

פתרון מבחן מה"ט

תורת

החשמל

קיץ 2011

פתר: אבי יומטוביאן

©

כל הזכויות שמורות

①

$$\textcircled{a} \quad U_V = 230V,,$$

$$I_A = 0A,,$$

$$P_T = 0W,,$$

$$\textcircled{b} \quad \varphi_1 = \arccos(0.8) = +36.87^\circ$$

$$\Downarrow$$

$$S_{z_1} = 1250 \angle 36.87^\circ = \underbrace{(1000)}_{P_1} + j \underbrace{750}_{Q_1} \text{ VA}$$

1000W של תצ"מ של תר"י קצונה 3N

$$U_V = 230V,,$$

$$I_A = \frac{S_{z_1}}{U_V} = \frac{1250}{230} = 5.434A,,$$

$$\textcircled{c} \quad P_T = 1000W,, \leftarrow \begin{array}{l} \text{לפי חוקי קירכהוף} \\ \text{הכוח הנכנס שווה} \\ \text{לכוח יוצא} \end{array}$$

$$U_V = 230V,,$$

$$S_T = S_{z_1} + S_{z_2} = 1250 \angle 36.87^\circ + (-j500) =$$

$$= \underbrace{(1000)}_{P_T} + j \underbrace{250}_{Q_T} \text{ VA} = 1030.775 \angle 14^\circ \text{ VA}$$

$$I_A = \frac{S_T}{U_V} = \frac{1030.775}{230} = 4.481A,,$$

$$\textcircled{3} \quad W = P_T \cdot t = 1000 \cdot 5 = 5000 \text{ Wh} = 5 \text{ kWh},,$$

②  $l = 0.15 \text{ m}$   
 $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$   
 $\mu_r = 1400$

$$\Rightarrow R_m = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot \frac{l}{A} = 28.42 \cdot 10^5 \frac{1}{\text{H}}$$

$$k = 0.95 \quad N_1 = 150 \quad N_2 = 400$$

ⓐ  $L_1 = \frac{N_1^2}{R_m} = 7.916 \text{ mH}$

ⓑ  $L_2 = \frac{N_2^2}{R_m} = 56.3 \text{ mH}$

$$M = k \sqrt{L_1 L_2} = 0.95 \cdot \sqrt{7.916 \cdot 10^{-3} \cdot 56.3 \cdot 10^{-3}} \approx 20 \text{ mH}$$

ⓐ המגנט הוא סליל עם 150 פיתות, אורך הליכה  $l = 0.15 \text{ m}$ , שטח החתך  $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .  
 ⓑ המגנט הוא סליל עם 400 פיתות, אורך הליכה  $l = 0.15 \text{ m}$ , שטח החתך  $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .  
 גודל המגנט הוא  $k = 0.95$ .

$$i(t) = at = 4000t \text{ [A]}$$

$4000 \frac{\text{A}}{\text{sec}}$  ←

כיוון הזרם בלולאה הראשונה הוא חיובי, וכיוון הזרם בלולאה השנייה הוא שלילי.  
 המגנט הוא סליל עם 150 פיתות, אורך הליכה  $l = 0.15 \text{ m}$ , שטח החתך  $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

$$F_m(t) = N_1 i(t)$$

זרם בלולאה הראשונה הוא חיובי, וזרם בלולאה השנייה הוא שלילי.

$$N_1 \cdot i(t) = R_m \cdot \Phi_{11}(t)$$


⇓

$$\Phi_{11}(t) = \frac{N_1}{R_m} \cdot i(t) = \frac{150}{28.42 \cdot 10^5} \cdot 4000t = 0.2111t \text{ [Wb]}$$

המגנט הוא סליל עם 150 פיתות, אורך הליכה  $l = 0.15 \text{ m}$ , שטח החתך  $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .  
 המגנט הוא סליל עם 400 פיתות, אורך הליכה  $l = 0.15 \text{ m}$ , שטח החתך  $A = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .  
 גודל המגנט הוא  $k = 0.95$ .

$L_2$  הינן די מען נ"ע סביב פינע אס פלע  
= סך  $\Phi_{11}(t)$  די צינצן פאקטור מען אלע האנדל נגד פלע

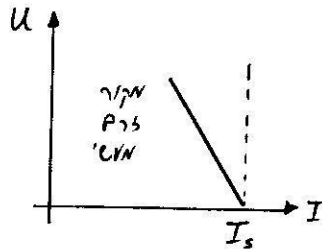
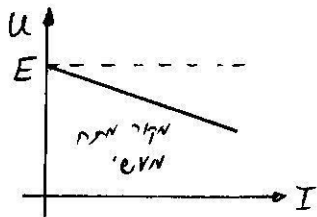
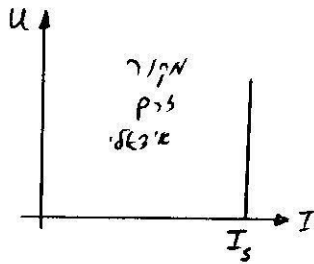
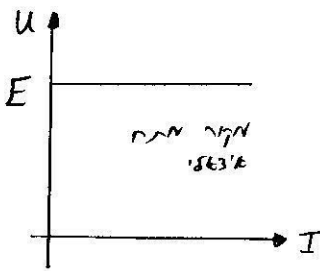
$$\Phi_{21}(t) = k \cdot \Phi_{11}(t) = 0.95 \cdot 0.2111t \approx 0.2t \quad [\text{wb}]$$

$\Phi_{21}$  די מען 

$$U_v = e_{L_2}(t) = N_2 \cdot \frac{d\Phi_{21}(t)}{dt} = 400 \cdot \frac{d0.2t}{dt} = 400 \cdot 0.2 = 80 \text{ V.}$$

אנו רוצים להראות אופייניס אנטרופס של מקורות

3



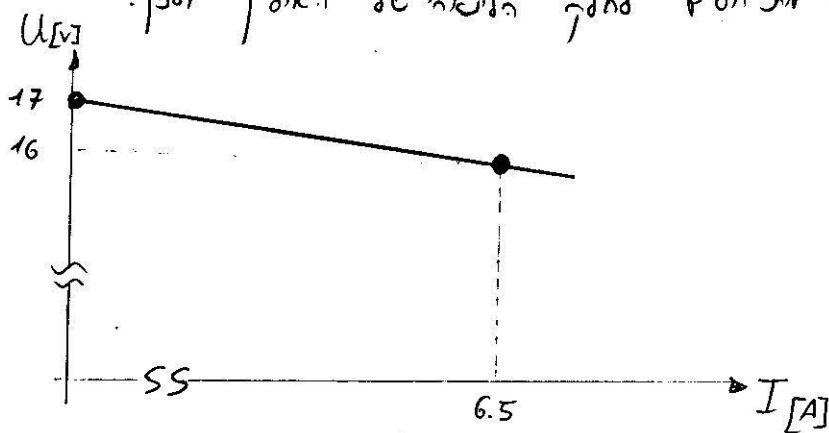
י' כתיבת המשוואה הנכונה (ס'מס ב- VL או LCL) יצטו למצוא את ס'פוצ האופן שגולא את ההתנגדות הפנימית של מקור אנרגיה.

בתרגיל שאלו קבענו אופיין של מקור מתח זרם הגיעה אפקטיוונות כמות באופן נורמלי ס'פוצ של אופיין מקור מתח אמיתי יחלק את זרם הזרם בזרם זרם ז' לבנה (= זרם קצר), וכנראה שגבר בזרם לפס, מקור המתח ישר. משום כך מתקיימס בססקי הכוח המתקצמים הגבלת זרם, כך שהזרם לא יגיע לעולם לזרם יותר לבנה מתח שאלו מתוירים לו. מתחיל ניתן להראות שזרם זה שווה  $5 - 10A$ .

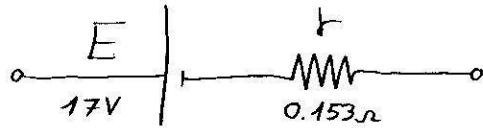
כזר נסה למצוא את הזרם של  $E - 1 = 17$

ניתן להראות מתחיל ש-  $17V \approx E$ .

כנראה שאלו מת'מס'ס לפסק הנישאת של האופיין ולכן:



$$r = \left| \frac{U - E}{I - 0} \right| = \left| \frac{16 - 17}{6.5 - 0} \right| = 0.153 \Omega$$

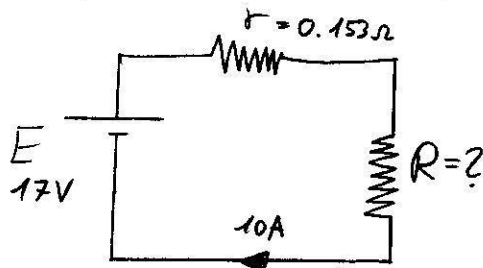


ההספק המקסימלי של מקור המתח יתקבל עבור הזרם המקסימלי כלומר לרץ

ההגדלה (שקוצו שיהיה) 10A

$$P_{E_{max}} = E \cdot I_{max} = 17 \cdot 10 = 170 \text{ W}$$

לדוגמה לרץ של 10A ההספק המרבי המושג יהיה קטן מהמקסימום

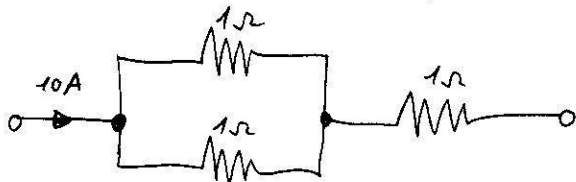


$$\Rightarrow R + r = \frac{E}{I}$$

$$R + 0.153 = \frac{17}{10}$$

$$R = 1.547 \Omega$$

מקור לרץ של 10A, ההספק של מקור המתח יהיה קטן מהמקסימום, כלומר ההספק של R יהיה קטן מהמקסימום. במקרה זה ההספק של R יהיה קטן מהמקסימום.

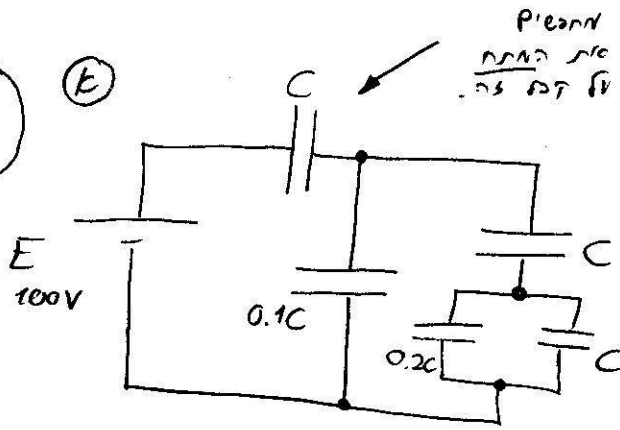


$$R' = 1.5 \Omega$$

ה"חלופה החלופית" R' היא הנגד בו הזרם של 10A, ולכן הוא מקבל את ההספק המקסימלי של 100W.

$$P = I_{max}^2 \cdot 1 = 10^2 \cdot 1 = 100 \text{ W}$$

4 (E)



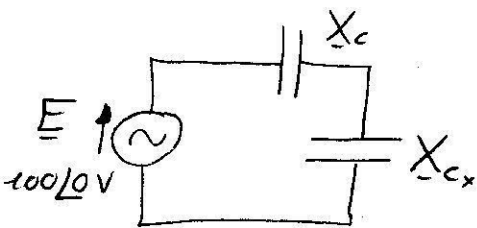
פירוש  
המספרים  
הם הם 100

כאשר יש קבוצת קבוצות  
שמונה גורם קבוצה  
התחילתי, ויש שני  
בנוסף מה קבוצה  
Cx פה שיהיה קבוצה

$$\begin{aligned}
 C_x &= \left( (C + 0.2C)^{-1} + C^{-1} \right)^{-1} + 0.1C = \\
 &= \left( \frac{1}{1.2C} + \frac{1}{C} \right)^{-1} + 0.1C = \\
 &= \frac{1.2C^2}{1.2C + C} + 0.1C = \frac{1.2C^2}{2.2C} + 0.1C = \\
 &= 0.545C + 0.1C = 0.645C
 \end{aligned}$$

$$U_c = E \cdot \frac{C_x}{C_x + C} = 100 \frac{0.645C}{0.645C + C} = 39.226V$$

② כאשר מקבלים את המספרים הנ"ל, נכנסו לתנאים של E כמקור  
מה תחילתו של הקבוצה של 100V. נוסף על קבוצת Cx-5  
הוא 83702



$$X_c = \frac{1}{j\omega C}$$

$$X_{cx} = \frac{1}{j\omega C_x} = \frac{1}{j0.645\omega C}$$

$$U_c = E \frac{X_c}{X_c + X_{cx}} = 100 \angle 0 \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + \frac{1}{j0.645\omega C}} = 100 \angle 0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{0.645}} =$$

$$= 39.209 \angle 0^\circ V \Rightarrow U_{c_{max}} = \sqrt{2} \cdot U_c = 55.45V$$

עבודת 13 נומר 3008 לפי 7 באג' 2008, וכן כל היתר נא  
 יתר על המידה, וכן הוצבה להג' את הפרטים, י"י, הנסח.

5

Ⓔ  $l = 50 \text{ m}$   
 $A = 0.15 \text{ mm}^2$   
 $\rho = 0.45 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$

$$\Rightarrow R_3 = \rho \frac{l}{A} = 150 \Omega$$

$R_{11} = R_1 + R_2 = 800 \Omega$	$R_{12} = R_{21} = R_1 = 200 \Omega$	$E_1 = E$
$R_{22} = R_1 + R_3 = 350 \Omega$	$R_{13} = R_{31} = R_2 = 600 \Omega$	$E_2 = 0 \text{ V}$
$R_{33} = R_2 + R_4 = 900 \Omega$	$R_{23} = R_{32} = 0 \Omega$	$E_3 = 0 \text{ V}$

↓

$$\begin{cases} 800 I_1' - 200 I_2' - 600 I_3' = E \\ -200 I_1' + 350 I_2' - 0 \cdot I_3' = 0 \\ -600 I_1' - 0 \cdot I_2' + 900 I_3' = 0 \end{cases}$$

תגובה 3 משואות 4 פרמטרים, נעזרים  
 ונבדק את התוצאה נגד 3V ו-1V  
 $I_A = 4 \text{ mA}$

↓

$$I_3' = I_2' + 4 \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow I_3' - I_2' = 4 \cdot 10^{-3}$$

נתן נבדק את התוצאה נגד 3V ו-1V  
 ונבדק את התוצאה נגד 3V ו-1V

$$\begin{cases} 800 I_1' - 200 I_2' - 600 I_2' - 2.4 = E \\ -200 I_1' + 350 I_2' = 0 \\ -600 I_1' + 900 I_2' + 3.6 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 800 I_1' - 800 I_2' - 1 \cdot E = 2.4 \\ -200 I_1' + 350 I_2' + 0 \cdot E = 0 \\ -600 I_1' + 900 I_2' + 0 \cdot E = -3.6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1' = 42 \text{ mA} \\ I_2' = 24 \text{ mA} \\ E = 12 \text{ V} \end{cases}$$

Ⓔ  $R_3$  של עמוד היתר נעזרים

$$R_3 (\theta = 70^\circ \text{C}) = R_3 (20^\circ \text{C}) [1 + \alpha (\theta - 20)] =$$

$$= 150 \cdot [1 + 0.04 \cdot 50] = 450 \Omega$$



כיצד נמצא את הזרמים במערכת, כאשר יש לטעון  
עם זרם  $R_2 = 650 \Omega$ . כמובן שיש לטעון את  $E = 12V$ , ולכן:

$$\begin{cases} 800I_1' - 200I_2' - 600I_3' = 12 \\ -200I_1' + 650I_2' - 0 \cdot I_3' = 0 \\ -600I_1' - 0 \cdot I_2' + 900 \cdot I_3' = 0 \end{cases}$$

$$I_1' = 35.454 \text{ mA} \quad I_2' = 10.909 \text{ mA} \quad I_3' = 23.636 \text{ mA}$$



$$I_A = I_3' - I_2' = 12.727 \text{ mA}$$





הוספה לסעיפים ב'-3'

⊖ ניתן לשייך את התרומות לאותיות זרם על פי הסדר הבא:

גורם A = הזרם ב- $R_2$  במהלך ארצות הקבוע.

גורם B = הזרם ב- $R_1$  במהלך ארצות הקבוע.

Ⓢ נקודה 1

הזרם שזרום בקבוע ברגע שמתח הקבוע יגיע לערכו המקסימלי:

$$i_{R_2}(t > 5\tau) = \frac{E_{TH}}{R_2} = \frac{44.62}{33} = 1.352 A,,$$

נקודה 2

הזרם שזרום ב- $R_1$  בסיום תופעות המערכת:

$$i_{R_1}(t > 5\tau) = \frac{U_{R_1}(t > 5\tau)}{R_1} = \frac{3.38}{2.5} = 1.352 A,,$$

נקודה 3

הזרם בהתחלת שזורה ב- $R_1$  בתחילת תופעות המערכת ( $t=0^+$ ):

$$i_{R_1}(t=0^+) = \frac{U_{R_1}(t=0^+)}{R_1} = \frac{48}{2.5} = 19.2 A,,$$

**הצרה חשובה:** ניתן להתייחס למחרכת הנצפים הנעולה, כמחרכת ציורים מנומאלת, כן שרש אצב יכול לתאר זרם ונרש של ישרה מתח !

$$\textcircled{3} i_{R_1}(t = 100 \text{ msec}) = \frac{U_{R_1}(t = 100 \text{ msec})}{R_1} = \frac{8.57}{2.5} = 3.428 A,,$$

8) נתון:  $R_L = 300 \Omega$ ,  $T = 45 \text{ msec}$ ,  $f = 22.222 \text{ Hz}$ ,  $U_{\text{av}} = 6 \text{ V}$ ,  $U_{\text{RMS}} = 8.246 \text{ V}$ ,  $U_{\text{max}} = 11.662 \text{ V}$ ,  $\omega = 139.626 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

$$R_L = 300 \Omega$$

$$\textcircled{1} T = 45 \text{ msec} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 22.222 \text{ Hz}$$

$$\textcircled{2} U_{\text{av}} = \frac{1}{T} \int_0^T U_R(t) dt = \frac{1}{45 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( \int_0^{30 \cdot 10^{-3}} 10 dt + \int_{30 \cdot 10^{-3}}^{45 \cdot 10^{-3}} (-2) dt \right) = 6 \text{ V}$$

$$\Downarrow$$

$$I_{\text{av}} = \frac{U_{\text{av}}}{R_L} = \frac{6}{300} = 20 \text{ mA}$$

$$\textcircled{2} U_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_R^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{45 \cdot 10^{-3}} \left( \int_0^{30 \cdot 10^{-3}} 10^2 dt + \int_{30 \cdot 10^{-3}}^{45 \cdot 10^{-3}} (-2)^2 dt \right)} = 8.246 \text{ V}$$

$$\textcircled{3} U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{RMS}} = 11.662 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 22.222 = 139.626 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$\Downarrow$

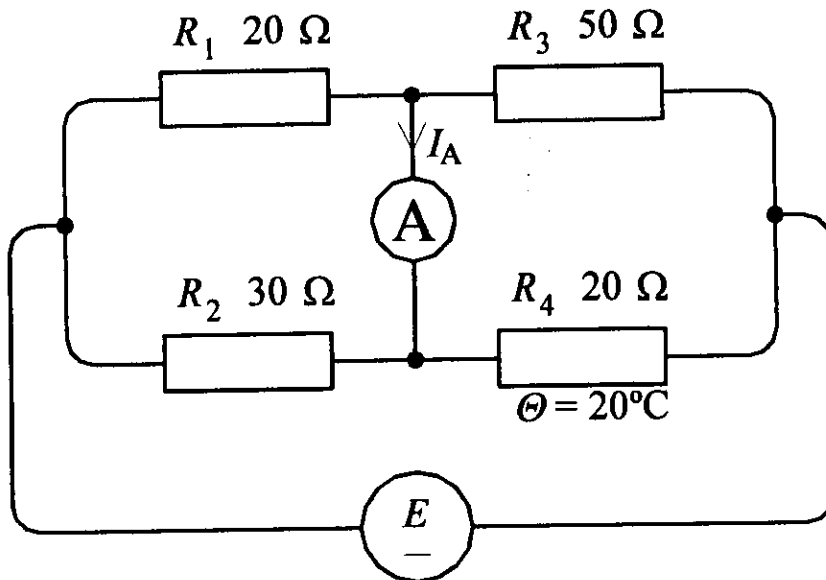
$$u(t) = 11.662 \cdot \sin(139.626t) \text{ [V]}$$

שאלה 7

ארבעה התנגדויות, מד זרם ומקור מתח ישר, במעגל החשמלי שלהלן. מתח המקור  $E$  והקוטביות שלו אינם ידועים.

רק ההתנגדות של נגד  $R_4$  תלויה בטמפרטורה שלו לפי קו ישר, ומקדם ההשתנות שלה  $\alpha_\theta = 0.04 \frac{1}{^\circ\text{C}}$ . ההתנגדות של נגד  $R_4$  שבאיור נתונה כשהטמפרטורה שלו  $20^\circ\text{C}$ , וזאת גם טמפרטורת הסביבה שבה שרוי המעגל.

ההתנגדות הפנימית של מד הזרם קטנה מאוד ולכן אינה נתונה.



א. (14 נקודות)

מה המתח של המקור  $E$  ומה הקוטביות שלו, כשמד הזרם מוכה  $0.3 \text{ A}$  וכיוון הזרם כיוון החץ שבאיור?

ב. (4 נקודות)

מה צריכה להיות הטמפרטורה של נגד  $R_4$  על מנת שמד הזרם יוכה  $0 \text{ A}$  (אפס)?

ג. (2 נקודות)

האם כדי שהנגד  $R_4$  יהיה בטמפרטורה שחושבה קודם, יש לחמם אותו או לקרר אותו?



אם נסדר את כל 4 המשוואות בצורה מליצ'ורית נקבל:

$$\begin{cases} +50I_1' - 30I_2' - 20I_3' - 1 \cdot E = 0 \\ -30I_1' + 50I_2' - 0 \cdot I_3' - 0 \cdot E = 0 \\ -20I_1' - 0 \cdot I_2' + 70I_3' - 0 \cdot E = 0 \\ -0 \cdot I_1' + 1 \cdot I_2' - 1 \cdot I_3' - 0 \cdot E = 0.3 \end{cases}$$

אם נציב את המצרכת הנ"ל במחשבון מתאים נקבל:

$$I_1' = 0.954 \text{ A}$$

$$I_3' = 0.272 \text{ A}$$

$$I_2' = 0.572 \text{ A}$$

$$E = 25.09 \text{ V}$$

הקוביות של E היא כפי שבנינה בטולו.

במציבה ואין לנו מחשבון לטמאק בפתוח 4 משוואות, נצטרך "דעג'וב קצת". נרשום את המצרכת הנ"ל בצורה יותר פשוטה:

$$\begin{cases} ① \quad 50I_1' - 30I_2' - 20I_3' = E \\ ② \quad -30I_1' + 50I_2' = 0 \\ ③ \quad -20I_1' + 70I_3' = 0 \\ ④ \quad I_2' - I_3' = 0.3 \end{cases}$$

משוואה מספר ③ ניתן לחלק ב:

$$I_1' = 3.5I_3'$$

נציב את הביטוי לקבלנו בשאר המשוואות:

$$\begin{cases} ① \quad 50(3.5I_3') - 30I_2' - 20I_3' = E \\ ② \quad -30(3.5I_3') + 50I_2' = 0 \\ ④ \quad I_2' - I_3' = 0.3 \end{cases}$$



$$\begin{cases} ① \quad 175I_3' - 30I_2' - 20I_3' = E \\ ② \quad -105I_3' + 50I_2' = 0 \\ ④ \quad I_2' - I_3' = 0.3 \end{cases}$$





$$\begin{array}{l} \textcircled{1} \quad -30I_2' + 155I_3' = E \\ \textcircled{2} \quad +50I_2' - 105I_3' = 0 \\ \textcircled{4} \quad I_2' - I_3' = 0.3 \end{array}$$

לסדר את המשוואות בהתאמה:

$$\begin{array}{l} -30I_2' + 155I_3' - 1 \cdot E = 0 \\ +50I_2' - 105I_3' - 0 \cdot E = 0 \\ +1 \cdot I_2' - 1 \cdot I_3' - 0 \cdot E = 0.3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} I_2' = 0.572A \\ I_3' = 0.272A \end{array} \quad \Downarrow \quad E = 25.09V //$$

ב) בקצב של 3 מעגל הזרם יורד לרוב אפס, הגדל בהיקף דהיותו מלאכה, כמראה

$$R_1 \cdot R_4(\theta) = R_2 \cdot R_3$$

$$20 \cdot R_4(\theta) = 30 \cdot 50$$

$$R_4(\theta) = 75 \Omega$$

$$R_{4(20)} [1 + \alpha(\theta - 20)] = 75$$

$$20 \cdot [1 + 0.04(\theta - 20)] = 75 \quad /: 20$$

$$1 + 0.04(\theta - 20) = 3.75 \quad /-1$$

$$0.04(\theta - 20) = 2.75 \quad /: 0.04$$

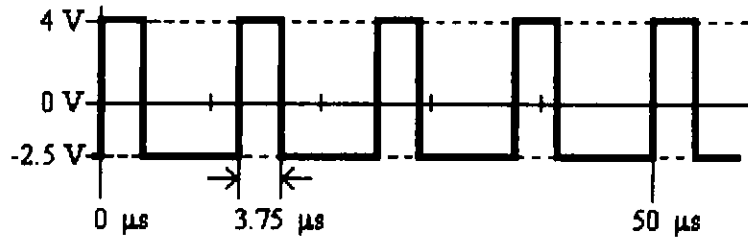
$$\theta - 20 = 68.75 \quad /+20$$

$$\theta = 88.75^\circ C //$$

ד) בולטת ע"פ פנלם את הגזב צדד '302' שהיא יג' כמראה 20°C של 88.75°C

## שאלה 1

אות המתח שבאיור, נמדד בין החדקים של נגד.



א. (5 נקודות)

מה ממוצע אות המתח שבאיור?

ב. (8 נקודות)

מה הערך היעיל, שורש-ממוצע-הריבועים (RMS), של אות המתח שבאיור?

ג. (4 נקודות)

מה גודלם של  $U_{\max}$  ו- $\omega$  באות  $u(t) = U_{\max} \sin \omega t$ , השקיל בתדירות היסודית ובהספק, לאות המתח שבאיור?

ד. (3 נקודות)

באמצעות איזה מכשיר מדידה צפו ומדדו את האות שבאיור?

1

הגורם שמפיק בקלות את שינוי עם היקוצ' סלנדר' המופיע  
בטסטאון. בטסטאון מופיע האלפס המתא' זמיר עם היקוצ' PV  
גורם למזר של 50%. [D.C. = Duty Cycle =] בתום.  
שפניט קם לראת שה-D.C. שזה 30%, ולכן נבארק  
עלמט בטסטאון הפעלות המכילת אינלרטיס.

נתן לראת את הפס היקוצ' הנע באלו הוא מורכב משני אומות  
מתה ישר, הרטון באלו עם 4V, והשני באלם של -2.5V, כמסר הP  
מתחמיק בהתאם עממן המתזור וה-D.C.



כמסר נחב את האינלרטיס, נבארק עפצם כם אינלרטיס עפ'  
פיק הזמן שבו כם "את מתה ישר" פצ'ם.

הצרה חשובה: חישוב אינלרטיס ואפ'ס במחשבון  
במצב RAD (רדיאן) !!!



$$4T = 50 \cdot 10^{-6} \quad f = T^{-1} = (12.5 \cdot 10^{-6})^{-1} = 80 \text{ kHz}$$
$$T = 12.5 \cdot 10^{-6} \text{ sec} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 80 \cdot 10^3 = 502.654 \text{ k rad/sec}$$

כם חישוב האינלרטיס מתחמיק למחזור אחד, ולפס הפעלת ניקח את המתזור  
הרטון. נתן לתאר מבחנה מתמאית את המתזור הרטון בצורה הפסגה:

עם טסטונה  
בגורמת  
צד

$$U_R(t) = \begin{cases} 4V, & 0 \leq t < 3.75 \mu\text{sec} \\ -2.5V, & 3.75 \mu\text{sec} \leq t < 12.5 \mu\text{sec} \end{cases}$$



$$\textcircled{E} U_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T U_R(t) dt = \frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \int_0^{12.5 \cdot 10^{-6}} U_R(t) dt =$$

$$= \frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \cdot \left( \int_0^{3.75 \cdot 10^{-6}} 4 \cdot dt + \int_{3.75 \cdot 10^{-6}}^{12.5 \cdot 10^{-6}} (-2.5) dt \right) = -0.55V_{\parallel}$$

הצבה במכונה

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_R(t)^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \left( \int_0^{3.75 \cdot 10^{-6}} 4^2 dt + \int_{3.75 \cdot 10^{-6}}^{12.5 \cdot 10^{-6}} (-2.5)^2 dt \right)} = 3.029V_{\parallel}$$

הצבה במכונה

כאשר שני ציפים מחוברים באנטי-סדר, יש עליה נוספת שהיא שווה לזו של קודם. התוצאה היא שיש עליה של 30% מהזמן הממוצע.

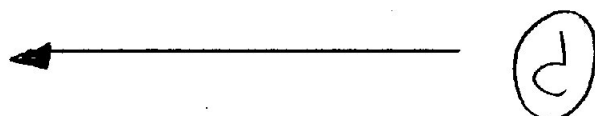
$$D.C. = \frac{t_{חיובי}}{T} \cdot 100\% = \frac{3.75}{12.5} \cdot 100\% = 30\%$$

↓ ↓  
 החלק החיובי (4V) תופס 30% מן הזמן הממוצע (0.3T).  
 החלק השלילי (-2.5V) תופס 70% מן הזמן הממוצע (0.7T).

$$U_{AV} = \frac{U_{חיובי} \cdot 30\% + U_{שלילי} \cdot 70\%}{100\%} = \frac{4 \cdot 0.3 + (-2.5) \cdot 0.7}{1} = -0.55V_{\parallel}$$

$$U_{RMS} = \sqrt{(U_{חיובי})^2 \cdot 30\% + (U_{שלילי})^2 \cdot 70\%} = \sqrt{4^2 \cdot 0.3 + (-2.5)^2 \cdot 0.7} = 3.029V_{\parallel}$$

קלטת בצורך אותה תופסה, אך במקום שלילי היא תופסה חיובי. כלומר, כיוון הזרם הפוך. זהו הסיבה לכך שיש עליה של 30% מהזמן הממוצע.



② כמת הוציא מנתונים את השדה ההיבוי' במת סטוס הנדס בנד  
 כלולת רצף, ונאן כן שינוי דלדל דלדל באלת הספק כ'נוד.  
 הספק דלדל הוא הספק מנש ודח'ולבו אש'ל' ב'זת' פ  
 אק'ול' (RMS) ונ'ן:

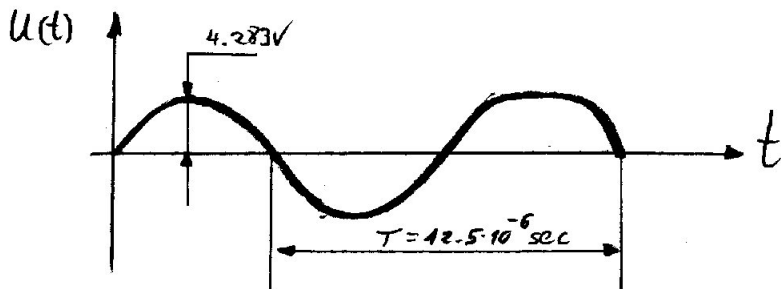
$$u(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

$$502.654 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{RMS}} = \sqrt{2} \cdot 3.029 = 4.283 \text{ V}$$



$$u(t) = 4.283 \cdot \sin(502.654 \cdot 10^3 t) \text{ [V]}$$



③ פנ'ן מ'נ'ן (= 0)