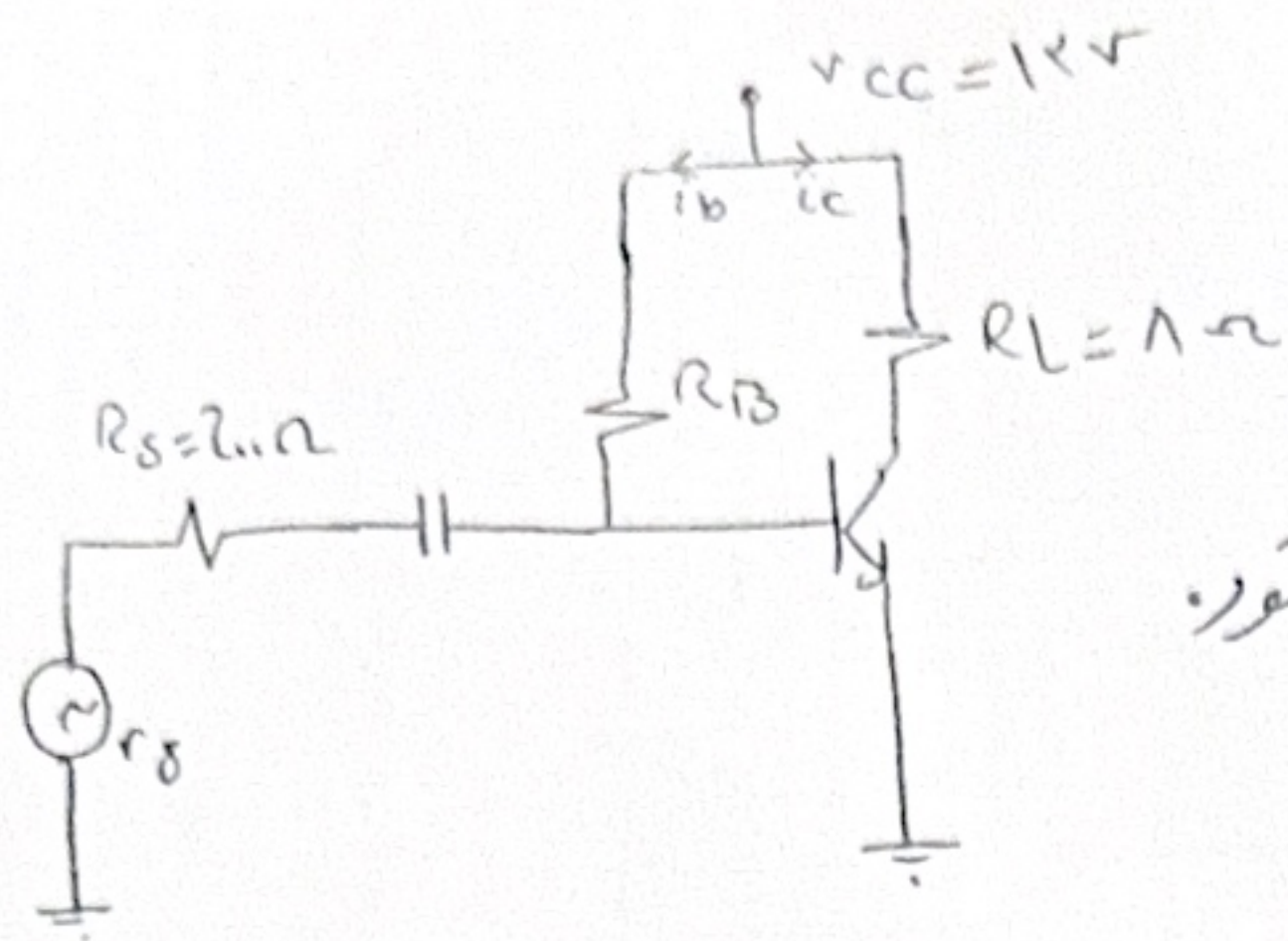
$$P_c = P_{cc} - P_L = V_{cc} I_{cQ} - (R_L I_{cQ}^2 + \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2)$$

$$P_{cmax} \Big|_{I_{cm}=0} = V_{cc} I_{cQ} - R_L I_{cQ}^2 = V_{cc} I_{cQ}$$

$$\eta_c = \frac{P_L(ac)}{P_{cmax}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cQ}^2}{V_{cc} I_{cQ}}$$

$$\eta_c \Big|_{I_{cm}=I_{cQ}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cQ}^2}{V_{cc} I_{cQ}} = \frac{1}{4}$$

$$F.M = \frac{1}{\eta_{cmax}} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4 \Rightarrow \text{یعنی به ازای ۱ وات توان مصرفی در بار ۴ وات در ترانزیستور تلف می شود.}$$



(سؤال ۱-۲)

الف) مقدار R_B را طوری تعیین کنید تا ولتاژ خروجی حداکثر شود.

ب) اگر ولتاژ ورودی ۱V باشد؟ $i_b, i_c = ?$

ج) رانندگی توانی شده

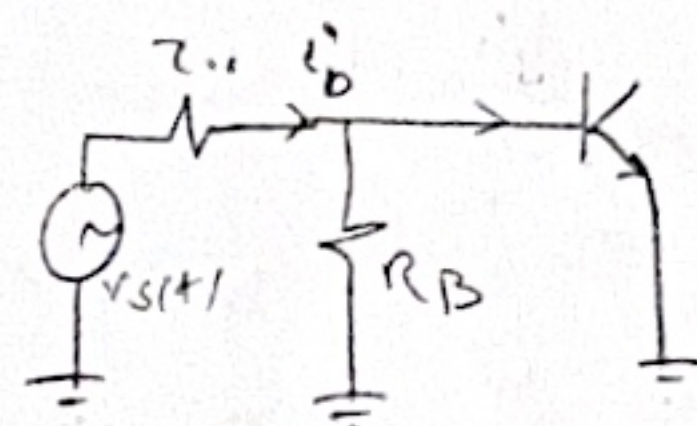
د) به ازای چه مقدار ولتاژ ورودی رانندگی حداکثر شود؟ $\eta_{max} = 0.28$

$$\text{الف) } I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{R_L + R_L} = \frac{V_{CC}}{2k\Omega} = \frac{12}{12} = 1.75 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_{BQ} = 1.75 \text{ mA} = \frac{1.75}{100}$$

$$12 - R_B I_{BQ} - 0.7 = 0 \Rightarrow R_B = 1.51 \text{ k}\Omega$$

$$h_{ie} \approx h_{fe} \frac{V_T}{I_{CQ}} \Rightarrow h_{ie} = 100 \times \frac{26 \text{ mV}}{1.75 \text{ mA}} = 1.48 \text{ k}\Omega$$



$$\Rightarrow i_b (2k\Omega + 1.48 \text{ k}\Omega \parallel 1.51 \text{ k}\Omega) = v_s(t) = 1 \sin \omega t$$

$$\Rightarrow i_b = 1.26 \sin \omega t \text{ (mA)}$$

$$i_c = 126 \sin \omega t \text{ (mA)} \\ \uparrow i_c = h_{fe} i_b$$

$$\Rightarrow P_{L(ac)} = \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2 = 11 \text{ W}$$

$$P_{CC} = V_{CC} I_{CQ} = 9 \text{ W}$$

$$\text{ج) } \eta = \frac{11}{9} = 1.22 \%$$

$$\text{د) } I_{cm} = I_{CQ} = 1.75 \text{ mA} \Rightarrow I_{bmax} = \frac{I_{CQ}}{100} = 1.75 \text{ mA}$$

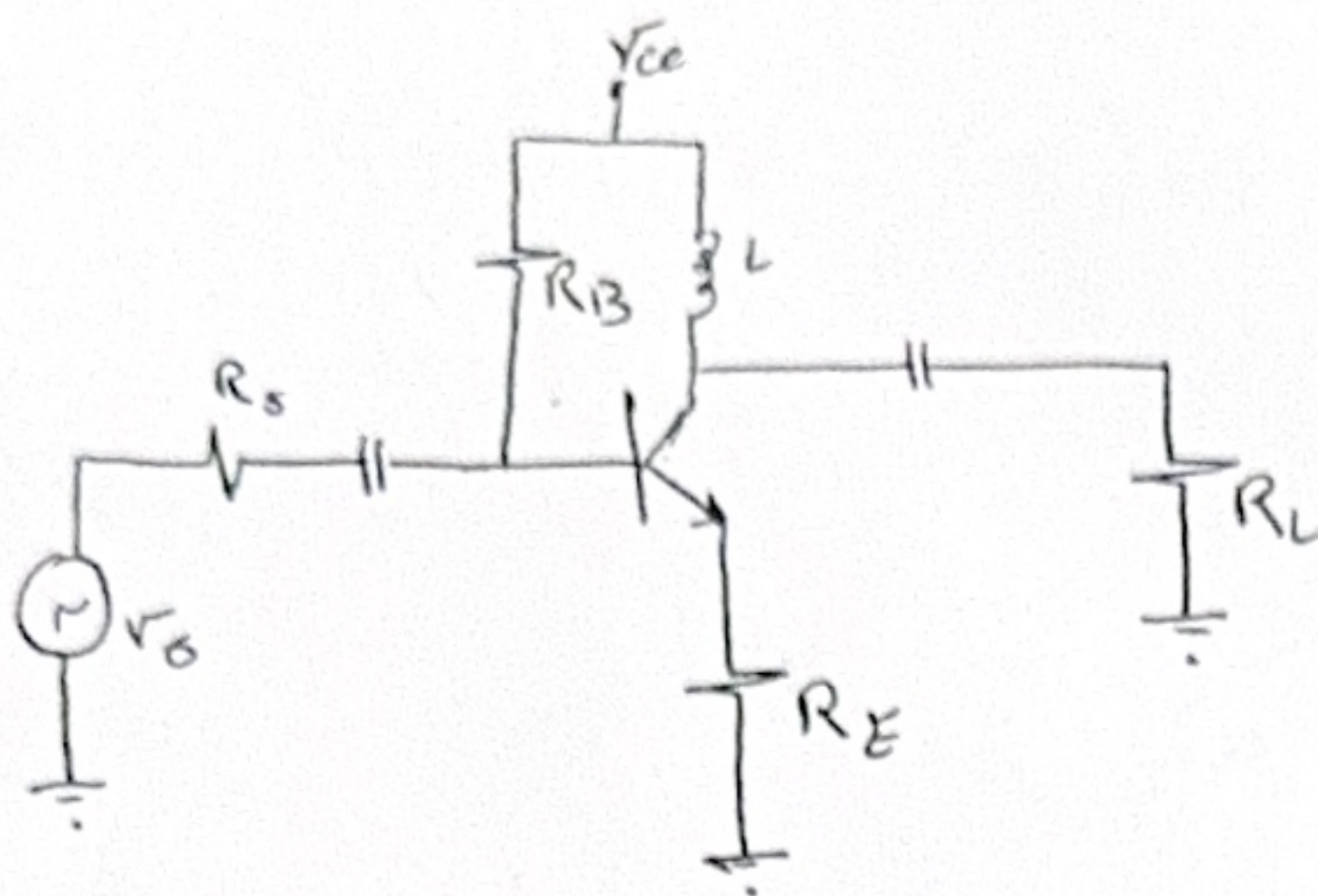
$$\eta_{max} = 0.28$$

$$\Rightarrow 1.75 (2k\Omega + (1.48 \text{ k}\Omega \parallel 1.51 \text{ k}\Omega)) = V_m = 4.53 \text{ V}$$

$$V_m = \frac{I_{bm}}{0.6 + 4.66 \parallel 1.51} = 4.53$$

(۴۸)

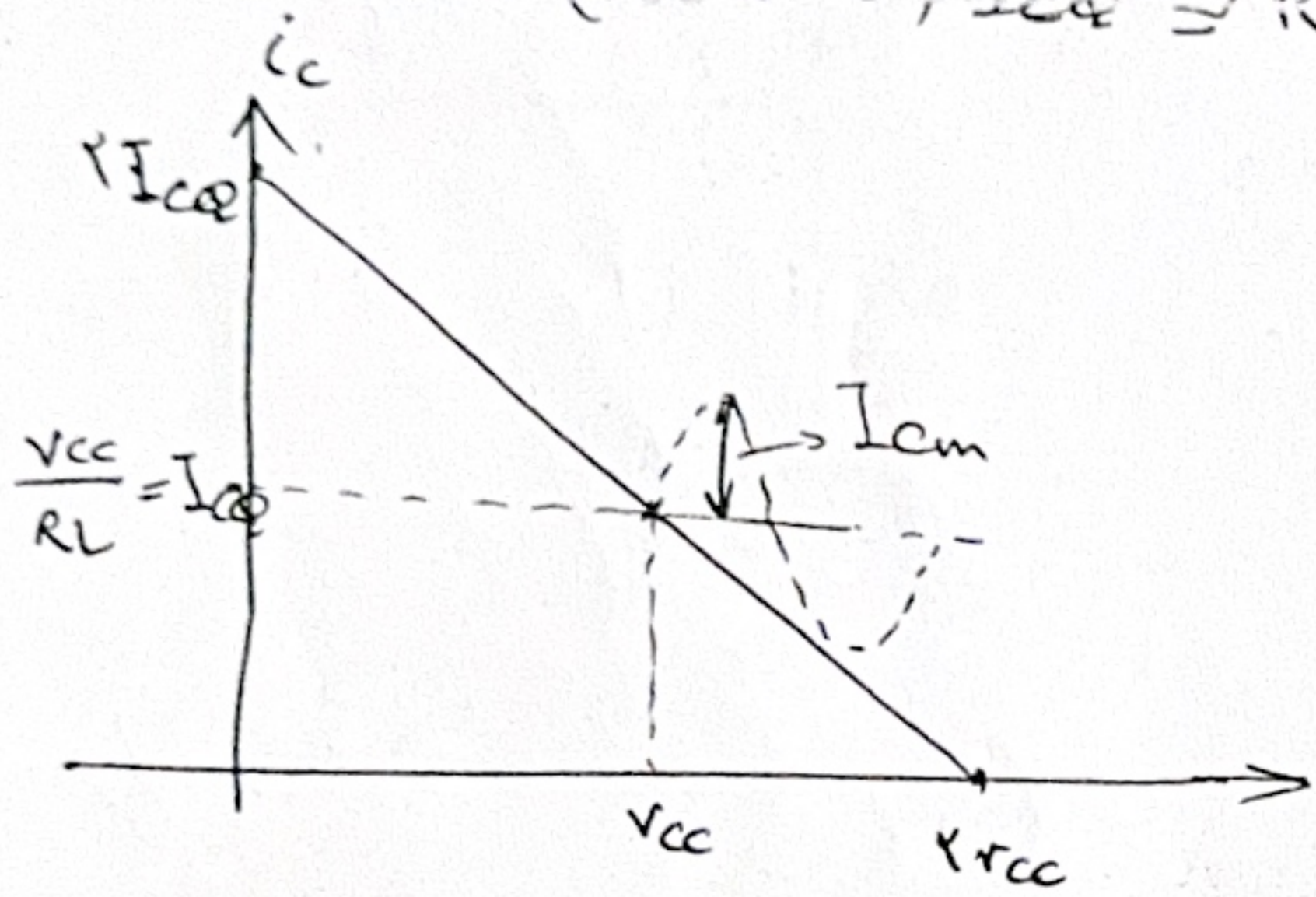
تویکتی گفته قدرت کلاس A با بزرگ شدن:



$$I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{R_{DC} + R_{AC}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E + R_L}$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \approx \frac{V_{CC}}{R_L}$$

$$V_{CEQ} = (R_C + R_L) I_{CQ} \approx R_L I_{CQ} = R_L \times \frac{V_{CC}}{R_L} = V_{CC} \Rightarrow V_{CEQ} = V_{CC}$$



$$P_L(ac) = \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2$$

$$P_{CC} = V_{CC} I_{CQ}$$

$$\eta = \frac{P_L(ac)}{P_{CC}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cm}^2}{V_{CC} I_{CQ}}$$

$$\eta_{max} \Big|_{I_{cm}=I_{CQ}} = \eta_{max} = 50\%$$

$$P_c = P_{CC} - P_L = P_{CC} - (R_L I_{CQ}^2 - \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2)$$

$$P_{cmax} \Big|_{I_{cm}=0} = P_{CC} - R_L I_{CQ}^2 = V_{CEQ} I_{CQ}$$

$$\Rightarrow \eta_c = \frac{P_L(ac)}{P_{cmax}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cm}^2}{V_{CEQ} I_{CQ}} = \eta$$

$$\eta_{cmax} \Big|_{I_{cm}=I_{CQ}}$$

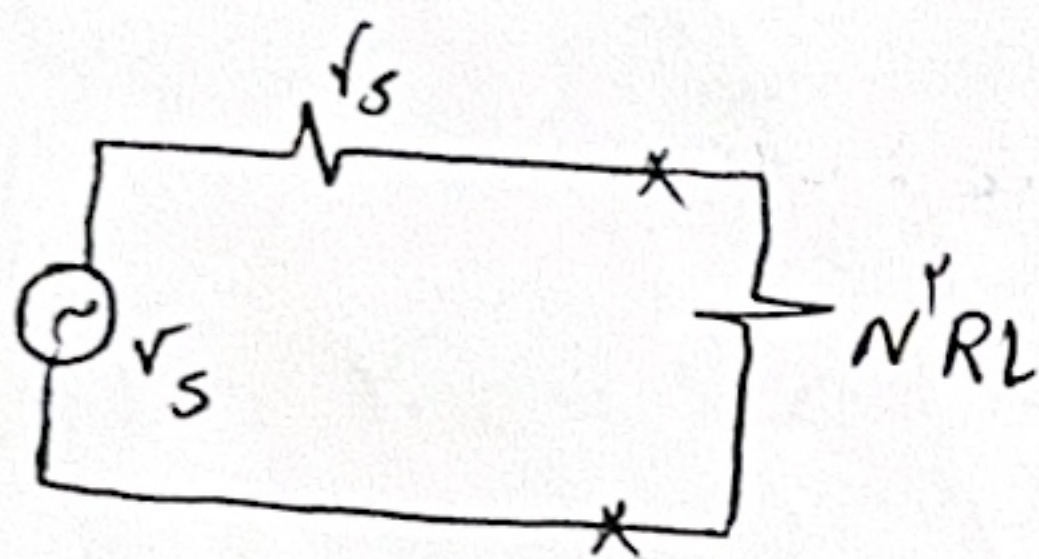
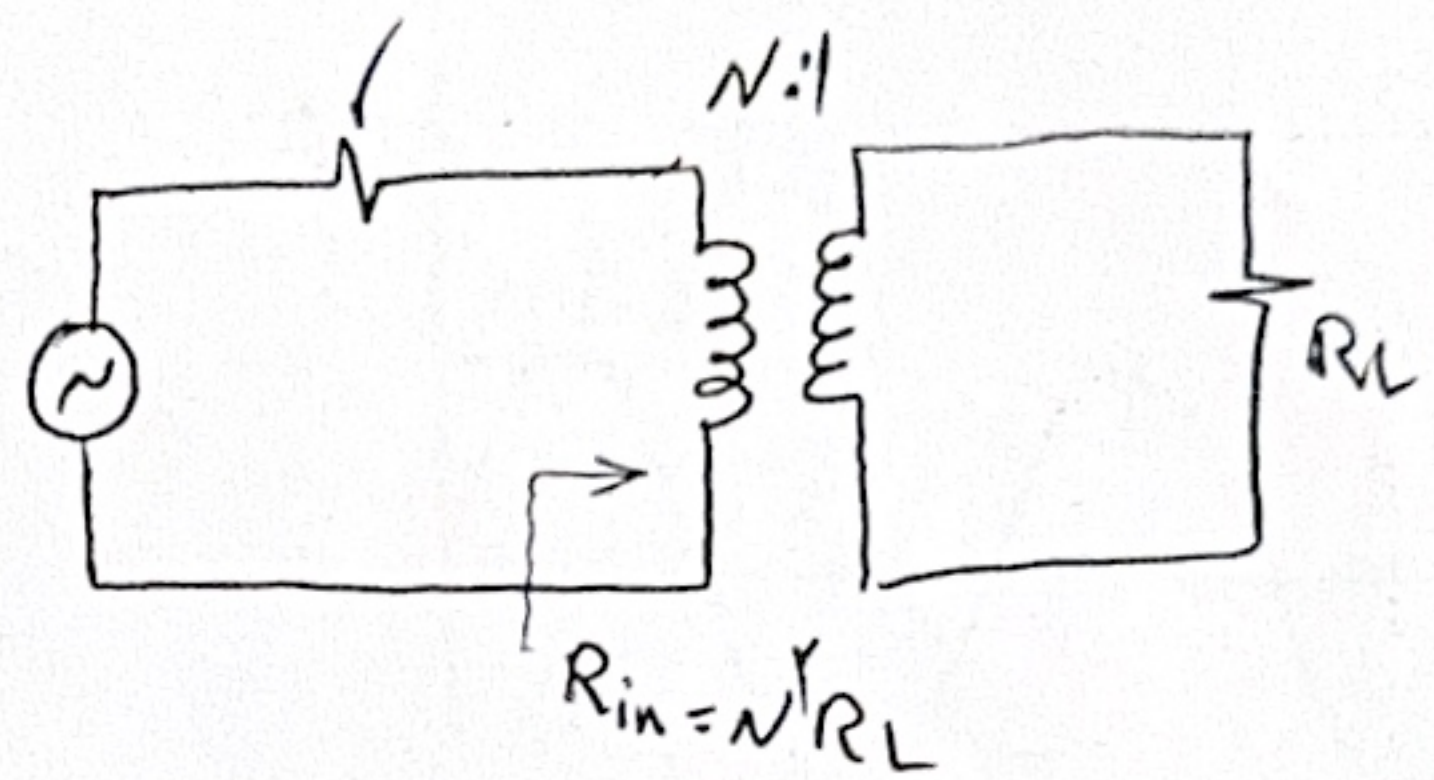
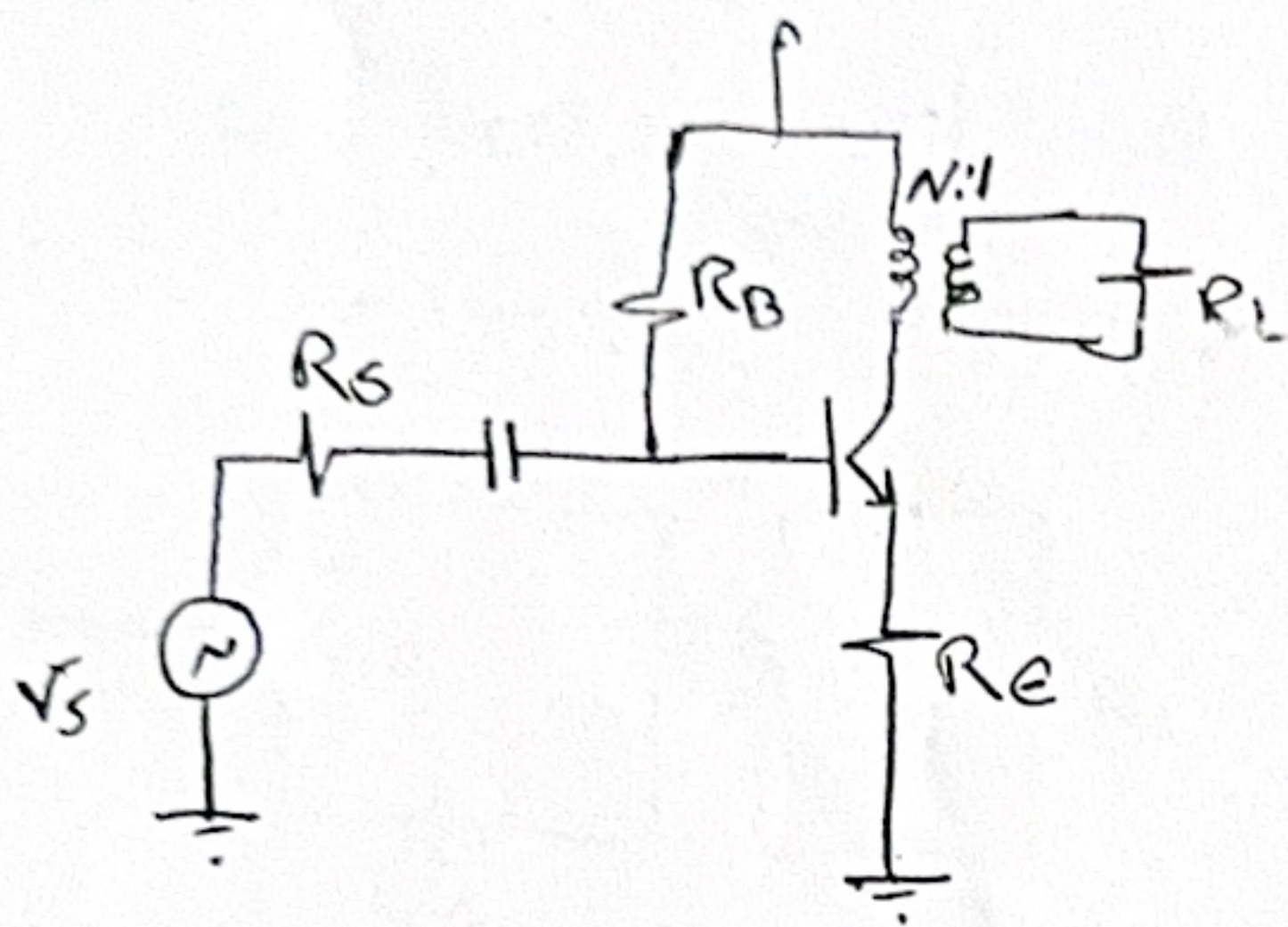
$$F.M = 2$$

* برای انتخاب ترانزیستور قدرت $I_{C(max)} \gg 2 I_{CQ} = 2 \frac{V_{CC}}{R_L}$: حدیثی که باید قبل از انتخاب رعایت شود

حدیثی که باید قبل از انتخاب رعایت شود : $P_{C(max)} \gg V_{CEQ} I_{CQ} = V_{CC} I_{CQ}$

حدیثی که باید قبل از انتخاب رعایت شود : $V_{(Br)(CE)} \gg V_{CC}$

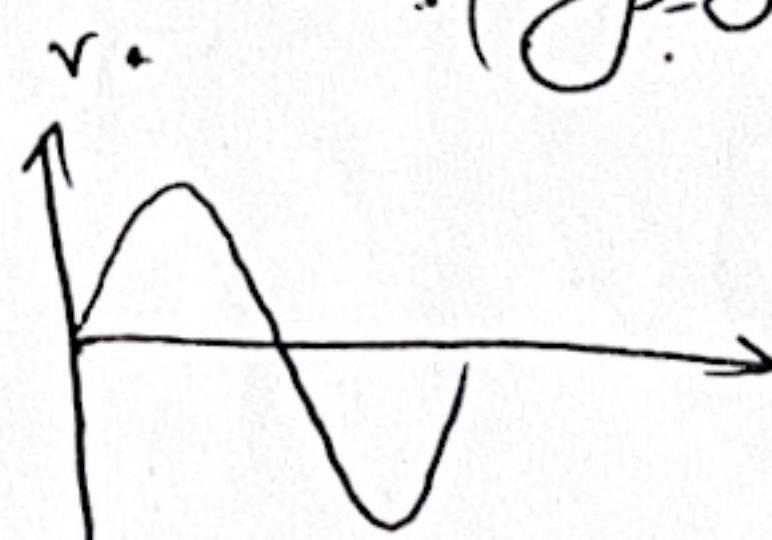
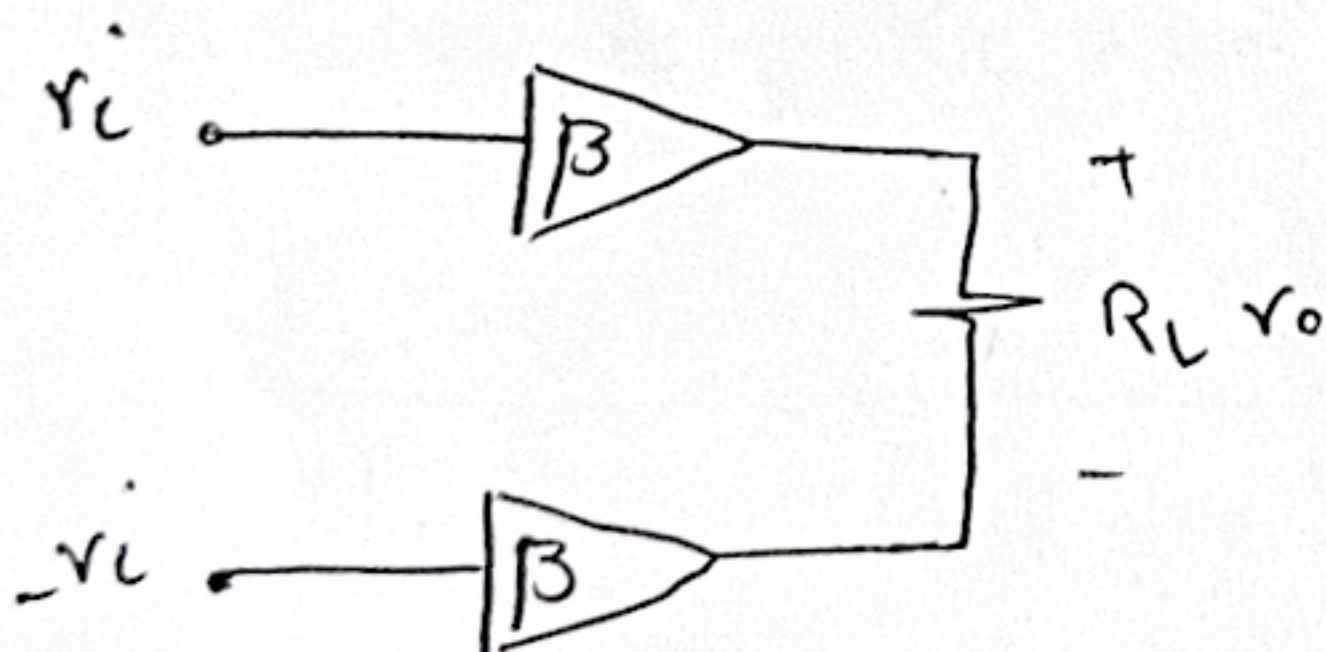
* تقویت کننده قدرت کلاس A با تقویت کننده ترانزیستور:

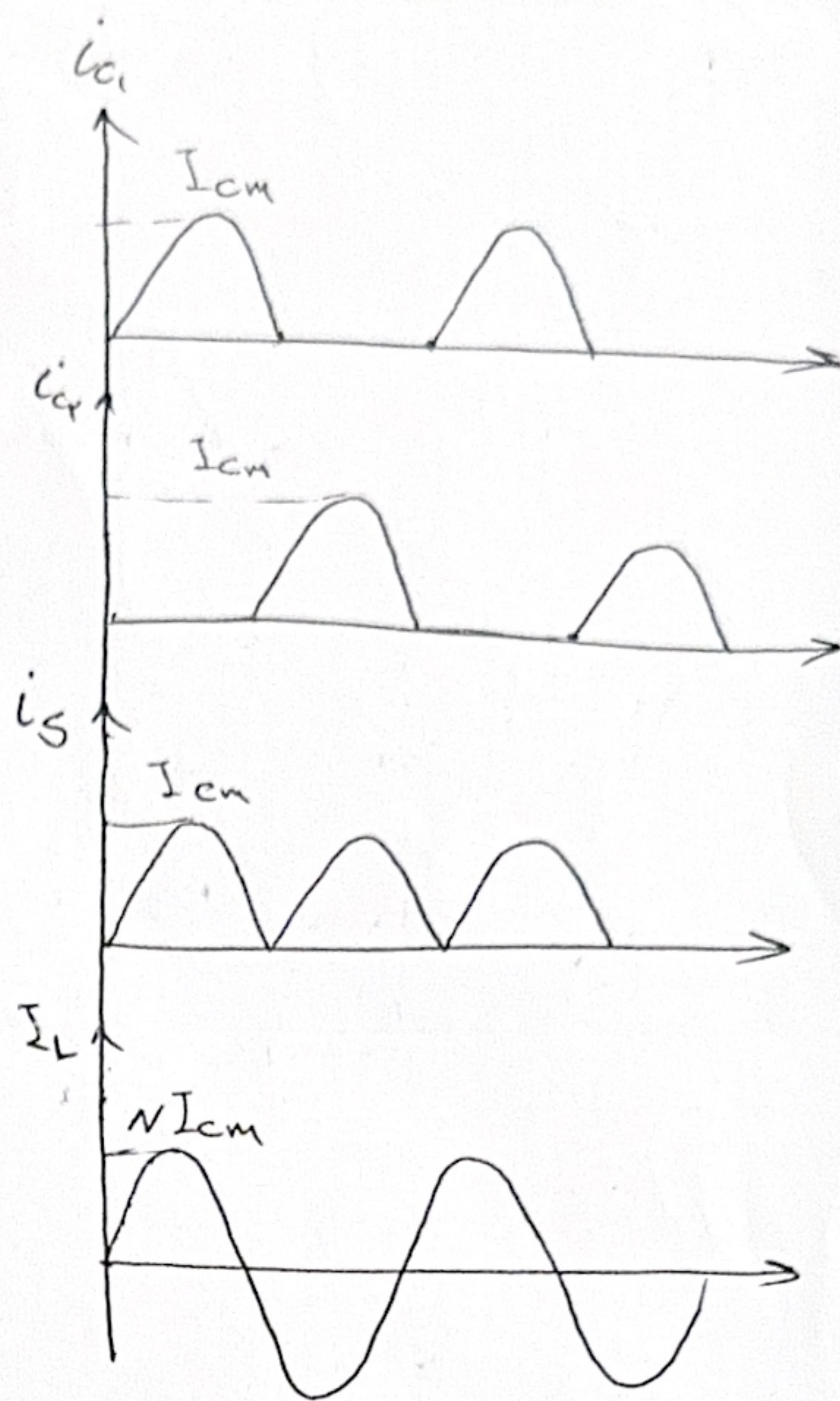
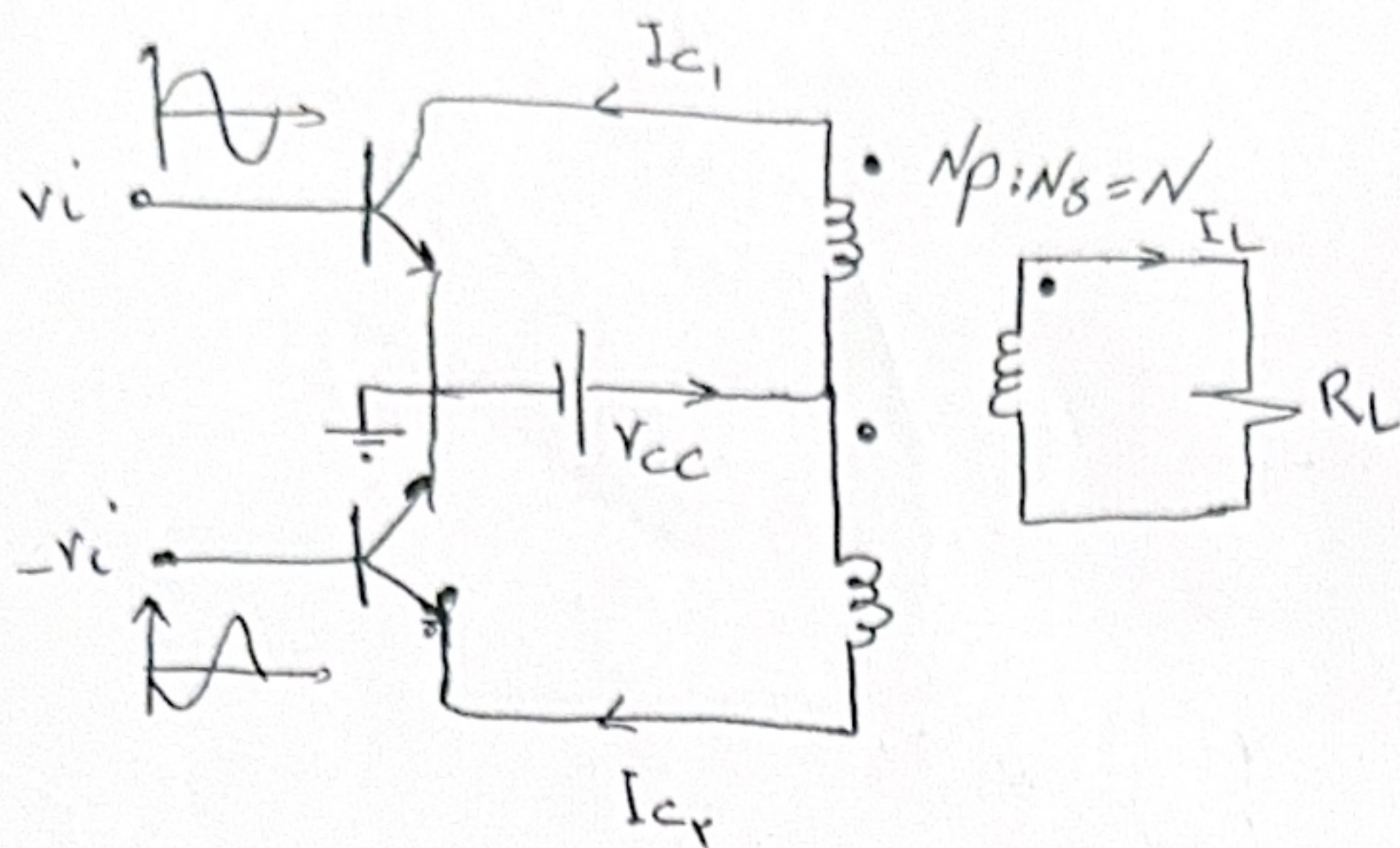


ماکتی که می توانیم با باره برسد : $V_S = N^2 R_L \Rightarrow N = \sqrt{\frac{V_S}{R_L}}$

تمام روابط مدار تقویت کننده سلفی برای این تقویت کننده نیز برقرار است فقط به جای R_L ، $N^2 R_L$ می گذاریم و نیز این نسبت تقویت کننده سلفی در اینست که در اینجا امکان تطبیق امپدانس وجود دارد.

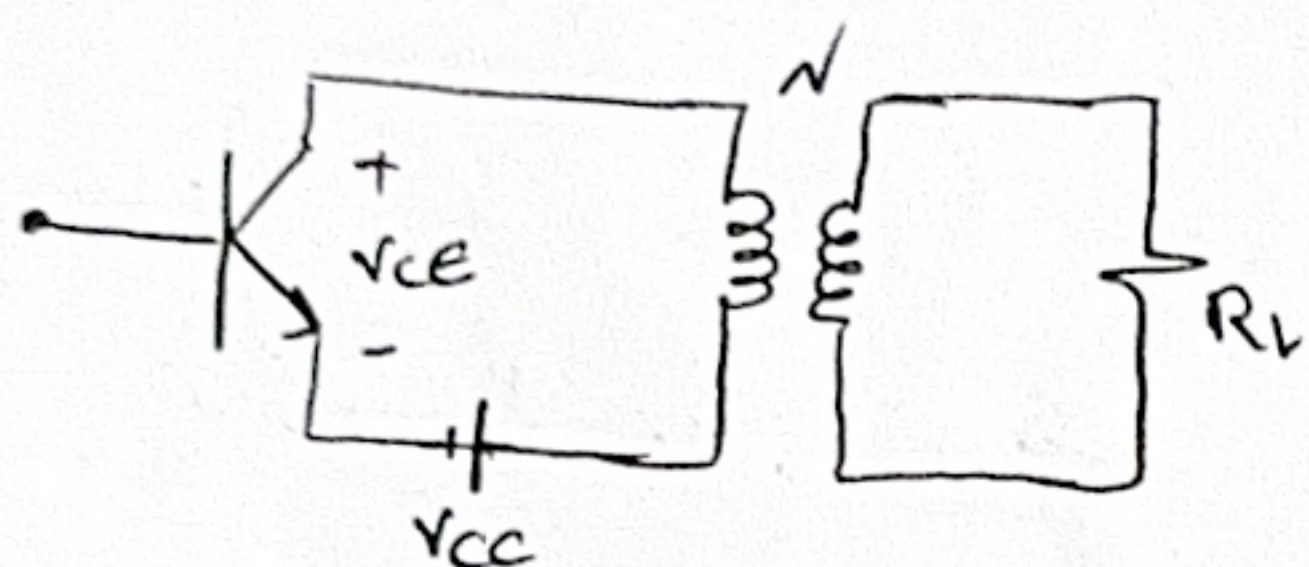
* تقویت کننده کلاس B و AB (پوش پیل) :





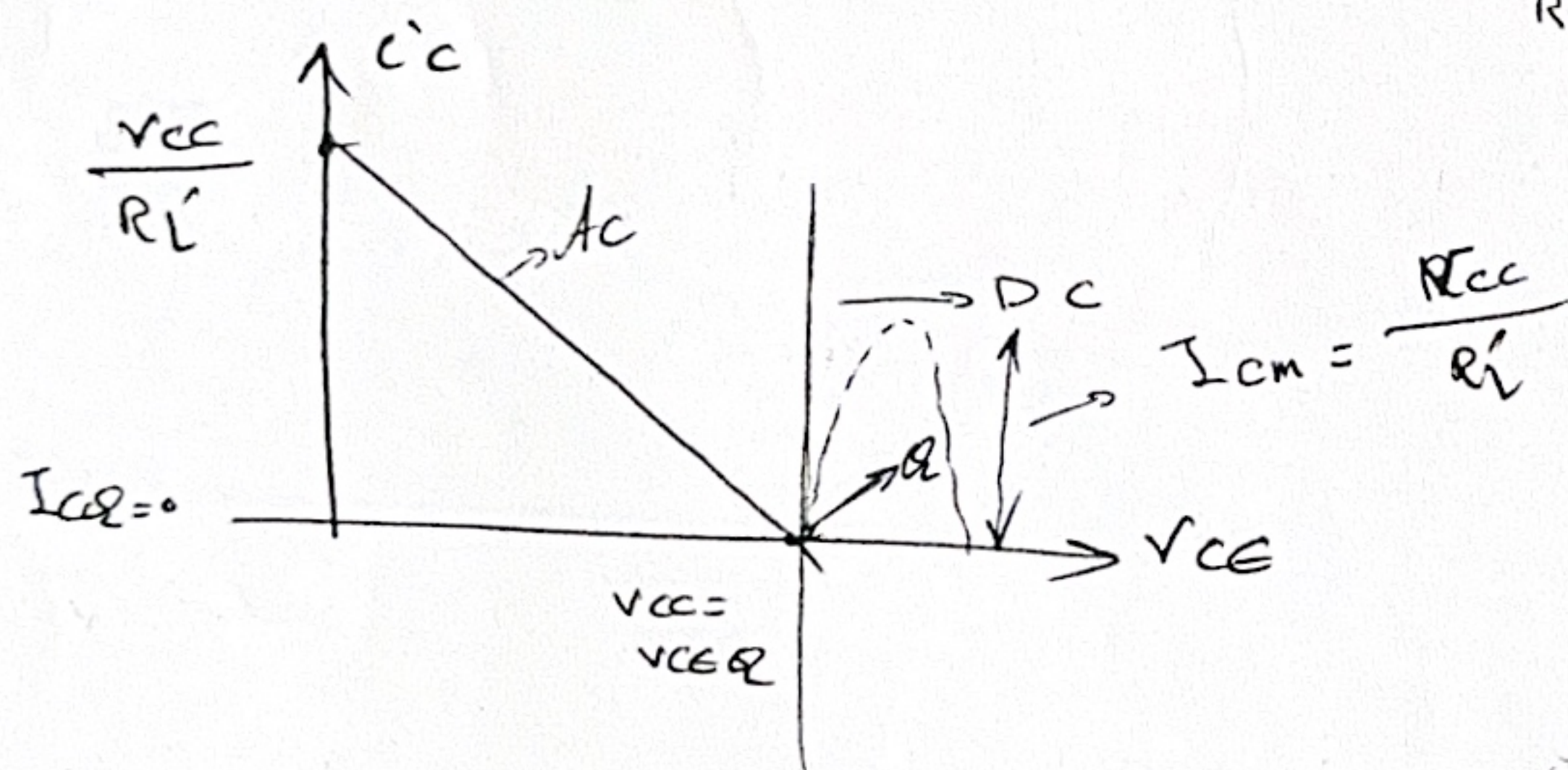
ac, vbe

$$i_c - I_{CQ} = \frac{1}{R_{ac}} (v_{CEQ} - v_{ce})$$



$$I_{CQ} = 0 ; R_{ac} = N^2 R_L$$

$$dc, v_{be}: v_{ce} = v_{cc} = v_{CEQ} \Rightarrow i_c = \frac{1}{\frac{N^2 R_L}{R_L}} (v_{cc} - v_{ce})$$



$$\Rightarrow P_L(ac) = \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2$$

$$P_{cc} = v_{ce} \cdot \frac{1}{\pi} I_{cm}$$

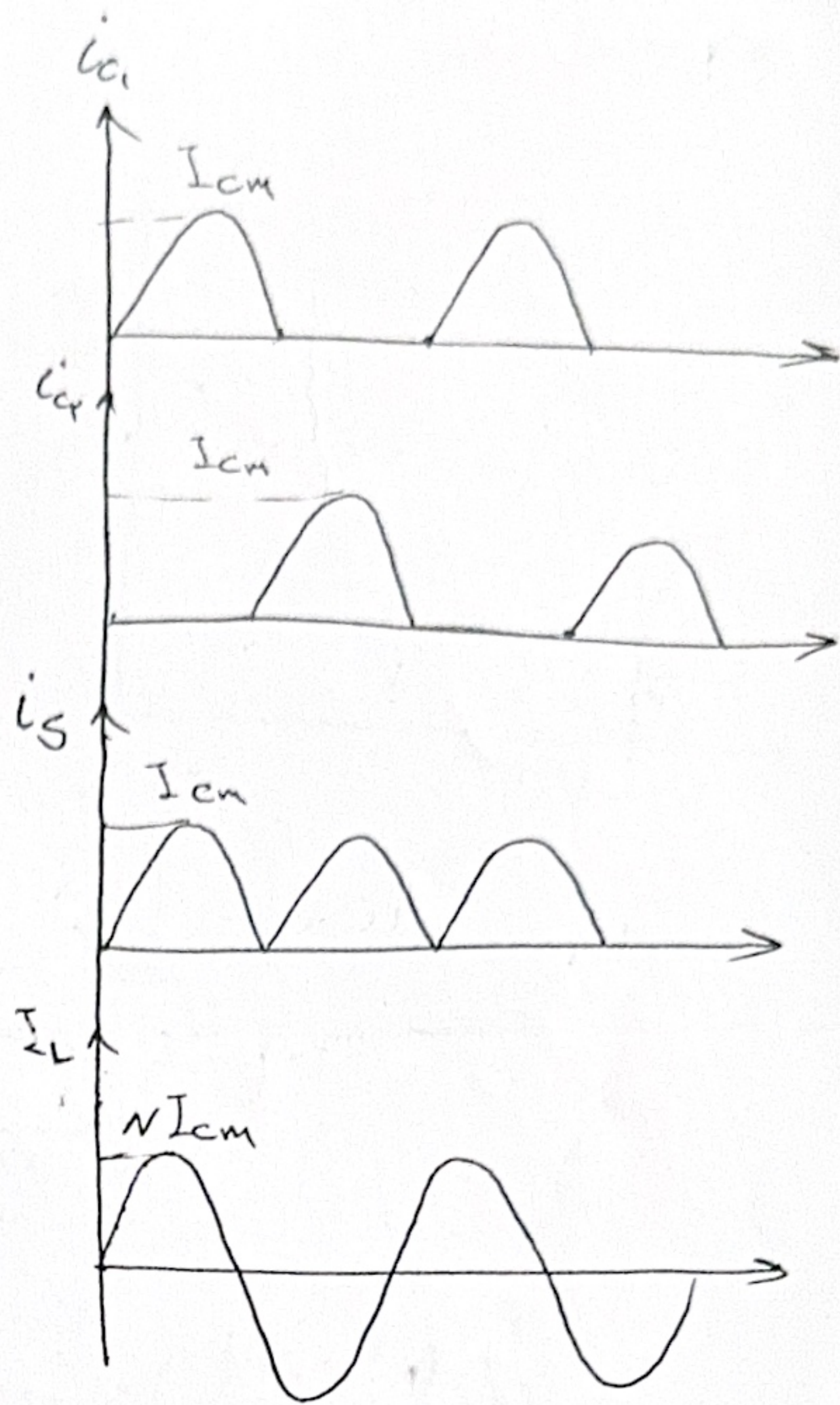
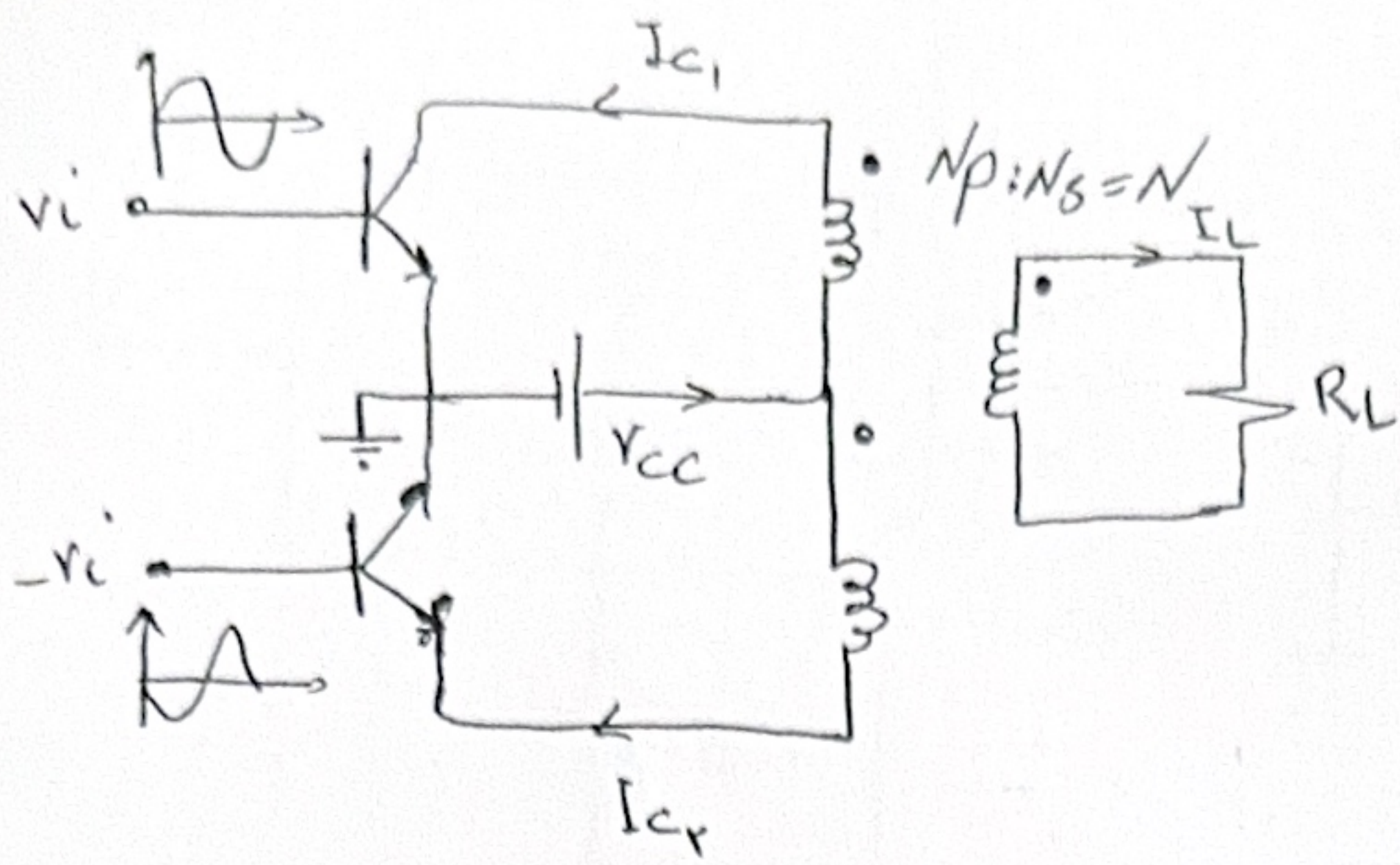
$$\eta = \frac{P_L(ac)}{P_{cc}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cm}^2}{v_{cc} \times \frac{1}{\pi} \times I_{cm}}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} R_L \times \frac{v_{cc}}{R_L'}}{v_{cc} \times \frac{1}{\pi}} = \frac{\pi}{2}$$

$$\eta_{max} = 50\%$$

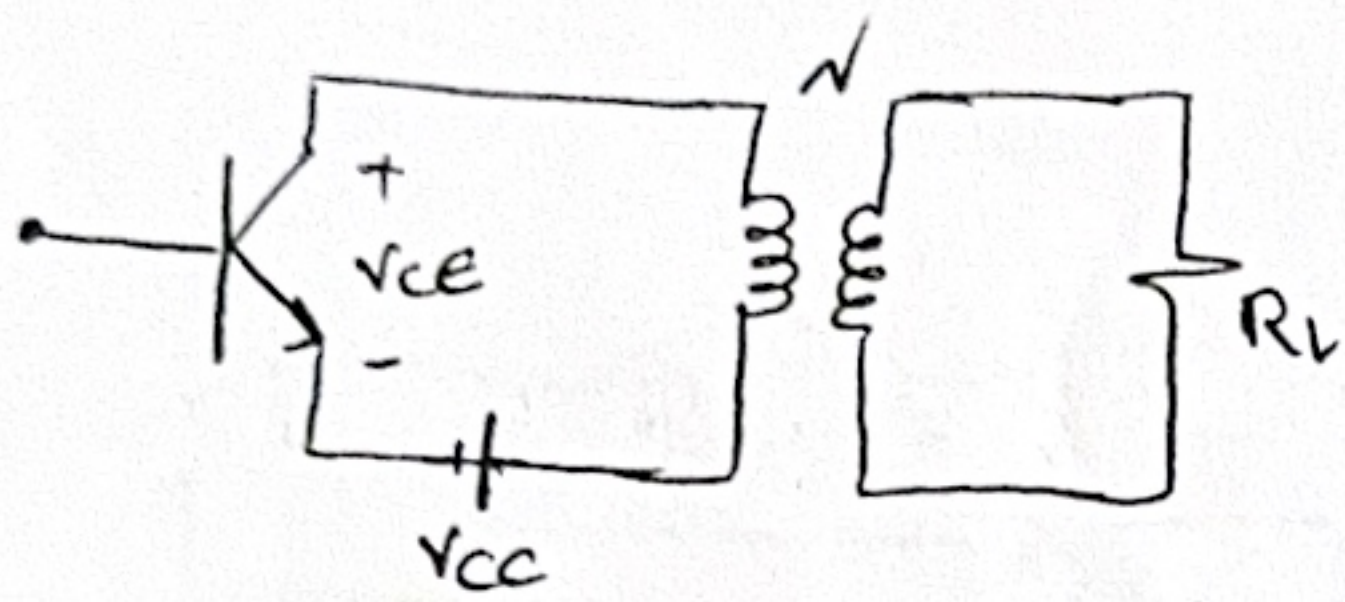
(21)

End



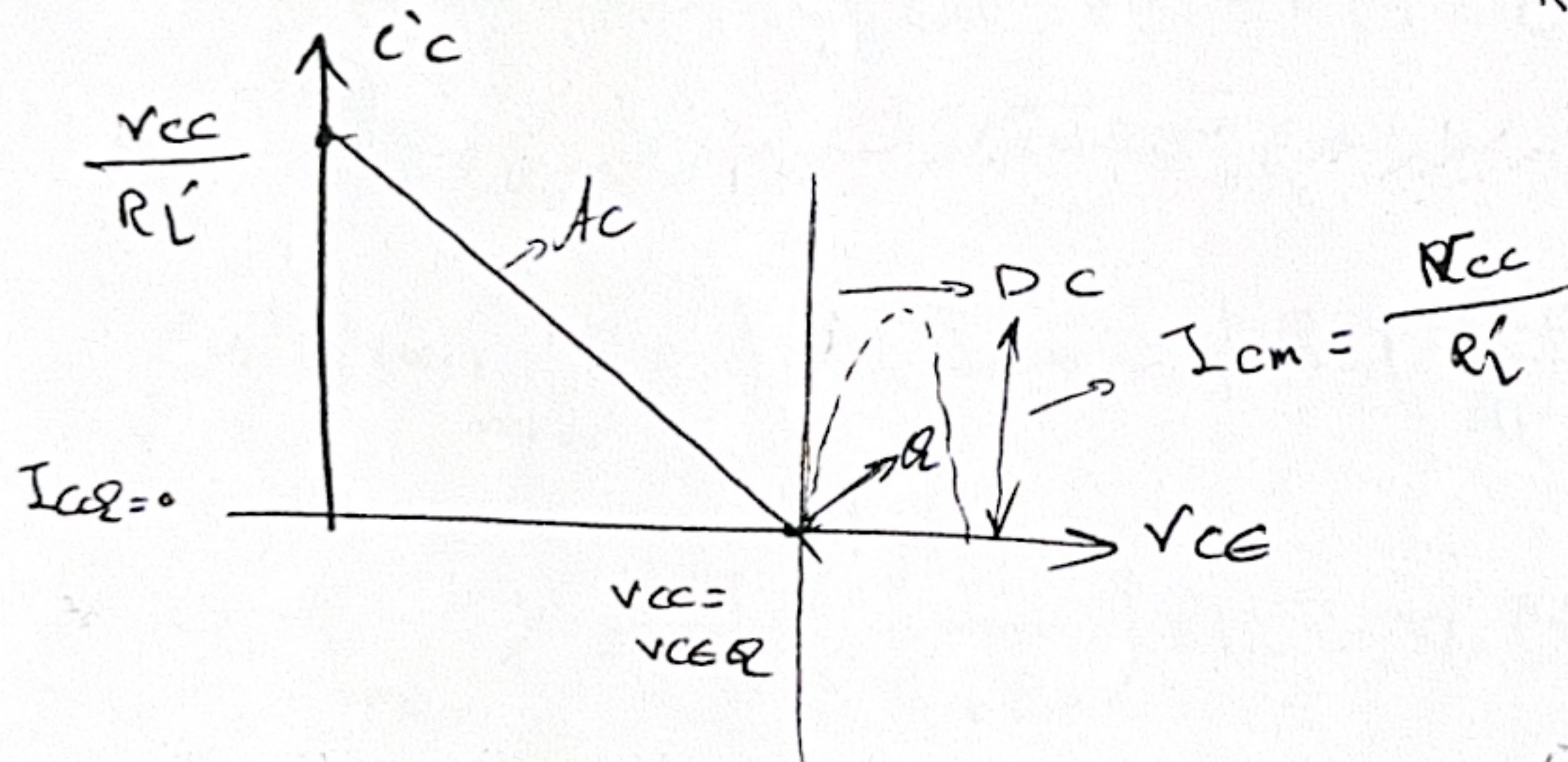
dc, vce

$$i_c - I_{CQ} = \frac{1}{R_{ac}} (V_{CEQ} - v_{ce})$$



$$I_{CQ} = 0 ; R_{ac} = N^2 R_L$$

dc, vce: $V_{CE} = V_{CC} = V_{CEQ} \Rightarrow i_c = \frac{1}{N^2 R_L} (V_{CC} - v_{ce})$



$$\Rightarrow P_L(ac) = \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2$$

$$\eta = \frac{P_L(ac)}{P_{ce}} = \frac{\frac{1}{2} R_L I_{cm}^2}{V_{cc} \times \frac{1}{\pi} \times I_{cm}}$$

$$P_{ce} = V_{ce} \cdot \frac{1}{\pi} I_{cm}$$

$$P_{ce} = V_{ce} \cdot \frac{1}{\pi} I_{cm}$$

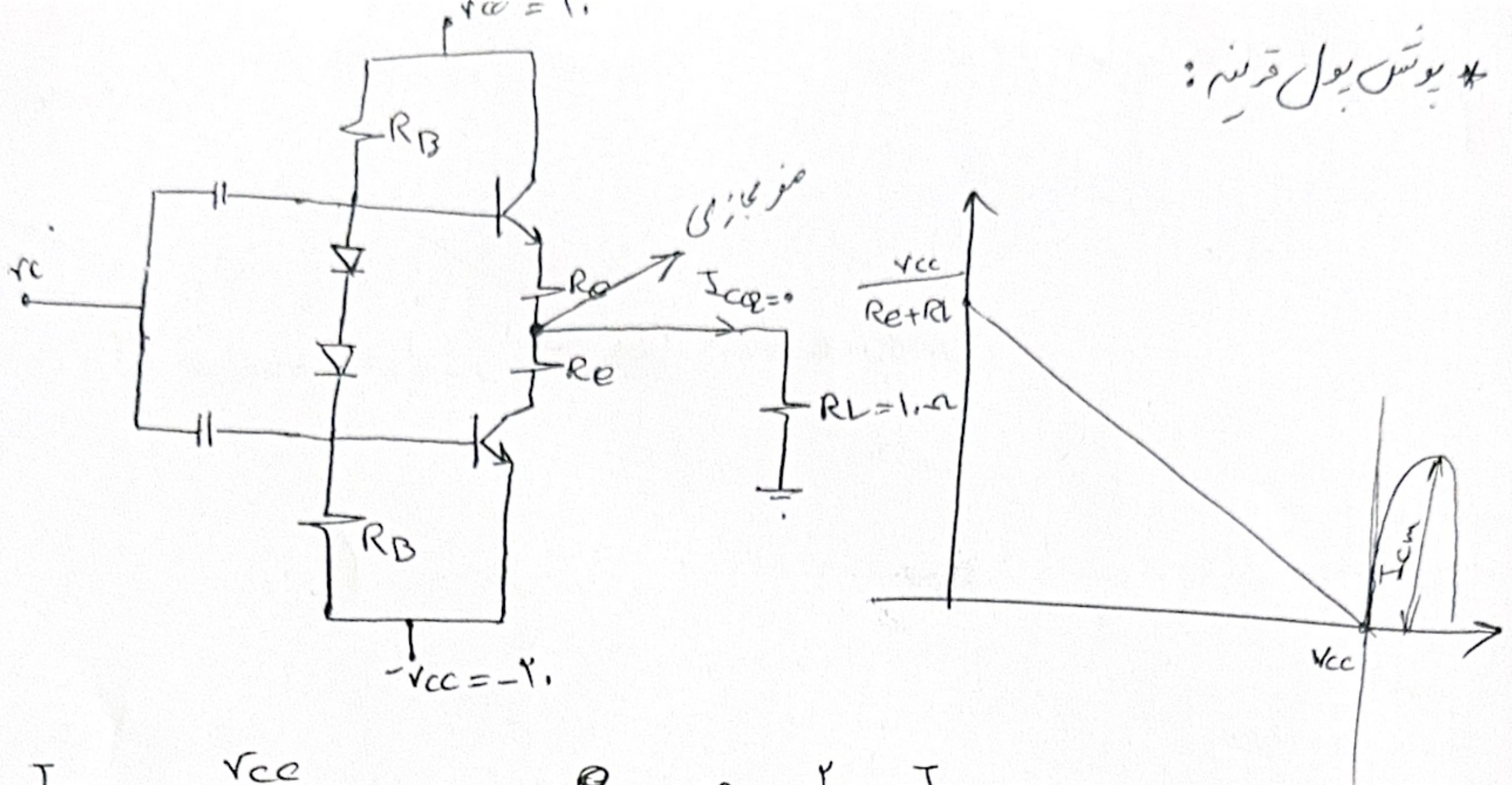
$$= \frac{\frac{1}{2} R_L \times \frac{V_{cc}}{R_L}}{V_{cc} \times \frac{1}{\pi}} = \frac{\pi}{2}$$

$$\eta_{max} = 50\%$$

(د1)

من

* پوشش بول قرینه:



$$I_{Cm} = \frac{V_{CC}}{R_e + R_L}$$

$$P_{CC} = V_{CC} \times \frac{2}{\pi} I_{Cm}$$

$$P_{L(ac)} = \frac{1}{2} R_L I_{Cm}^2$$

$$\eta_{max} = \frac{R_L}{R_L + R_e} \times \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow F.M = \frac{1}{2} \left(\frac{R_L + R_e}{R_L} \right)^2$$

مثال: مقایسه با ترانزیستور در بالا نوشته شده است.
 الف) می‌توانیم توان تحویل بار را به دست آوریم (ب) رابطه در شرایط فوق (ج) توان هر طرف در ترانزیستور
 در شرایط فوق (د) می‌توانیم هر طرف ترانزیستور (ه) مشخصات ترانزیستور را بر روی برگه

$$P_{L(ac)}_{max} = \frac{1}{2} R_L I_{Cm}^2 = \frac{1}{2} R_L \left(\frac{V_{CC}}{R_L + R_e} \right)^2 = 17.53 \text{ W}$$

$$\eta_{max} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{R_L}{R_L + R_e} \right) \times 100 = 71.49\%$$

$$P_C = \frac{1}{2} \left[V_{CC} \times \frac{2 I_{Cm}}{\pi} - \frac{1}{2} R_L I_{Cm}^2 \right] = 4.31 \text{ W}$$

$$P_C (max) = F.M \times P_{L(ac)}_{max} = \frac{1}{2} \left[\frac{R_L + R_e}{R_L} \right]^2 \times 17.53 = 2 \text{ W}$$

$$I_C (max) = \frac{V_{CC}}{R_L + R_e} = 1.12 \text{ A}$$

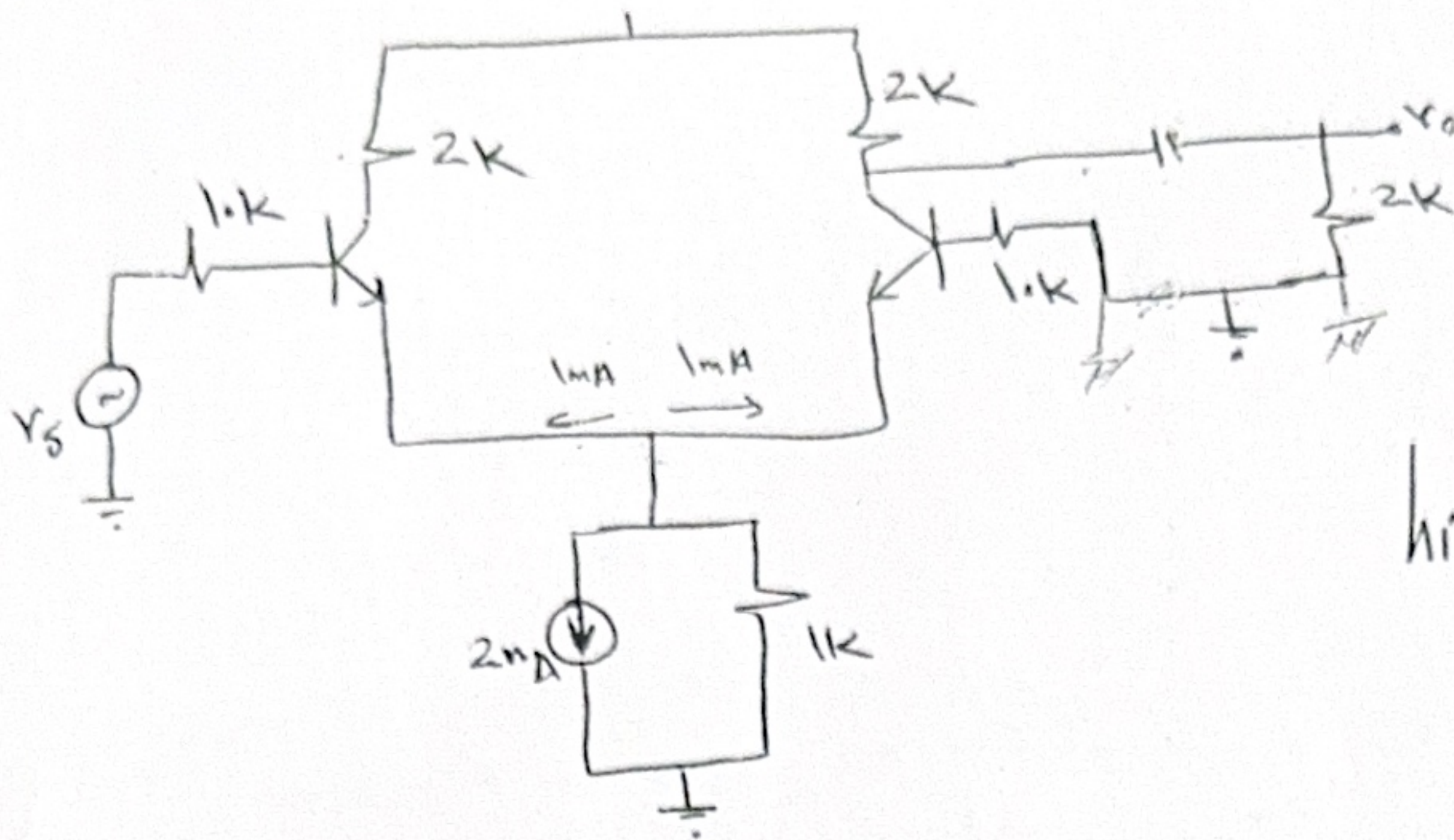
(۵۳)

انبار

$$P_c(\text{max}) \gg \text{F.M } P_L(\text{ac}) = \sum w_{\text{max}}$$

$$V_{Br}(ce) \gg V_{cc} = \sum V$$

homayoun_vahimi 1371 @ yahoo.com



$$R_i = 100 \text{ k}\Omega \quad \beta = 100 \quad \frac{V_o}{V_s} = ?$$

$$h_{ie} = h_{fe} \frac{0.025}{I_E} = 100 \frac{0.025}{1} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$A_c = \frac{-\beta R_c}{R_B + h_{ie} + (1+\beta)[2 \times 1]} = \frac{-100 \times 2}{10 + 2.5 + \frac{(101) \times 2}{202}} = -0.93$$

$$A_d = \frac{-\beta R_c}{2(R_B + h_{ie} + (1+\beta)1)} = \frac{-200}{2(10 + 2.5 + 101)} = -0.88$$

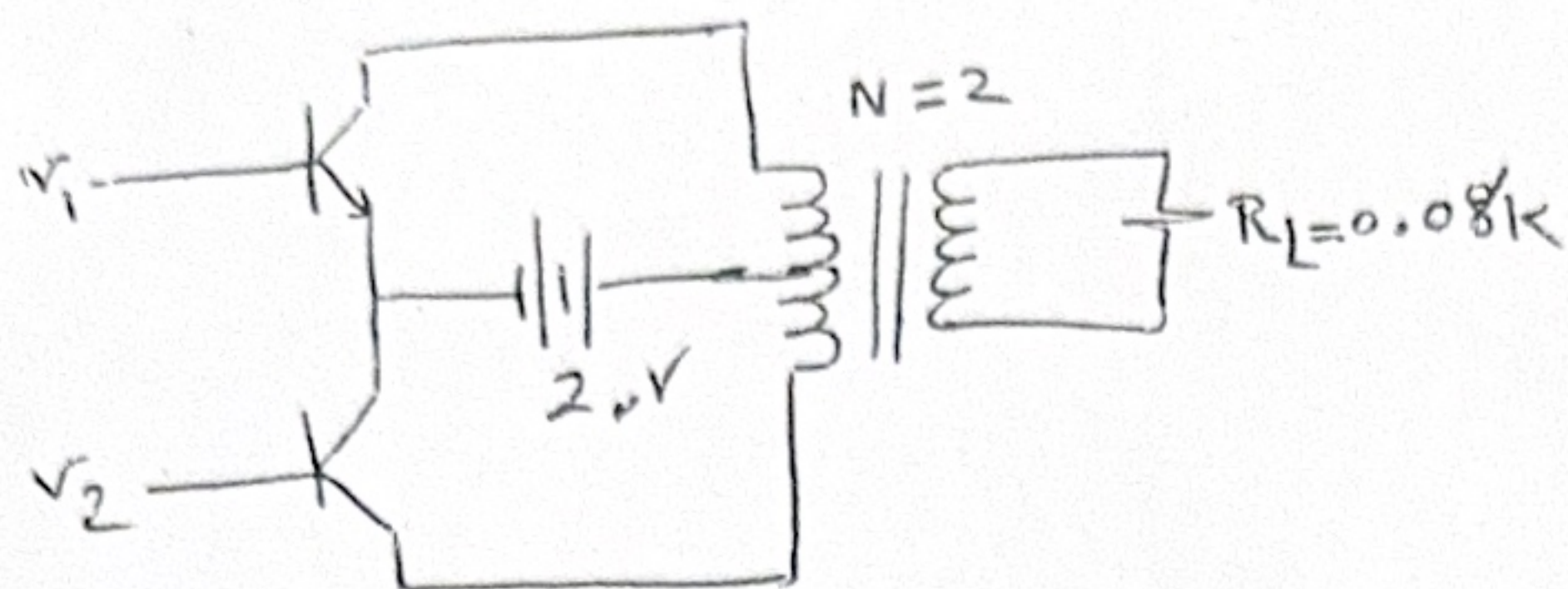
$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{A_c}{2} - A_d = \frac{-0.93}{2} - (-0.88) = -0.465 + 0.88 = 0.415$$

$$\text{CMRR} = \frac{|A_d|}{|A_c|} = 20 \log(1.056) = 0.473$$

$$R_i = \Rightarrow 10 + h_{ie} + (1+h_{fe}) \left(1k + \left(\frac{10+h_{fe}}{1+h_{fe}} \right) \right)$$

مطابق منبع در دست
\$R_i\$

$$R_i = 10 + 2.25 + \frac{(101)(1.123)}{113.5} = 125.75 \text{ k}\Omega$$



(5/5) الف) حد اکثر توان تحویل به بار چقدر است؟
 ب) حد اکثر توان اهدا در رگه در خروجی ترانزیستور
 و توان تحویل به بار در این حالت چقدر است؟
 ج) مشخصات ترانزیستور در جدولت اگر بدید؟

$$P_{L(max)} = \frac{V_{CC}^2}{2N^2 R_L} = \frac{20^2}{2(2)^2 \times 0.08} = 1250 \text{ W}$$

ب) $P_{C(max)} = V_{CEQ} I_{CQ}$ $\Rightarrow I_{CQ} = \frac{20}{4 \times 0.08} = 62.5$

$V_{CEQ} = V_{CC}$ $I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{N^2 R_L}$

توان تحویل به بار
توان اهدا در رگه

$$P_{C(max)} = 20 \times 62.5 = 1250 \text{ W}$$

$$\frac{1250}{2} = 625 \text{ W}$$

$$P_{L(ac)} = \frac{1}{2} R_L' I_{cm}^2 = 625 \text{ W}$$

$I_{cm} = \frac{V_{CC}}{N^2 R_L}$

$$P_L = \frac{1}{2} N^2 R_L I_{cm}^2 = 625$$

$$P_C = P_{CC} - P_L = \frac{V_{CC}^2}{N^2 R_L} - \frac{1}{2} R_L' I_{cm}^2$$

توان تحویل به بار در خروجی ترانزیستور

$$P_C = -500$$

ج) $I_C(max) \gg 2 I_{CQ} = 2 \frac{V_{CC}}{R_L} = 2 \frac{20}{0.08} = 500 \text{ mA}$

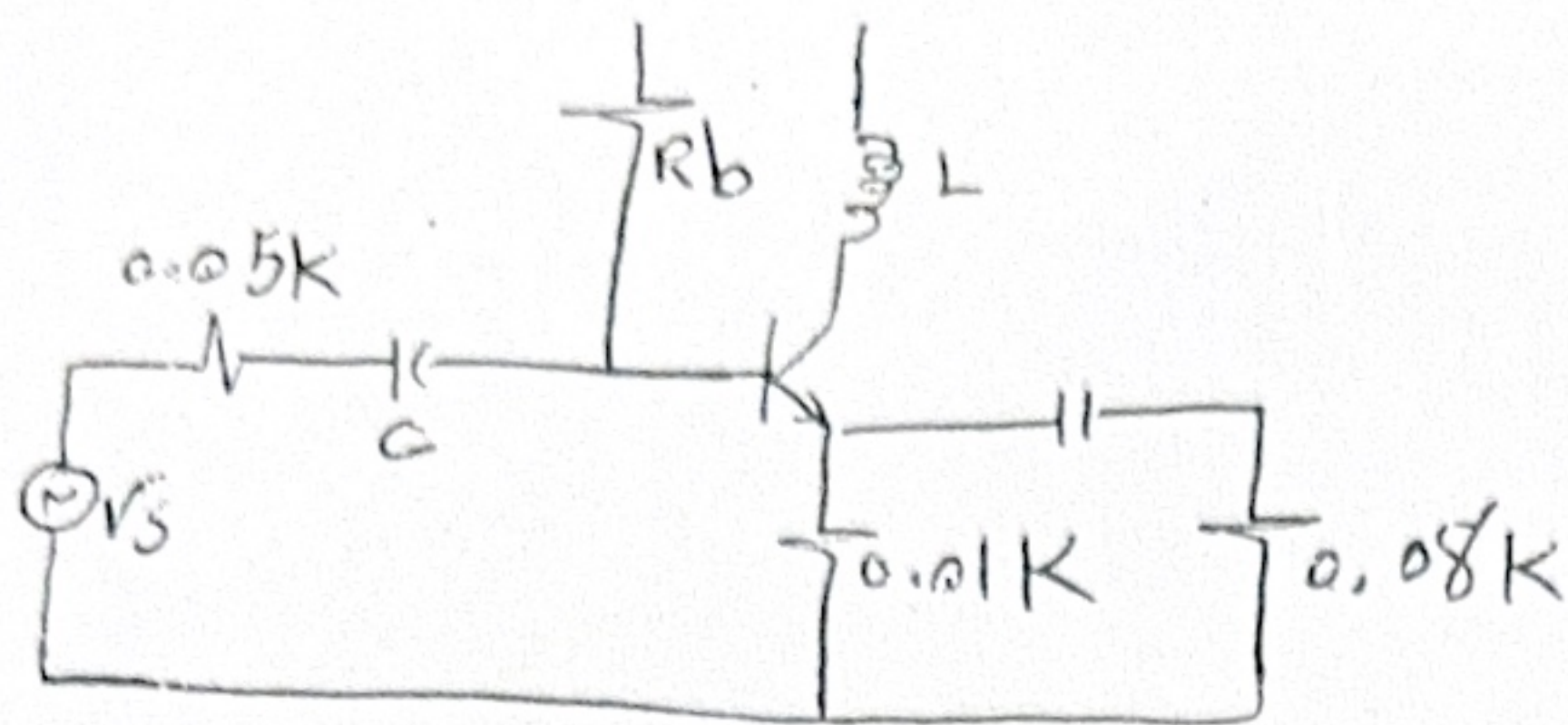
حد اکثر جریان عبور از بار
حد اکثر جریان عبور از ترانزیستور

$P_C(max) \gg V_{CEQ} I_{CQ} = V_{CC} I_{CQ} = V_{CC} \times \frac{V_{CC}}{R_L} = 5000$

حد اکثر توان تحویل به بار
حد اکثر توان اهدا در رگه

$$V_{(B-E)} \gg 2 V_{CC} = 40 \text{ V}$$

حد اکثر ولتاژ بین بایس و امیتر
حد اکثر ولتاژ



ب) به ازای چه مقدار از رانده گینال در ورودی انداخته شود؟

$$\beta = 20$$

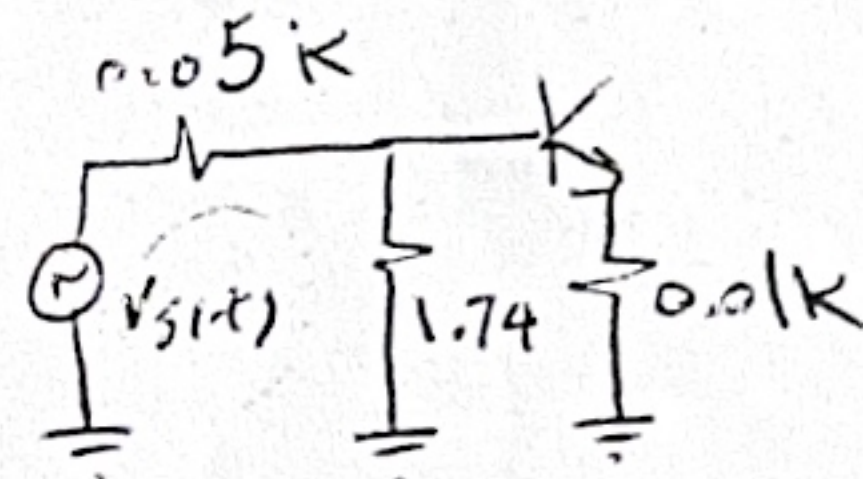
$$a) I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{2R_E + R_L} \approx \frac{V_{CC}}{R_L} = \frac{20}{0.08} = 250 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{250}{20} = 12.5 \text{ mA}$$

$$20 - R_B I_{BQ} - 0.7 + R_E I_E = 0 \Rightarrow 19.3 - R_B 12.5 + 2.5 = 0$$

$$R_B = 1.744 \text{ k}\Omega$$

$$h_{re} = \beta \times \frac{0.025}{I_{CQ}} = 20 \times \frac{0.025}{250} = 0.003$$



$$i_b(0.05 + 0.003 \parallel 1.744) = v_s(t) \Rightarrow 1.5 \sin \omega t$$

$$i_b = 0.05 \sin \omega t \text{ (mA)} \Rightarrow i_c = 1.05 \sin \omega t \text{ (mA)}$$

$$i_c = \beta i_b$$

$$P_{L(ac)} = \frac{1}{2} R_L I_{cm}^2 = \frac{1}{2} \times 0.08 \times (1.05)^2 = 0.0441$$

$$P_{ce} = V_{CC} I_{CQ} = 5 \Rightarrow \eta = \frac{P_{L(ac)}}{P_{ce}} = \frac{0.044}{5} = 0.88\%$$

$$I_{cm} = I_{CQ} = 250 \text{ mA} \Rightarrow I_{bmax} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 12.5 \text{ mA}$$

$$\eta_{max} = 0.25$$

$$12.5 (0.05 + (0.003 \parallel 12.5)) = r_m = 0.99$$

$$r_m = \frac{I_{bm}}{0.05 + 0.003 \parallel 12.5} = \frac{12.5}{0.079} = 156.39$$