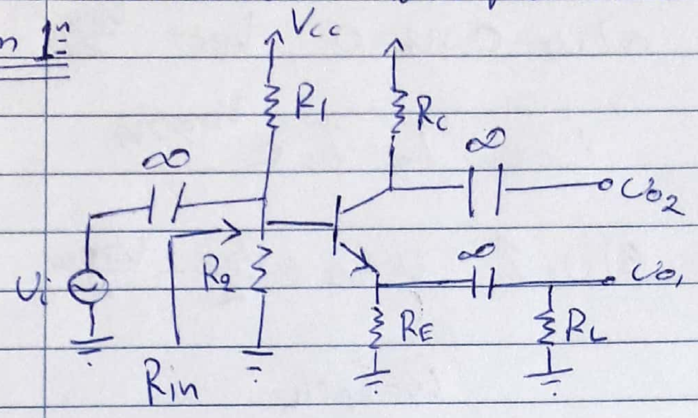
SOS: AC Ανάλυση Transistor.

H1 - 11/05/2018 Μάθημα Ασκήσεων

Άσκηση 1η

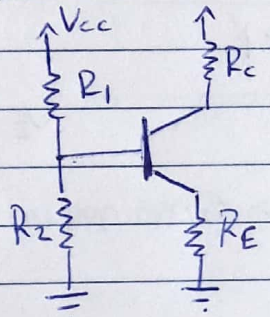


a) $\frac{V_{o1}}{V_i} = ?$

β) $\frac{V_{o2}}{V_i} = ?$

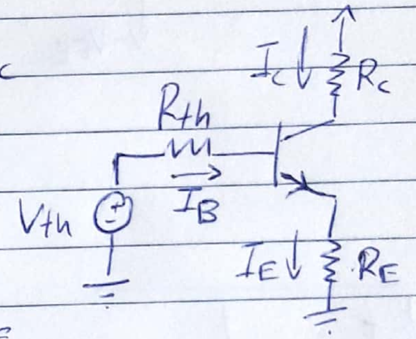
γ) R_{in}

DC-Ανάλυση



$$V_{th} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{cc}$$

$$R_{th} = R_1 // R_2$$



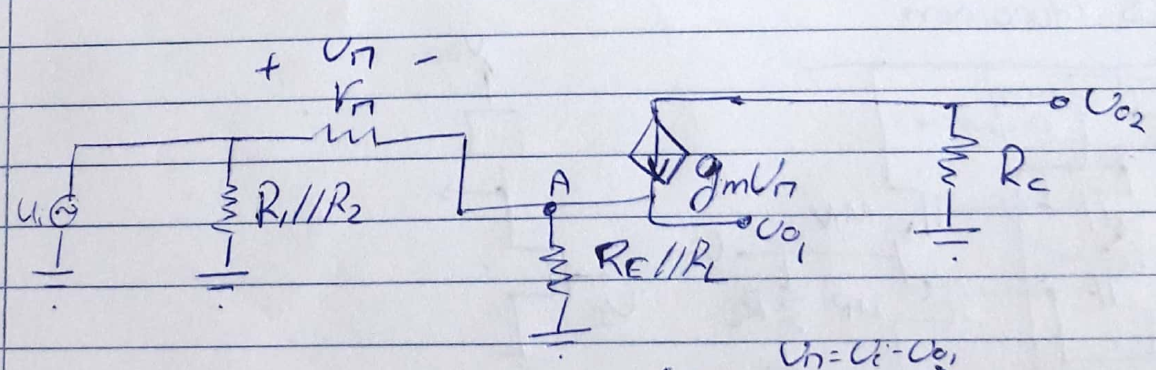
$$\text{N.T.K.} \quad V_{th} - I_B R_{th} - V_{BE} - \underbrace{(\beta+1) I_B}_{I_E} R_E = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta+1) R_E}$$

$$I_C = \beta I_B \qquad g_m = \frac{I_C}{V_T} \qquad r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$$

AC-Ανάλυση

(DC πηγές τάσης βραχυκυκλώνονται
DC πηγές ρεύματος ανοιχτοκυκλώνονται)



$$\text{N.P.K}_A: \quad \frac{V_i - V_{o1}}{r_\pi} + g_m V_\pi = \frac{V_{o1}}{R_E // R_L} \xRightarrow{V_\pi = V_i - V_{o1}}$$

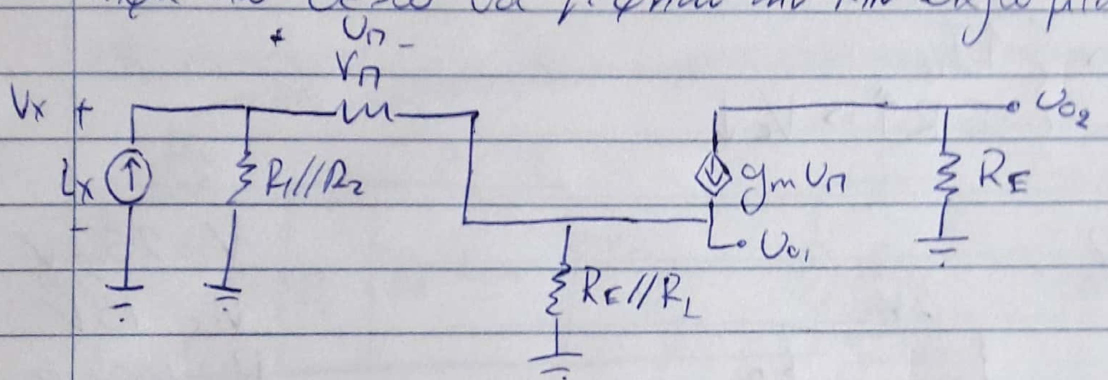
$$\Rightarrow V_i \left(\frac{1}{r_\pi} + g_m \right) = V_{o1} \left(\frac{1}{R_E // R_L} + g_m + \frac{1}{r_\pi} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_1 = \frac{U_{o1}}{U_i} = \frac{\frac{1}{r_\pi} + g_m}{\frac{1}{R_E//R_L} + g_m + \frac{1}{r_\pi}}$$

$$U_{o2} = -g_m U_\pi R_c = -g_m (U_i - U_{o1}) R_c = -g_m (U_i - A_1 U_i) R_c \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ldots \Rightarrow A_2 = \frac{U_{o2}}{U_i} = \ldots$$

Για να βρω R_{in}: πρέπει να βραχυκυκλώσω ανεξάρτητες πηγές τάσης και να ανοιχτοκυκλώσω ανεξάρτητες πηγές έντασης και στα άκρα που θέλω να μετρήσω την R_{in} βάζω μια πηγή V_x ή i_x π.χ.



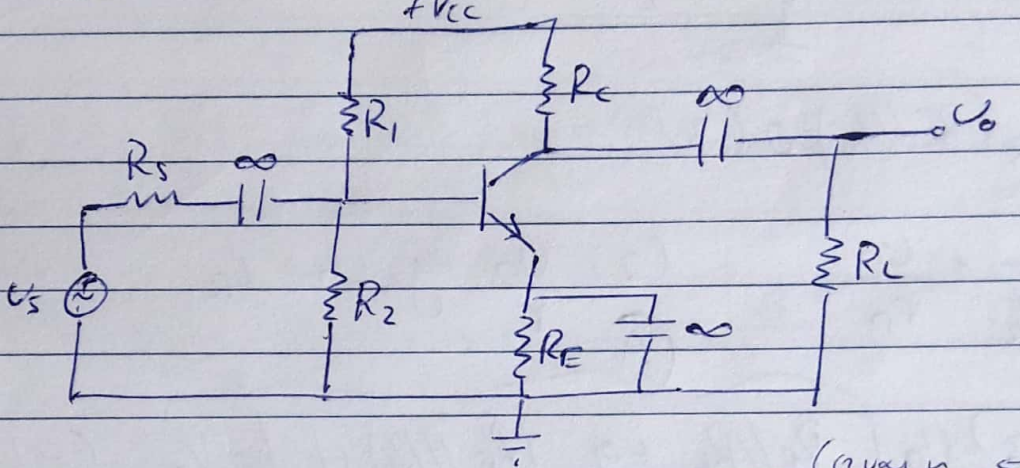
$$V_x - U_\pi - i_R (R_E // R_L) = 0 \quad (3)$$

(1) $i_x = \frac{V_x}{R_1//R_2} + \frac{U_\pi}{r_\pi}$ (2) $\frac{U_\pi}{r_\pi} + g_m U_\pi = i_R$

$$(2) \rightarrow (3) \Rightarrow U_\pi \underbrace{\left[\frac{R_E//R_L}{r_\pi} + g_m (R_E//R_L) + 1 \right]}_{A} = V_x \quad (4)$$

άρα (1) $\Rightarrow i_x = \frac{V_x}{R_1//R_2} + \frac{V_x}{A}$

Άσκηση 2



$V_T = 25mV$

$V_{CC} = 15V$

$R_1 = 100k\Omega$

$R_2 = 47k\Omega$

$R_E = 3{,}9k\Omega$

$R_C = 6{,}8k\Omega$

$V_{BE} = 0{,}7V$

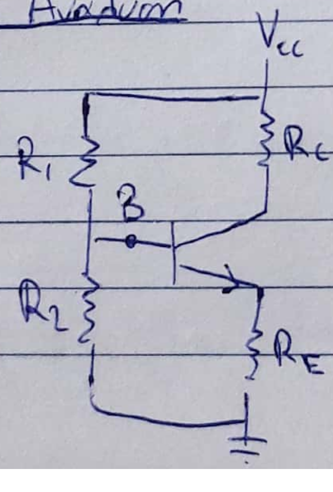
$\beta = 100$

(αγνοείται η r_o όχι φαινόμενο Early)

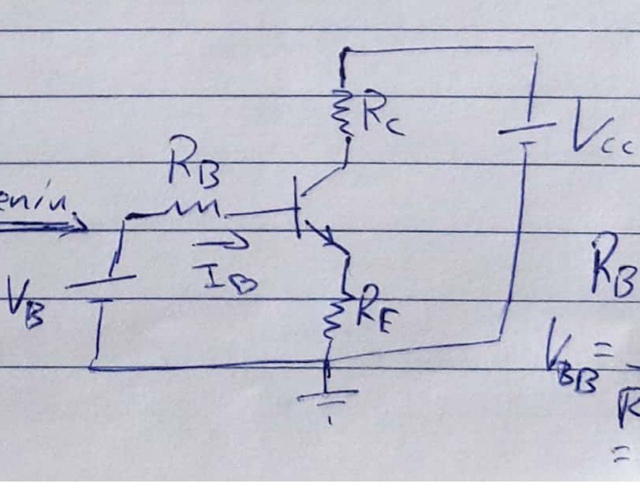
$A_v = \frac{v_o}{v_s}$? , R_{in} ? (αναπαράσταση της ενισχυτικής βαθμίδας)

$$Z_C = \begin{cases} \overset{\text{ανοιχτ.}}{\infty} & DC \quad f = 0 \\ \overset{\text{βραχυκ.}}{0} & AC \quad f >> \end{cases}$$

DC Ανάλυση



Thevenin



$R_B = R_1 // R_2 = 32k\Omega$

$V_{BB} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} = 4{,}8V$

Ν.Τ.Κ. $V_{BB} - V_{BE} = I_B R_B + I_E R_E$

$I_B = \dfrac{I_E}{\beta+1}$, $I_C = 1mA$.

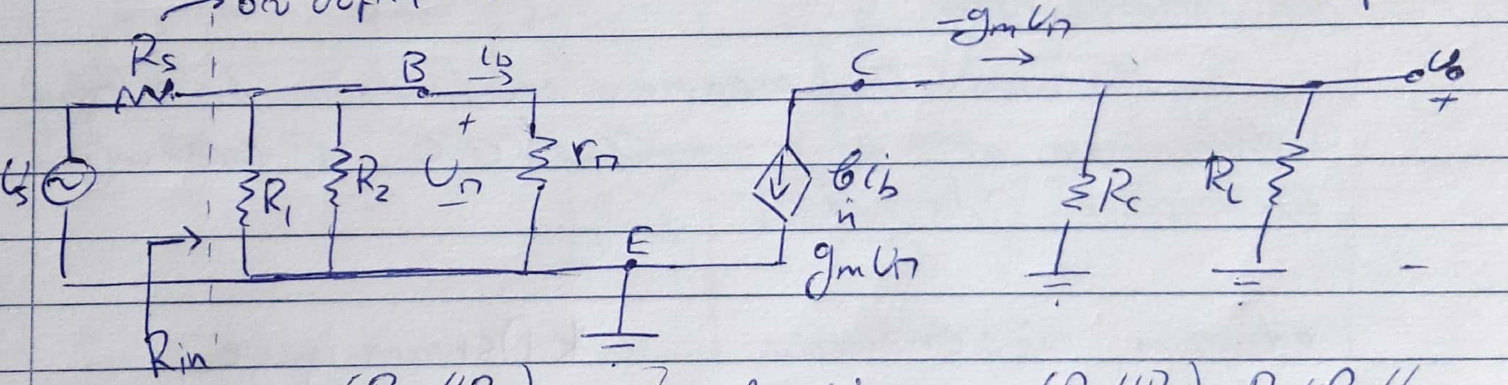
$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 8{,}2V$.

$\boxed{g_m = \dfrac{I_C}{V_T} \qquad r_\pi = \dfrac{\beta}{g_m}}$ → απ' έξω.

$g_m = 40 \dfrac{mA}{V}$ $\qquad r_\pi = 2{,}5k\Omega$

<u>AC ανάλυση</u>

→ δεν συμπεριλαμβάνεται, γιατί είναι εσωτερική αντίσταση της πηγής του σήματος

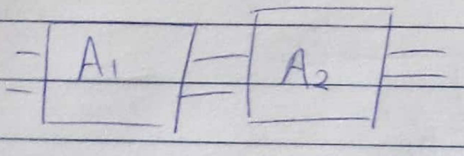


$u_o = -g_m u_\pi (R_C // R_L)$

$u_\pi = \dfrac{R_1 // R_2 // r_\pi}{R_1 // R_2 // r_\pi + R_s} u_s$

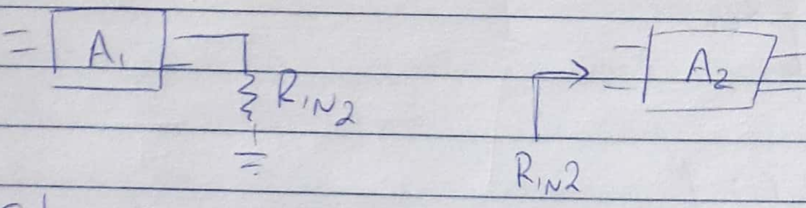
$\Rightarrow A_v = \dfrac{u_o}{u_s} = -g_m (R_C // R_L) \dfrac{R_1 // R_2 // r_\pi}{R_1 // R_2 // r_\pi + R_s}$

Ηλεκτρονική Ι - 22-05-2018 Μάθημα Ασκήσεων 2ο

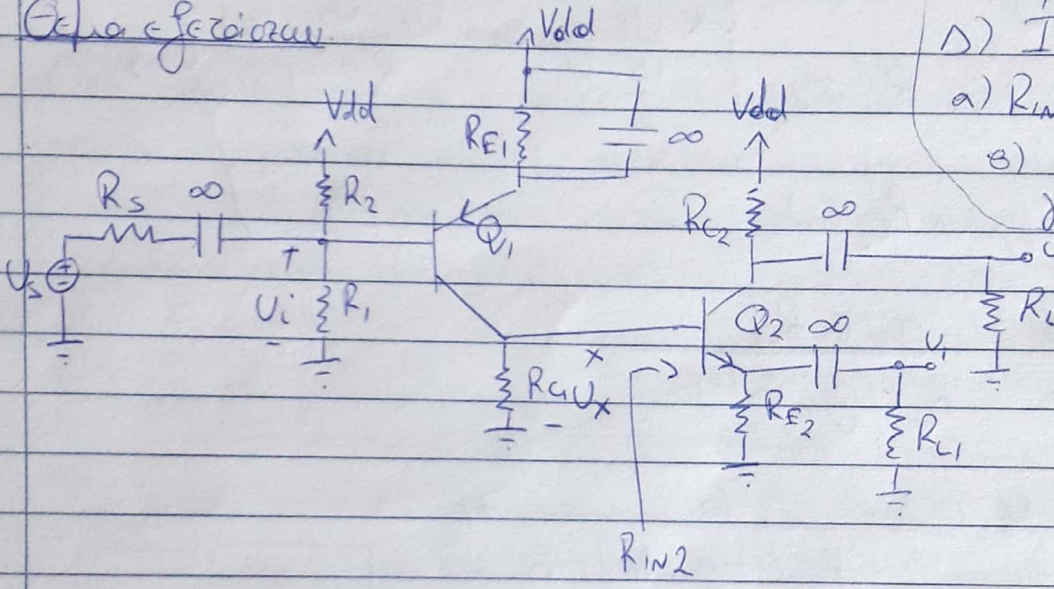


$A_{ολ} = A_1 \cdot A_2$ συνολικό

$A_{1,2}$: κέρδος κάθε βαθμίδας



Θέμα εξετάσεων



ίσα γιατί έχουν αφού ίδια ρεύματα πόλωσης

$r_π$, g_m γνωστά

Δ) $I_{C_1} = I_{C_2}$

α) $R_{IN2} = ?$

β) $A_1 = υ_1/υ_x$?

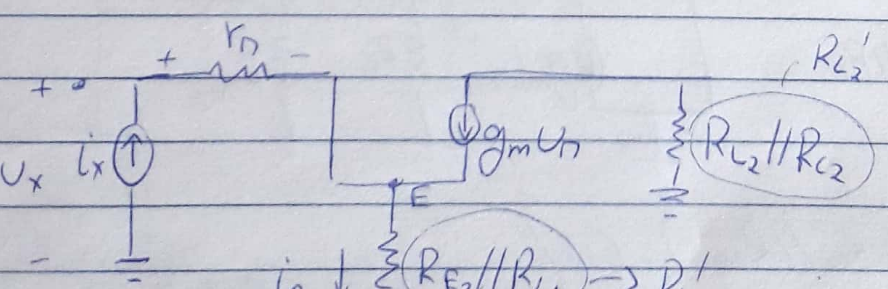
γ) $A_2 = \frac{υ_2}{υ_x} = ?$

δ) $\frac{υ_x}{υ_i} = ?$ A_3

ε) $\frac{υ_i}{υ_s} = ?$

στ) $\frac{υ_1}{υ_s}, \frac{υ_2}{υ_s} = ?$

α) (AC κύκλωμα για το 2ο στάδιο)

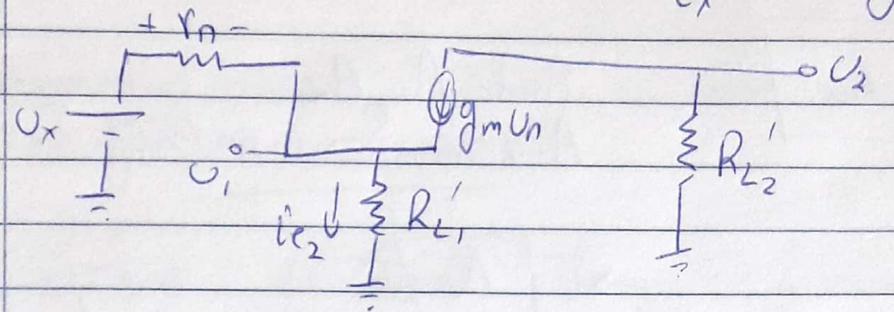


N.P.K.$_E$: $i_x + g_m υ_π = i_{e_2}$ (1), $υ_π = i_x r_π$ (2)

N.T.K. $υ_x = i_x r_π + i_{e_2} \cdot R'_{L_1} \Rightarrow i_{e_2} = \frac{υ_x - i_x r_π}{R'_{L_1}}$ (3)

Η (1) λόγω (2) και (3) $\Rightarrow R_{IN2} = \frac{U_x}{i_x} = R_{L_1}'(g_m r_\pi + 1) + r_\pi$

β) $\frac{U_2}{U_x}$



$$\left.\begin{aligned} &\frac{U_\pi}{r_\pi} + g_m U_\pi = i_{e_2} \quad (1) \\ &U_x = U_\pi + i_{e_2} \cdot R_{L_1}' \quad (2) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{U_\pi}{r_\pi} + g_m U_\pi = \frac{U_x - U_\pi}{R_{L_1}'} \quad (4)$$

$$U_2 = -g_m U_\pi R_{L_2}' \quad (3)$$

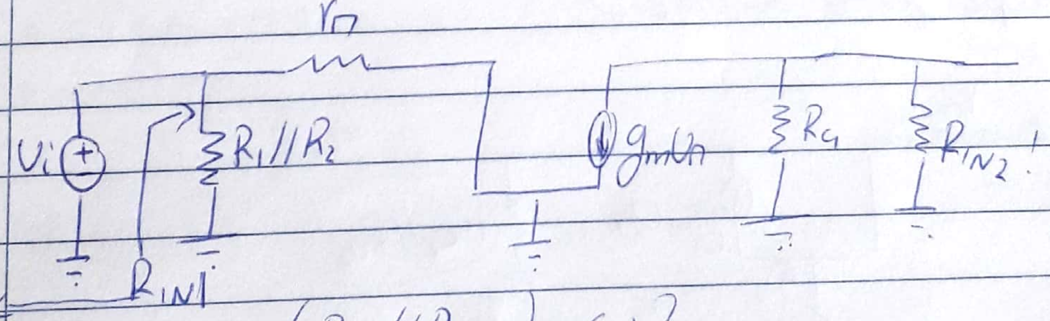
$$\Rightarrow \frac{U_2}{U_x} = \frac{-g_m r_\pi R_{L_2}'}{R_{L_1}'(1+g_m r_\pi) + r_\pi}$$

γ) $\frac{U_1}{U_x}$

$$U_\pi = U_x - U_1 \Rightarrow \frac{U_1}{U_x} = \frac{-r_\pi}{R_{L_1}'(1+g_m r_\pi) + r_\pi} + 1$$

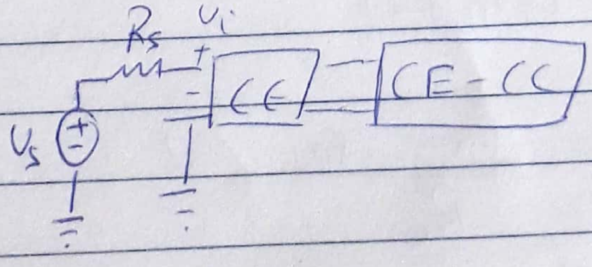
δ)

προσέχετε [illegible] μετά 2 [illegible] αντίστοιχα.



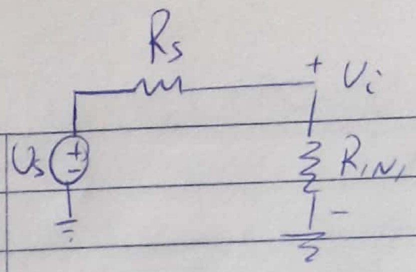
$$\left.\begin{aligned} &U_x = -g_m U_\pi (R_{C_1} // R_{IN2}) \quad (1) \\ &U_\pi = U_i \quad (2) \end{aligned}\right\} \frac{U_x}{U_i} = -g_m (R_{C_1} // R_{IN2}) = A_3$$

ε) $\frac{U_i}{U_s}$?



Όπως φαίνεται χρειαζόμαστε την R_{IN1}.

Scanned by CamScanner



όπου $R_{IN1} = r_\pi // R_1 // R_2$

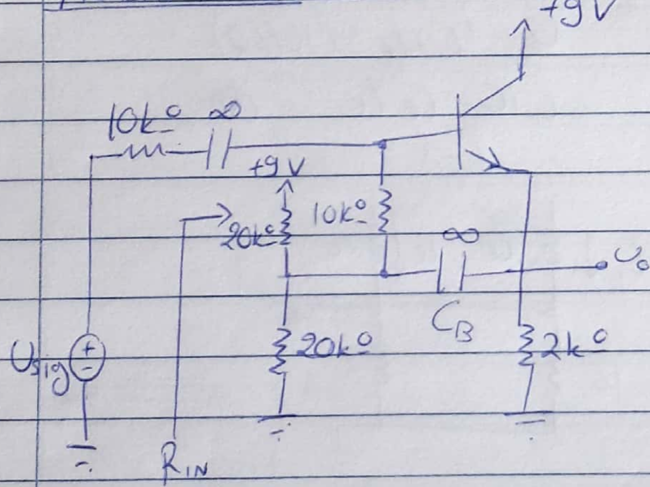
$$v_i = v_s \frac{R_{IN1}}{R_{IN1}+R_S}$$

α) $\frac{v_1}{v_s} = \frac{v_1}{v_x} \cdot \frac{v_x}{v_i} \cdot \frac{v_i}{v_s} = \dots$ (από τα προηγ. ερωτήματα)

όμοια για v_2/v_s

*Όταν έχω αλυσιδωτές ενισχυτικές βαθμίδες, υπολογίζω αντίσταση εισόδου τελευταίας και το κρεμάω ως φορτίο της προ-τελευταίας μετά υπολογίζω αντίσταση εισόδου προτελευταίας και το κρεμάω ως φορτίο της προηγούμενης και συνεχίζω έτσι

Άσκηση 2



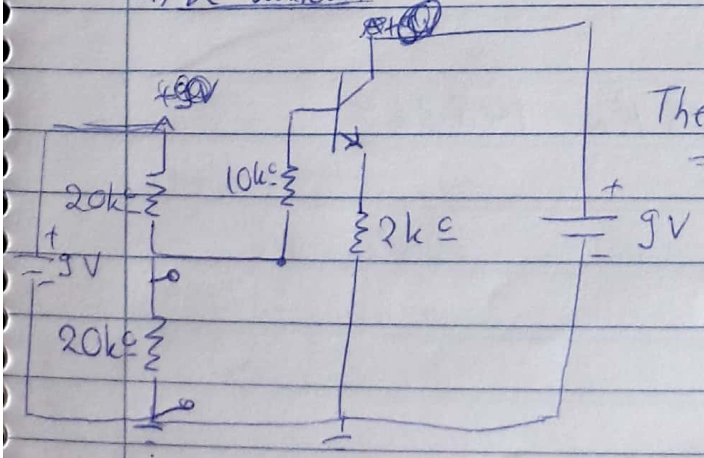
$\beta = 100$, $V_T = 25mV$, $V_{BE} = 0,7V$

α) I_E, g_m, r_π, r_e

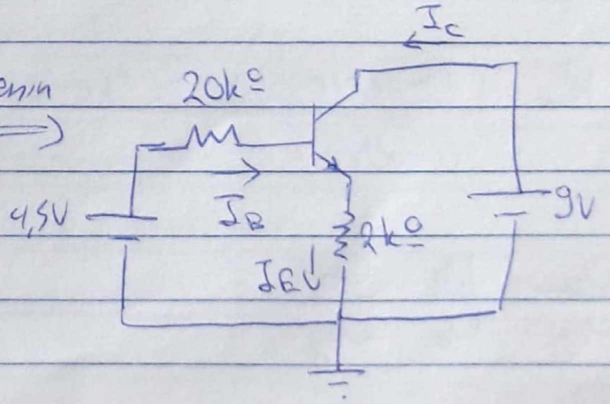
β) BJT → T-μοντέλο χωρίς r_o

R_{in}?, $\frac{v_o}{v_{sig}} = ?$

α) DC ανάλυση



Thevenin ⟹



Ν.Τ.Κ. σε βρόχο εισόδου: $4,5 - 0,7 = 20 I_B + (\beta+1) I_B \, 2 \Rightarrow I_B = \ldots$

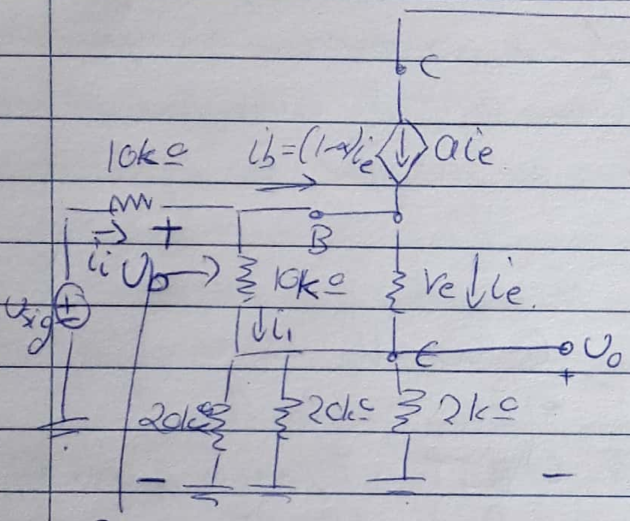
άρα $I_C = \beta I_B = 1,71\,mA$, $I_E = 1,73\,mA$.

Να ξέρω: $\boxed{g_m = \frac{I_C}{V_T}}$ $\boxed{r_e = \frac{V_T}{I_E}}$ $\boxed{r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{\beta}{g_m}}$

$r_\pi = (\beta+1) r_e$

Εδώ: $g_m = 68,4 \, mA/V$ $r_e = 14,5\,\Omega$ $r_\pi = 1,4645\,k\Omega$

β) AC Ανάλυση



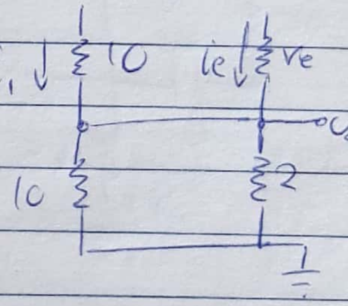
$R_{IN} = \frac{\upsilon_b}{i_i}$

$\upsilon_b = \upsilon_o + i_e r_e$

$\upsilon_o = (i_1 + i_e)(10 // 2)$

$i_1 10 = i_e r_e$ (*)

$\Uparrow$



$i_i = i_b + i_1 = (1-\alpha) i_e + \frac{r_e}{10} i_e$ (*)

Από όλες τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$$R_{IN} = \frac{\left(\frac{r_e}{10} i_e + i_e\right)(10//2) + i_e r_e}{(1-\alpha) i_e + \frac{r_e}{10} i_e} \Rightarrow R_{IN} = 148,3\,k\Omega$$

$$\frac{\upsilon_o}{\upsilon_{sig}} = \frac{\upsilon_o}{\upsilon_b} \cdot \frac{\upsilon_b}{\upsilon_{sig}}$$

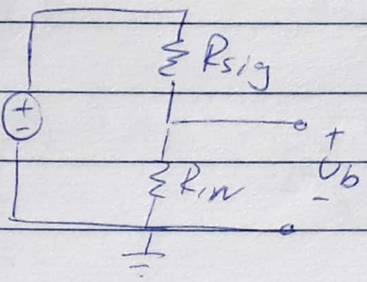
$$\frac{V_o}{V_b} = \frac{(i_1+i_e)(10//2)}{(i_1+i_e)(10//2)+i_e r_e}$$

$$i_1 10 = i_e r_e \Rightarrow i_1 = \frac{r_e}{10} i_e$$

$$\frac{V_o}{V_b} = \frac{\left(\frac{r_e}{10}+1\right)(10//2)\cdot i_e}{\left[\left(\frac{r_e}{10}+1\right)(10//2)+r_e\right] i_e} \cong 0{,}991\, V/V$$

$$\frac{V_b}{V_{sig}} = \frac{R_{IN}}{R_{IN}+R_s}$$

$$= 0{,}937\, V/V$$



Tóm lại $\frac{V_o}{V_{sig}} = 0{,}93\, V/V$.

$R_{IN} >>$ $R_{out} <<$