

פתרון תרגיל מס' 2:

1. חלק
(10)

$$I_3 = I_4$$

$$\frac{V_1 - V(+)}{5k} = \frac{V(+)-V_2}{5k}$$

$$V(+)=\frac{V_1-V_2}{2}$$

נרשם P.N.S פ"ר פ"ר

$$I_1 = I_2$$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V(+)=1.5(V_1-V_2)$$

$$V(+)=V(-)=0.5(V_1-V_2)$$

$$V_0 = 1.5(5-3) = 3V$$

(1)

$$V(+)=V(-)=0.5(5-3)=1V$$

$$I_1 = \frac{V(+)-0}{5k} = 0.2mA$$

$$I_4 = \frac{V(+)-(-V_2)}{5k} = \frac{1-(-3)}{5k} = 0.8mA$$

נרשם P.N.S פ"ר פ"ר $\leftarrow$ נרשם R_2

(2)

$$\delta \approx 1) \left\{ \begin{array}{l} V(-) = V_{out} \\ V(-) = V(+), \text{ שנרשם} \end{array} \right.$$

$$V_{out} = V(+)=0.5(V_1-V_2)=1V$$

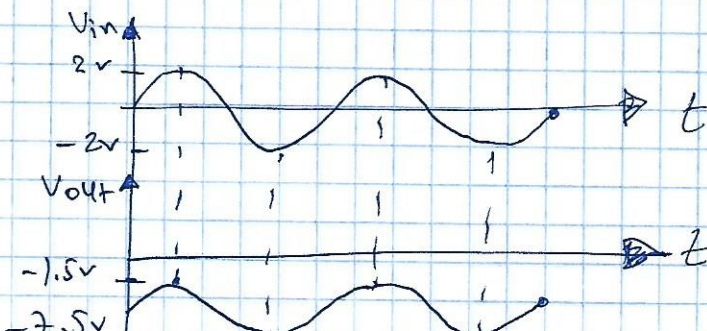
$$V_1 = 2V \sin(\omega t)$$

נרשם $V_2 = 4V$ (3)

$$V_{out} = 1.5(V_1-V_2)$$

$$V_0 = 1.5(2-3) = -1.5V$$

$$V_0 = 1.5(-2-3) = -7.5V$$



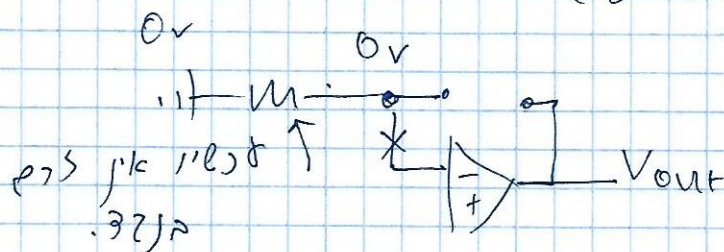
(ד') R_2 נשלף $\leftarrow$ אין קשר בין $V_{(-)}$ ל'ציאה.

המגבר הופך אותם פגומים.

$$V_{(+)} = -1.5V / -7.5V$$

מתקיימת. מתקיימת.

מה ש/וה $V_{(-)}$?



$$V_{(-)} = 0V$$

$$V_{(+)} < V_{(-)}$$

$$V_{out} = -V_{cc}$$

כך

שאלה מס' 2:

(א) מעגל א': מזכר ~~הוא~~ הופך מופע V_i .

$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_i = -1.5V_i$$

מעגל ב': מזכר יחידה (חוצץ), מטרתו

להנמיך התנגדות של מקורות מתח
אולי חוצץ בין 2 מעגלים, להעביר את
הפוטנציאלים של אחר.

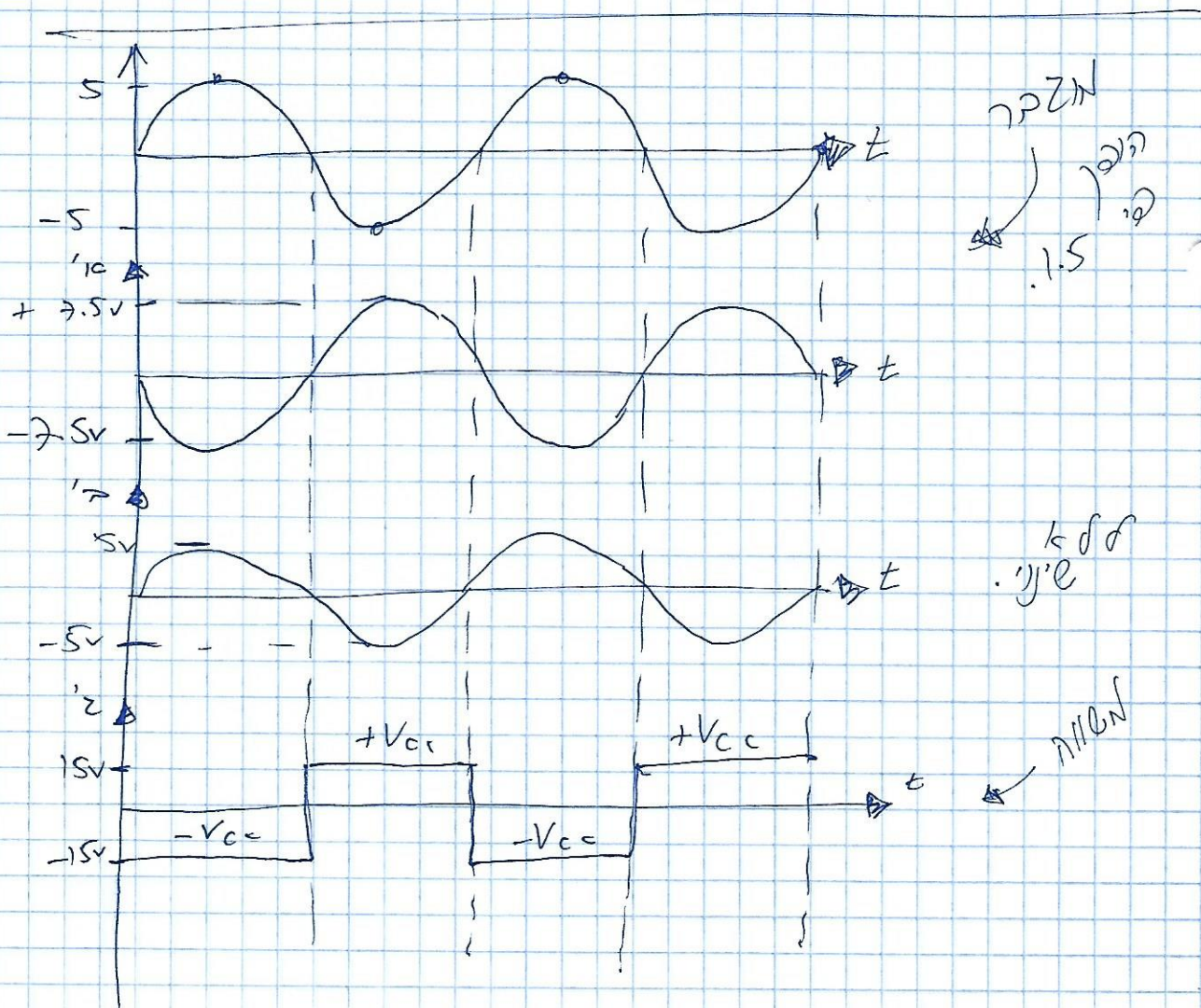
מעגל ג': משווה את V_i לאפס (0V)

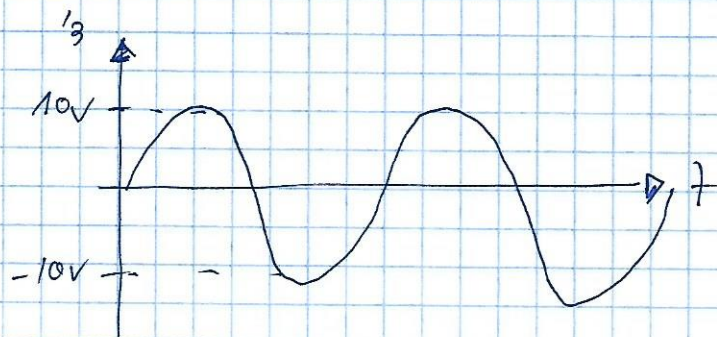
$$V_o = -V_{cc} \quad \text{כא } V_i > 0$$

$$V_o = +V_{cc} \quad \text{כא } V_i < 0$$

מעגל ד': מזכר לא הופך מופע V_i

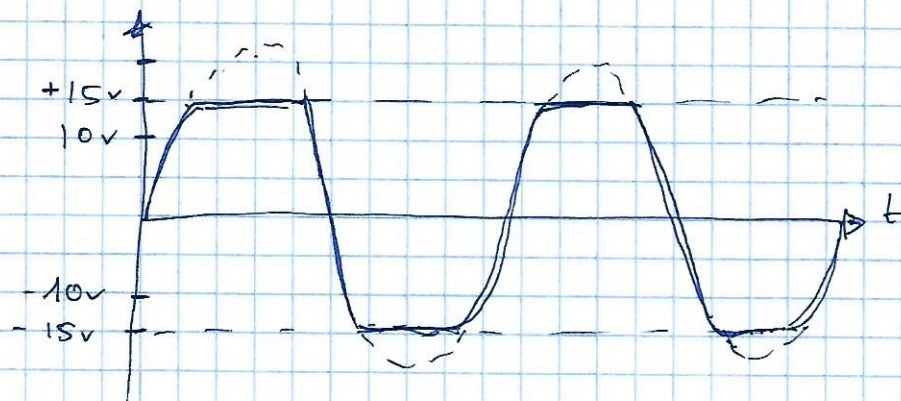
$$V_o = V_i \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 2V_i$$





התאם קו

משרי, לא חלק
פי 2



ז

התחת היה
אלמור להק

$\pm 20V$

ז' סיוס, אן תא מוסב ע" $\pm V_{CC}$

קטיעה — היתח (וצרם)

$$I_{LED} = 10mA$$

$$V_{LED} = 1.5V$$

(3)

$$V_X \rightarrow \left(\begin{matrix} 100 \\ 1k \end{matrix} \right) \quad I_1 = I_2$$

(10)

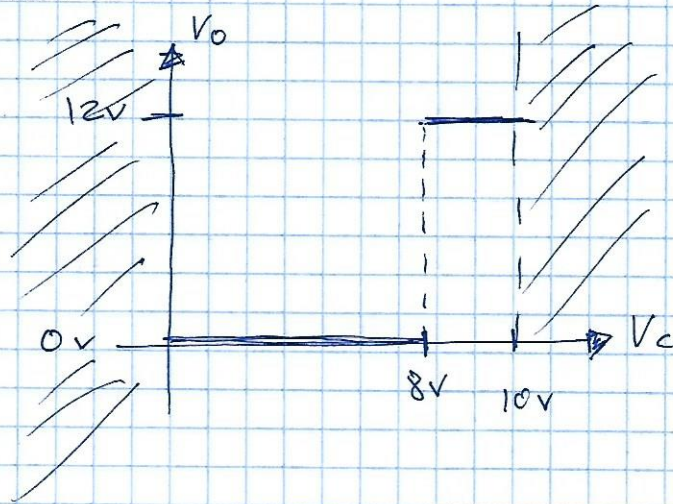
$$V_X = 8V$$

$$V_C > V_X$$

$$V_O = +12V$$

$$V_C < V_X$$

$$V_O = 0V$$



(2)

$$V_O = +V_{CC}$$

ולכן $V_C > 8V$ מתח הקלט צריך להיות גדול
למטה $8V$ כדי שכל זמן יקרה, הוא צריך להיות
גדול מתח הקלט $8V$.

$$V_O = 0V \quad V_{\infty} = 10V \quad V_C = 8V$$

$$\tau = R \cdot C = 3mSec$$

$$t = -\tau \cdot \ln \left[\frac{V_{\infty} - V_C}{V_{\infty} - V_O} \right] = -3mSec \ln \left[\frac{10-8}{10-0} \right]$$

$$t = 4.828mSec$$

$$I_L = I_{LED} = 10mA \quad U_{RL} = 12 - 1.5 = 10.5V \leftarrow V_{LED} = 1.5V$$

$$R_L = \frac{U_L}{I_L} = \frac{10.5}{10mA} = \frac{10.5}{0.01} = 1050\Omega$$

כן, ניתן לשלש $V_X > 10V$ ו- $V_C > V_X$

$$V_X = 10\frac{2}{3}V \leftarrow R_1 = 1k\Omega$$

(1)

(1)

: DC ניתוח נכונות

(4)

(i_B) + (i_C)

$$\begin{cases} V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \\ V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \end{cases}$$

$$I_B = 10 \mu A$$

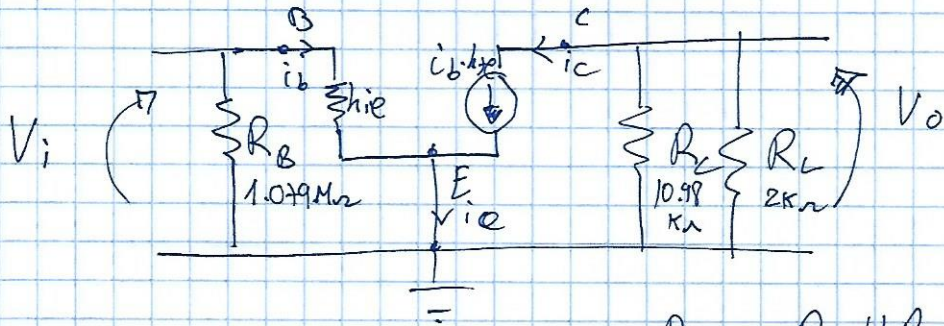
$$\begin{cases} 12 = 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot R_C + 6 + 0.51 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 \\ 12 = 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_B + 0.7 + 0.51 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 \end{cases}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 0.5 \text{ mA}$$

$$I_E = I_B + I_C = 0.51 \text{ mA}$$

סעי' ב'
תשובה
נכונה

$$\begin{cases} R_C = 10.98 \text{ k}\Omega \\ R_B = 1.079 \text{ M}\Omega \end{cases}$$

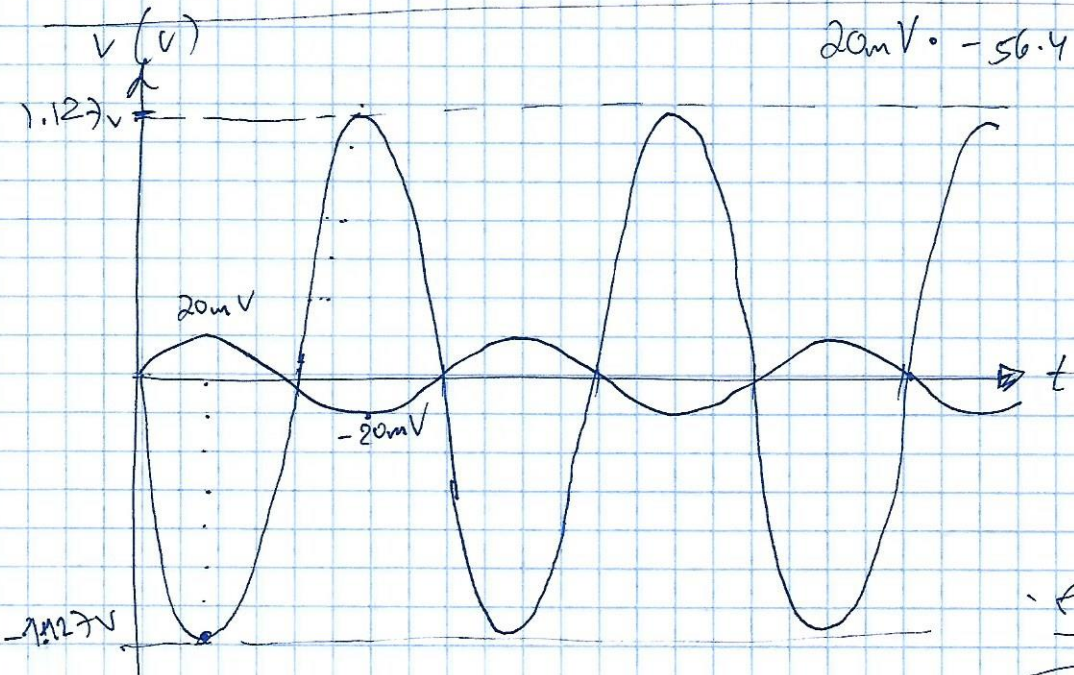


(3) + (2)

$$R_{out} = R_C \parallel R_L = \left(\frac{1}{10.98} + \frac{1}{2} \right)^{-1}$$

$$R_{out} = 1.691 \text{ k}\Omega$$

$$A_v = - \frac{h_{se} \cdot R_{out}}{h_{ie}} = - \frac{50 \cdot 1.691}{1.5} = -56.4$$



$$20 \text{ mV} \cdot -56.4 = \pm 1.127 \text{ V}$$

(7)

הנ"ל נוסף

$$V_o = V_{in} \cdot A_v$$

אין פריבורד
בציור ה-y
בין לני העיפ

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \quad /: R_C \quad : \text{יד' סיד'}$$

(5)

$$\frac{V_{CC}}{R_C} = I_C + \frac{V_{CE}}{R_C}$$

$$I_C = \left(-\frac{1}{R_C} \right) V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$I_C = f(V_{CE}) = \underbrace{\left(-\frac{1}{R_C} \right)}_{\text{סיד' ע'}} \cdot \underbrace{V_{CE}}_{\text{X}} + \underbrace{\frac{V_{CC}}{R_C}}_{\text{סיד' ע'}}$$

$$\frac{V_{CC}}{R_C} = 4 \text{ mA}$$

סיד' ע' יד' 4

$$V_{CC} = 12 \text{ V}$$

X סיד' ע' יד' 12

(2)

$$R_C = 3 \text{ k}\Omega$$

$$I_B = \frac{3 \text{ mA}}{\beta} = 30 \mu\text{A} \leftarrow I_C = 3 \text{ mA} \quad \alpha \quad \text{יד' ע'}$$

(2)

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

: סיד' ע'

$$12 = 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_B + 0.7$$

$$R_B = 376,666 \Omega$$

$$A_v = \frac{-h_{fe} \cdot R_{out}}{h_{ie}} = -100 = \frac{-100 \cdot R_{out}}{2 \text{ k}}$$

(3)

$$R_{out} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$2 \text{ k} = R_{out} = \left(\frac{1}{3 \text{ k}} + \frac{1}{R_L} \right)^{-1} \rightarrow R_L = 6 \text{ k}\Omega$$

6 א

תפקיד המשבר שרר; להוריד את
המתח ולכן שרר לא יורד מתחת לסף
זרם רב אלא רק זרם ממוצע זרר.
תפקיד המשבר לחצות בין שני המצבים.

תפקיד הטרנזיסטור להעביר את הזרם היוצא
המשבר שרר ובכך להקטין את ההפסד למנו.
יבוא למנו כי זרם המשבר שרר מושגת לזרמים נמוכים
תכן לא יעמוד בפניו של הזרם R_L .

$$I_2 = I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{V_{in} - V_2}{R_1} = \frac{11}{0.5k} = 22mA \quad \text{ב}$$

$$V_0 = V_2 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) = \left(1 + \frac{3}{1}\right) \cdot 4 = 16V \quad \text{ג}$$

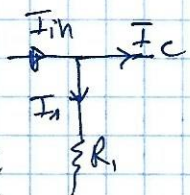
$$I_L = \frac{V_{out}}{R_L} = \frac{16}{100} = 160mA \quad \text{ד}$$

$$I_E = I_L + I_2 = 160 + \frac{V_0 - V_2}{3k} = 160 + \frac{16 - 4}{3k}$$

$$\boxed{I_E = 164mA}$$

$$I_B = I_{out} = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{164}{101} = 1.623mA$$

$$P_{(vin)} = I_{in} \cdot V_{in} \quad \text{ה}$$



$$I_{in} = I_{R_1} + I_c = 22mA + I_B \cdot \beta =$$

$$= 22mA + (1.623mA \cdot 100) = 22mA + 162mA = 184mA$$

$$P_{(vin)} = (184mA) \cdot (15V) = 2.76W$$

$$\beta = 100$$

$$I_{out} = 2mA \quad V_Z = 4V$$

(1)

$$I_L = 0.2A$$

: μ (I_C)

~~$$V_{out} = I_L \cdot R_L = ?$$~~

$$I_{out} = I_B = 2mA \rightarrow I_E = (\beta + 1) I_B = 202mA$$

$$I_E = I_L + I_2$$

$$202mA = 200mA + I_2$$

$$\boxed{I_2 = 2mA}$$

$$P_L = I_L \cdot U_L \rightarrow U_L = \frac{P_L}{I_L}$$

(2)

$$U_L = \frac{2}{0.2} = 10V = V_{out}$$

$$I_2 = \frac{V_0 - V_Z}{R_2} \rightarrow \frac{10 - 4}{R_2} = 2mA$$

$$\boxed{R_2 = 3k\Omega}$$

$$V_{in} = 30V \rightarrow V_{R_1} = 26V$$

(3)

$$I_{R_1} = \frac{26V}{5k} = 5.2mA$$

זהו זרם נ"ל

$$P_{R_1} = \frac{U_{R_1}^2}{R_1} = \frac{26^2}{5000} = 0.1352W$$

זהו ההספק הנדרש ב- R_1 אופן

מסתמך על ההספק P_{R_1} אין בעיה לך זרם קטן של $5.2mA$

את המעגל. $V_{in} = 30V$ נ"ל

$$I_{out} = 25mA \rightarrow I_{E_{op}} = 25mA \cdot 100 = 2.5A$$

(3)

$$R_L = \frac{U_L}{I_L} = \frac{V_{out}}{2.5A - 2mA} = \frac{10}{2.5A} = 4\Omega$$

זהו זרם נ"ל

$$R_{TOTAL} = R_1 + (R_2 || R_3) + [R_6 || (R_4 + R_5)]$$

8

$$R_{TOTAL} = 12 + (200 || 50) + [120 || (50 + 30)]$$

← זה
מתוך
מקוצר!

לא נפתר
ככה בהתניה!

$$R_{TOTAL} = 100 \Omega$$

$$I_{TOTAL} = \frac{V_{TOTAL}}{R_{TOTAL}} = \frac{150}{100} = 1.5A$$

9

$$I_3 = \frac{I_{TOTAL} \cdot R_2 \left(\frac{200}{250} \right)}{R_2 + R_3} = \frac{1.5 \cdot 50}{250}$$

$$I_3 = 0.3A \rightarrow U_3 = 60V$$

$$I_5 = \frac{I_{TOTAL} \cdot R_6}{R_6 + R_{45}} = \frac{1.5A \cdot 120}{120 + 80}$$

10

$$I_5 = 0.9A \rightarrow U_5 = 27V$$

$$P_G = I_G^2 R_6, \quad I_G = I_{TOTAL} - I_{4,5}$$

11

$$I_G = 1.5A - 0.9A = 0.6A$$

$$P_G = (0.6)^2 \cdot 120 = 43.2W$$

$$R_{TOTAL} = R_1 + [R_2 // R_3 + R_4] // [(R_5 // R_6) + (R_7 // R_8)] + R_9 \quad (9)$$

$$2 + [8 // 12 + 3.2] // [(36 // 18) + (24 // 12)] + 0.3$$

$$2 + [4.8 + 3.2] // [12 + 8] + 0.3$$

$$2 + (8 // 20) + 0.3$$

$$R_{TOTAL} = 8.0142 \Omega$$

$$I_7 = 0.5A \rightarrow U_7 = 18 \cdot 0.5 = 9V \quad (2)$$

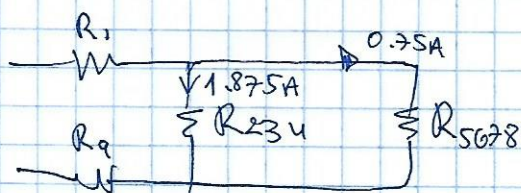
$$U_5 = U_7 \rightarrow I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{9}{36} = 0.25A$$

$$I_{5,7} = 0.5A + 0.25 = 0.75A = I_{6,8}$$

$$U_{6,8} = I_{6,8} \cdot R_{6,8} = 0.75 \cdot 8 \Omega = 6V$$

$$U_{5,7} + U_{6,8} = U_{234} = 6V + 9V = 15V$$

$$I_{234} = \frac{U_{234}}{R_{234}} = \frac{15V}{8 \Omega} = 1.875A$$



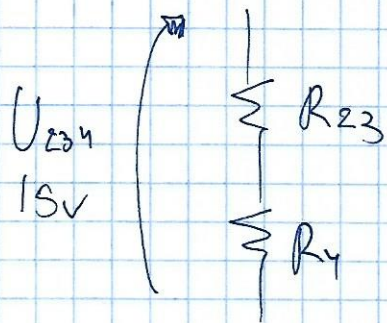
$$I_{TOTAL} = 0.75A + 1.875A$$

$$I_{TOTAL} = 2.625A$$

$$E = R_{TOTAL} \cdot I_{TOTAL} = 21.03V$$

$$P_4 = \frac{U_4^2}{R_4}$$

②



$$U_4 = \frac{U_{234} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{15 \cdot 3.2}{3.2 + 4.8} = 6V$$

~~11~~

$$P_4 = \frac{(6V)^2}{3.2} = 11.25W$$

$$V_{CE} = V_{CE(SAT)} = 0.2V \quad \text{בהנחה כוליה}$$

$$\begin{matrix} 10 \\ 1 \end{matrix}$$

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + V_{LED}$$

$$10 = I_C \cdot 1 \cdot 10^3 + 0.2 + 1.8$$

$$I_C = 8mA$$

$$I_B = \frac{8mA}{100} = 80 \mu A$$

$$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$$

כאשר ניתן $I_B = 80 \mu A$ וקבל $I_C = 8mA$ מקסימלי.
 לזה אומר שהתכניתור בהווה. כל עוד של I_B
 מת $80 \mu A$ הבר I_C לא יזדק יותר כי
 הגיע למקס' ולכן זה הערך המינימלי הכוללי.

$$V_i = I_B R_B + V_{BE}$$

$$V_i = 80 \cdot 10^{-6} \cdot R_B + 0.7 = 80 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^3 + 0.7$$

$$V_i = 4.7V$$

$$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$$

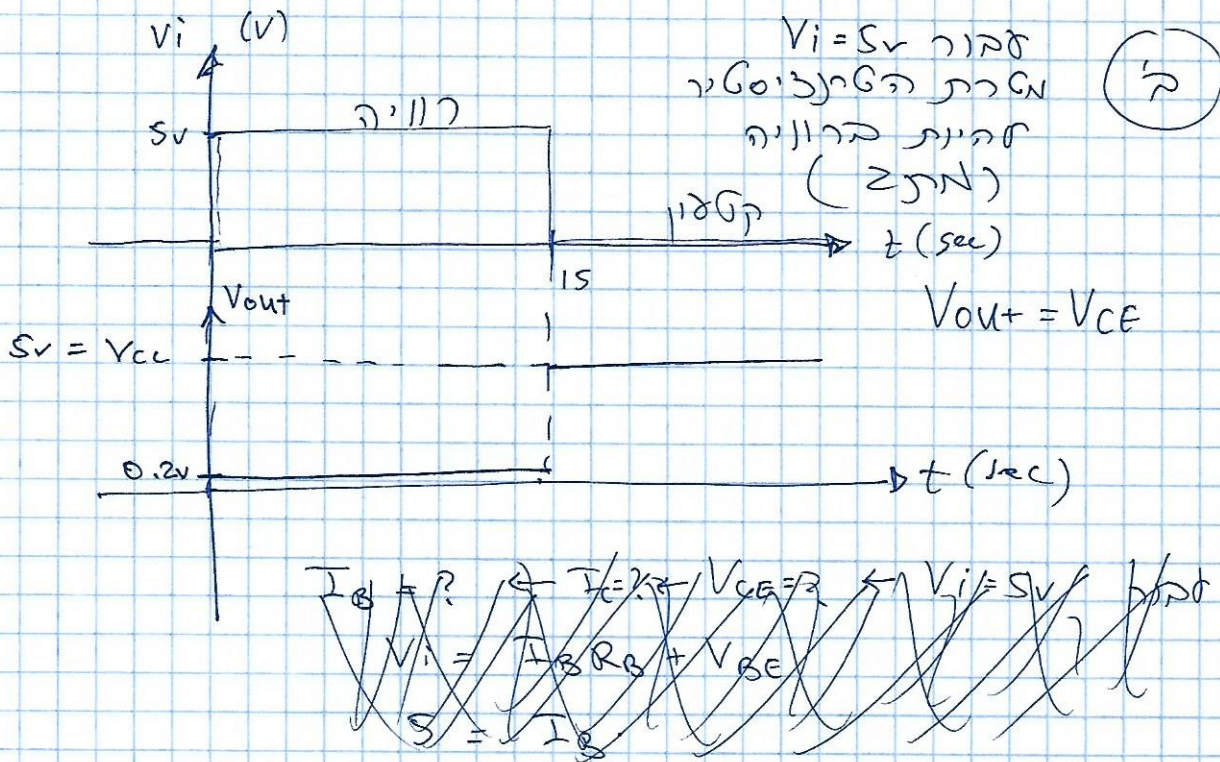
כל V_i מינימלי כולליה כי זה מתח V_i
 שמת לפני I_B המינימלי. אם נרצה את V_i
 כל I_B יזדק אך I_C לא כי הגיע למקסימום
 לכן התכניתור בהווה.

11
(11)

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE(SAT)} + V_{LED}$$

$$5 = I_C \cdot 0.2 \cdot 10^3 + 0.2 + 1.5$$

$$I_C = 16.5 \text{ mA}$$



$V_{CE} = V_{CE(SAT)} \leftarrow I_C(\text{max})$: כאלו הסטנדרט חייבת להיות
מניין

$(\text{max}) V_{CE} = V_{CC} \leftarrow I_C = 0$: בקטן

$$I_B = 165 \mu A \leftarrow I_C = 16.5 \text{ mA}$$

$$V_i = S_v \rightarrow 5 = I_B R_B + V_{BE}$$

$$5 = 165 \cdot 10^{-6} \cdot R_B + 0.7$$

$$R_B = 28,484 \Omega$$

כל (שדה) שדה זה אז
 I_B יקטן והתחיל מסתבר לא
יהיה ברורה יותר, לכן זה שדה מקסי
אפשרי של R_B