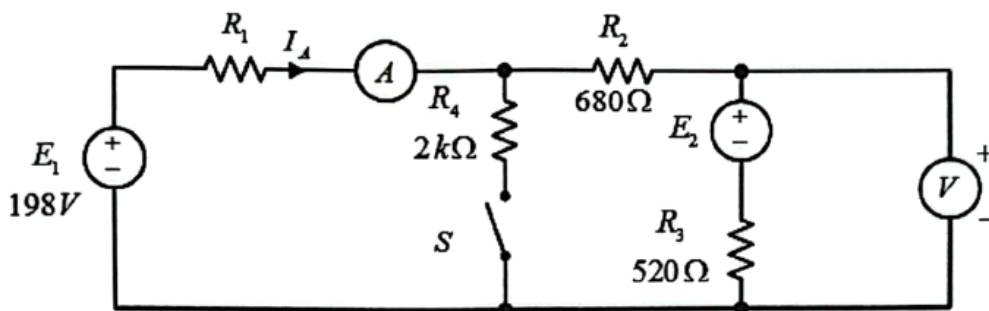


שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.
המעגל כולל שני מקורות מתח ישר, ארבעה נגדים ושני מכשירי מדידה אידיאליים (מד מתח ומד זרם).



איור לשאלה 1

המפסק S פתוח.

הזרימה $I_A = 50 \text{ mA}$ והזרימת מד המתח $V = 104 \text{ V}$.

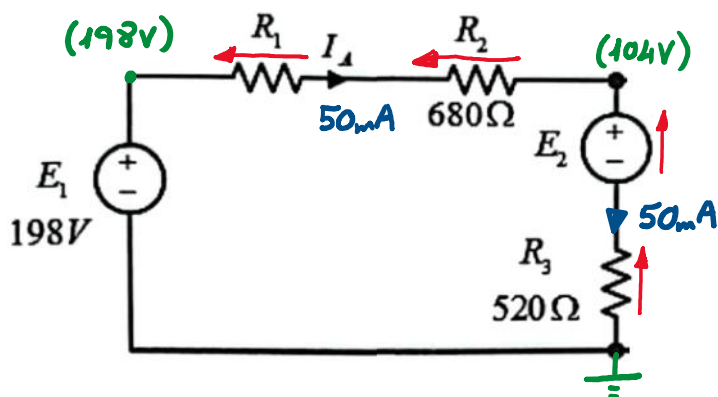
(4 נק') א. חשבו את מתח המקור E_2 .

(4 נק') ב. חשבו את התנגדות הנגד R_1 .

סוגרים את המפסק S.

(8 נק') ג. חשבו את הזרם דרך הנגד R_1 ואת הזרם דרך הנגד R_4 .

(4 נק') ד. חשבו את ההספק המתפתח במקור E_2 וציינו אם הוא מתנהג כספק או כצרכן.



$$\textcircled{E} \quad [kV] \quad U_V = E_2 + U_{R_3}$$

$$104 = E_2 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot 520$$

$$E_2 = 78V$$

$$\textcircled{B} \quad [kV] \quad E_1 - U_V = U_{R_1} + U_{R_2}$$

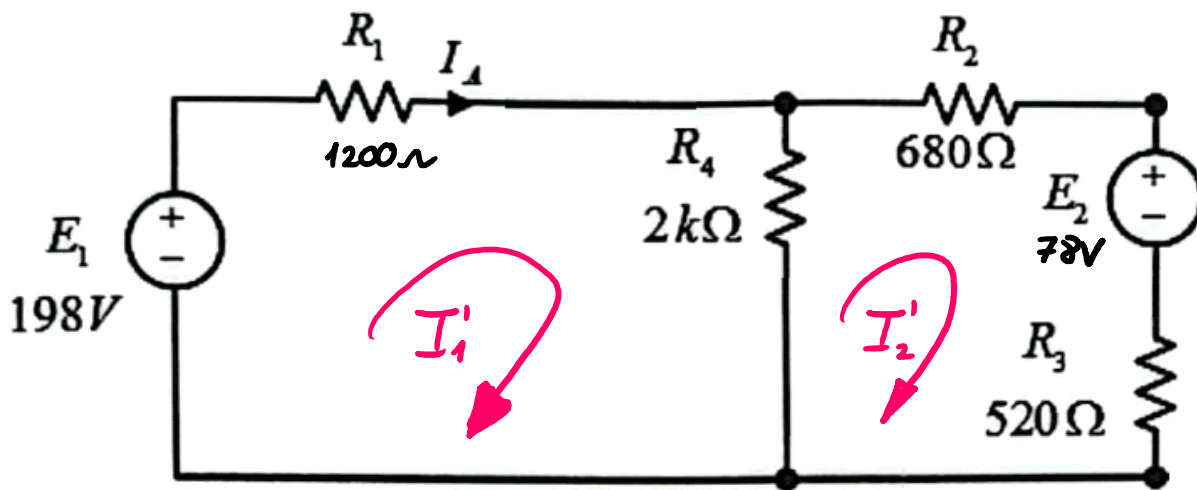
$$198 - 104 = 50 \cdot 10^{-3} \cdot R_1 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot 680$$

$$R_1 = 1200\Omega$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

ד



$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & +R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 3.2 & -2 \\ -2 & 3.2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 198 \\ -78 \end{pmatrix}$$

$\Downarrow$

$$I_1' = 76.538 \text{ mA}$$

$$I_2' = 23.461 \text{ mA}$$

$\Downarrow$

$$\boxed{I_{R_1}} = I_1' = \boxed{76.538 \text{ mA}}$$

$$\boxed{I_{R_4}} = I_1' - I_2' = 76.538 - 23.461 = \boxed{53.077 \text{ mA}}$$

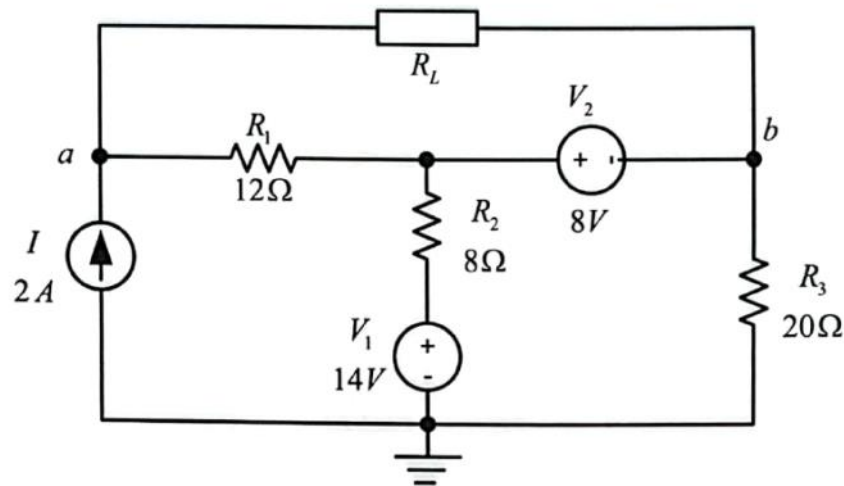
$$\begin{aligned} \textcircled{3} \quad I_{E_2} = I_2' = 23.461 \text{ mA} &\Rightarrow \boxed{P_{E_2}} = I_{E_2} \cdot E_2 = 23.461 \cdot 78 = \\ &= 1830 \text{ mW} = \\ &= \boxed{1.83 \text{ W}} \end{aligned}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להביא!

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 2

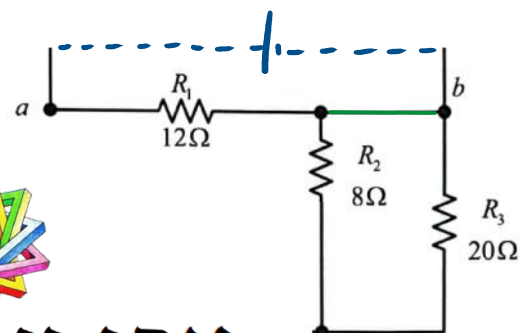
- (10 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור הנגד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b .
- (6 נק') ב. מהם שני הערכים של העומס, הנגד R_L , עבורם ההספק שיתפתח יהיה חצי מההספק המרבי?
- (4 נק') ג. מקצרים את הנקודות a ו- b באמצעות תיל חסר התנגדות. מה גודל הזרם הזורם בתיל ומהי מגמתו (מ- a ל- b או מ- b ל- a)?

ⓔ [ח'סם R_{TH}]

$$\begin{aligned} R_{TH} &= [(R_2 + R_3) \parallel \bigcirc] + R_1 = \\ &= [28 \parallel \bigcirc] + 12 = \\ &= \bigcirc + 12 = 12\Omega \end{aligned}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

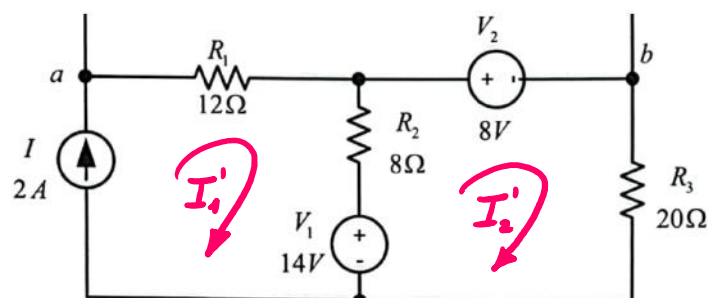


[ח'סם E_{TH}]

$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & +R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I'_1 \\ I'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E'_1 \\ E'_2 \end{pmatrix}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -8 & 28 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I'_1 \\ I'_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix}$$



$$\downarrow$$

$$I'_1 = 2A \Rightarrow E_{TH} = U_{R_1} + V_2 = I'_1 \cdot R_1 + V_2 = 2 \cdot 12 + 8 = 32V$$

$$I'_2 = 0.785A$$

הצרכה: אין צורך להשתמש בנתוני חוצ'ס, כי ניתן להשתמש
עם הנתונים I וצורה צורך R_1 (ח'סור באור) ואכן:

$$E_{TH} = U_{R_1} + V_2 = I \cdot R_1 + V_2 = 2 \cdot 12 + 8 = 32V$$



$$\textcircled{a} R_L = R_{TH} = 12\Omega \Rightarrow P_{R_{Lmax}} = \frac{U_{R_L}^2}{R_L} = \frac{(E_{TH}/2)^2}{R_L} = \frac{16^2}{12} = 21.333W$$



$$0.5 P_{R_{Lmax}} = I^2 \cdot R_L$$

$$0.5 \cdot 21.333 = \left(\frac{E_{TH}}{R_L + R_{TH}} \right)^2 \cdot R_L$$

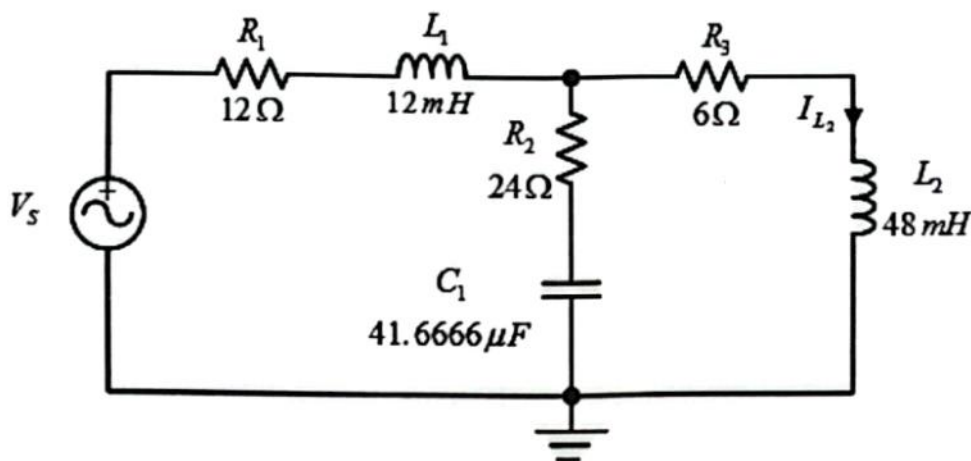
$$10.666 = \left(\frac{32}{R_L + 12} \right)^2 \cdot R_L \Rightarrow R_L = \begin{cases} 2.058\Omega \\ 69.941\Omega \end{cases}$$

$$\textcircled{c} I = I_N = \frac{E_{TH}}{R_{TH}} = \frac{32}{12} = 2.666A \quad (a \rightarrow b)$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 3

המהירות הזוויתית של מקור המתח V_s היא: $\omega = 1000 \text{ rad/sec}$.

נתון: הזרם הזורם דרך הסליל L_2 שווה ל- $I_{L_2} = 5 \angle 60^\circ \text{ A}$.

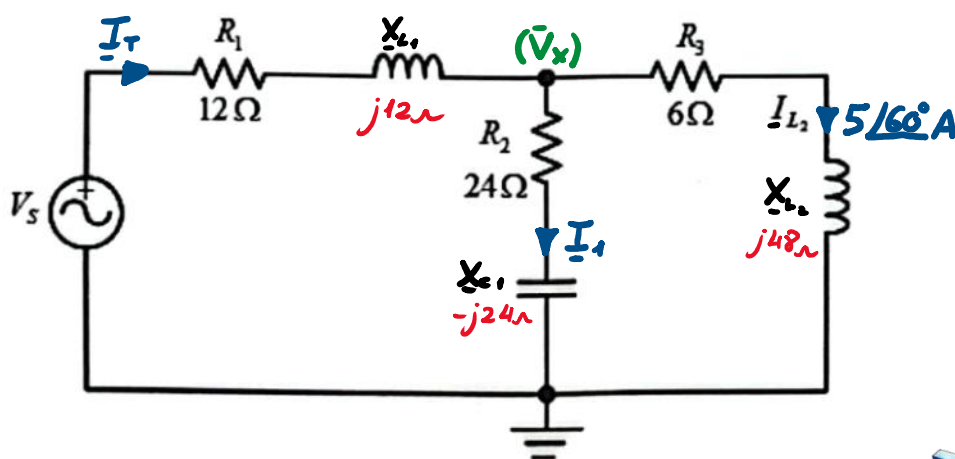
10 נק' א. חשבו את המתח V_s ביחס לאדמה.

4 נק' ב. חשבו את ההספק הפעיל P ואת ההספק ההיגבי Q הנצרכים במעגל.

2 נק' ג. חשבו את מקדם ההספק של המעגל.

4 נק' ד. חשבו את העכבה של המעגל "המשתקפת" במקור המתח.

Ⓔ $X_L = j\omega L \Rightarrow \begin{aligned} X_{L_1} &= j12\Omega \\ X_{L_2} &= j48\Omega \end{aligned} \quad X_C = -j\frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_{C_1} = -j24\Omega$



$$\bar{V}_x = \bar{I}_{L_2} \cdot (R_3 + X_{L_2}) = 5 \angle 60^\circ \cdot (6 + j48) = 241.867 \angle 142.8^\circ \text{ V}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{\bar{V}}_x}{R_2 + X_{L1}} = \frac{241.867 \angle 142.8}{24 - j24} = 7.126 \angle -172.1^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_T = \underline{I}_1 + \underline{I}_{L1} = 7.126 \angle -172.1 + 5 \angle 60 = 5.66 \angle 143.6^\circ \text{ A}$$

$$\boxed{\underline{\bar{V}}_S} = \underline{I}_T \cdot (R_1 + X_{L1}) + \underline{\bar{V}}_x =$$

$$= 5.66 \angle 143.6 \cdot (12 + j12) + 241.867 \angle 142.8 =$$

$$= \boxed{316.355 \angle 155.4^\circ \text{ V}}$$

$$\textcircled{2} \underline{S}_T = \underline{I}_T^* \cdot \underline{\bar{V}}_S = 5.66 \angle -143.6 \cdot 316.355 \angle 155.4 \approx \overbrace{(1753 + j365.7)}^{P_T [\text{W}] \quad Q_T [\text{VAR}]} \text{ VA} =$$

$$= 1790.573 \angle \underbrace{11.78^\circ}_{\varphi} \text{ VA}$$

$$\textcircled{2} \boxed{\text{P.F.}} = \cos \varphi = \cos(11.78) = \boxed{0.979}$$

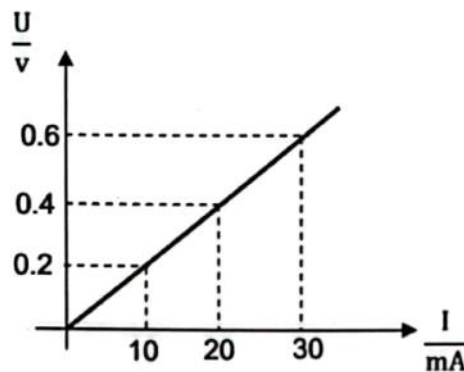
$$\textcircled{3} \boxed{\underline{Z}_T} = \frac{\underline{\bar{V}}_S}{\underline{I}_T} = \frac{316.355 \angle 155.4}{5.66 \angle 143.6} = \overbrace{(54.711 + j11.43)}^{R_T \quad X_T} \Omega = \boxed{55.893 \angle 11.78^\circ \Omega}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

שאלה 4

מחברים משרן בעל התנגדות פנימית למקור מתח ישר DC ומתווים גרף של המתח כתלות בזרם כמתואר באיור לשאלה 4.



איור לשאלה 4

מנתקים את המשרן המעשי ממקור המתח הישר.

מחברים את המשרן המעשי בטור לקבל C למקור מתח חילופין שהביטוי המתמטי שלו הוא :

$$u(t) = 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2000 \cdot t) \quad [V]$$

ידוע שבמעגל זרם זרם בעוצמה מרבית וגורם הטיב שלו $Q=20$.

(10 נק') א. סרטטו את המעגל החשמלי וחשבו את התנגדות המשרן R,

את השראותו L ואת קיבולת הקבל C.

(5 נק') ב. מהו הזרם היעיל (אפקטיבי) המרבי שזורם במעגל וכמה הספק ממשי צורך המעגל?

האם המעגל צורך גם הספק היגבי? נמקו את תשובתכם.

(5 נק') ג. משנים את תדר המקור ל-500 הרץ.

חשבו את גורם ההספק $\cos\Phi$ של המעגל וקבעו את אופיו.

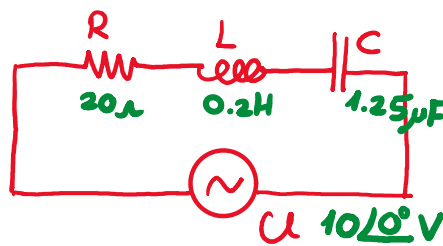
$$\textcircled{B} \quad R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0.6 - 0}{30 \cdot 10^{-3} - 0} = \frac{0.6}{30 \cdot 10^{-3}} = 20 \Omega$$



$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$20 = \frac{2000 L}{20} \Rightarrow L = 0.2 H \Rightarrow 2000 = \frac{1}{\sqrt{0.2 \cdot C}} \Rightarrow C = 1.25 \mu F$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

② החזנה במתח 10V ורזיסטור 20Ω ⇒ $\boxed{I_o} = \frac{U}{R} = \frac{10V}{20} = \boxed{0.5 \angle 0^\circ A}$

$$\boxed{P_T} = I_o^2 \cdot R = 0.5^2 \cdot 20 = \boxed{5W}$$

$$\boxed{Q_T} = \boxed{0VAR} \quad (X_T = 0)$$

③ $f = 500Hz \Rightarrow X_L = j2\pi fL = j2\pi \cdot 500 \cdot 0.2 = j628.318\Omega$
 $X_C = -j \cdot \frac{1}{2\pi fC} = -j \cdot \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 1.25 \cdot 10^{-6}} = -j254.647\Omega$

↓

$$\underline{Z_T} = R + X_L + X_C = 20 + j628.318 - j254.647 = 374.2 \angle 86.9^\circ \Omega$$

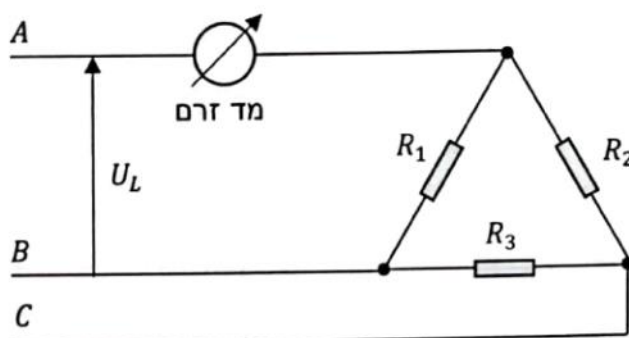
↓ הנדסה חזקה ⇒ טאפ' הסרואר!

$$\boxed{P.F.} = \cos \varphi = \cos (86.9) = \boxed{0.054}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 5 מוצג צרכן תלת מופעי בחיבור משולש הניזון מרשת תלת-מופעית מאוזנת המחוברת בצורת כוכב. נתון: ההספק המתפתח בצרכן $P = 3000W$.
הוריית מד הזרם $I = 27.385 A$. הנגדים שווים בערכם $(R_1 = R_2 = R_3)$.



איור לשאלה 5: צרכן בחיבור כוכב

- (4 נק') א. מהו הגודל של הזרם המופעי בעומס, I_{PH} ?
- (7 נק') ב. מהו הגודל של המתח הקווי U_L ?
- (6 נק') ג. בגלל תקלה, המופע A של הרשת החשמלית התנתק. מהו הספק P_{new} המתפתח בצרכן במצב זה?
- (3 נק') ד. מהם ערכי הזרמים I_{R3}, I_{R2}, I_{R1} (לאחר התקלה)?

במעלה

$$\textcircled{a} \quad I_{PH} = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{27.385}{\sqrt{3}} = 15.81A$$

$$\textcircled{b} \quad P_{R1} = P_{R2} = P_{R3} = \frac{P}{3} = \frac{3000}{3} = 1000W \Rightarrow P_{R1} = I_{PH}^2 \cdot R_1$$

במעלה

$$1000 = 15.81^2 \cdot R_1$$

$$U_L = U_{PH} = I_{PH} \cdot R_1 = 15.81 \cdot 4 = 63.24V \Leftarrow R_1 = 4\Omega$$

ביק אחיד כח'ים U_L :

$$P = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot U_L \cdot \cos \varphi$$

$$3000 = \sqrt{3} \cdot 27.385 \cdot U_L \cdot \cos 0^\circ$$

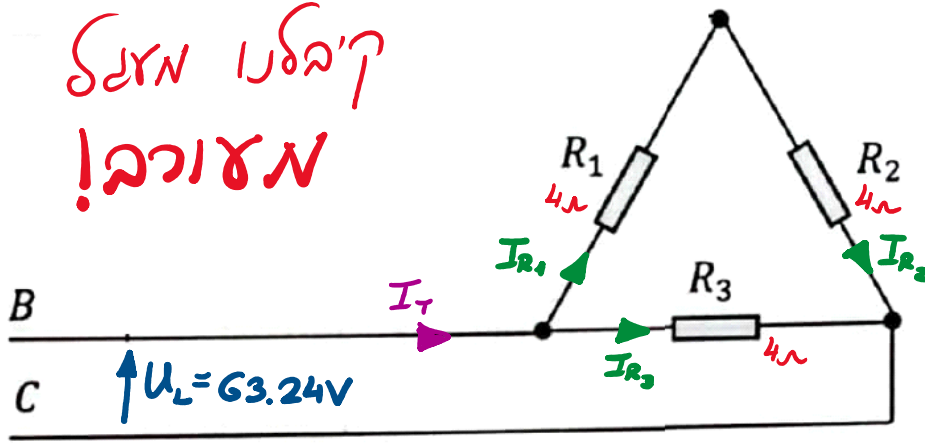
$$U_L = 63.24V$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

ד)

ק'הלו מחדש
מצורה!



$$R_T = (R_1 + R_2) \parallel R_3 = 8 \parallel 4 = 2.666 \Omega$$

↓

$$P_{new} = P_T = \frac{U_L^2}{R_T} = \frac{63.24^2}{2.666} = 1500W$$

$$③ \quad I_{R_3} = \frac{U_L}{R_3} = \frac{63.24}{4} = 15.81A$$

$$I_{R_1} = I_{R_2} = \frac{U_L}{R_1 + R_2} = \frac{63.24}{8} = 7.905A$$

הערה: במקרה זה, שכל הזרמים הם גזים להוריס, נ'מן היה למצוא
את I_T , ולאתר מכן לתפס את הזכאים הנצפים באמצעות
מחלק ג'ס.



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור א' לשאלה 6 מוצגת ליבה ברזל מגנטית חד-שטפית עם שני חריצי אוויר השווים באורכם. על הליבה מותקן סליל בעל 220 כריכות. באיור ב' לשאלה 6 מוצג עקום צפיפות השטף המגנטי בתלות בשדה המגנטי.

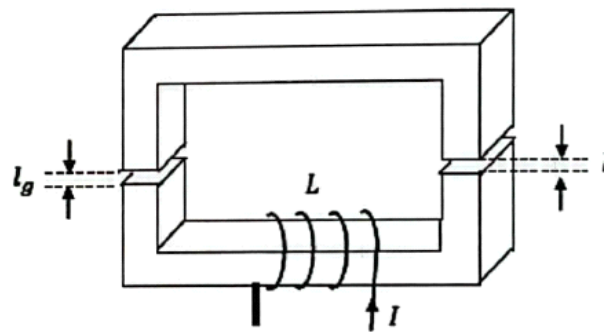
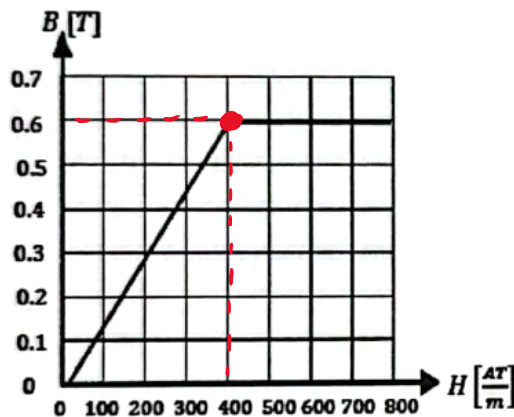
נתון:

אורך המסלול המגנטי של הליבה ללא חריצי האוויר $l_e = 84 \text{ cm}$.

אורך כל חריץ אוויר $l_g = 3 \text{ mm}$.

הזרם בסליל: $I = 4 \text{ A}$.

שטח חתך של הליבה ושל חריצי האוויר אחד $A = 25 \text{ cm}^2$.



איור ב' לשאלה 6: עקום צפיפות השטף המגנטי

איור א' לשאלה 6: ליבת ברזל מגנט

4 נק' א. מהי ההתנגדות המגנטית (המיואן המגנטי) השקילה R_{mT} של המעגל?

6 נק' ב. מהי צפיפות השטף המגנטית B ?

4 נק' ג. מהי ההשראות העצמית של הסליל L ?

6 נק' ד. מהו הזרם I^* המזערי הנדרש בעבור צפיפות שטף מגנטית מרבית B_{max} ?

⑥ $\mu_1 = \frac{B}{H} = \frac{0.6}{400} = 1.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{m}}$

$l_1 = 84 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$A = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$R_{m_1} = \frac{1}{\mu_1} \cdot \frac{l_1}{A} = \frac{1}{1.5 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{84 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-4}} = 0.224 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$

$l_0 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$A = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$R_{m_0} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l_0}{A} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-4}} = 1.909 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!



$$\boxed{R_{m_T}} = R_{m_0} + R_{m_1} = 0.224 + 1.909 = \boxed{2.133 \cdot 10^6 \frac{1}{H}}$$

$$\textcircled{a} \quad \phi = \frac{N \cdot I}{R_{m_T}} = \frac{220 \cdot 4}{2.133 \cdot 10^6} = 412.564 \mu Wb$$



$$\boxed{B} = \frac{\phi}{A} = \frac{412.564 \cdot 10^{-6}}{25 \cdot 10^{-4}} = \boxed{0.165 T}$$

$$\textcircled{c} \quad \boxed{L} = \frac{N^2}{R_{m_T}} = \frac{220^2}{2.133 \cdot 10^6} = \boxed{22.691 mH}$$

$$\textcircled{3} \quad B_{max} = B_{sat} = 0.6 T \Rightarrow \phi_{max} = B_{max} \cdot A = 0.6 \cdot 25 \cdot 10^{-4} = 1.5 mWb$$



$$\phi_{max} = \frac{N \cdot I_{min}}{R_{m_T}}$$

$$1.5 \cdot 10^{-3} = \frac{220 \cdot I_{min}}{2.133 \cdot 10^6}$$

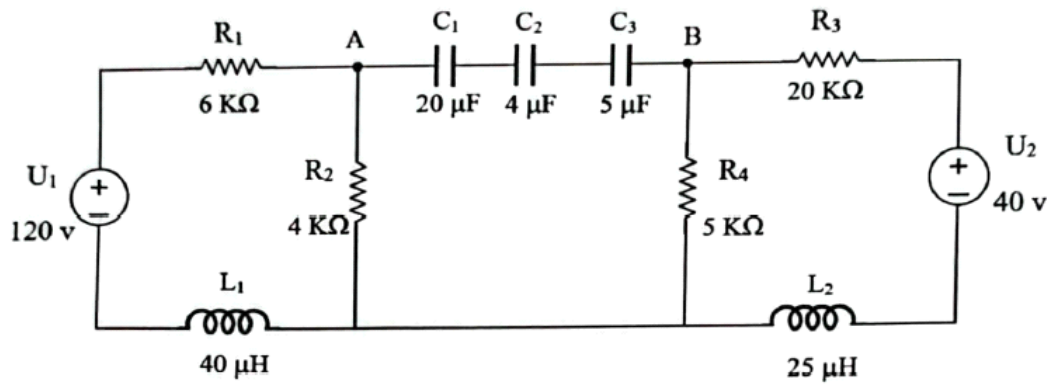
אם נניח לבסוף יותר
מחזק זה, הליבה תבסס
בצורה יותר מחזקה לבדלה,
ואכן צי' אתו לבנות מהו
החזק החיטואלי של הבס
לקבלת כו'ה, סלואר B_{max} .

$$\boxed{I_{min} = 14.543 A}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

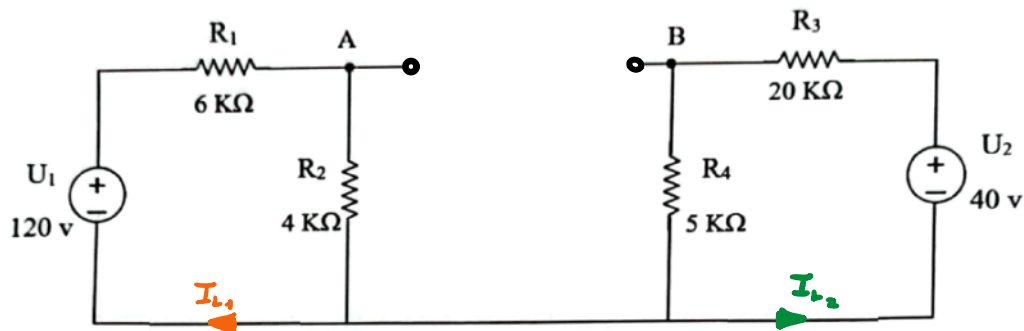
באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 7

- 10 נק') א. חשבו את האנרגיה האגורה בכל אחד מהסלילים ואת המתח בין הנקודות A-B.
 6 נק') ב. כמה מתח יש על כל קבל וכמה אנרגיה אגורה בו?
 4 נק') ג. כמה אנרגיה, ביחידות וואט-שעה (Wh), צורך המעגל במשך 20 שעות?

Ⓚ במצב 3 מ'3 המעגל יהיה כך:



$$I_{L_1} = \frac{U_1}{R_1 + R_2} = \frac{120}{10} = 12 \text{ mA} \Rightarrow W_{L_1} = 0.5 L_1 I_{L_1}^2 = 0.5 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot (12 \cdot 10^{-3})^2 = 2.88 \text{ nJ}$$

$$I_{L_2} = \frac{U_2}{R_3 + R_4} = \frac{40}{25} = 1.6 \text{ mA} \Rightarrow W_{L_2} = 0.5 L_2 I_{L_2}^2 = 0.5 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \cdot (1.6 \cdot 10^{-3})^2 = 32 \text{ pJ}$$

$$V_A = U_{R_2} = I_{L_1} \cdot R_2 = 12 \cdot 4 = 48 \text{ V} \Rightarrow U_{AB} = V_A - V_B = 48 - 8 = 40 \text{ V}$$

$$V_B = U_{R_4} = I_{L_2} \cdot R_4 = 1.6 \cdot 5 = 8 \text{ V}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!



$$U_{C_1} = U_{AB} \cdot \frac{C_1^{-1}}{C_1^{-1} + C_2^{-1} + C_3^{-1}} = 40 \cdot \frac{20^{-1}}{20^{-1} + 4^{-1} + 5^{-1}} = 4V$$

$$U_{C_2} = U_{AB} \cdot \frac{C_2^{-1}}{C_1^{-1} + C_2^{-1} + C_3^{-1}} = 40 \cdot \frac{4^{-1}}{20^{-1} + 4^{-1} + 5^{-1}} = 20V$$

$$U_{C_3} = U_{AB} - U_{C_1} - U_{C_2} = 40 - 4 - 20 = 16V$$



$$W_{C_1} = 0.5 \cdot C_1 \cdot U_{C_1}^2 = 0.5 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 4^2 = 160 \mu J$$

$$W_{C_2} = 0.5 \cdot C_2 \cdot U_{C_2}^2 = 0.5 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 20^2 = 800 \mu J$$

$$W_{C_3} = 0.5 \cdot C_3 \cdot U_{C_3}^2 = 0.5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 16^2 = 640 \mu J$$

$$\begin{aligned} \textcircled{d} P_T &= P_{u_1} + P_{u_2} = I_{L_1} \cdot U_1 + I_{L_2} \cdot U_2 = \\ &= 12 \cdot 120 + 1.6 \cdot 40 = 1440 + 64 = \\ &= 1504 \text{ mW} = 1.504 \text{ W} \end{aligned}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

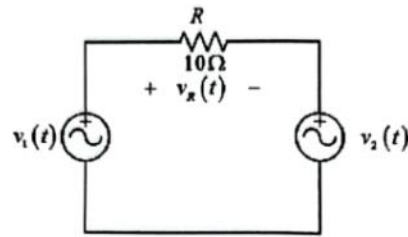
$$t = 20h$$



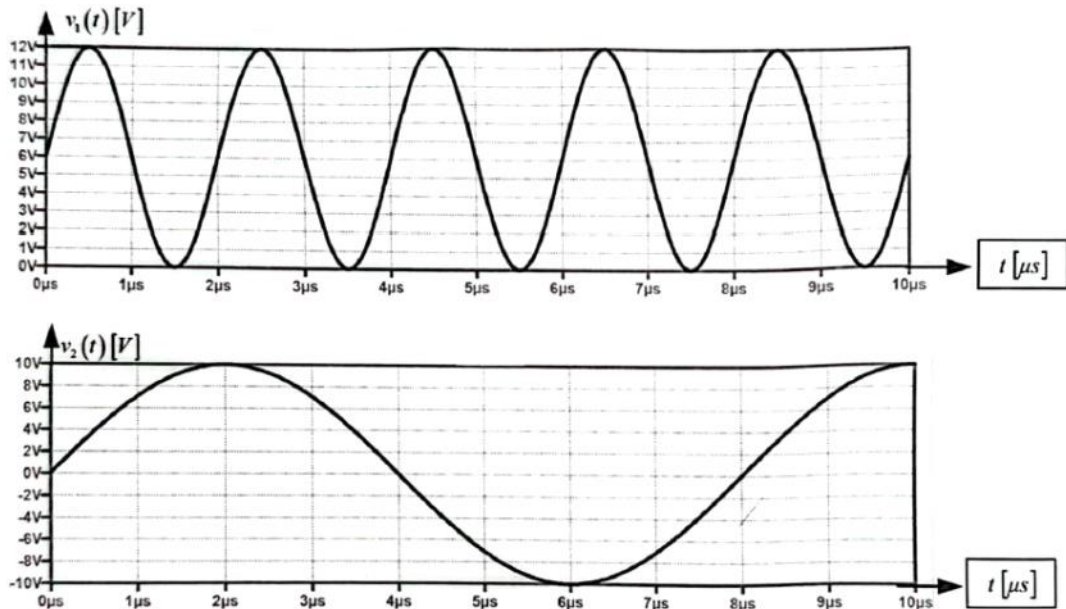
$$W = P_T \cdot t = 1.504 \cdot 20 = 30.08 \text{ Wh}$$

שאלה 8

באיור א' לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי, ובאיור ב' מוצגים אותות המתחים $v_1(t)$ ו- $v_2(t)$.
הערה: יחידות ערכי המספרים בציר הזמן הן ב- μs .



איור א' לשאלה 8



איור ב' לשאלה 8

- 4 נק' א. חשבו את תדרי האותות של $v_1(t)$ ו- $v_2(t)$.
- 4 נק' ב. רשמו את המתחים $v_1(t)$ ו- $v_2(t)$ כפונקציה של הזמן.
- 2 נק' ג. רשמו את המתח $v_R(t)$ כפונקציה של הזמן.
- 4 נק' ד. חשבו את ערכו של המתח הממוצע המתפתח על הדקי הנגד R .
- 4 נק' ה. חשבו את ערכו של המתח היעיל המתפתח על הדקי הנגד R .
- 2 נק' ו. חשבו את ערכו של החספק הממוצע המתפזר בנגד R .

$$\textcircled{E} T_1 = 2 \mu sec \Rightarrow f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} = 500 kHz$$

$$T_2 = 8 \mu sec \Rightarrow f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-6}} = 125 kHz$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

③ טמן לאלטר $v_1(t)$ מורכב מאלטר סינוס שרובו זר לחצי DC:

$$U_{DC} = 6V \quad U_{max} = 12 - 6 = 6V$$

$$\omega_1 = 2\pi \cdot f_1 = 2\pi \cdot 500 \cdot 10^3 = 1000\pi \cdot 10^3 \frac{rad}{sec} \quad \varphi_1 = 0^\circ$$



$$\boxed{V_1(t)} = U_{DC} + U_{max_1} \cdot \sin(\omega_1 t + \varphi_1) = \boxed{G + G \cdot \sin(1000\pi \cdot 10^3 t)} [V]$$

מרכיב של זרם מלא סגור:

$$U_{max_2} = 10 - 0 = 10V \quad \omega_2 = 2\pi f_2 = 2\pi \cdot 125 \cdot 10^3 = 250\pi \cdot 10^3 \frac{rad}{sec} \quad \varphi_2 = 0^\circ$$



$$\boxed{V_2(t)} = U_{max_2} \cdot \sin(\omega_2 t + \varphi_2) = \boxed{10 \cdot \sin(250\pi \cdot 10^3 t)} [V]$$

$$\textcircled{c} \quad \boxed{V_R(t)} = V_1(t) - V_2(t) = \boxed{G + G \cdot \sin(1000\pi \cdot 10^3 t) - 10 \cdot \sin(250\pi \cdot 10^3 t)} [V]$$

$$\textcircled{3} \quad \boxed{U_{AV}} = U_{DC} = \boxed{GV}$$

$$\textcircled{c} \quad \boxed{U_{RMS}} = \sqrt{U_{DC}^2 + \left(\frac{U_{max_1}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{max_2}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{G^2 + \left(\frac{G}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{G^2 + 4.242^2 + 7.071^2} = \sqrt{104} = \boxed{10.198V}$$



$$\textcircled{1} \quad \boxed{P_{AV}} = \frac{U_{RMS}^2}{R} = \frac{10.198^2}{10} = \frac{104}{10} = \boxed{10.4W}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להביא!