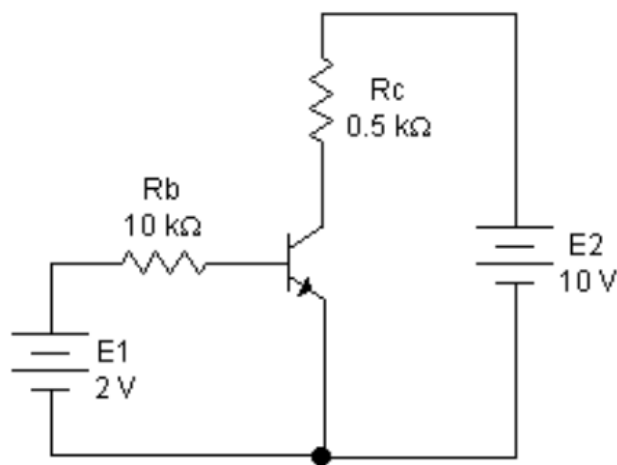


הטרנזיסטור הביפולרי BJT תרגילים

פתרון:



שאלה מס' 1:

חשב את זרמי המעגל.

נתון: $\beta = 100$

$V_{BE} = 0.7V$

תשובה:

$$I_B = 130\mu A$$

$$I_C = 13mA$$

$$I_E = 13.13mA$$

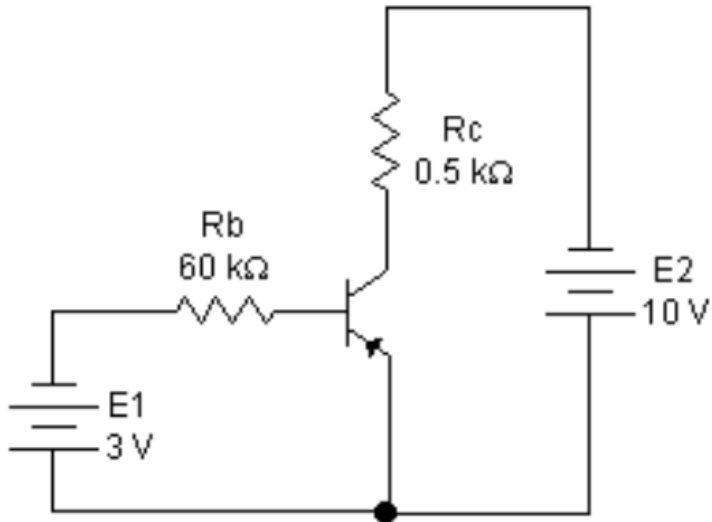
$$I_B = \frac{E_1 - V_{BE}}{R_b} = \frac{2 - 0.7}{10K} = 130\mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 130\mu = 13mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 130\mu A + 13mA$$

$$= 13.13mA$$

שאלה מס' 2



נתון: $\beta = 150$

$$V_{BE} = -0.7V$$

חשב את זרמי הטרנזיסטור.

תשובה:

$$I_B = 38.33\mu A$$

$$I_C = 5.75mA$$

$$I_E = 5.788mA$$

פתרון:

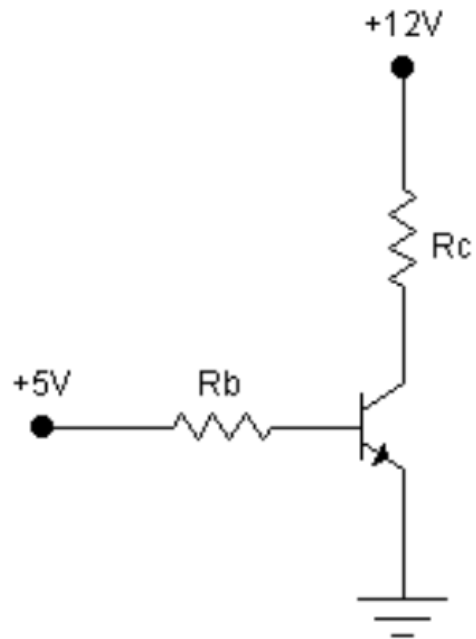
$$I_B = \frac{E_1 - V_{BE}}{R_b} = \frac{3 - 0.7}{60K} = 38.3\mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 150 \cdot 38.3\mu = 5.7mA$$

$$I_E = I_B + I_C = 38.33\mu A + 5.75mA$$

$$= 5.788mA$$

שאלה מס' 3



נתון: $\beta = 100$
 $V_{BE} = 0.7V$
 $V_{CE} = 6V$

מדדו במעגל את זרם הקולקטור
ומצאו שערכו – 5mA
חשב את הנגדים R_b , R_c .

תשובה: $R_C = 1.2K\Omega$
 $R_B = 86K\Omega$

פתרון:

$$V_{RC} = 12 - 6 = 6V$$

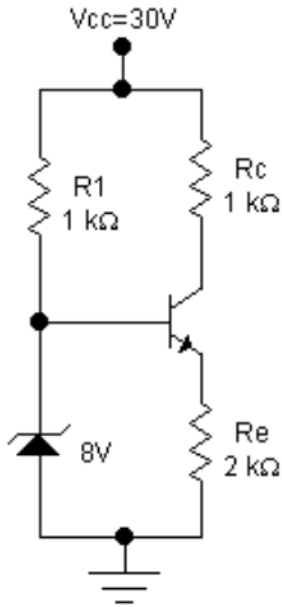
$$R_C = \frac{V_{RC}}{I_C} = \frac{6}{5m} = 1.2K\Omega$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{5m}{100} = 50\mu A$$

$$V_{RB} = 5 - 0.7 = 4.3V$$

$$R_B = \frac{V_{RB}}{I_B} = \frac{4.3}{50\mu} = 86K\Omega$$

שאלה מס' 4



חשבו את נק' העבודה של
הטרנזיסטור במעגל שלפניכם:

$$\beta = 100$$
$$V_{BE} = 0.7V$$

$$I_C = 3.61mA$$
$$V_{CE} = 19.09V$$

תשובות:

פיתרון:

$$I_E = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_e} = \frac{8 - 0.7}{2K} = 3.65mA$$

$$I_C = \alpha \cdot I_E, \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$

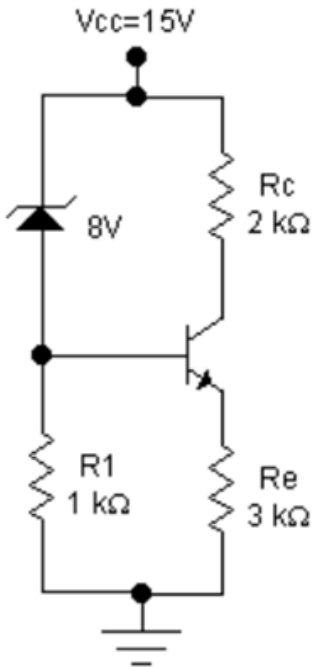
$$I_C = 0.99 \cdot 3.65m = 3.61mA$$

$$V_C = V_{CC} - V_{RC} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$
$$= 30 - 3.61m \cdot 1K = 30 - 3.61 = 26.39V$$

$$V_E = I_E \cdot R_e = 3.65m \cdot 2K = 7.3V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 26.39 - 7.3 = 19.09V$$

שאלה מס' 5



חשבו את נק' העבודה של
הטרנזיסטור במעגל שלפניכם:

$$\beta = 100$$
$$V_{BE} = 0.7V$$

$$I_C = 2mA$$
$$V_{CE} = 4.7V$$

תשובות:

פיתרון:

$$I_E = \frac{V_{CC} - V_Z - V_{BE}}{R_e} = \frac{15 - 8 - 0.7}{3K} = 2.1mA$$

$$I_C = \alpha \cdot I_E, \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$

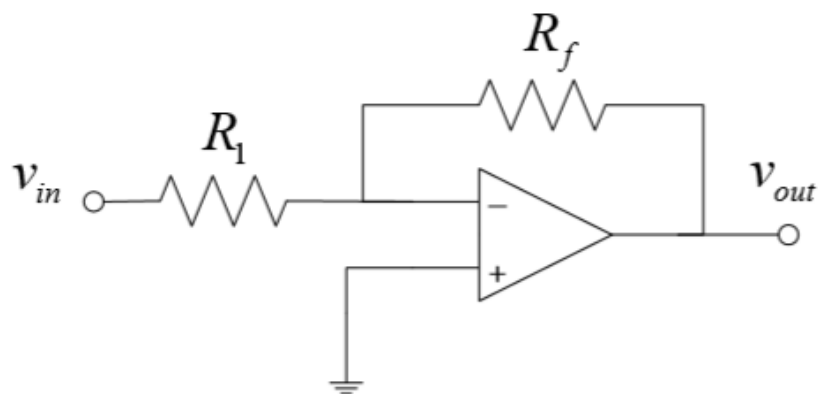
$$I_C = 0.99 \cdot 2.1m = 2mA$$

$$V_C = V_{CC} - V_{RC} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 15 - 2m \cdot 2K$$
$$= 15 - 4 = 11V$$

$$V_E = I_E \cdot R_e = 2.1m \cdot 3K = 6.3V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 11 - 6.3 = 4.7V$$

מגברי שרת – תרגילי דוגמה



נתון המעגל החשמלי הבא:

$$R_f = 10K\Omega, R_1 = 5K\Omega$$

- א. מצאו ביטוי ל V_{out}
ב. מצאו את ההגבר של המעגל

פתרון:

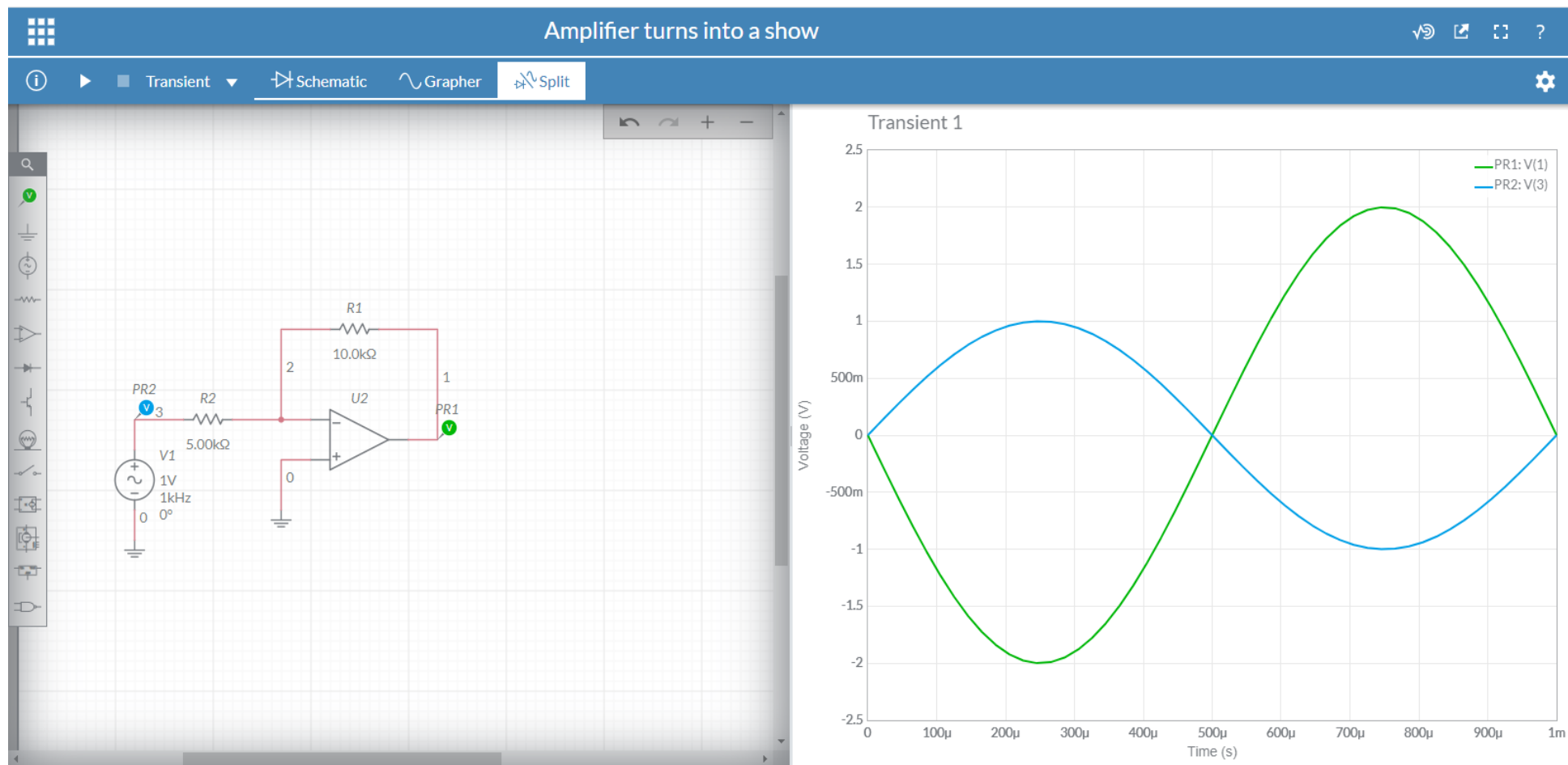
$$V_{OUT} = -V_{in} \cdot \frac{R_f}{R_{in}}$$

$$\frac{V_{OUT}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_1}$$

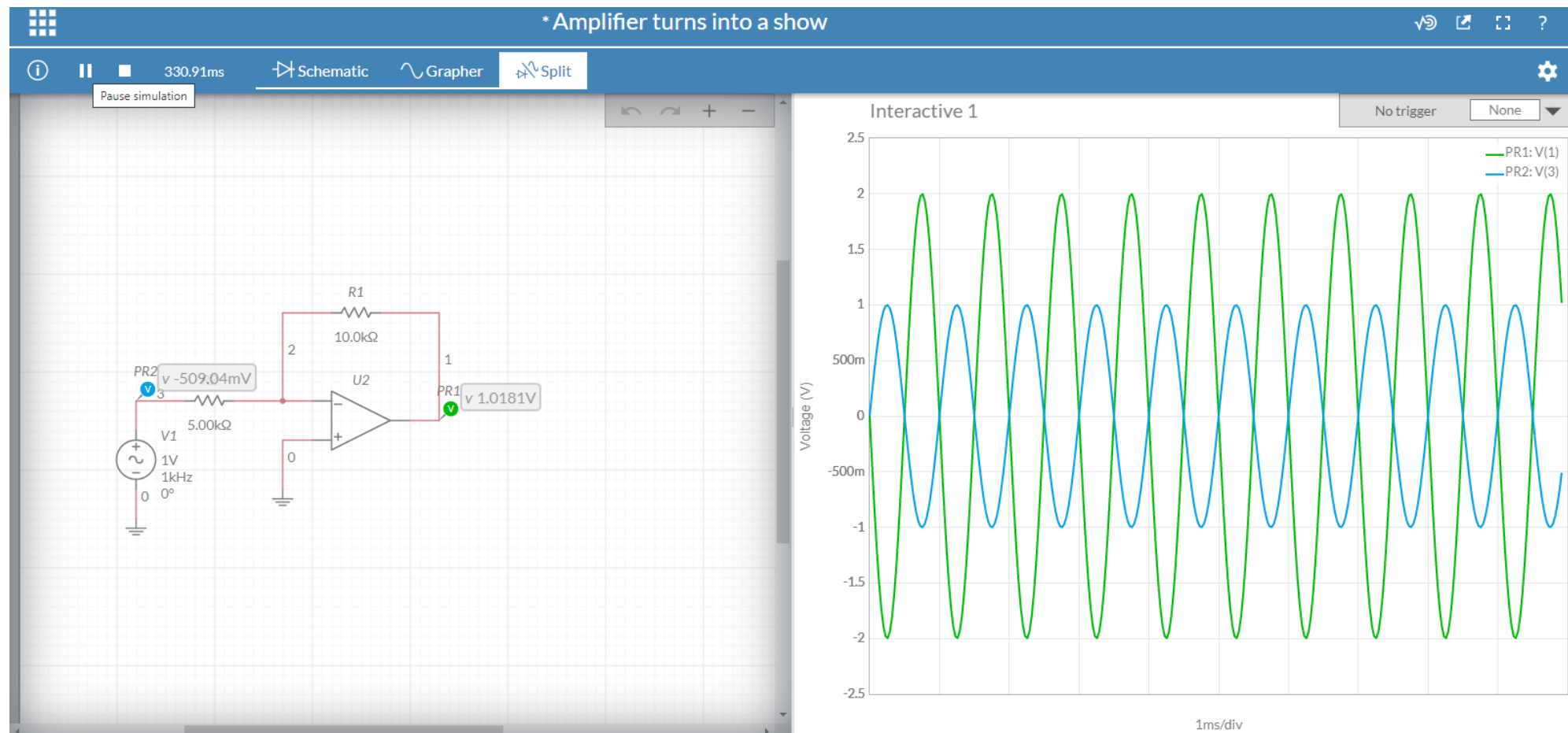
$$V_{OUT} = -V_{in} \cdot \frac{R_f}{R_{in}} = -V_{in} \cdot \frac{10K}{5K} = -2V_{in}$$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -2$$

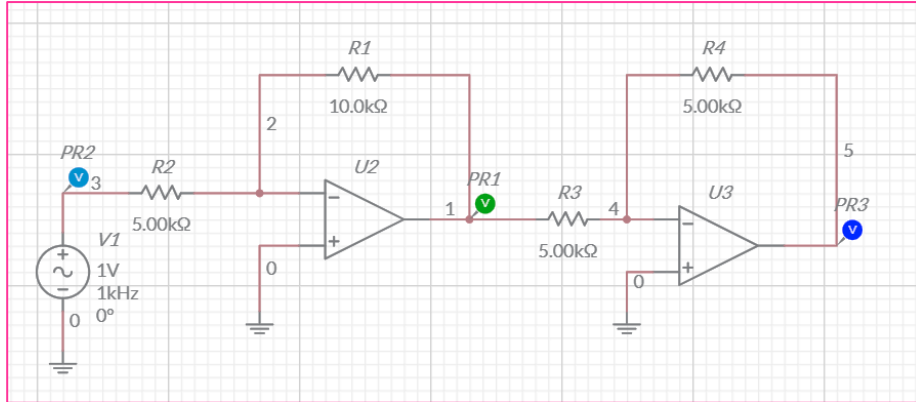
סימולציה של מגבר שרת הופך מופע מחזור אחד



סימולציה של מגבר שרת הופך מופע



מגברי שרת – תרגילי דוגמה



נתון המעגל החשמלי הבא:

א. מצאו ביטוי ל – PR1

ב. מצאו ביטוי ל – PR3

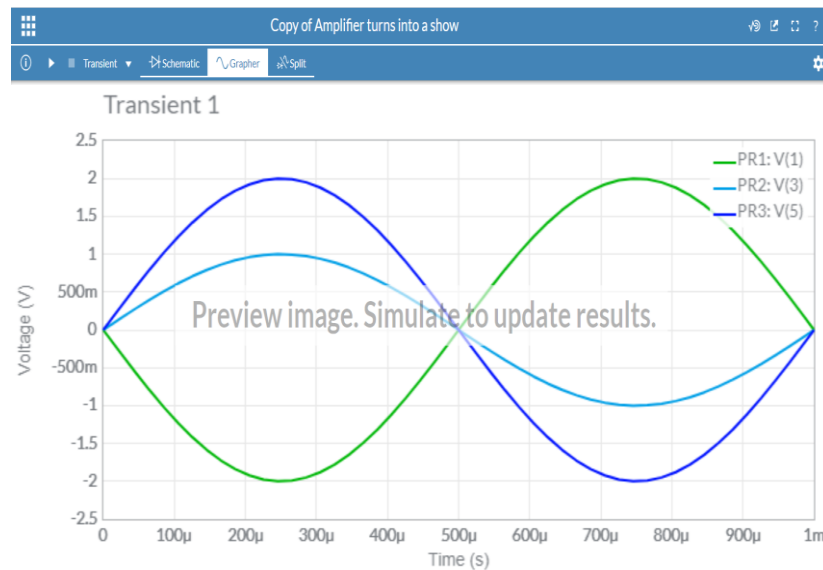
ג. מצאו את ההגבר הכולל של המעגל

פתרון:

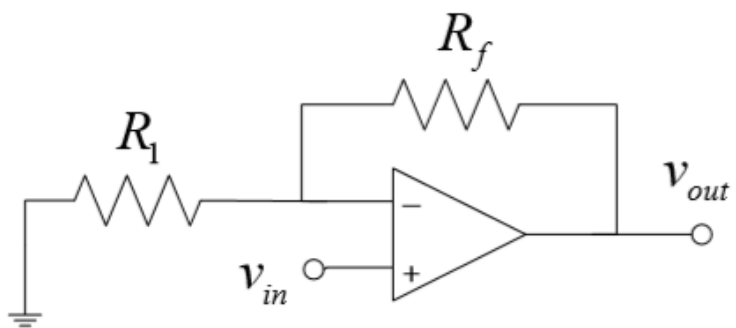
$$V_{PR1} = -V_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} = -V_1 \cdot \frac{10K}{5K} = -2V_1$$

$$V_{PR3} = -V_{PR1} \cdot \frac{R_4}{R_3} = -(-2V_1) \cdot \frac{5K}{5K} = 2V_1$$

$$A_V = \frac{V_{PR3}}{V_1} = 2$$



מעגל הגבר לא הופך מופע



נתון המעגל החשמלי הבא:

$$R_f = 1K\Omega, R_1 = 1K\Omega$$

- א. מצאו ביטוי ל V_{out}
ב. מצאו את ההגבר של המעגל

פתרון:

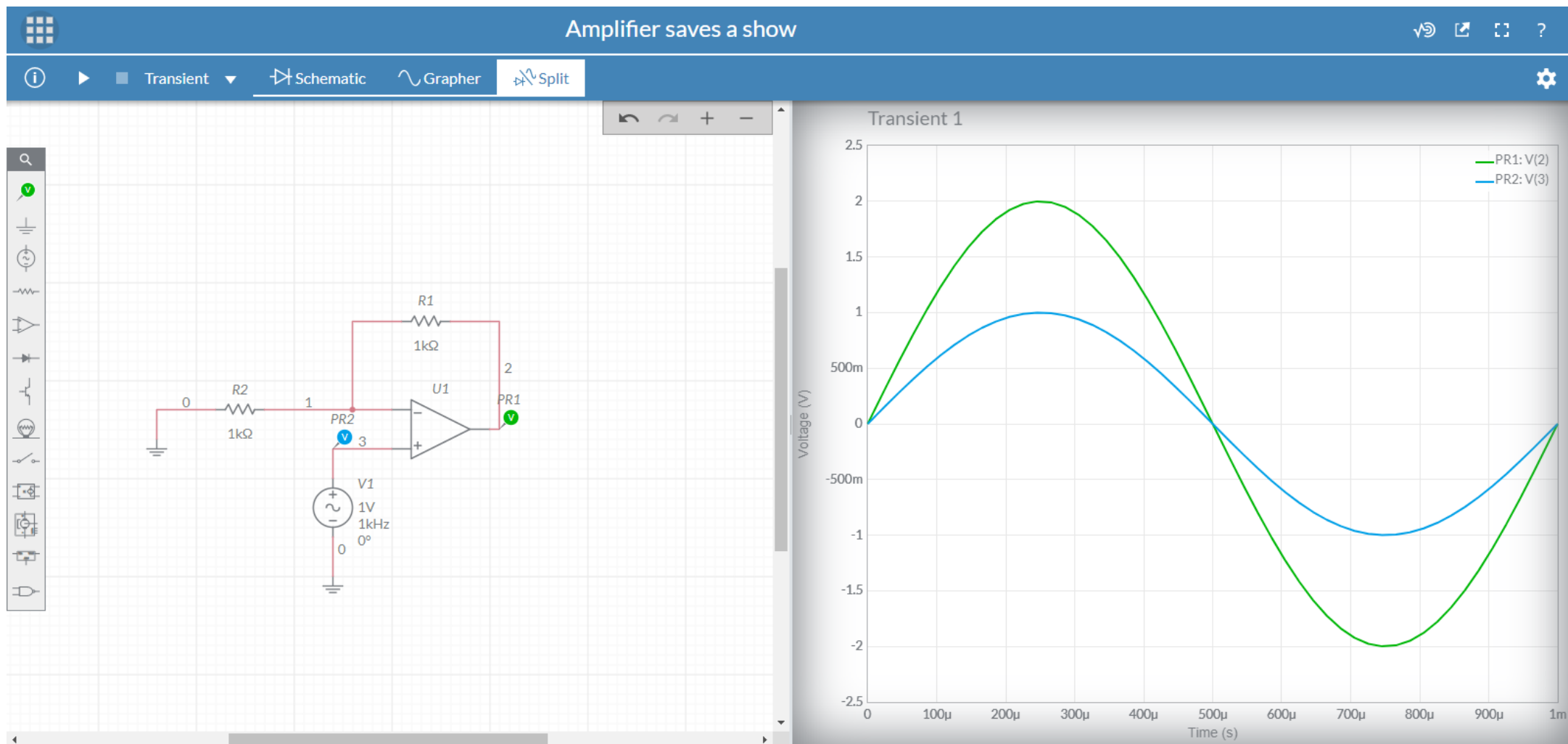
$$V_{OUT} = V_{in} \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right)$$

$$V_{OUT} = V_{in} \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right) = V_{in} \left(\frac{1K}{1K} + 1 \right) = 2V_{in}$$

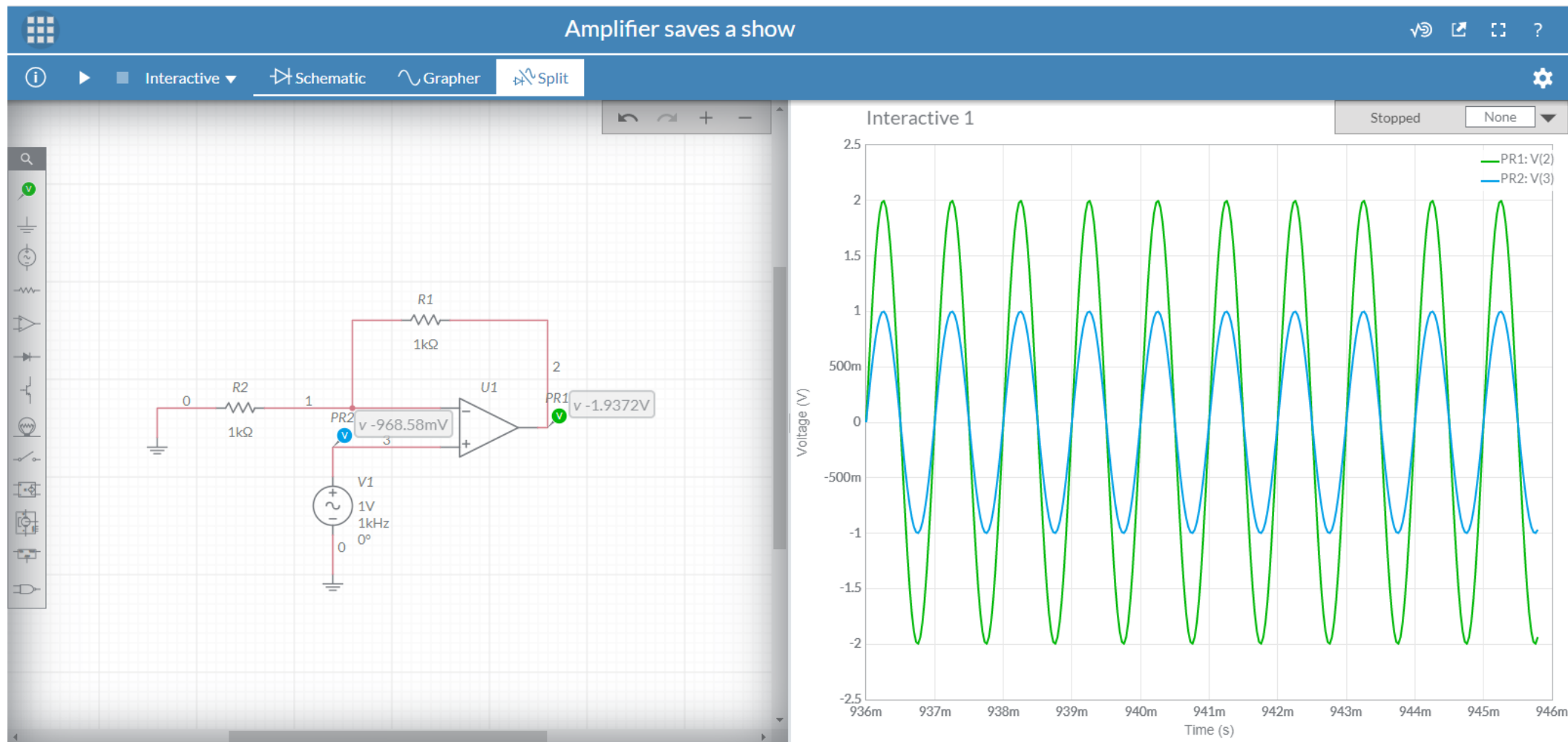
$$\frac{V_{OUT}}{V_{in}} = \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right)$$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 2$$

סימולציה של מגבר שומר מופע עם זמן מחזור אחד



סימולציה של מגבר שומר מופע



$$R_L = \frac{U_{RL}^2}{P_L} \Rightarrow R_L = \frac{200^2}{100} \Rightarrow \underline{R_L = 400 \text{ (}\Omega\text{)}}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{5} + k \cdot \pi \Rightarrow \alpha = \frac{180}{5} + 0 \cdot 180 \Rightarrow \underline{\alpha = 36^\circ}$$

$$V_{A_1-A_2}(36^\circ) = 200\sqrt{2} \cdot \sin 36$$

$$\Rightarrow \underline{V_{A_1-A_2}(36^\circ) = 166,25 \text{ (V)}}$$

$$I_{A_1-A_2}(\max) = I_{RL}(\max)$$

$$\Rightarrow I_{A_1-A_2}(\max) = \frac{V_{RL}(\max)}{R_L}$$

$$\Rightarrow I_{A_1-A_2}(\max) = \frac{200\sqrt{2}}{400}$$

$$\Rightarrow \underline{I_{A_1-A_2}(\max) = 0,5\sqrt{2} \text{ (A)}}$$

$$I_{\text{pulse}} = \frac{V_{RL}}{R_L}$$

$$\Rightarrow I_{\text{pulse}} = \frac{200}{400}$$

$$\Rightarrow \underline{I_{\text{pulse}} = 0,5 \text{ A}}$$

$$\underline{I_{AV} = 0 \text{ (V)}}$$

(2)

$$V_{RL(RMS)} = \frac{V_{RL}(\max)}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \left(\pi - \frac{2\pi}{180} + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right)}$$

(C)

$$\Rightarrow V_{RL(RMS)} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \left(\pi - \frac{36\pi}{180} + \frac{\sin 2 \cdot 36}{2} \right)}$$

$$\Rightarrow \underline{V_{RL(RMS)} = 135,076 \text{ (V)}}$$

$$P_{RL} = \frac{V_{RL(RMS)}^2}{R_L} \Rightarrow P_{RL} = \frac{135,076^2}{400} \Rightarrow \underline{P_{RL} = 35,136 \text{ (W)}}$$

ההספק המקסימלי של המערכת הוא 100W לכל בקרת הספק.

המערכת בקרת הספק וההספק המקסימלי של המערכת הוא 50W.

המערכת היא שלוש בקורות כ"א 32° .

1. הבעיה

I_B נדרש (1)

$$I_B = \frac{E_1 - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow I_B = \frac{2 - 0,2}{10k} \Rightarrow \underline{I_B = 130(\mu A)}$$

I_C נדרש (2)

$$I_C = \beta \cdot I_B \Rightarrow I_C = 100 \cdot 130\mu \Rightarrow \underline{I_C = 13(mA)}$$

I_E נדרש (3)

$$I_E = I_B + I_C \Rightarrow I_E = 130\mu + 13m \Rightarrow \underline{I_E = 13,13(mA)}$$

2. הבעיה

I_B נדרש (1)

$$I_B = \frac{E_1 - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow I_B = \frac{-3 + 0,7}{60k} \Rightarrow \underline{I_B = -38,333(\mu A)}$$

$$\underline{I_B = 38,333(\mu A)}$$

הכרחי לקיין כ"ה

I_C נדרש (2)

$$I_C = \beta \cdot I_B \Rightarrow I_C = 150 \cdot 38,333\mu \Rightarrow \underline{I_C = 5,75(mA)}$$

I_E נדרש (3)

$$I_E = I_B + I_C \Rightarrow I_E = 38,333\mu + 5,75m \Rightarrow \underline{I_E = 5,788(mA)}$$

3. הבעיה

R_B נדרש (1)

$$I_C = \beta \cdot I_B \Rightarrow I_B = \frac{I_C}{\beta} \Rightarrow I_B = \frac{5m}{100} \Rightarrow \underline{I_B = 50(\mu A)}$$

$$V_{RB} = E_1 - V_{BE} \Rightarrow V_{RB} = 5 - 0,7 \Rightarrow \underline{V_{RB} = 4,3(V)}$$

$$R_B = \frac{V_{RB}}{I_B} \Rightarrow R_B = \frac{4,3}{50\mu} \Rightarrow \underline{R_B = 86(K\Omega)}$$

R_C נדרש (2)

$$R_C = \frac{V_{RC}}{I_C} \Rightarrow R_C = \frac{V_{E2} - V_{CE}}{I_C} \Rightarrow R_C = \frac{12 - 6}{5m} \Rightarrow \underline{R_C = 1,2(K\Omega)}$$

4.7.1.1

I_E die'n (1)

$$I_E = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_E} \Rightarrow I_E = \frac{8 - 0,7}{2k} \Rightarrow \underline{I_E = 3,65 \text{ (mA)}}$$

I_C die'n (2)

$$I_C = \beta I_E \Rightarrow I_C = \left(\frac{\beta}{\beta + 1} \right) \cdot I_E \Rightarrow I_C = \left(\frac{100}{100 + 1} \right) \cdot 3,65 \text{ mA} \Rightarrow \underline{I_C = 3,613 \text{ (mA)}}$$

V_E die'n (3)

$$V_E = I_E \cdot R_E \Rightarrow V_E = 3,65 \text{ mA} \cdot 2k \Rightarrow \underline{V_E = 7,3 \text{ (V)}}$$

V_C die'n (4)

$$V_C = V_{CC} - V_{RC} \Rightarrow V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C \Rightarrow V_C = 30 - 3,613 \text{ mA} \cdot 1k \Rightarrow \underline{V_C = 26,39 \text{ (V)}}$$

V_{CE} die'n (5)

$$V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_{CE} = 26,39 - 7,3 \Rightarrow \underline{V_{CE} = 19,09 \text{ (V)}}$$

5.7.1.1

I_E die'n (1)

$$I_E = \frac{V_{CC} - V_Z - V_{RC}}{R_E} \Rightarrow I_E = \frac{15 - 8 - 0,7}{3k} \Rightarrow \underline{I_E = 2,1 \text{ (mA)}}$$

I_C die'n (2)

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_E \Rightarrow I_C = \left(\frac{\beta}{\beta + 1} \right) \cdot I_E \\ &\Rightarrow I_C = \left(\frac{100}{100 + 1} \right) \cdot 2,1 \text{ mA} \\ &\Rightarrow \underline{I_C = 2 \text{ (mA)}} \end{aligned}$$

V_C die'n (3)

$$\begin{aligned} V_C &= V_{CC} - V_{RC} \Rightarrow V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C \\ &\Rightarrow V_C = 15 - 2 \text{ mA} \cdot 2k \\ &\Rightarrow \underline{V_C = 11 \text{ (V)}} \end{aligned}$$

V_E die'n (4)

$$V_E = I_E \cdot R_E \Rightarrow V_E = 2,1 \text{ mA} \cdot 3k \Rightarrow \underline{V_E = 6,3 \text{ (V)}}$$

V_{CE} die'n (5)

$$V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_{CE} = 11 - 6,3 \Rightarrow \underline{V_{CE} = 4,7 \text{ (V)}}$$

1 הנדסה

(6)

$$V_{out} = -V_{in} \cdot \left(\frac{R_f}{R_1} \right)$$

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

(6)

$$\Rightarrow A = -\frac{R_f}{R_1}$$

$$\Rightarrow A = -\frac{10K}{5K}$$

$$\Rightarrow \underline{A = -2}$$

2 הנדסה

(6)

$$V_{PR1} = -V_1 \left(\frac{R_1}{R_2} \right) \Rightarrow V_{PR1} = -V_1 \left(\frac{10K}{5K} \right) \Rightarrow \underline{V_{PR1} = -2V_1}$$

$$V_{PR3} = -V_{PR1} \left(\frac{R_4}{R_5} \right) \Rightarrow V_{PR3} = -V_{PR1} \left(\frac{5K}{5K} \right) \Rightarrow \underline{V_{PR3} = -V_{PR1}}$$

(6)

$$V_{PR3} = -V_{PR1}$$

(6)

$$V_{PR1} = -2V_1$$

6 1.50 25 126

$$V_{PR3} = -(-2V_1) \Rightarrow V_{PR3} = 2V_1$$

125

$$\Rightarrow \frac{V_{PR3}}{V_1} = 2$$

$$\Rightarrow \underline{A = 2}$$

3 הנדסה

(6)

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_{in} \left(\frac{1K}{1K} + 1 \right)$$

$$\Rightarrow \underline{V_{out} = 2V_{in}}$$

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

(6)

$$\Rightarrow \underline{A = 2}$$