

Elemente de Electronică Analogică

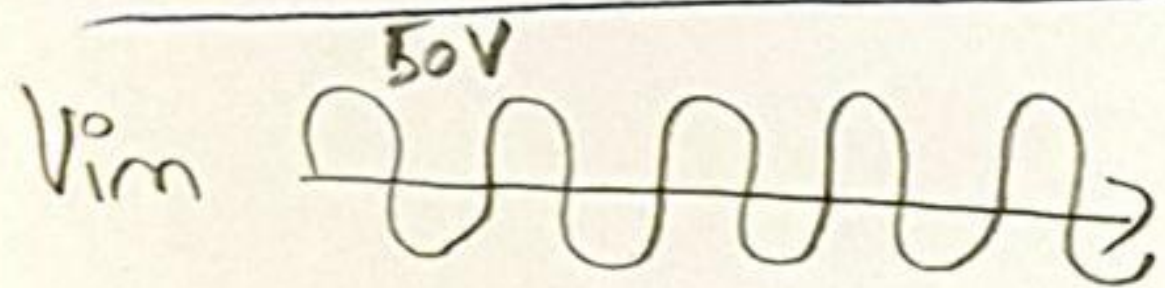
TEMĂ

Grigore Lucian - Florin
324CD 12 pagini

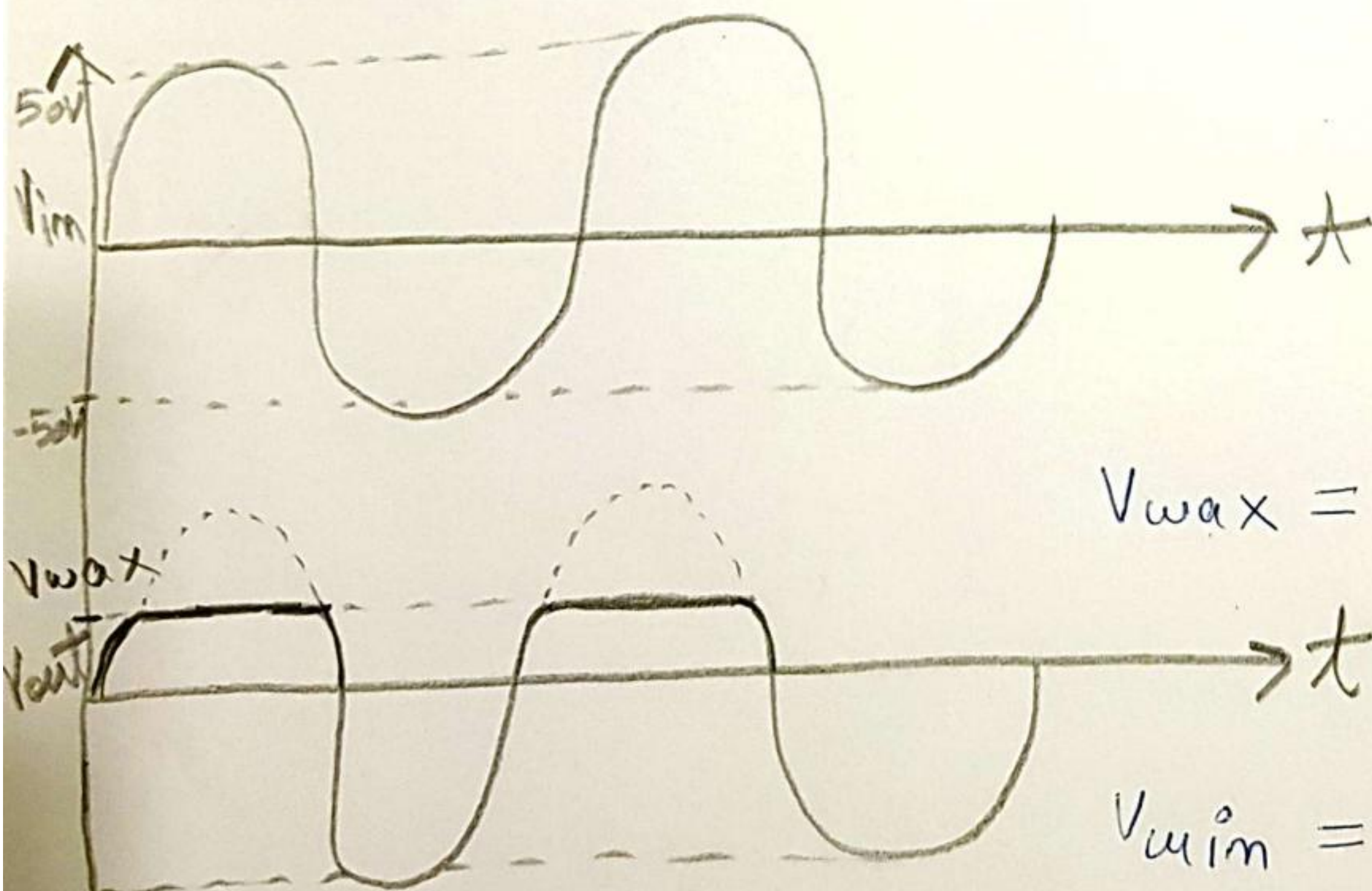
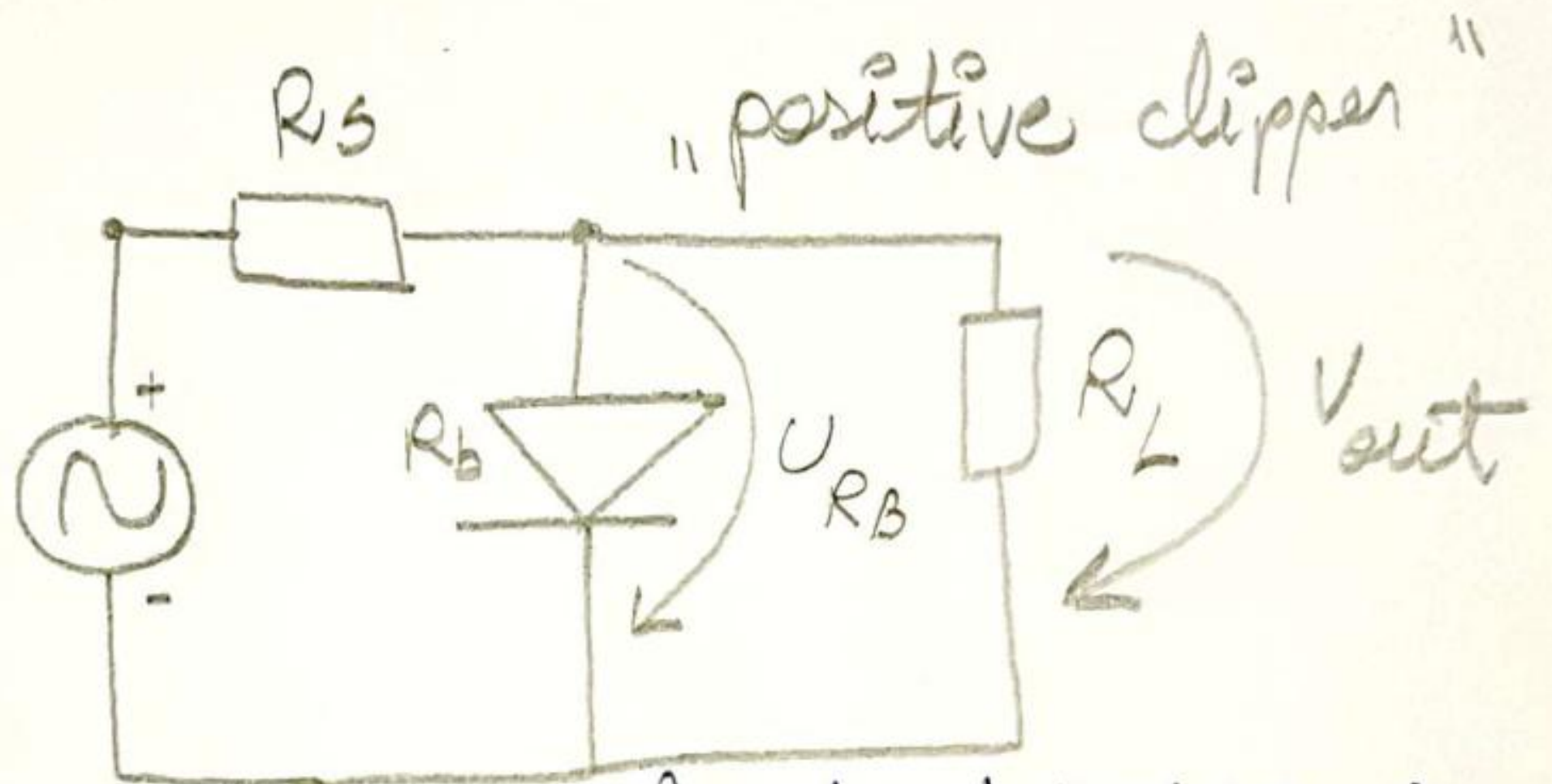
Colegi cu care am colaborat:

- Careja Alexandru - Cristian
- Miulea Narcis - Adelim
- Cotovăneș Cristian

Problema 4.33



Tensiunea pe rezistența R_L (V_{out}) este egală cu căderea de tensiune de la bornele diodei (U_{R_B}).



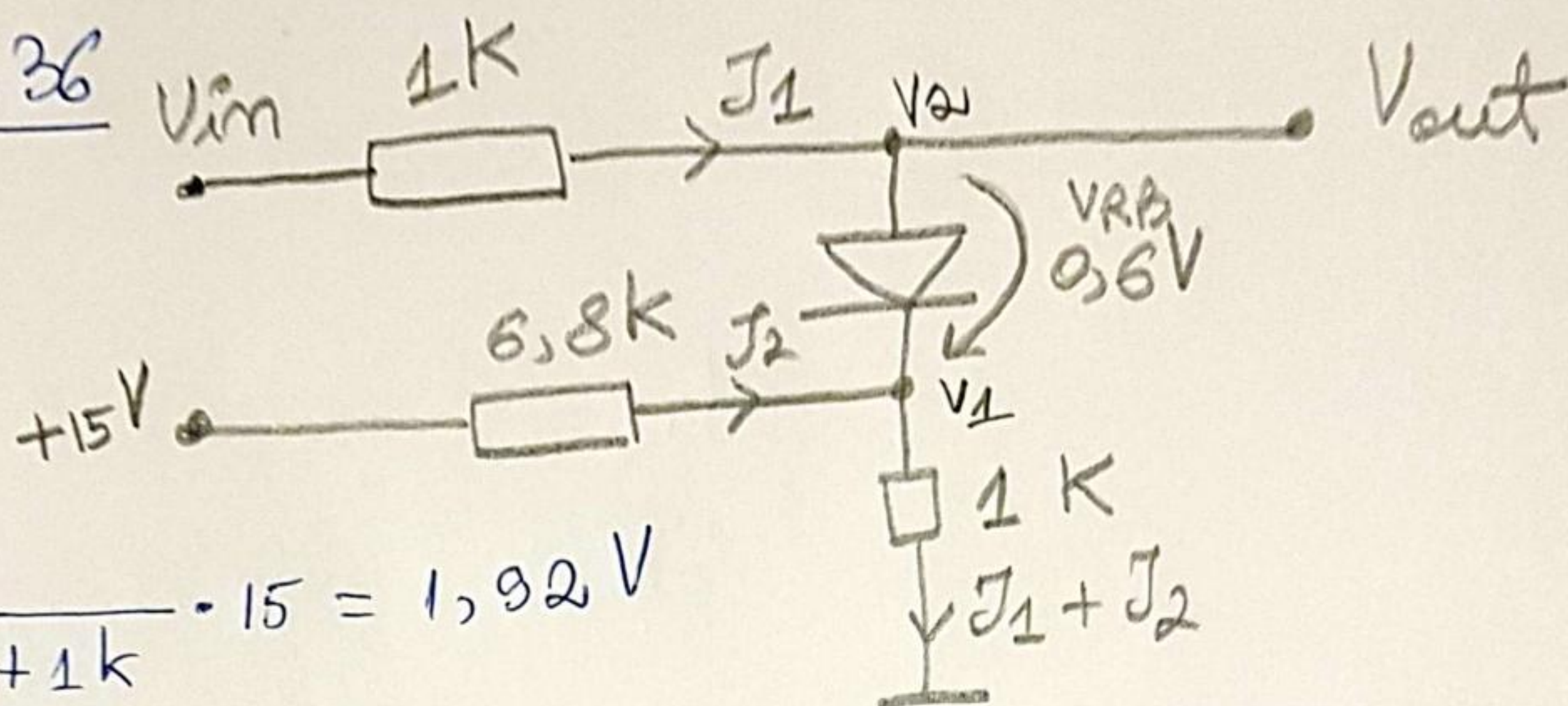
$V_{max} = 0,6 V$ (maxim pe diodă).

$V_{min} = -50 V$

V_{min} - când se produce curent în sensul în care se poate străpunge dioda, tensiunea maximă poate ajunge la tensiunea de străpungere, pe care am considerat-o 0,6V

- în sens invers, toată tensiunea cade pe rezistența R_L , deci V_{min} este același pentru V_{in} și V_{out} (-50V)

Problema 4.36



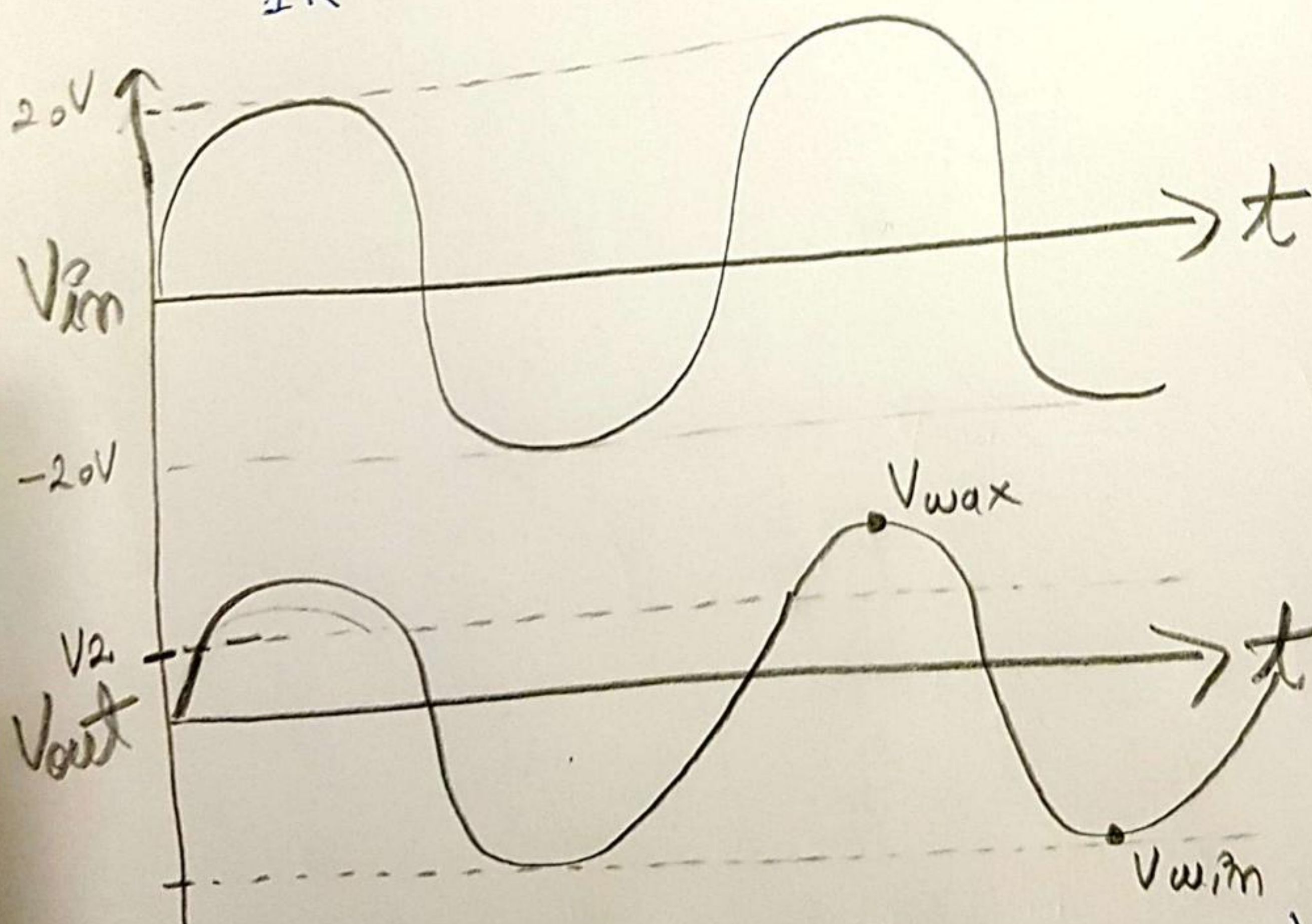
$$V_{bias} = \frac{1k}{6.8k + 1k} \cdot 15 = 1.92V$$

$$V_1 = V_{bias}$$

$$V_2 = V_{bias} + V_{diada} = 1.92 + 0.6 = 2.52V \text{ (tensiunea la care este străpunsă dioda)}$$

- V_{out} este identic cu V_{in} până la străpungerea diodei
- După străpungerea diodei, V_{out} depinde de V_{in} astfel:

$$\frac{V_{in} - V_{RB}}{1k} + \frac{15}{6.8k} = V_{out} \left(\frac{2}{1k} + \frac{1}{6.8k} \right) \Rightarrow \text{crește atenuat}$$



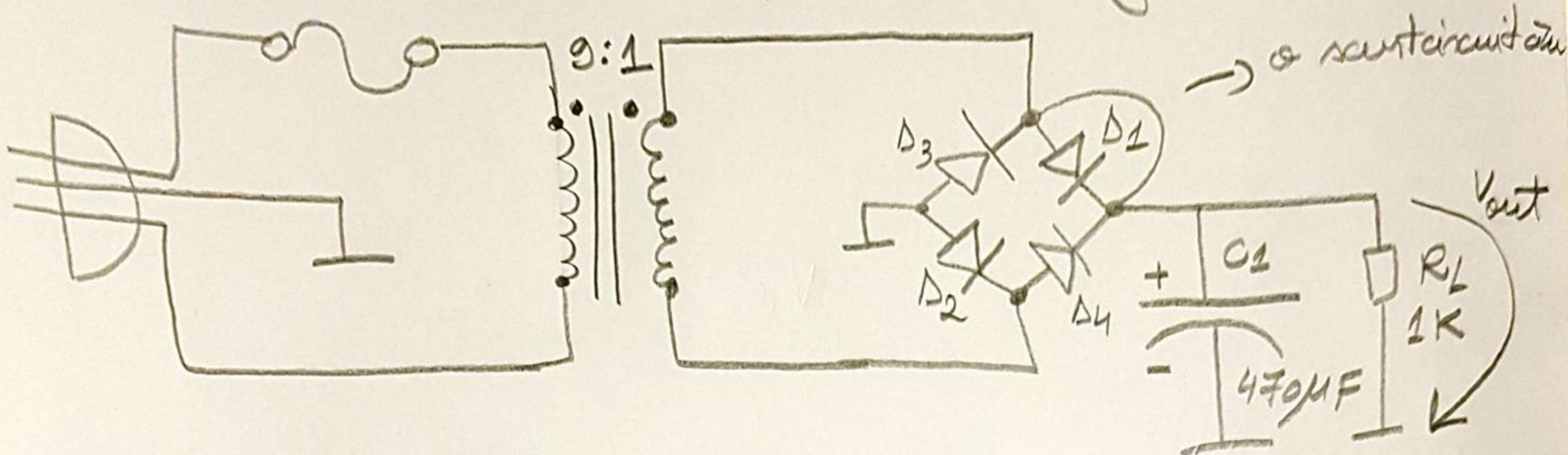
↑ shiftat cu $V_{RB} = 0.6V$

$$V_{max} = 10.94V \text{ (când } V_{in} \text{ e maxim)}$$

$$V_{min} = -7.7V \text{ (când } V_{in} \text{ e minim)}$$

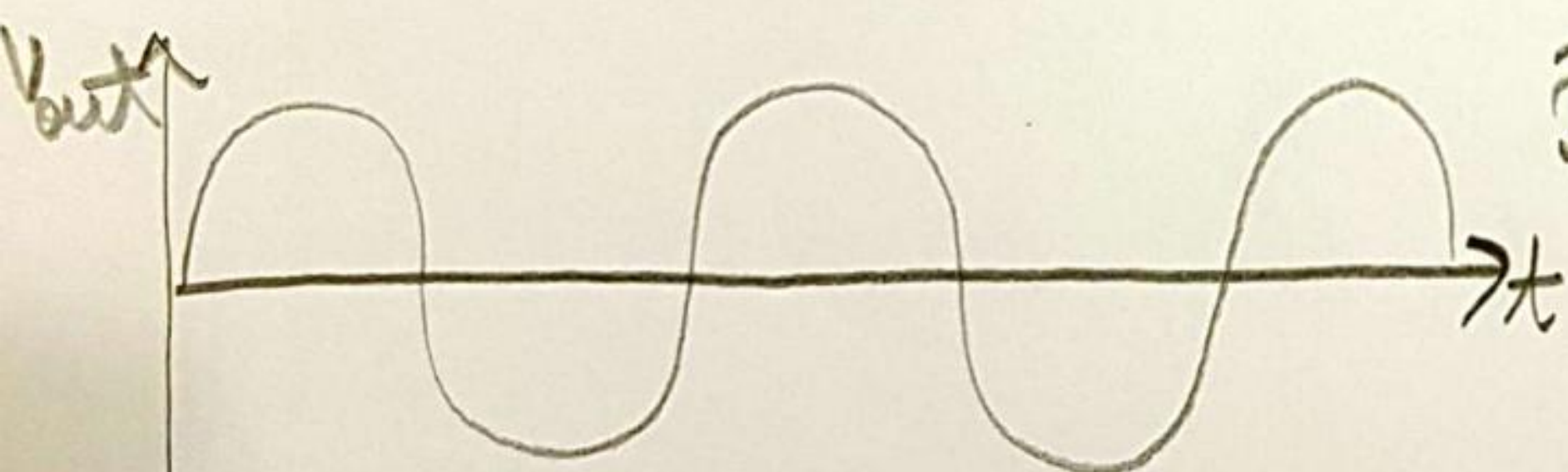
Problema 4.44

"full-wave bridge rectifier"

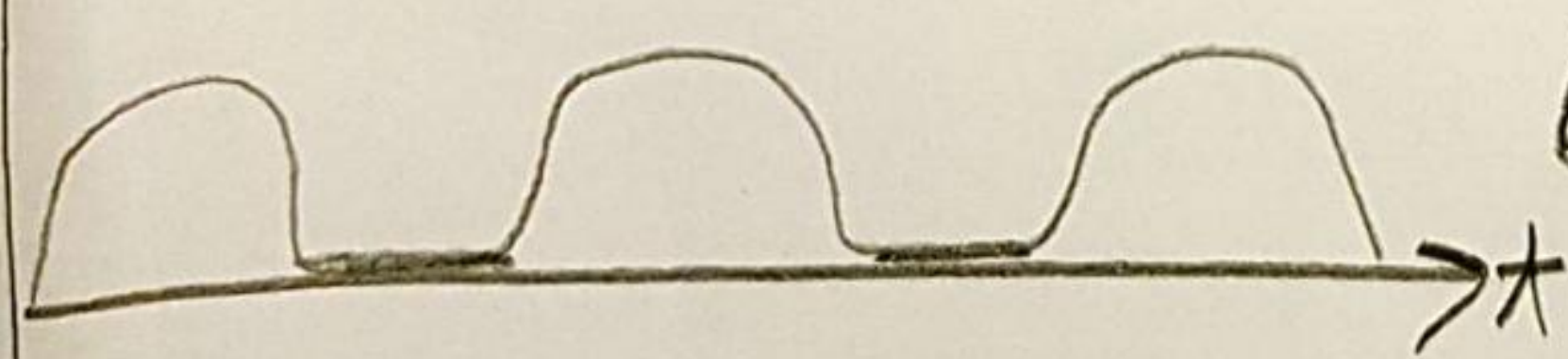


Dacă o diodă din cele 4 este scutecircuitată (să zicem D1), se pot întâmpla 2 lucruri:

1. din full-wave rectifier devine half-wave rectifier; acesta este cazul fricit deoarece presupune faptul că nu au cedat alte componente ale circuitului, cel puțin temporar
2. prin dioda scutecircuitată va trece curent zero, în ambele părți ale circuitului. Impedanța circuitului va scădea => curentul care trece va fi foarte mare => diodele răuase se încălzesc și suferă defecțiuni (mai ales D2)



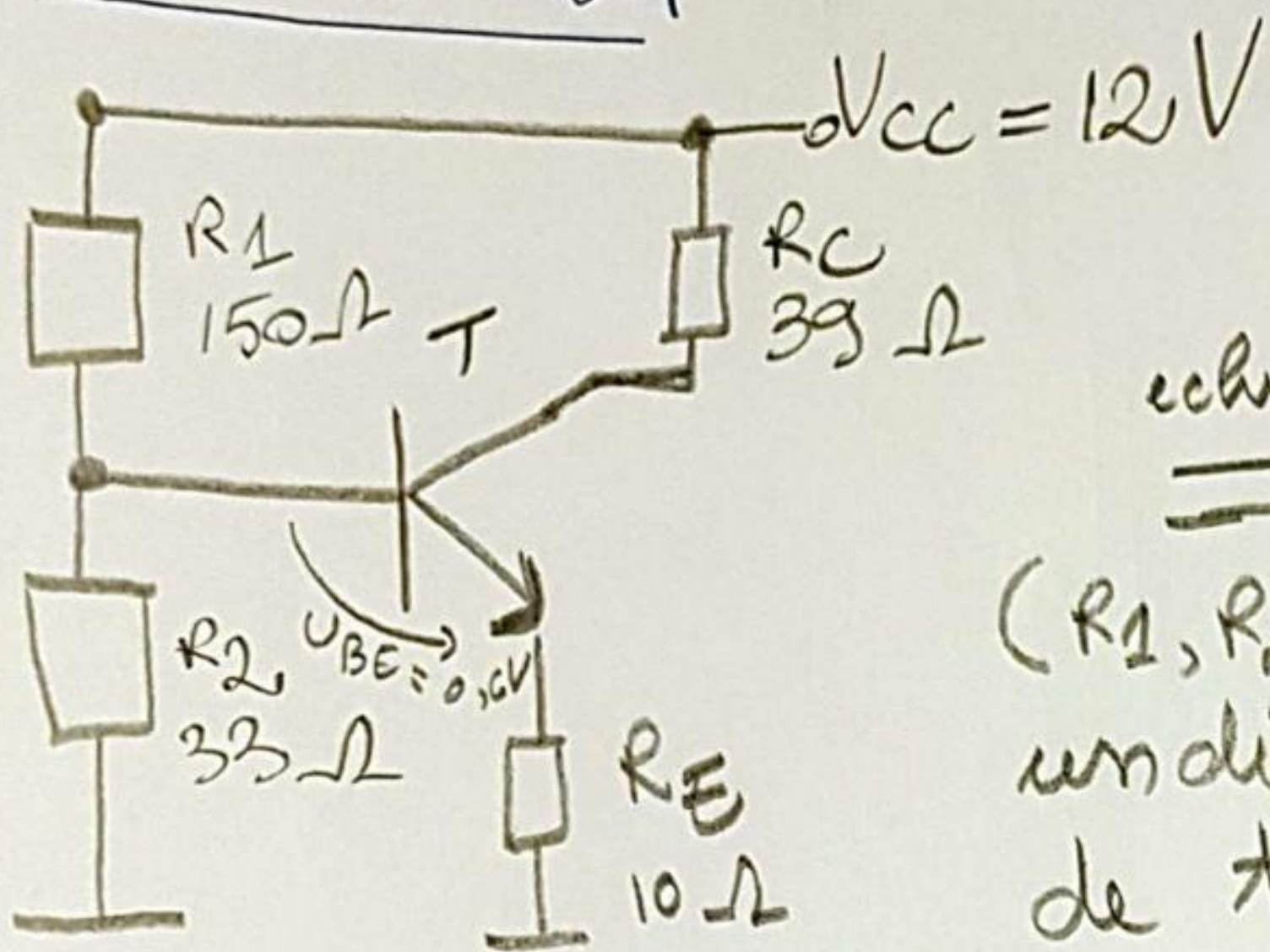
Înainte de scutecircuitarea diodei full-wave bridge rectifier



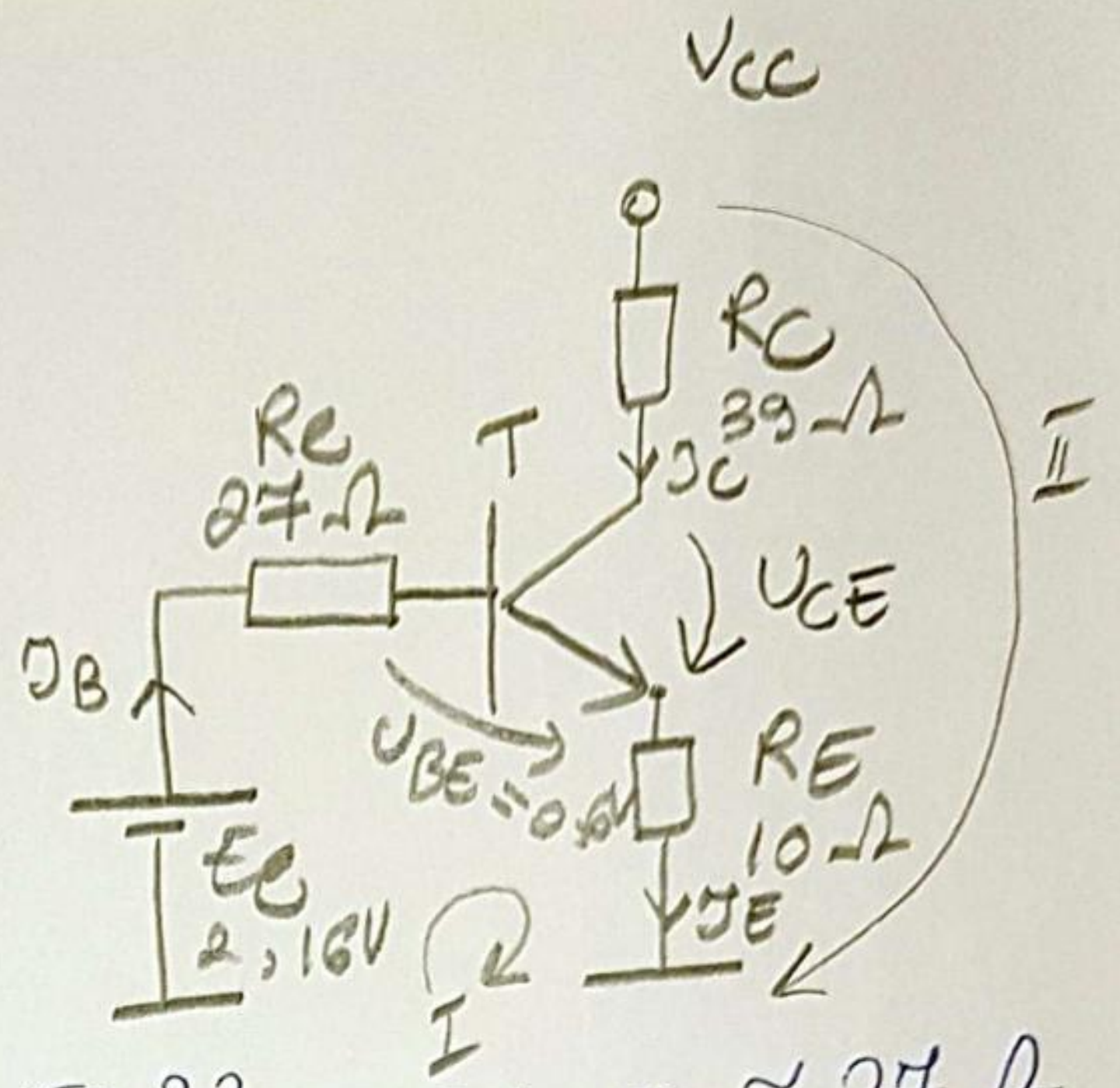
Apă scutecircuitarea diodei half-wave (bridge) rectifier

- pe partea pozitivă a sinusoidului tensiunii, comportamentul este același (pentru scutecircuitarea acestei diode)
- pe cea negativă, tensiunea este 0V deoarece curentul nu mai trece prin diodele D3 și D4, ci prin calea de scutecircuit

Problema 7.24



echivalam
 (R_1, R_2, V_{CC}) cu
 un divizor
 de tensiune



Din echivalare \Rightarrow

$$\begin{cases} R_e = R_1 \parallel R_2 = \frac{150 \cdot 33}{150 + 33} = 27,05 \approx 27 \Omega \\ E_e = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \cdot \frac{33}{188} = 2,16V \end{cases}$$

I Folosim Kirchhoff pe bucla de jos \Rightarrow

$$\begin{aligned} \Rightarrow I_B \cdot R_e + V_{BE} + I_E \cdot R_E &= E_e \\ I_E = \beta \cdot I_B = 100 \cdot I_B \Rightarrow I_B &= \frac{I_E}{100} \end{aligned} \quad \Rightarrow \frac{I_E}{100} \cdot R_e + V_{BE} + I_E \cdot R_E = E_e$$

$$\Rightarrow I_E = \frac{E_e - V_{BE}}{\frac{R_e}{100} + R_E} = \frac{2,16 - 0,6}{0,27 + 10} = \frac{1,56}{10,27} = 0,1518 A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_C = 0,1518 A$$

II Expunam V_{CC} în functie de elementele din partea dreaptă a circuitului

$$\begin{aligned} V_{CC} &= I_C \cdot R_C + V_{CE} + I_E \cdot R_E \quad \Rightarrow \\ I_C &= I_E \end{aligned}$$

$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) = 12 - 0,1518 \cdot 49 = 12 - 7,44 = 4,5569 V$$

$$V_{CE} > V_{BE} \Rightarrow T \text{ se află în RAN}$$

$$PSF (Q\text{-Point}) \Rightarrow \begin{cases} I_C = 0,1518 A \\ V_{CE} = 4,5569 V \end{cases}$$

Problema 4.30

collector voltage $V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C$

(a) R_1 crește $\Rightarrow R_E$ crește $\Rightarrow E_E$ scade $\Rightarrow I_E$ scade \Rightarrow
 $\Rightarrow I_C$ scade $\Rightarrow V_C$ crește

(b) R_2 scade $\Rightarrow R_E$ scade $\Rightarrow E_E$ scade $\Rightarrow I_E$ scade \Rightarrow
 $\Rightarrow I_C$ scade $\Rightarrow V_C$ crește

• Pentru aceste 2 subpuncte de mai sus am introdus într-un Graph Calculator dependența I_C față de R_1 și, respectiv, R_2 ca să verific corectitudinea rezultatelor.

(c) R_E crește $\Rightarrow I_E$ scade $\Rightarrow I_C$ scade $\Rightarrow V_C$ crește

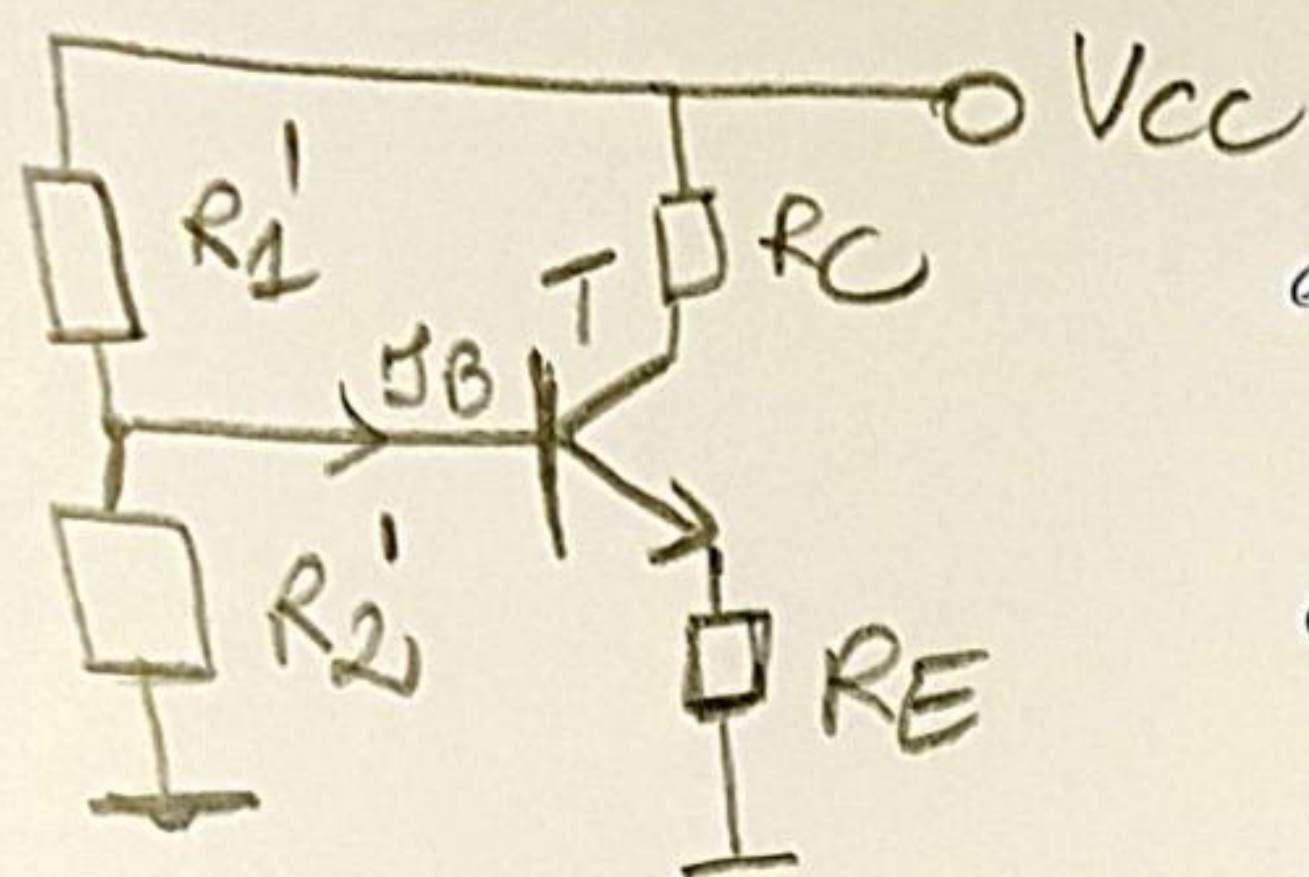
(d) R_C scade $\Rightarrow V_C$ crește

(e) V_{CC} crește $\Rightarrow V_C$ crește

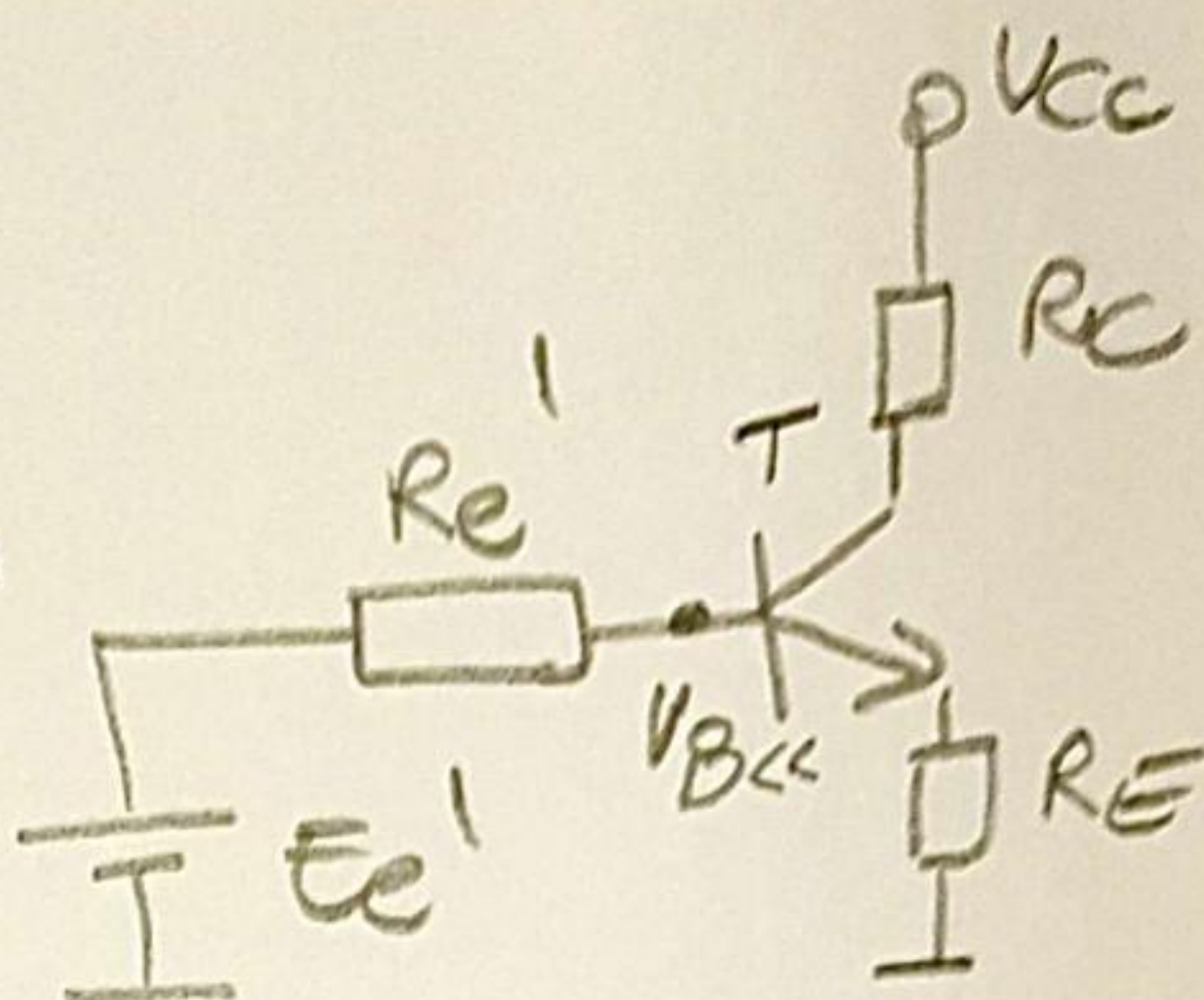
• Pentru subpunctele d și e am folosit același calculator grafic pentru a compara impactul celor 2 valori care se modifică ~~față de~~ asupra divizorului de tensiune față de tensiunea (potențialul) din collector

(f) β scade $\Rightarrow I_E$ scade $\Rightarrow I_C$ scade $\Rightarrow V_C$ crește

Problema 7.38



echivalare divizor
de tensiune



Dacă în circuitul acesta sunt utilizate $R_1' = 150k$ și $R_2' = 33k$,
vor avea loc următoarele lucruri:

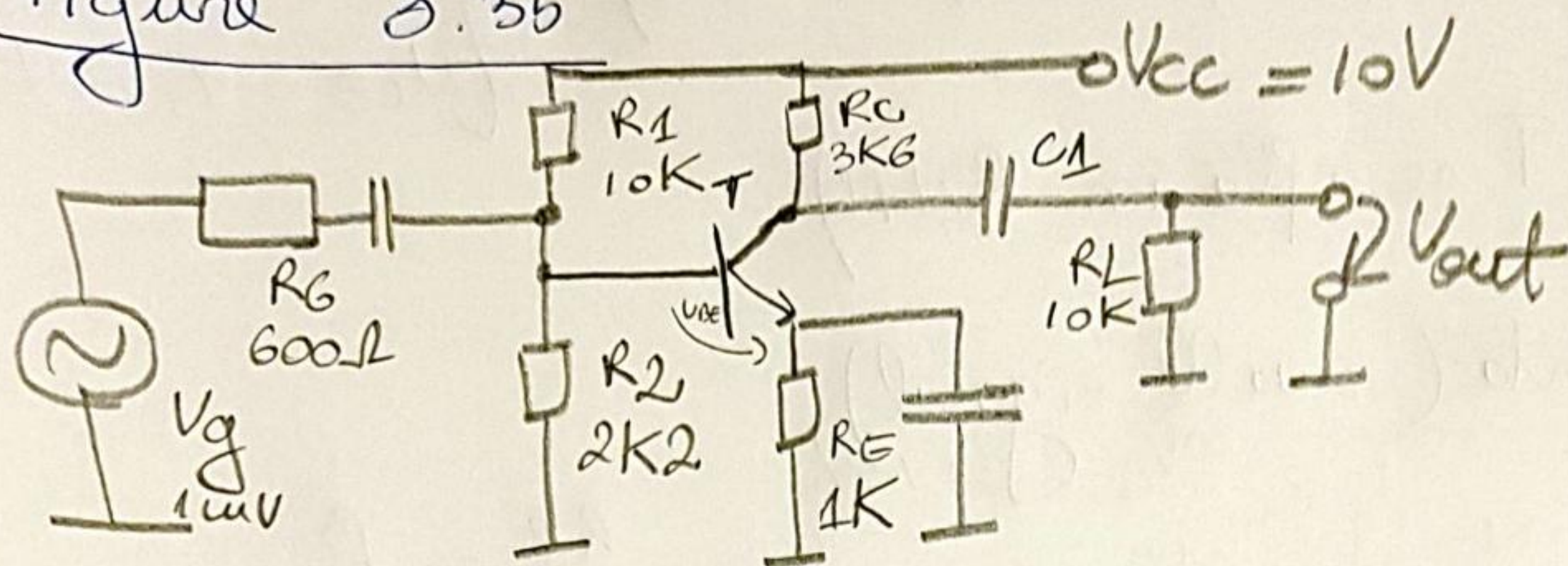
Divizorul de tensiune va furniza $0,8V$ în loc de
 $2,16V$ deoarece curentul I_B care trece prin R_2' nu
poate fi ignorat \Rightarrow există o nouă cădere de ten-
siune pe rezistența R_2' care scade nondiscontinuu fur-
mizorului \Rightarrow Ne gândim de la ce poate veni această pro-
blemă \Rightarrow depinde de $\begin{cases} V_{cc} \\ \text{rezistențele } R_1 \text{ și } R_2 (R_1' \text{ și } R_2') \end{cases}$

Dacă V_{cc} este același ($15V$), verificăm rezistențele din divizor
 $\Rightarrow E_e$ variază după $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$. În cazul nostru, $\frac{R_2'}{R_1' + R_2'}$

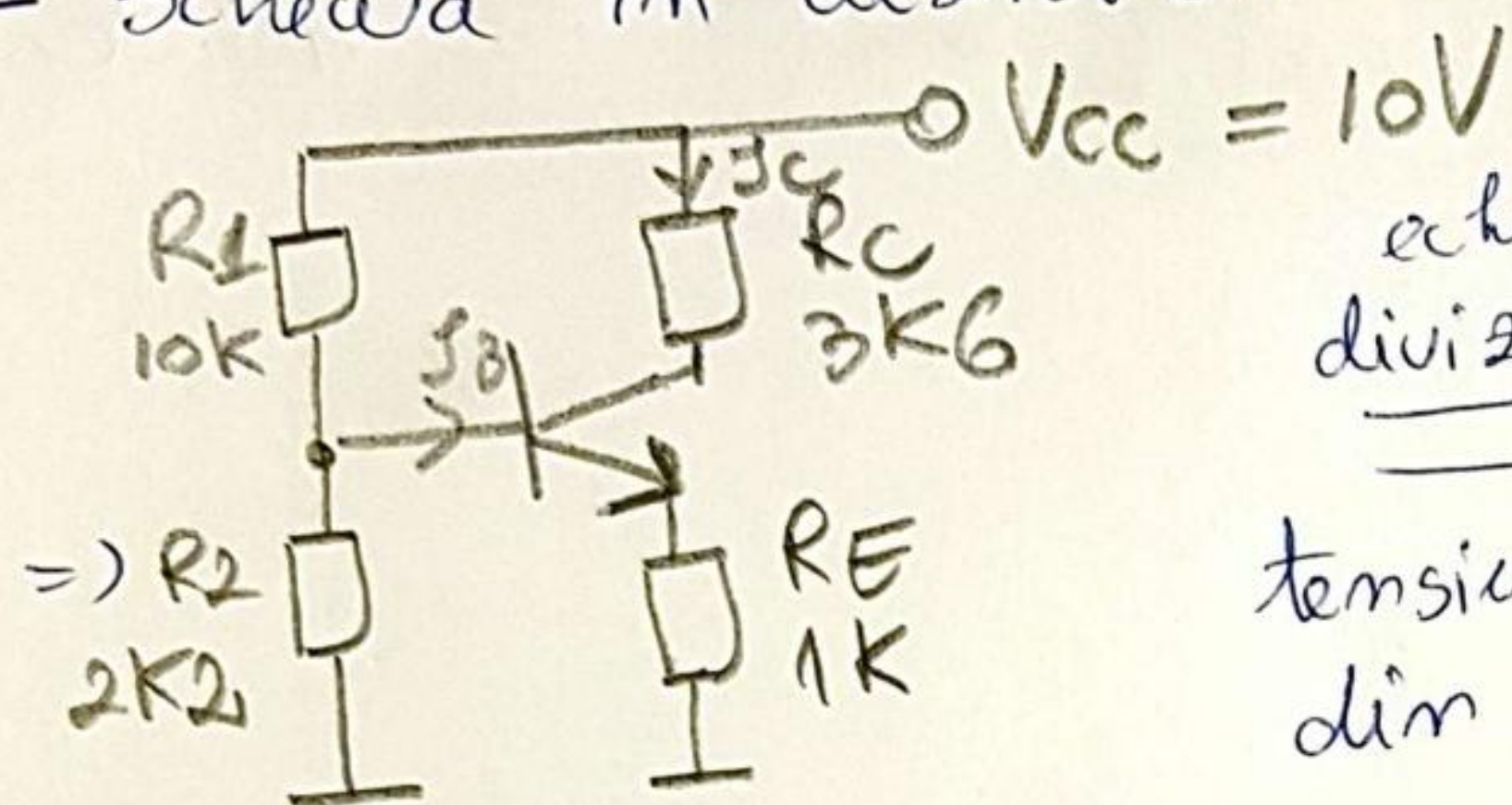
\Rightarrow ne uităm pe rezistențe la valori și ordin de mărime

\Rightarrow Aici ne dăm seama fiind o greșeală

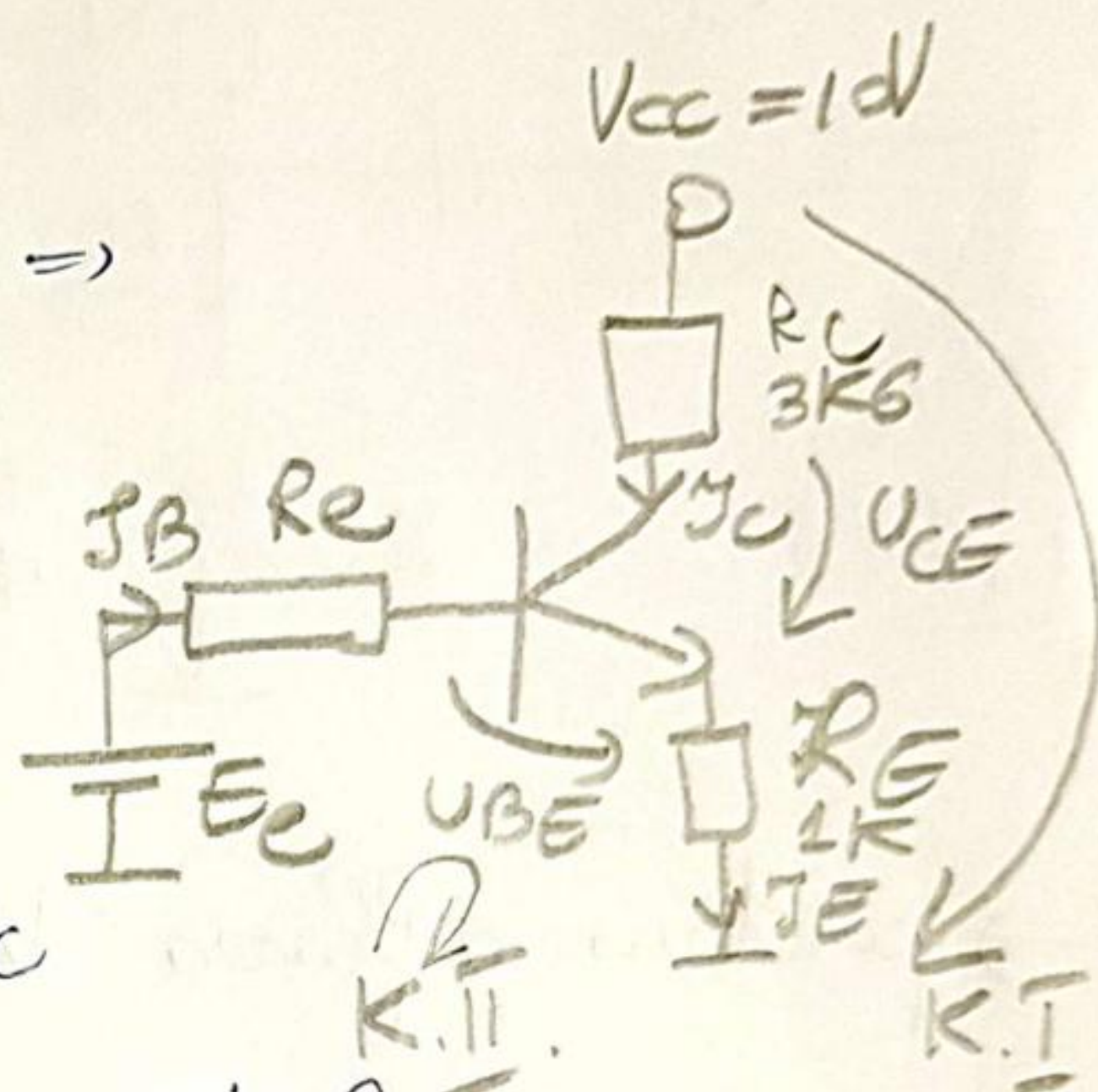
Figure 8.35



→ calculăm P.S.F. (I_C , U_{CE})
 - Scheua în curent continuu obține ⇒



echivalăm
divizorul de
tensiune format
din R_1 , R_2 și V_{cc}



$$R_e = R_1 \parallel R_2 = \frac{2,2 \cdot 10}{12,2} = \frac{22}{12,2} = 1,8k\Omega$$

$$E_e = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \cdot \frac{2,2}{12,2} = 1,8V$$

Kinchoff II în bucla de jos ⇒

$$\Rightarrow I_B \cdot R_e + U_{BE} + I_E \cdot R_E = E_e$$

$$I_B = \frac{I_E}{100} \approx \frac{I_C}{100} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{I_C}{100} \cdot R_e + U_{BE} + I_C \cdot R_E = E_e \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{E_e - U_{BE}}{\frac{R_e}{100} + R_E} = \frac{1,8 - 0,6}{\frac{1,8}{100} + 1k} = 1,18mA$$

KI. de la V_{cc} la U_{CE} ⇒

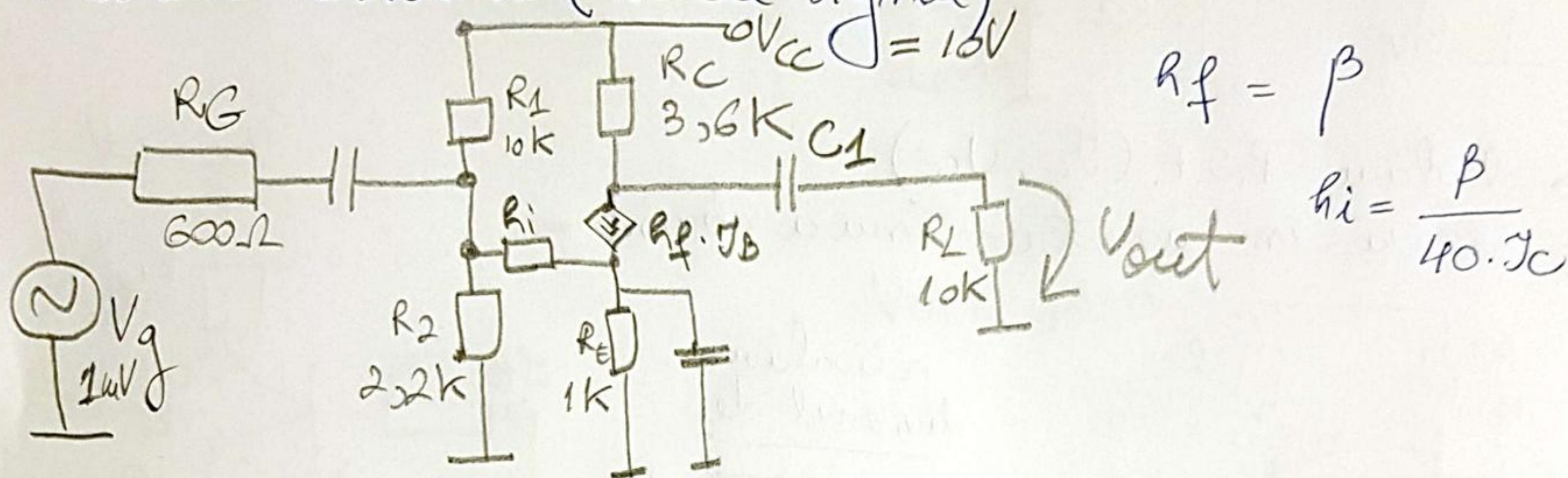
$$\Rightarrow V_{cc} = I_C (R_C + R_E) + U_{CE} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_{CE} = V_{cc} - I_C (R_C + R_E) = 10 - 1,18 (3,6 + 4) = 4,572V$$

=> Punctul static de funcționare (Q-Point) : $\begin{cases} I_C = 1,18 \text{ mA} \\ V_{CE} = 4,572 \text{ V} \end{cases}$

($V_{CE} > V_{BE} \Rightarrow T$ se află în RAN)

→ schema echivalentă (small signal)



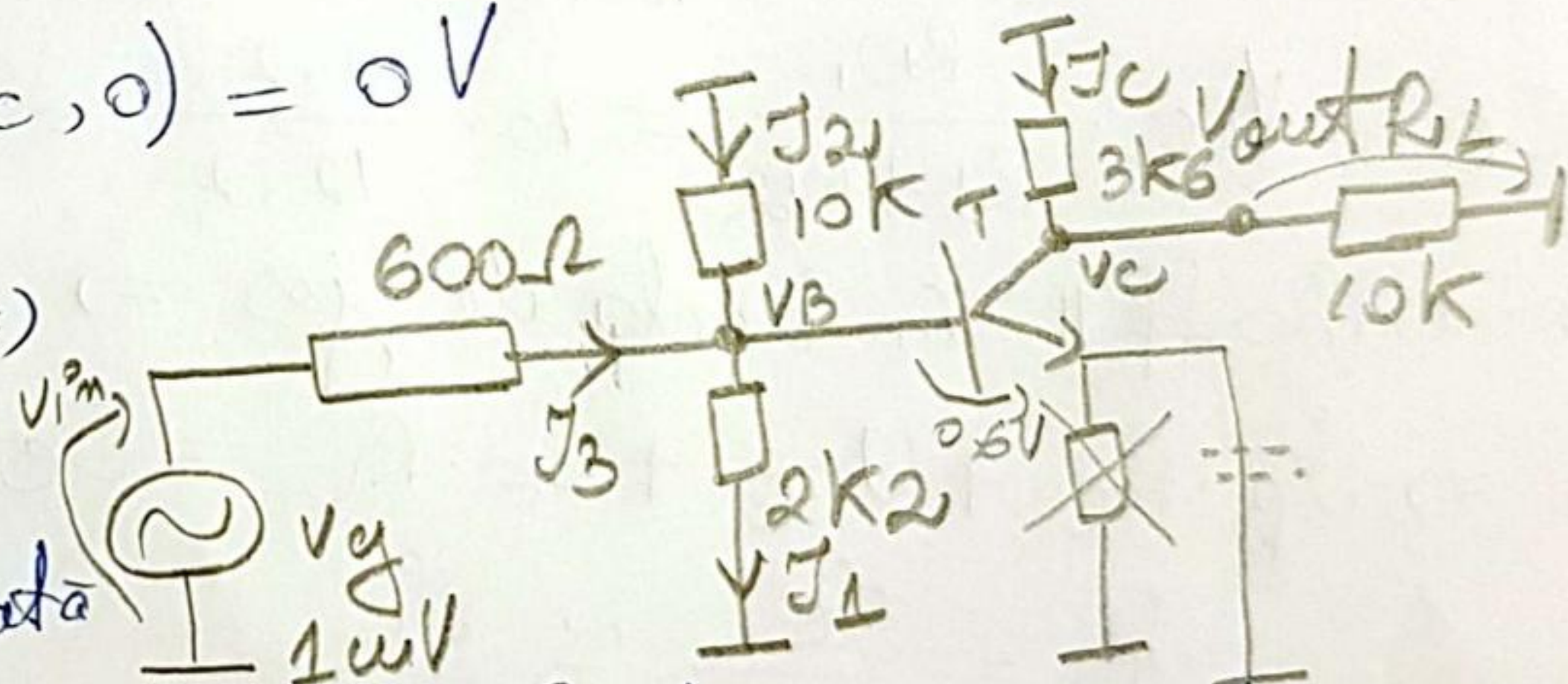
→ pentru aflarea V_{out}

I. Pasivizăm $V_g \Rightarrow C_1$ devine izolator \Rightarrow

$$\Rightarrow V_{out}(V_{CC}, 0) = 0 \text{ V}$$

II. Pasivizăm $V_{CC} \Rightarrow$

condensatoarele se consideră scurtcircuitate



\Rightarrow Rezistența R_E nu mai este luată în considerare \Rightarrow

$$\Rightarrow V_B = V_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{0,6}{2,2} = \frac{0,3}{1,1} \text{ mA} ; I_2 = \frac{0,6}{10} = 0,06 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{0,6 - V_{im}}{600} = 1 \text{ mA} - \frac{V_{im}}{600}$$

Folosim Kirchhoff I în nodul $V_B \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_B = I_1 + I_2 + I_3 = 1 + 0,06 + 0,27 - V_{im} \cdot \frac{1}{600} =$$

$$= 1,33 - V_{im} \cdot \frac{1}{600}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 133 \mu A - V_{im} \cdot \frac{1}{600} \cdot 100 = V_{im} \cdot \frac{-1}{6} + 133 \mu A$$

$$V_{out} = I_E \cdot 3,6 k = I_C \cdot 3,6 k =$$

$$= 3,6 \cdot 10^3 \left(133 \cdot 10^{-3} - \frac{1}{6} \cdot V_{im} \right) =$$

$$= 3,6 \cdot 133 - \frac{1}{6} \cdot V_{im} \cdot 10^3 \cdot 3,6$$

V_{im} a fost considerat în V, dar \Rightarrow
de fapt este în mV

$$\Rightarrow V_{out} = 3,6 \cdot 133 - \frac{3,6}{6} \cdot V_{im} \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} =$$

$$= (172,9 - 6 V_{im}) \text{ mV} \quad (V_{out}(0, V_{im}))$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_{out}(V_{cc}, 0) + V_{out}(0, V_{im}) =$$

$$= V_{out}(0, V_{im}) = (172,9 - 6 V_{im}) \text{ mV}$$

$\Rightarrow V_{out}$ nu depinde de V_{cc} (atât timp cât tranzistorul se află în regiunea activă normală)

V_{cc} crește \Rightarrow T rămâne în RACT \Rightarrow

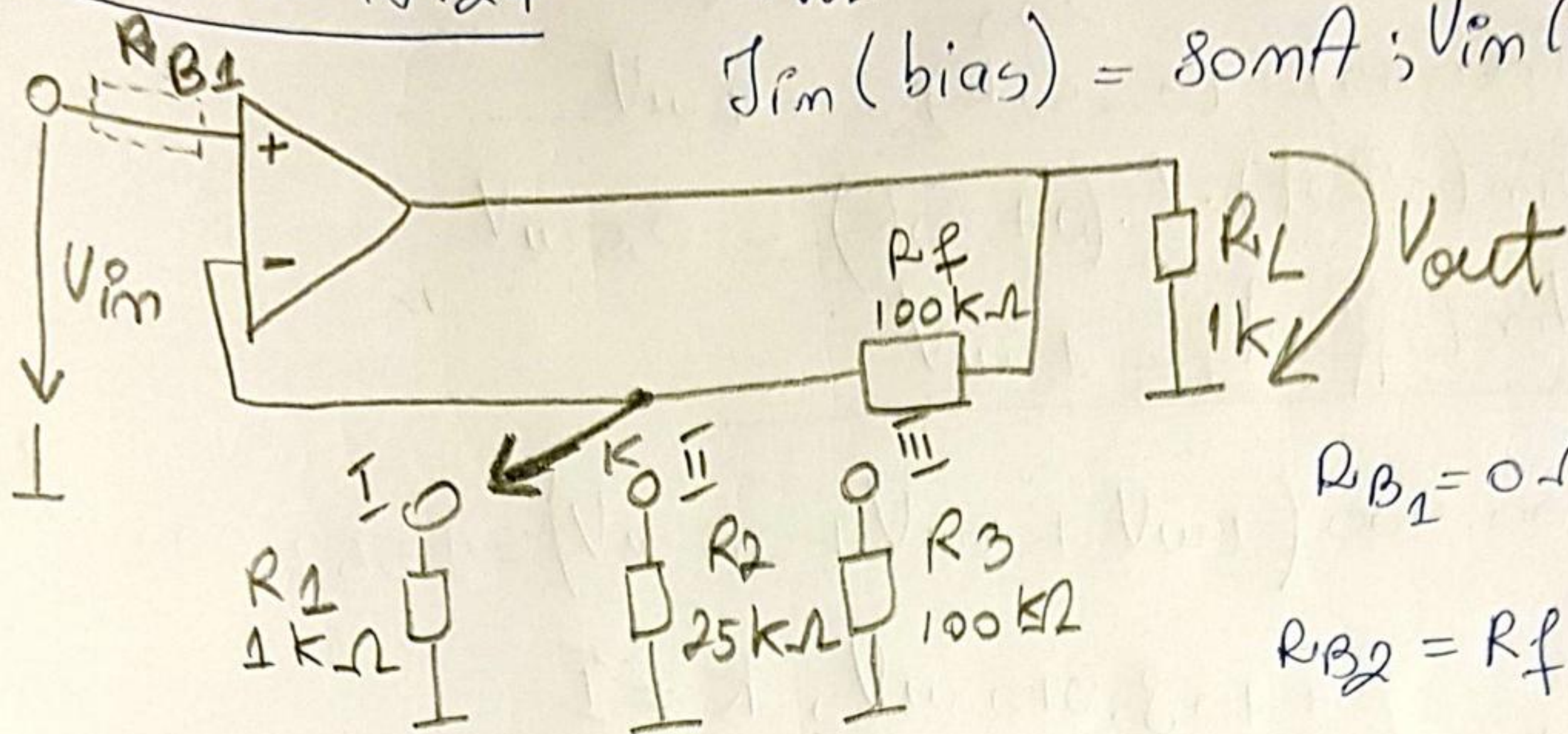
\Rightarrow Pentru $V_{cc} = 15 V$, V_{out} rămâne la fel

$$V_{out}' = V_{out} = (172,9 - 6 V_{im}) \text{ mV}$$

Problema 17.27

$$A_{VOL} = 100.000 ; I_{in}(\text{offset}) = 20 \mu A$$

$$I_{in}(\text{bias}) = 80 \mu A ; V_{in}(\text{offset}) = 1 \mu V$$



$$R_{B1} = 0 \Omega \text{ (in a certain case)}$$

$$R_{B2} = R_f \parallel (R_1 \text{ sau } R_2 \text{ sau } R_3)$$

$$\begin{cases} V_{1en} = (R_{B1} - R_{B2}) \cdot I_{in}(\text{bias}) \\ V_{2en} = (R_{B1} + R_{B2}) \cdot \frac{I_{in}(\text{offset})}{2} \\ V_{3en} = V_{in}(\text{offset}) \end{cases} \Rightarrow V_{en} = \pm A_{VOL} (V_{1en} + V_{2en} + V_{3en})$$

output offset voltage

I. $R_{B2} = R_f \parallel R_1 = \frac{100}{101} = 0,99 k\Omega$

$$V_{1en} = I_{in}(\text{bias}) (0 - 0,99) = -0,0792 \mu V$$

$$V_{2en} = \frac{1}{2} I_{in}(\text{offset}) \cdot (0 + 9,9) = 10 \cdot (+0,99) = 0,099 \mu V$$

$$V_{3en} = V_{in}(\text{offset}) = 1 \mu V$$

$$V_{out1} = \pm 100.000 (1 + 0,099 + 0,0792) = \pm 108.910 \mu V$$

II. ~~$R_{B2} = I_{in}(\text{bias}) \cdot (0 - 20) =$~~

$$R_{B2} = \frac{2500}{125} = 20 k\Omega (R_f \parallel R_2)$$

$$V_{1en} = I_{in}(\text{bias}) \cdot (0 - 20) = -1,6 \mu V$$

$$V_{2en} = I_{in}(\text{offset}) \cdot \frac{1}{2} (0 + 20) = 0,2 \mu V$$

$$V_{3en} = V_{in}(\text{offset}) = 1 \mu V$$

$$V_{out2} = \pm 100.000 (1 + 1,6 + 0,2) = \pm 280.000 \mu V$$

$$\text{III. } R_{B2} = R_f \parallel R_3 = \frac{10.000}{200} = 50 \text{ k}$$

$$V_{1 \text{ en}} = I_{\text{in}}(\text{bias}) \cdot (0 + 50 \text{ k}) = -4 \text{ }\mu\text{V}$$

$$V_{2 \text{ en}} = I_{\text{in}}(\text{offset}) \cdot \frac{1}{2} \cdot (0 + 50 \text{ k}) = 0,5 \text{ }\mu\text{V}$$

$$V_{3 \text{ en}} = V_{\text{in}}(\text{offset}) = 1 \text{ }\mu\text{V}$$

$$V_{\text{out } 3} = \pm 100.000 (1 \text{ }\mu\text{V} + 4 \text{ }\mu\text{V} + 0,5 \text{ }\mu\text{V}) = \pm 550.000 \text{ }\mu\text{V}$$

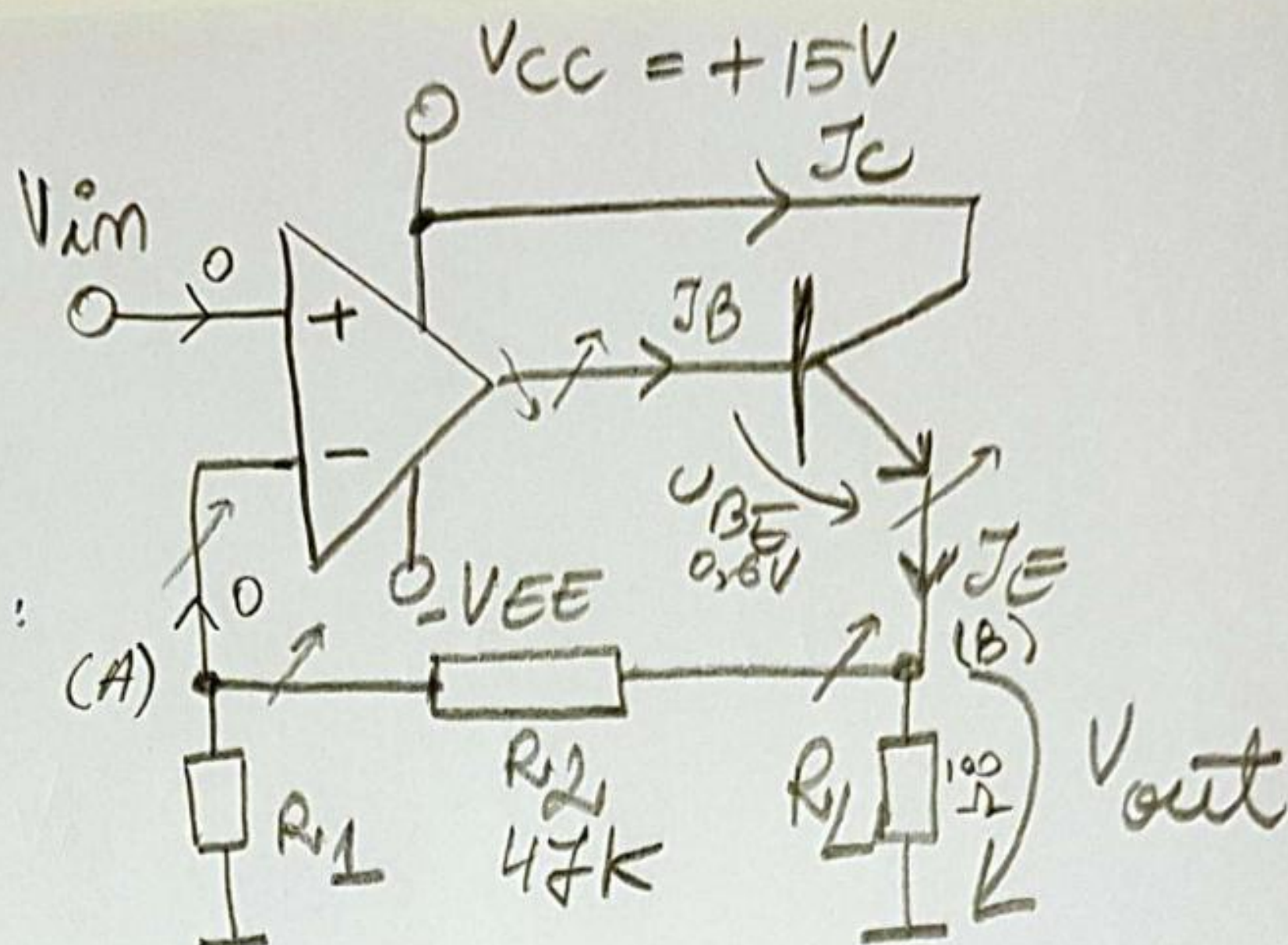
$$\text{output offset voltage} = \begin{cases} \pm 108.910 \text{ }\mu\text{V}, k = \text{I} \\ \pm 280.000 \text{ }\mu\text{V}, k = \text{II} \\ \pm 550.000 \text{ }\mu\text{V}, k = \text{III} \end{cases}$$

Problema 18.29

- reacție negativă

- voltage gain este:

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$



Pentru nodul (A), Kirchhoff I \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{0 - V_{in}}{2k} + \frac{V_{out} - V_{in}}{47k} = 0 \Rightarrow \frac{V_{in}}{2k} = \frac{V_{out} - V_{in}}{47k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 47 V_{in} = 2 V_{out} - 2 V_{in} \Rightarrow 49 V_{in} = 2 V_{out} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{49}{2} = 24,5 \text{ voltage gain}$$

Pentru a afla short-circuit current gain, folosim aceeași formulă în nodul (B) \Rightarrow

$$\Rightarrow J_E + \frac{0 - V_{out}}{100} + \frac{V_{in} - V_{out}}{47 \cdot 10^3} = 0 \Rightarrow$$

$$J_B = J_E \cdot \frac{1}{100}$$

$$\Rightarrow J_B = \frac{1}{100} \left(\frac{V_{out}}{100} + \frac{V_{out} - V_{in}}{47 \cdot 10^3} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{V_{in} \cdot 24,5}{100} + \frac{24,5 \cdot V_{in}}{2 \cdot 10^3} \right) =$$

$$= V_{in} \cdot \frac{1}{100} \left(\frac{24,5}{100} + \frac{1}{2 \cdot 10^3} \right) = V_{in} \cdot \frac{1}{100} \left(\frac{1 + 490}{2 \cdot 10^3} \right) =$$

$$= V_{in} \cdot \frac{491}{2 \cdot 10^3} = (V_{in} \cdot 0,2455) A \text{ short-circuit current gain}$$