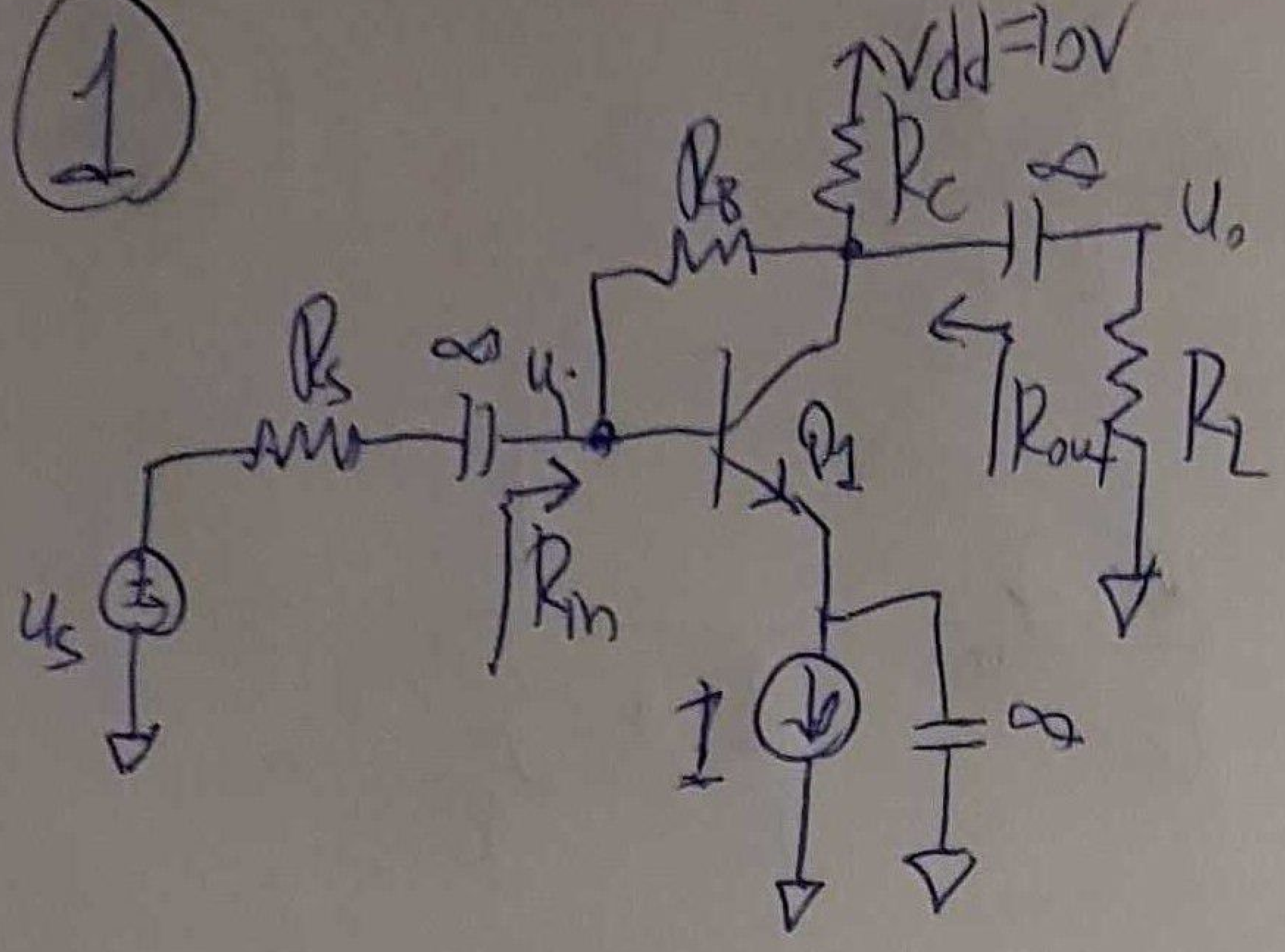
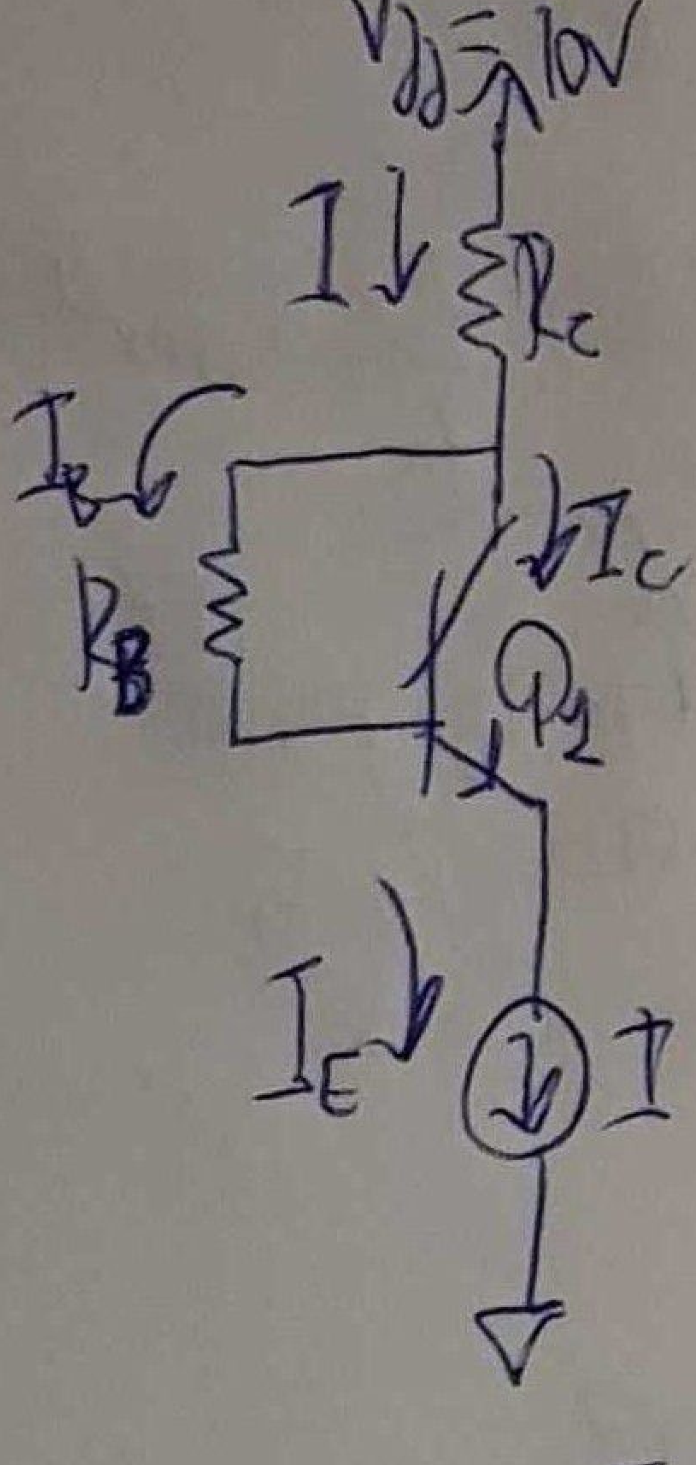
1



Δίνονται
$V_T=25mV$, $V_A=50V$, $|V_{BE}|=0.7V$, $\beta=40$
$V_{dd}=10V$, $I=1mA$, $R_S=1K\Omega$, $R_B=50K\Omega$
$R_C=4K\Omega$, $R_L=1K\Omega$

DC ανάλυση



Ισχύει $I_E = 1mA \Rightarrow \boxed{I_B} = I_E/(\beta+1) = \boxed{24.4\mu A}$

$V_C = V_{dd} - I\cdot R_C = 10V - 4V = \boxed{6V}$

όλο το I από την R_C

$V_E = V_C - I_B R_C - V_{BE} = \boxed{4.08V}$ → $V_B = 4.78V$

ενεργός περιοχή ✓

$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{\beta I_B}{V_T} = \boxed{39mS}$ $\quad r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \boxed{1{,}02K\Omega}$

Early: $r_o = \frac{V_A}{I_C} = \frac{V_A}{\beta I_B} = \boxed{51{,}3K\Omega}$

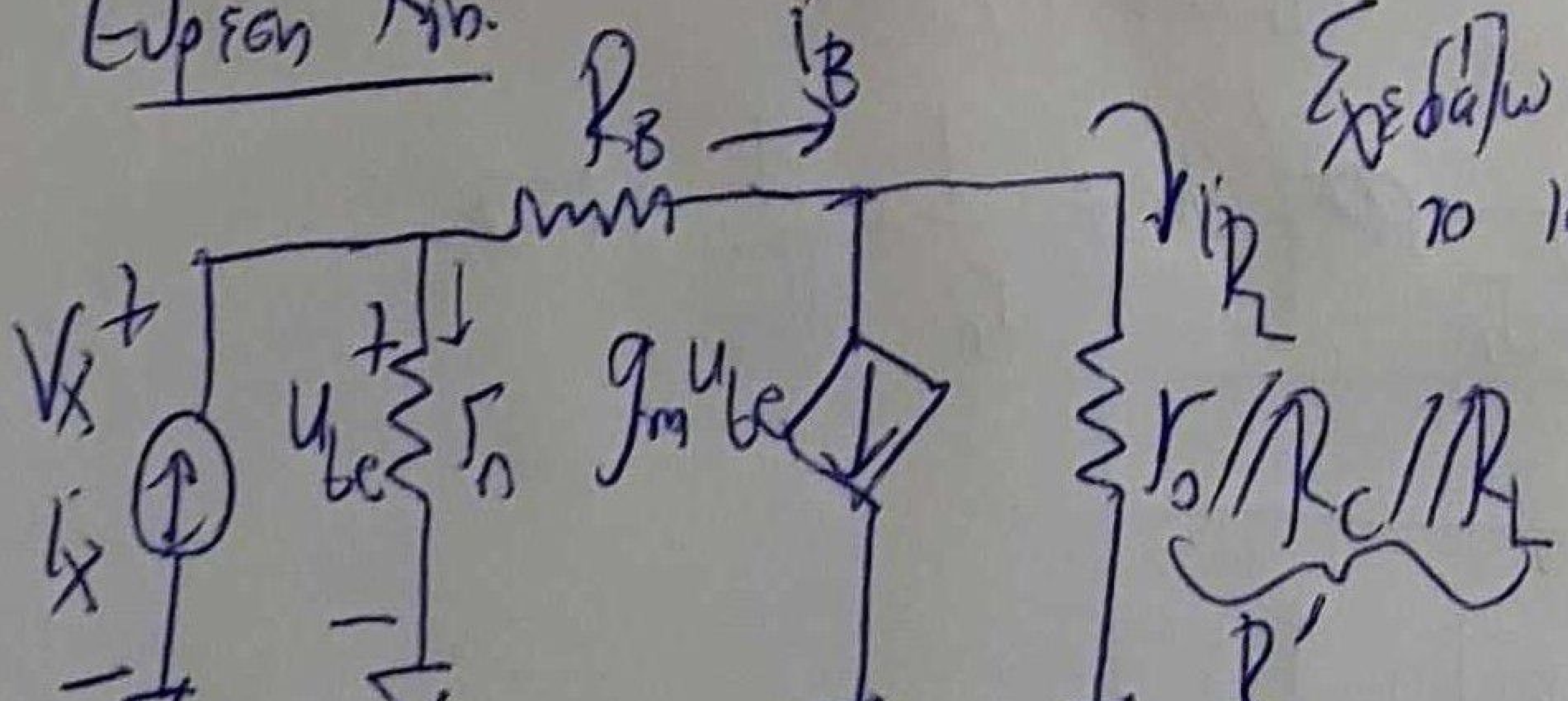
AC ανάλυση → το κύκλωμα έχει ανάδραση (και Early)

⇓

δεν λύνεται με τους απευθείας τύπους για CC, CE, CB.

Σχεδιάζω κανονικά το ισοδύναμο ←

Εύρεση R_{in}:



$V_x = u_{be}$ (1)

$i_B = g_m u_{be} + i_{R_L}$ (ΝΡΚ) (3)

$i_x = \underbrace{\frac{u_{be}}{r_\pi}}_{i_{r_\pi}} + i_B$ (ΝΡΚ) (2)

άγνωστοι i_B, i_{R_L} θέλω και έναν ΝΤΚ

ΝΤΚ. $V_x - i_B R_B - i_{R_L} R' = 0$ (4)

Από (4) $\Rightarrow i_{R_L} = \frac{V_x - i_B R_B}{R'}$ (4*)

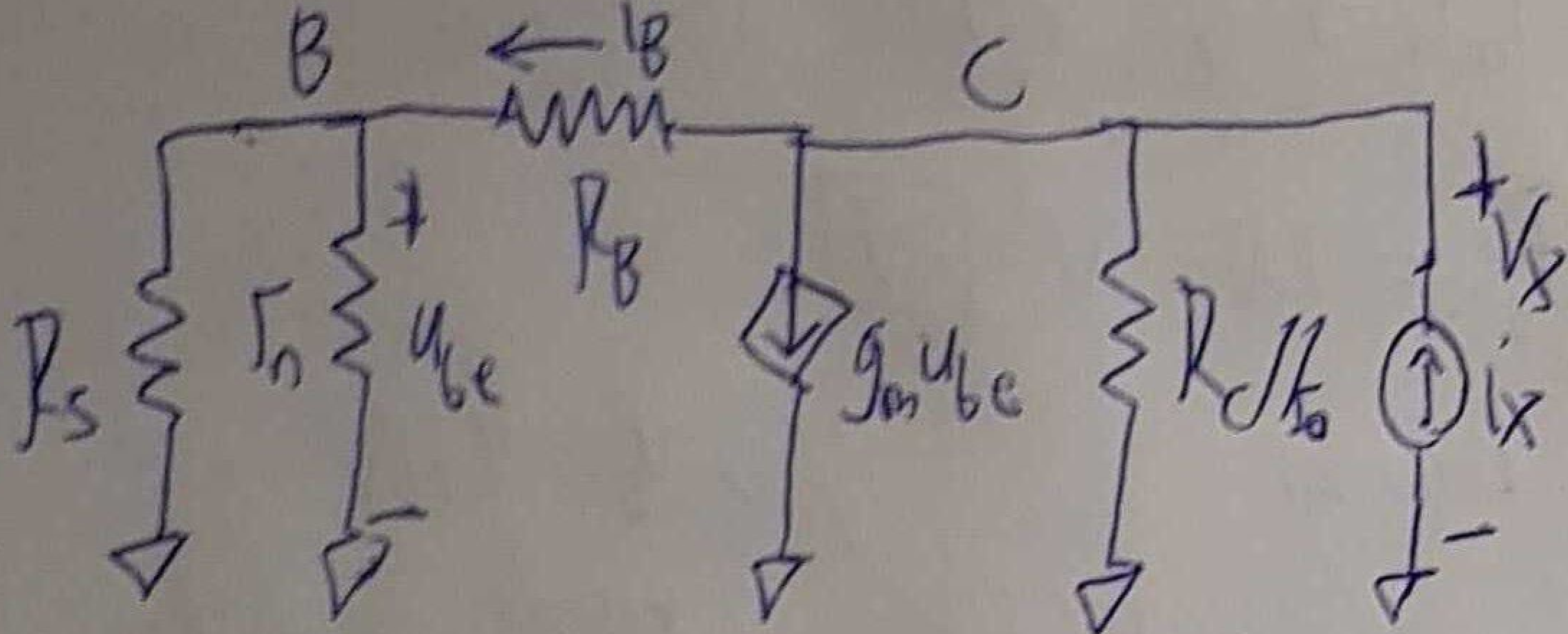
Η (3) λόγω (4*) $\Rightarrow i_B = g_m V_x + \frac{V_x - i_B R_B}{R'}$

2

... $i_B = g_m V_x + \frac{V_x - i_B R_B}{R'}$ ⇒ λύνω ως προς i_B $\quad i_B = \frac{V_x(g_m R'+1)}{R'+R_B}$ (5)

Τότε η (2) ⇒ $i_x = \frac{V_x}{r_\pi} + V_x \cdot \frac{(g_m R'+1)}{R'+R_B}$ ⇔ $\boxed{\frac{V_x}{i_x} = R_{in} = \frac{1}{\frac{1}{r_\pi} + \frac{g_m R'+1}{R'+R_B}}}$

Υπολογισμός R_{out}: Δοκιμαστική πηγή, η R_L αφαιρείται, η V_s βραχυκυκλώνεται



ΝΡΚ στον C:

$$i_x = \underbrace{\frac{V_x}{r_o // R_C}}_{i_{R_C//r_o}} + \underbrace{\frac{u_{be}}{r_\pi} + \frac{u_{be}}{R_S}}_{\text{Το } i_B \text{ μοιράζεται στις } R_S,\ r_\pi.} + g_m u_{be}$$

Άρα $i_x = \frac{V_x}{R_C // r_o} + u_{be}\left(\frac{1}{r_\pi} + \frac{1}{R_S} + g_m\right)$ (1)

ΝΤΚ $\quad V_x = i_B R_B + u_{be}$ ⇔ $V_x = \overbrace{\left(\frac{u_{be}}{r_\pi} + \frac{u_{be}}{R_S}\right)}^{i_B} R_B + u_{be}$ ⇔

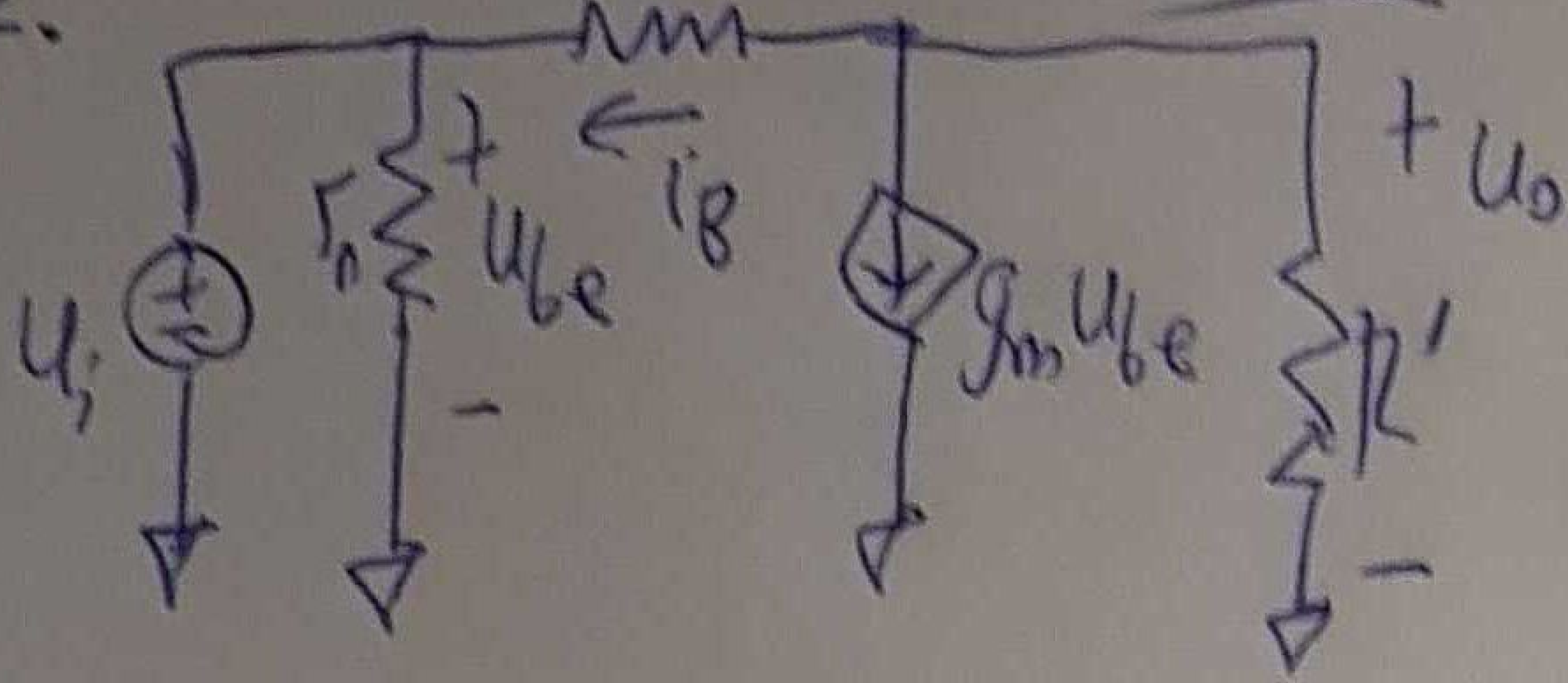
⇔ $V_x = u_{be} \cdot \frac{R_B(R_S + r_\pi) + R_S r_\pi}{R_S r_\pi}$ ⇔ $u_{be} = V_x \frac{R_S r_\pi}{R_B(R_S + r_\pi) + R_S r_\pi}$ (2)

Η (1) λόγω (2) ⇒ $i_x = \frac{V_x}{R_C // r_o} + V_x \frac{R_S r_\pi}{R_B(R_S + r_\pi) + R_S r_\pi}\left(g_m + \frac{1}{r_\pi} + \frac{1}{R_S}\right)$ ⇔

⇔ $\boxed{R_{out} = \frac{V_x}{i_x} = \frac{1}{\frac{1}{R_C // r_o} + \left(\frac{r_\pi R_S}{(R_S + r_\pi) R_B + r_\pi R_S}\right)\left(g_m + \frac{1}{r_\pi} + \frac{1}{R_S}\right)}}$

Κέρδος

$\frac{u_o}{u_i}$:



$u_i = u_{be}$ (1)

$u_o = -g_m u_i R' - i_B R'$ (2)

$u_i + i_B R_B = u_o \Rightarrow i_B = \frac{u_o - u_i}{R_B}$ (3) Ν. Ohm

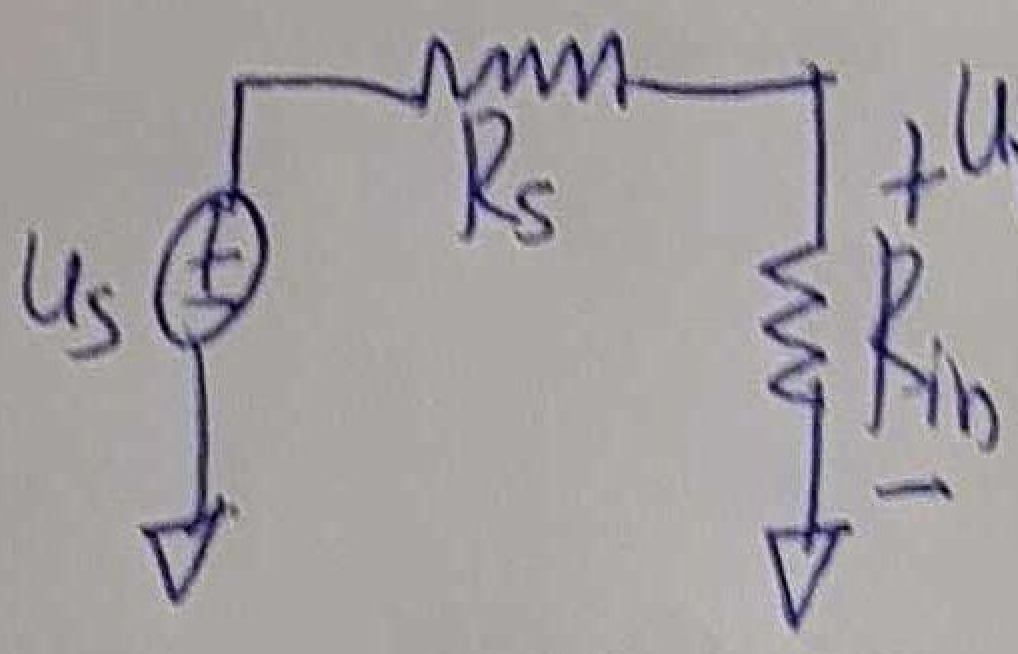
Από (3) → (2):

$u_o = -g_m u_i R' - \frac{u_o}{R_B} R' + \frac{u_i R'}{R_B} \Rightarrow$

$\Rightarrow u_o = -g_m u_i R' - \frac{u_o R'}{R_B} + \frac{u_i R'}{R_B} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{\frac{u_o}{u_i} = \frac{R' - R' g_m R_B}{R_B + R'}}$

Το στάδιο πηγής:



$\boxed{\frac{u_i}{u_s} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s}}$

Άρα το συνολικό κέρδος:

$A = \frac{u_o}{u_s} = \frac{u_o}{u_i} \cdot \frac{u_i}{u_s}$