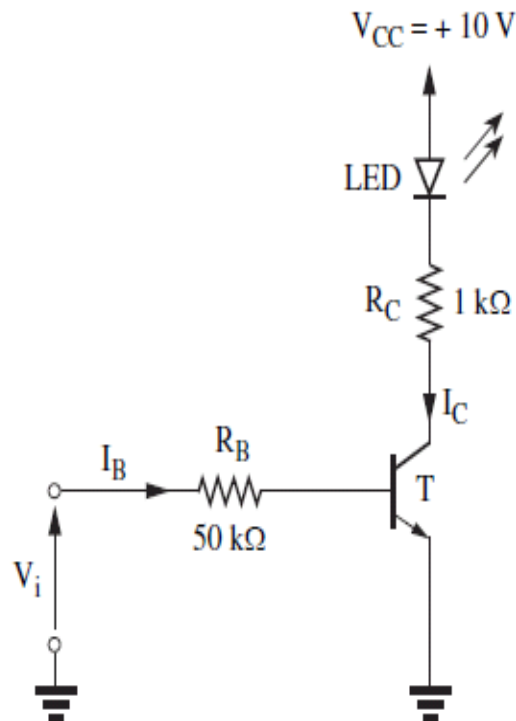


שאלה 5

המעגל החשמלי, המתואר באיור לשאלה 5, משמש כמתג להפעלת דיודה פולטת אור (LED).
נתוני המעגל:

$$\beta = 100 ; V_{BE} = 0.7 \text{ V} ; V_{CE,SAT} = 0.2 \text{ V} ; V_{LED} = 1.8 \text{ V}$$



איור לשאלה 5

- א. חשב את זרם הקולט I_C , כאשר הטרנזיסטור T נמצא ברוויה.
- ב. חשב את זרם הבסיס המזערי I_B , הנדרש כדי להבטיח שהטרנזיסטור T יימצא ברוויה.
- ג. חשב את המתח המזערי V_i שצריך לספק למבוא המעגל, כדי להבטיח שהטרנזיסטור T יימצא ברוויה.

פתרון שאלה 5:

א. חישוב זרם הקולט כאשר הטרנזיסטור T נמצא ברוויה.

עבור טרנזיסטור ברוויה

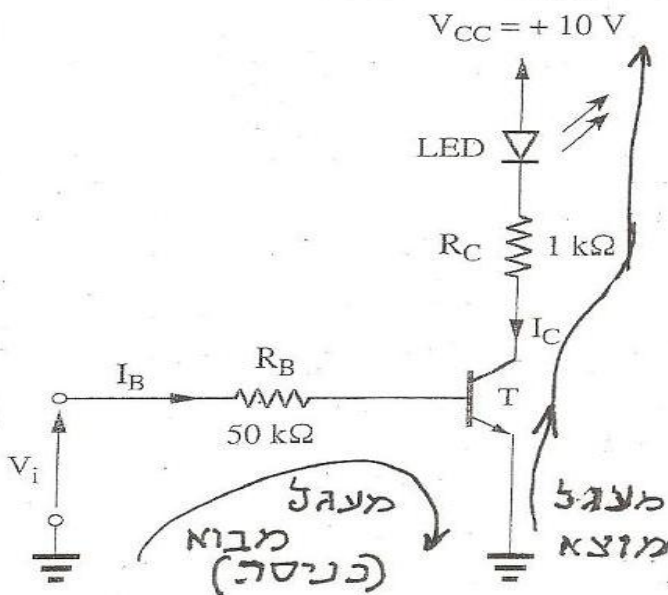
$$V_{CE.SAT} = 0.2V$$

נוסחת קו העבודה לפי מעגל המוצא: מקור מתח ישר, נגד R, קולט C והפולט E.

$$V_{CC} = V_{LED} + I_{C.SAT} \times R_C + V_{CE.SAT}$$

$$10 = 1.8 + I_{C.SAT} \times 1k + 0.2$$

$$I_{C.SAT} = \frac{10 - (1.8 + 0.2)}{1k} = \frac{10 - 2}{1k} = \underline{8mA}$$



ב. חישוב זרם הבסיס המזערי (מינימלי) IB, הנדרש כדי להבטיח שהטרנזיסטור T יימצא ברוויה:

בגבול שבין רוויה וקיטעון מתקיימים שני המצבים:

רוויה – מתח VCE נמוך; הגבר – זרם הקולט שווה לזרם הבסיס מוגבר פי β.

$$I_{C.SAT} = \beta \times I_{B.SAT}$$

$$I_{B.SAT.MIN} = \frac{I_{C.SAT}}{\beta} = \frac{8m}{100} = \underline{80\mu A}$$

ג. חישוב המתח המזערי (מינימלי) שצריך לספק למבוא המעגל, כדי להבטיח שהטרנזיסטור T יימצא ברוויה.

הערה: זרם בסיס נמוך יותר יגרום לנקודת עבודה בתחום (הגבר) ולא בתחום רוויה.

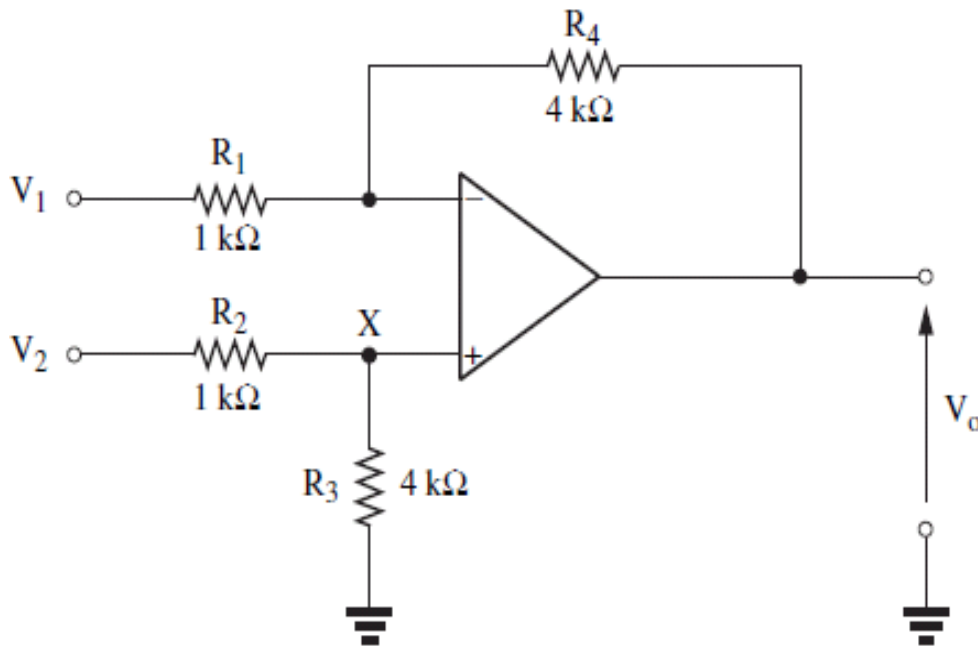
נוסחת מעגל הכניסה: מקור המתח בכניסה, נגד RB, בסיס B ופולט E.

$$V_{IN} = I_B \times R_B + V_{BE} = 80\mu \times 50k + 0.7 = 4 + 0.7 = \underline{4.7V}$$

שאלה 6

המעגל החשמלי, המתואר באיור לשאלה 6, כולל מגבר־שרת אידיאלי.

נתון: $V_1 = 3 \text{ V}$; $V_2 = 5 \text{ V}$.



איור לשאלה 6

א. חשב את המתח בנקודה X (המתח בכניסת ה+ של מגבר־השרת).

ב. חשב את הזרם בנגד R_1 .

ג. חשב את מתח־המוצא V_0 .

פתרון שאלה 6:

א. חישוב המתח בנקודה X (המתח בכניסת ה- (+) של מגבר השרת).

אין זרם לתוך מגבר השרת. לכן, במעגל זה כאשר $V_2 = 5V$, אז V_X :

$$V_2 = V_{R2} + V_{R3} = I \times R_2 + I \times R_3$$

$$I = \frac{V_2}{R_2 + R_3} = \frac{5}{1k + 4k} = 1mA$$

$$V_X = I \times R_3 = 1m \times 4k = \underline{4V}$$

ב. חישוב הזרם בנגד R_1 :

מגבר השרת פועל בתחום הגברה (פעיל), ולכן עבור $V_1 = 3V$:

$$V_+ = V_- = V_X = 4V$$

$$I_{R1} = \frac{V_1 - V_-}{R_1} = \frac{3 - 4}{1k} = \frac{-1}{1k} = \underline{-1mA}$$

ג. חישוב מתח המוצא V_{out} :

אין זרם לתוך מגבר השרת, לכן:

$$I_{R1} = I_{R4}$$

$$V_{R4} = I_{R4} \times R_4 = (-1mA) \times 4k = \underline{-4V}$$

$$V_{R1} = I_{R1} \times R_1 = (-1mA) \times 1k = \underline{-1V}$$

$$V_1 = V_{R1} + V_{R4} + V_O = (-1) + (-4) + V_O$$

$$V_{OUT} = V_1 + V_{R1} + V_{R4} = 3 + 1 + 4 = \underline{+8V}$$

בדיקה לפי סופרפוזיציה:

הנוסחה עבור מגבר שרת הופך מופע:

$$V_O(1) = -\frac{R_F}{R} \cdot V_i = -\frac{4k}{1k} \cdot 3 = -12V$$

הנוסחה עבור מגבר שרת עוקב מופע:

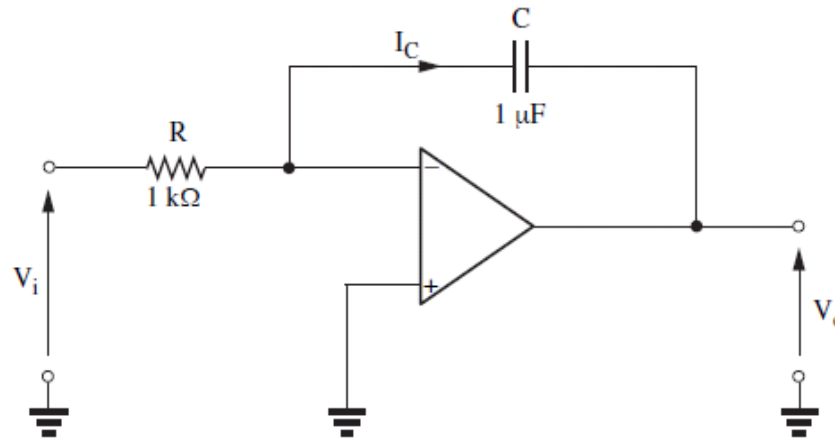
$$V_O(2) = \left(1 + \frac{R_F}{R}\right) \cdot V_i = \left(1 + \frac{4k}{1k}\right) \cdot 4 = +20V$$

מתח המוצא הוא סכום אלגברי של שני המתחים:

$$V_{OUT} = V_O(1) + V_O(2) = (-12) + (+20) = \underline{+8V}$$

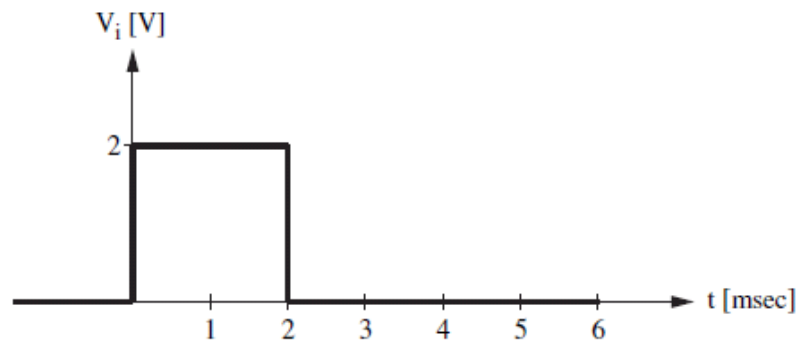
שאלה 7

המעגל החשמלי, המתואר באיור א' לשאלה 7, כולל מגברי־שרת אידיאלי. המתח ההתחלתי על הקבל הוא: $V_C = 0$.



איור א' לשאלה 7

באיור ב' לשאלה מתואר מתח־המבוא V_i כפונקציה של הזמן.



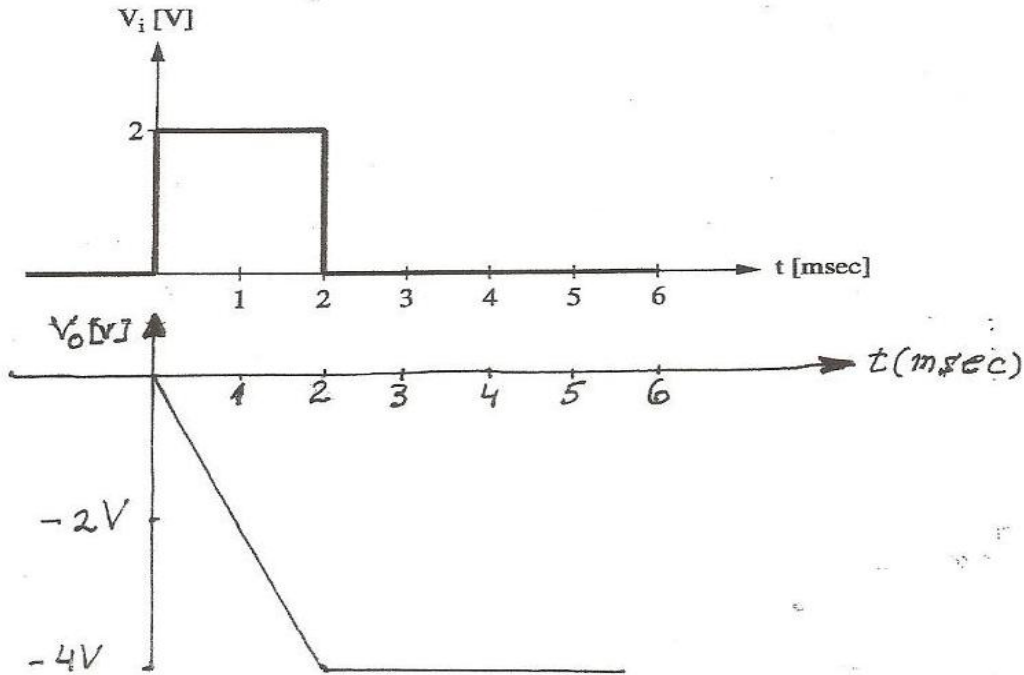
איור ב' לשאלה 7

- א. העתק למחברתך את איור ב', וסרטט מתחתיי, בהתאמה, את אות־המוצא V_o כפונקציה של הזמן.
- ב. חשב את זרם הטעינה של הקבל (I_C).
- ג. חשב את מתח־המוצא, V_o , כאשר $t = 2\text{ msec}$, וציין את ערכו על־גבי סרטוטך בסעיף א'.

פתרון שאלה 7:

במעגל זה, תוצאת השימוש במגבר היא טעינת הקבל ממקור זרם קבוע, לכן מתקבל שיפוע ישר. בטעינת קבל דרך נגד ממקור מתח קבוע, כמו במעגל LPF מתקבל שיפוע משתנה (אקספוננציאלי).

א. סרטוט אות המוצא V_{out} בתלות בזמן:



ב. חישוב זרם הטעינה של הקבל (I_C):

$$V(-) = V(+) = 0V$$

$$I_C = I_R$$

$$I_R = I_C = \frac{V_{IN} - V(-)}{R} = \frac{2 - 0}{1k} = \frac{2mA}{1k}$$

ג. חישוב מתח המוצא, V_{out} , בזמן $t = 2$ msec:

הנוסחה בנוסחאון לחישוב מתח הקבל, טעינה בזרם קבוע:

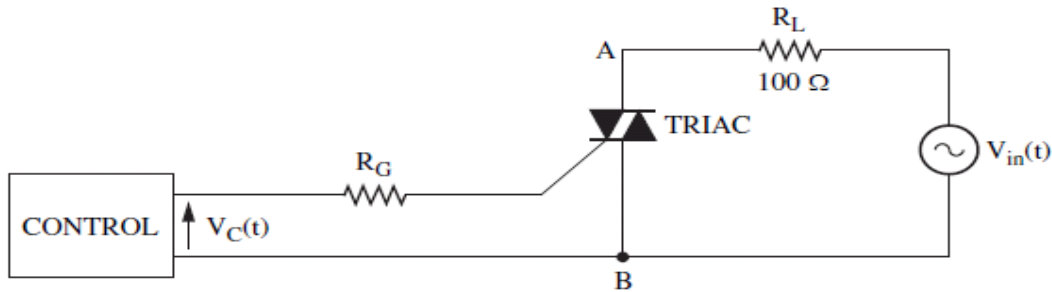
$$V_C(t) = \frac{I_C}{C} \cdot t + V_C(0)$$

במעגל הנתון $V_C(0) = 0V$ - $t = 2$ msec. לכן:

$$V_{out} = -V_C(t) = -\frac{I_C}{C} \cdot \Delta t = -\frac{2m}{1\mu} \cdot 2m = \underline{\underline{-4V}}$$

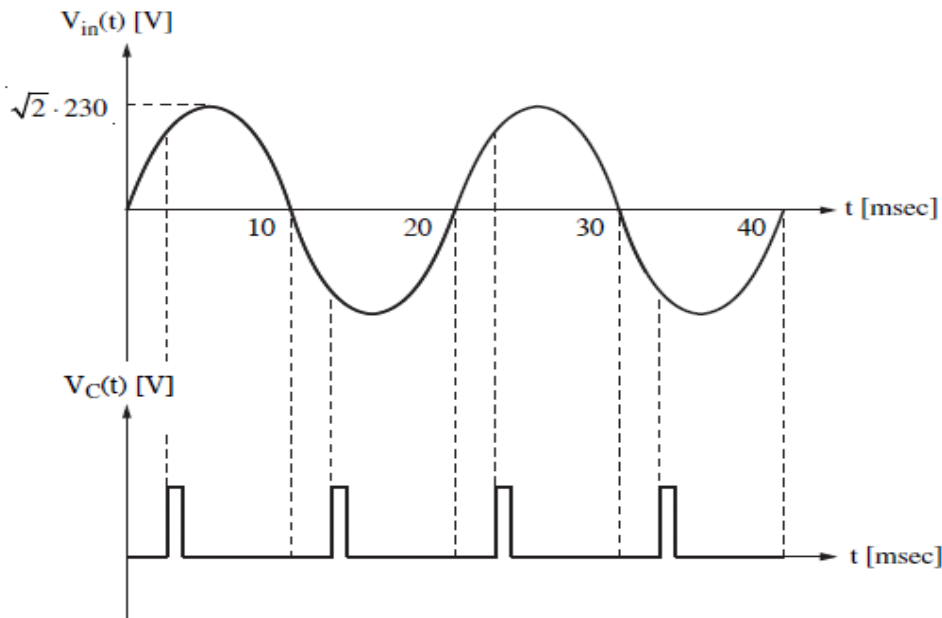
שאלה 8

באיור א' לשאלה 8 מתואר מעגל חשמלי לבקרת ההספק בעומס R_L . הבקרה מבוצעת באמצעות TRIAC, שזווית ההצתה שלו היא $\alpha = 45^\circ$. המתח על ה-TRIAC במצב הולכה הוא 0 V.



איור א' לשאלה 8

באיור ב' לשאלה מתוארות צורות הגלים של המתחים $V_{in}(t)$ ו- $V_C(t)$, כפונקציה של הזמן.



איור ב' לשאלה 8

א. העתק למחברתך את צורות הגלים שבאיור ב', וסרטט מתחתיהן, בהתאמה, את צורות הגלים של המתחים שלהן, כפונקציה של הזמן:

1. $V_{AB}(t)$ – המתח בין הנקודות A ו-B במעגל.
2. $V_{R_L}(t)$ – המתח על העומס R_L .

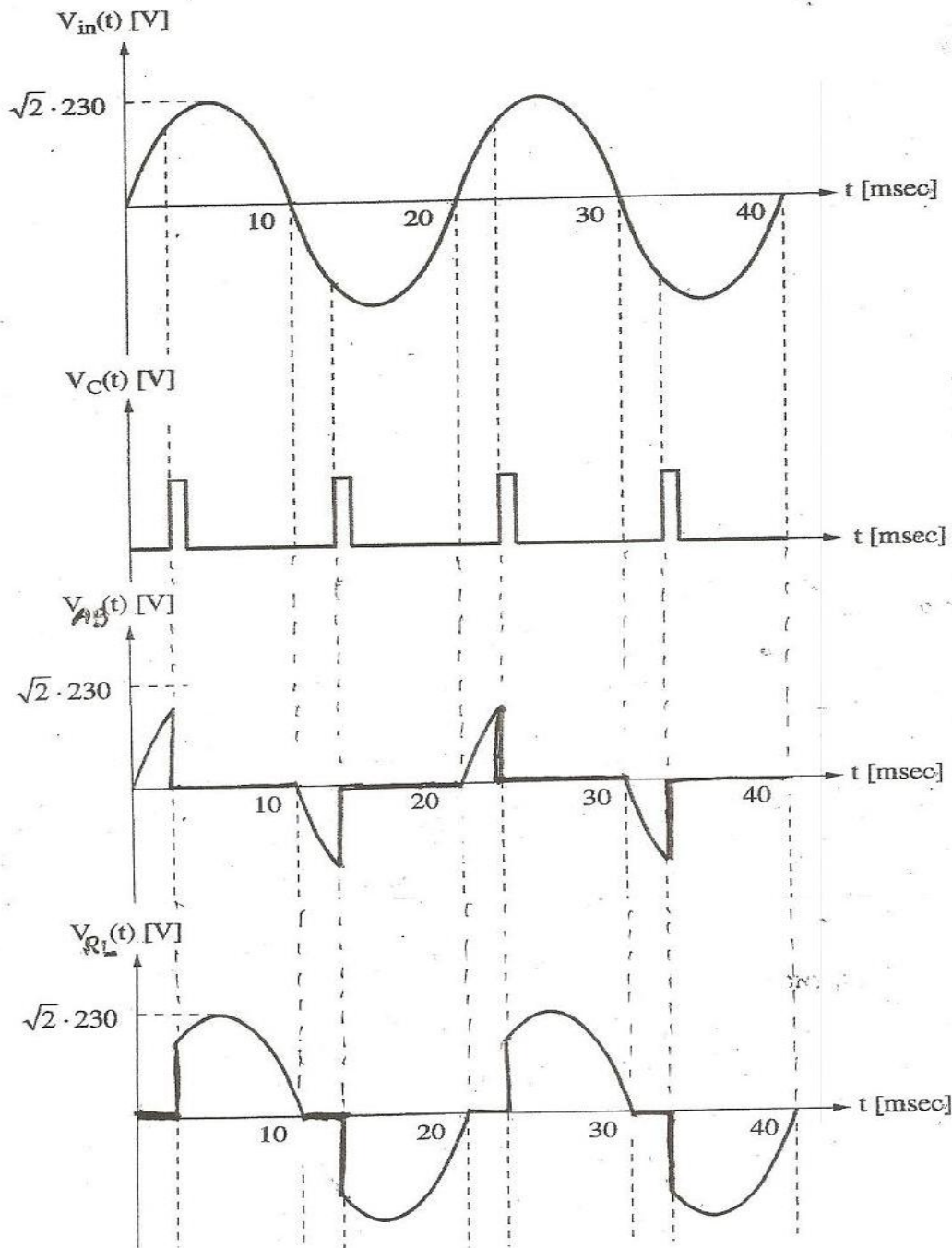
- ב.**
1. חשב את המתח היעיל (RMS) על העומס R_L לאחר הצתת ה-TRIAC.
 2. חשב את ההספק על העומס R_L .

פתרון, כתיבה ועריכה – אלי מוצרי

פתרון שאלה 8:

מעגל בקרת גל שלם בעומס אומי.

א. סרטוט צורות הגלים:



ב.

1. חישוב המתח היעיל על העומס לאחר הצתת הרכיב:

$$\alpha(\text{rad}) = \frac{\pi}{4} \quad \text{עבור זווית הצתה של} \quad \text{ז}$$

$$\alpha^\circ = \frac{\alpha(\text{rad}) \times 180}{\pi} = 45^\circ \quad \text{נקבל} \quad \text{ז}$$

והמתח היעיל V_{rms} על העומס RL:

$$U_{L_{\text{RMS}}} = \frac{Um}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} (\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2})} = \frac{\sqrt{2} \times 230}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} (\pi - \frac{\pi}{4} + \frac{\sin(2 \times 45)}{2})} = \underline{\underline{219.30V}}$$

2. חישוב ההספק על העומס RL:

$$P_{RL} = \frac{U_{\text{RMS}}^2}{R_L} = \frac{219.30^2}{100} = \underline{\underline{480.93W}}$$