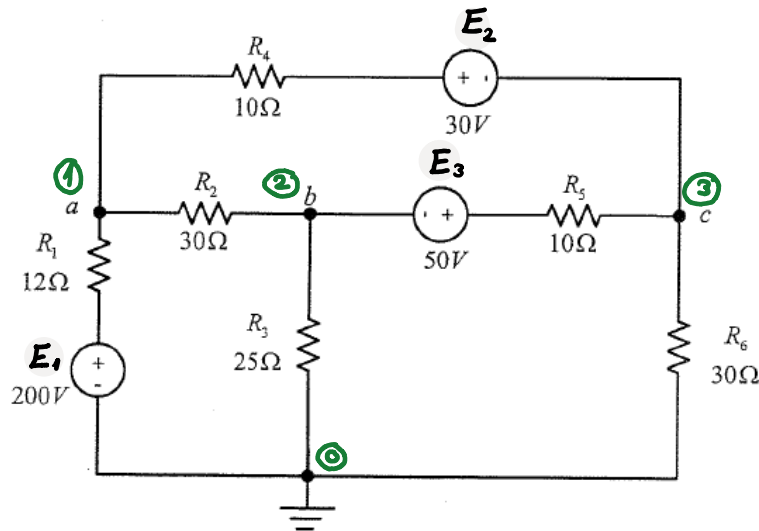


שאלות 1-10, ענו על 5 מתוך 10 השאלות (ערך כל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 1

8 נק') א. חשבו את מתחי הצמתים המסומנים באיור (V_a, V_b, V_c) ביחס לאדמה.

7 נק') ב. כמה הספק חשמלי מתפתח בכל אחד ממקורות האנרגיה?

5 נק') ג. עבור כ"א ממקורות האנרגיה:

איזה מקור מספק אנרגיה ואיזה מקור צורך אנרגיה? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

ע) נמצא את הסמל Δ פה: דפיס: [1] משוואות מופרזות.
[2] פיתוח המשוואות ז"כ Δ .

$$[1] \begin{pmatrix} +G_{11} & -G_{12} & -G_{13} \\ -G_{21} & +G_{22} & -G_{23} \\ -G_{31} & -G_{32} & +G_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{sc1} \\ I_{sc2} \\ I_{sc3} \end{pmatrix}$$

$$G_{11} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{12} + \frac{1}{30} + \frac{1}{10} = \frac{13}{60} S$$

$$G_{22} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{30} + \frac{1}{25} + \frac{1}{10} = \frac{13}{75} S$$

$$G_{33} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{7}{30} S$$

$$G_{12} = G_{21} = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{30} S$$

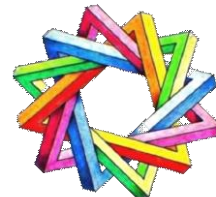
$$G_{13} = G_{31} = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10} S$$

$$G_{23} = G_{32} = \frac{1}{R_5} = \frac{1}{10} S$$

$$I_{sc1} = \frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_4} = \frac{200}{12} + \frac{30}{10} = 19.666 A$$

$$I_{sc2} = -\frac{E_3}{R_5} = -\frac{50}{10} = -5 A$$

$$I_{sc3} = -\frac{E_2}{R_4} + \frac{E_3}{R_5} = -\frac{30}{10} + \frac{50}{10} = 2 A$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

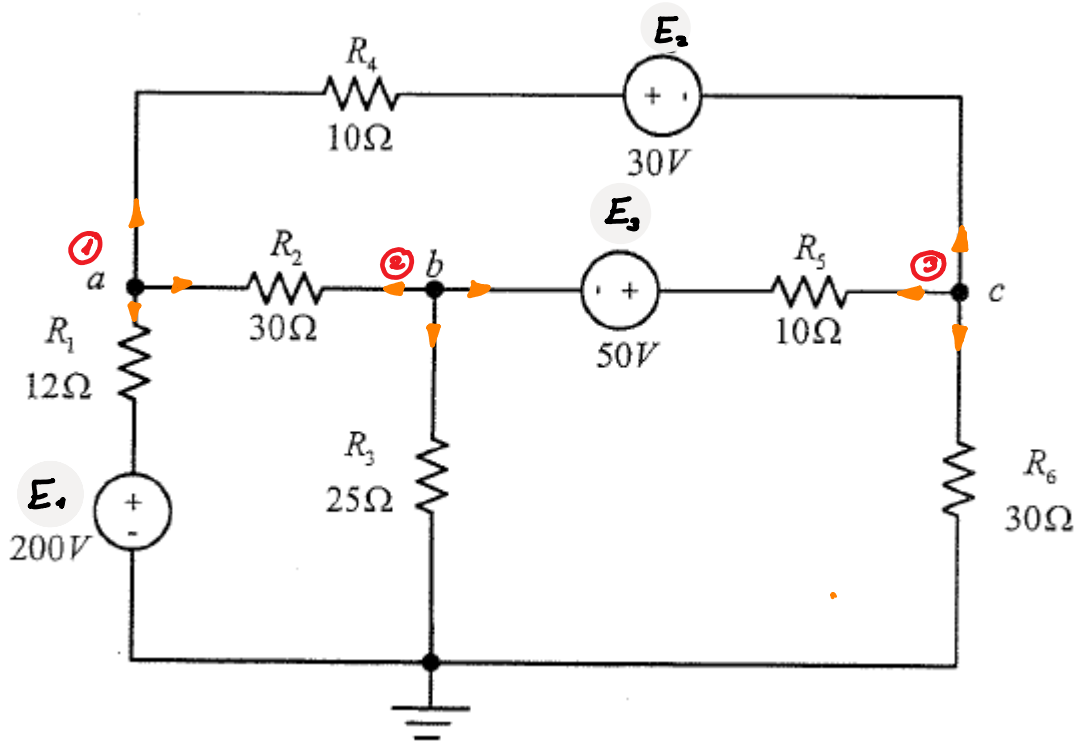
$$\begin{pmatrix} +\frac{13}{60} & -\frac{1}{30} & -\frac{1}{10} \\ -\frac{1}{30} & +\frac{13}{75} & -\frac{1}{10} \\ -\frac{1}{10} & -\frac{1}{10} & +\frac{7}{30} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19.666 \\ -5 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$V_1 = V_a = 140V$$

$$V_2 = V_b = 50V$$

$$V_3 = V_c = 90V$$

[2]



$$[KCL @ ①] \quad \frac{V_1 - E_1}{R_1} + \frac{V_1 - V_2}{R_2} + \frac{V_1 - V_3 - E_2}{R_4} = 0$$

$$[KCL @ ②] \quad \frac{V_2 - V_1}{R_2} + \frac{V_2}{R_3} + \frac{V_2 - V_3 - (-E_3)}{R_5} = 0$$

$$[KCL @ ③] \quad \frac{V_3 - V_1 - (-E_2)}{R_4} + \frac{V_3 - V_2 - E_3}{R_5} + \frac{V_3}{R_6} = 0$$

$\Downarrow$

$$\frac{V_1 - 200}{12} + \frac{V_1 - V_2}{30} + \frac{V_1 - V_3 - 30}{10} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{30} + \frac{V_2}{25} + \frac{V_2 - V_3 + 50}{10} = 0$$

$$\frac{V_3 - V_1 + 30}{10} + \frac{V_3 - V_2 - 50}{10} + \frac{V_3}{30} = 0$$

$\Downarrow$

$$+V_1 \cdot \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{30} + \frac{1}{10} \right) - V_2 \cdot \left(\frac{1}{30} \right) - V_3 \cdot \left(\frac{1}{10} \right) = \frac{200}{12} + \frac{30}{10}$$

$$-V_1 \cdot \left(\frac{1}{30} \right) + V_2 \cdot \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{25} + \frac{1}{10} \right) - V_3 \cdot \left(\frac{1}{10} \right) = -\frac{50}{10}$$

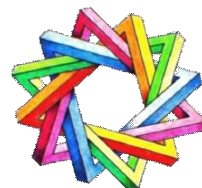
$$-V_1 \cdot \left(\frac{1}{10} \right) - V_2 \cdot \left(\frac{1}{10} \right) + V_3 \cdot \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} \right) = -\frac{30}{10} + \frac{50}{10}$$

$\Rightarrow$

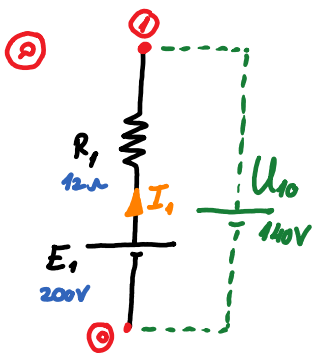
$$V_1 = V_a = 140V$$

$$V_2 = V_b = 50V$$

$$V_3 = V_c = 90V$$

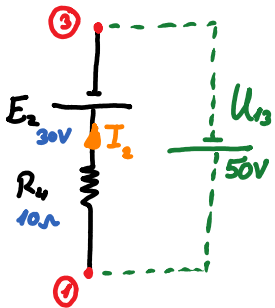


אוניברסיטת בר-אילן
פשוט להבין!



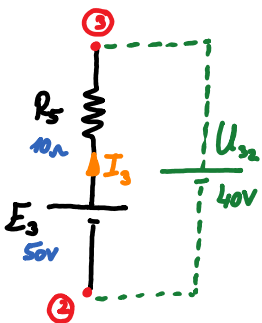
$$I_1 = \frac{E_1 - U_{10}}{R_1} = \frac{200 - 140}{12} = 5A$$

$$P_{E_1} = I_1 \cdot E_1 = 5 \cdot 200 = 1000W \quad (\text{קס"ק})$$



$$I_2 = \frac{U_{13} - E_2}{R_4} = \frac{50 - 30}{10} = 2A$$

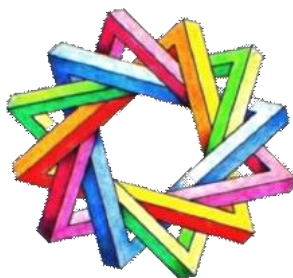
$$P_{E_2} = I_2 \cdot E_2 = 2 \cdot 30 = 60W \quad (\text{קס"ק})$$



$$I_3 = \frac{E_3 - U_{32}}{R_5} = \frac{50 - 40}{10} = 1A$$

$$P_{E_3} = I_3 \cdot E_3 = 1 \cdot 50 = 50W \quad (\text{קס"ק})$$

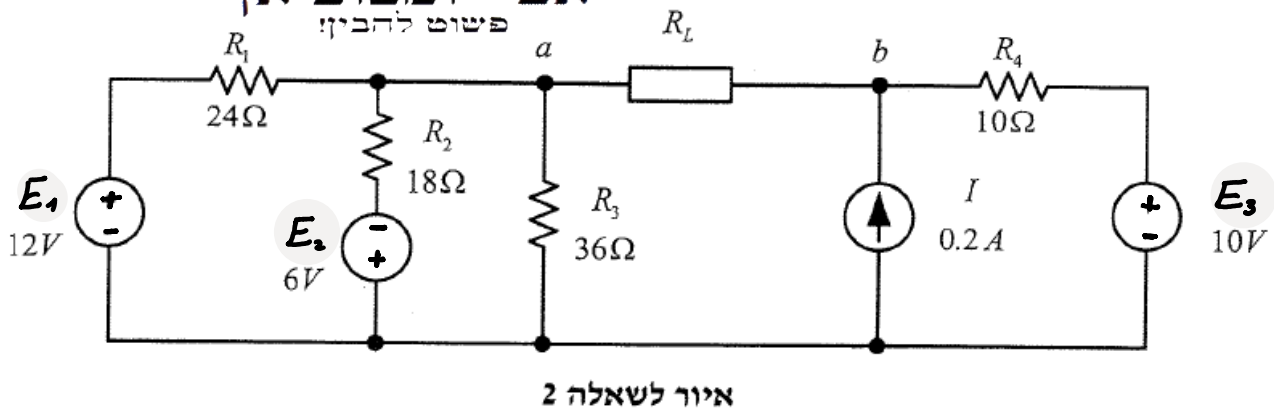
Ⓒ ציגור אצ"ל מ' משע כססך ומ' משע כצ"כ.
 הפסד המ: חצ' מרמ נרר מולצ' $\Leftarrow$ צ"כ.
 חצ' מרמ נרר מולמ כ"ול $\Leftarrow$ ספק.



אבי יומטוב'אן
פשוט להבין!

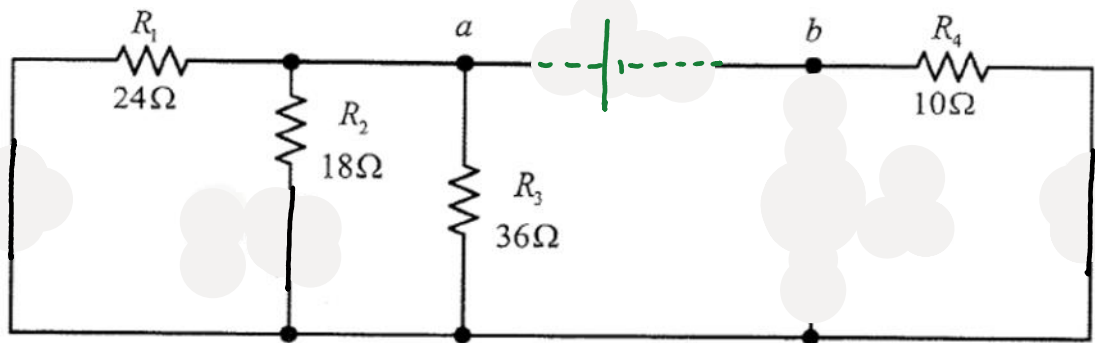


אבי יומטוביאן
פשוט להבין!



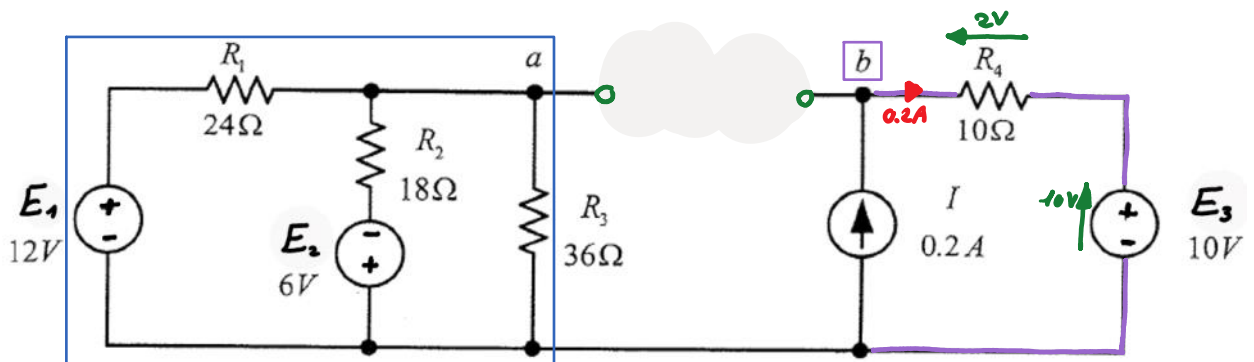
- 12 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור הגנד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b .
 6 נק') ב. מה צריך להיות ערך הגנד R_L שעבורו יתפתח בנגד הספק מרבי, ומהו ערך ההספק?
 2 נק') ג. מקצרים את הנקודות a ו- b באמצעות תיל חסר התנגדות. מה גודל הזרם הזורם בתיל ומהי מגמתו (מ- a ל- b או מ- b ל- a)?

ק) $\left[\begin{matrix} R_{TH} \\ R_{TH} \end{matrix} \right]$



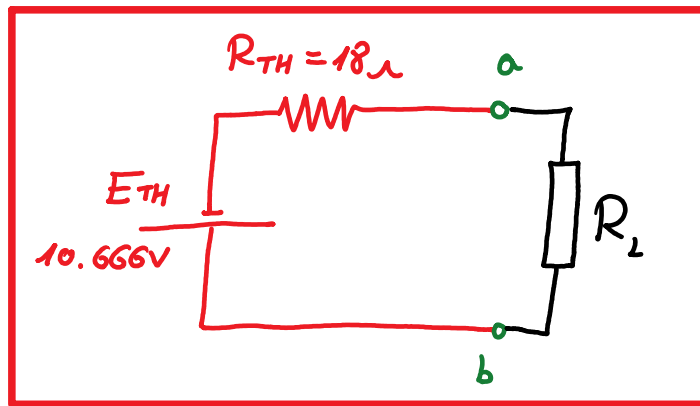
$$R_{TH} = (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3) + R_4 = \left(\frac{1}{24} + \frac{1}{18} + \frac{1}{36} \right)^{-1} + 10 = 8 + 10 = 18 \Omega$$

$\left[\begin{matrix} E_{TH} \\ E_{TH} \end{matrix} \right]$



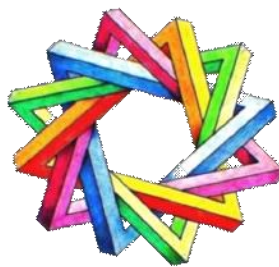
$$E_{TH} = U_{ab} = V_a - V_b = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} - (U_{R_4} + E_3) = \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{3}}{\frac{1}{24} + \frac{1}{18} + \frac{1}{36}} - (2 + 10) = 1.333 - 12 = -10.666V$$





$$\textcircled{2} \quad R_L = R_{TH} = 18\Omega \Rightarrow P_{R_L \max} = \frac{(E_{TH}/2)^2}{R_L} = \frac{5.333^2}{18} = 1.58 \text{ W}$$

$$\textcircled{3} \quad R_L = 0\Omega \Rightarrow I = I_{sc} = \frac{E_{TH}}{R_{TH}} = \frac{10.666}{18} = 0.592 \text{ A } (b \rightarrow a)$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

סוללה מורכבת מתאי מתח זהים.

הכא"מ של כל תא הוא $E = 2V$, ההתנגדות הפנימית של כל תא היא $r = 0.6\Omega$ והקיבול של כל תא הוא $Q = 300mAh$.

הסוללה מזינה מכשיר (עומס) בעל ערכים נקובים $15V/150W$.

נדרש להפעיל את המכשיר בערכיו הנקובים כדי שיצרוך הספק מרבי מהסוללה.

(7 נק') א. כיצד מחוברים התאים בתוך הסוללה כדי שהעומס יפעל כנדרש (כמה ענפים במקביל וכמה תאים בטור בכל ענף)?

(3 נק') ב. מהו הערך של ההספק המתבזבז בתוך הסוללה?

(3 נק') ג. מהי נצילות המעגל?

(2 נק') ד. בהנחה שהזרם דרך העומס קבוע, כמה זמן תספק הסוללה הספק לעומס עד שתתרוקן?

(5 נק') ה. עקב תקלה, נותק אחד הענפים בתוך הסוללה. כמה זרם מספקת הסוללה לעומס?

$\textcircled{b} E = 2V$
 $r = 0.6\Omega$
 $Q = 0.3Ah$

$E_{eq} = n \cdot E = 2n$
 $r_{eq} = \frac{n}{m} \cdot r = 0.6 \frac{n}{m}$
 $Q_{eq} = m \cdot Q = 0.3m$

$P_{L, max} = 150W$
 $U_{L, max} = 15V$

$\Rightarrow P_L = \frac{U_L^2}{R_L}$
 $150 = \frac{15^2}{R_L}$
 $R_L = 1.5\Omega$

$\Rightarrow$

כאשר יש הזרמה הספק מרבי ל- R_L מתק"פ:

$$R_L = r_{eq}$$

$$U_{R_L} = U_{r_{eq}} = 15V$$



$$E_{eq} = 2U_{R_L}$$

$$2n = 30$$

$$n = 15$$

מספר התאים בכל ענף

$$1.5 = \frac{n}{m} \cdot 0.6$$

$$1.5 = \frac{15}{m} \cdot 0.6$$

$$m = 6$$

מספר הענפים במקביל



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

ב) מס' הקונק מניח את כד הפיתרון צפי' צריכות הפסוק והמחש' שניתנו לנו, ואכן
 m ו- n יצאו מוצאם שלמות $\Rightarrow$ המוצאם אכן יוצאם בפועל כפי שצוה

$\Downarrow$

$$r_{eq} = R_L = 1.5 \Omega$$

$$P_{req} = P_{R_L} = 150W$$

$\Downarrow$

$$\textcircled{c} \eta = \frac{P_{R_L}}{P_{R_L} + P_{req}} \cdot 100\% = \frac{150}{150 + 150} \cdot 100\% = 50\%$$

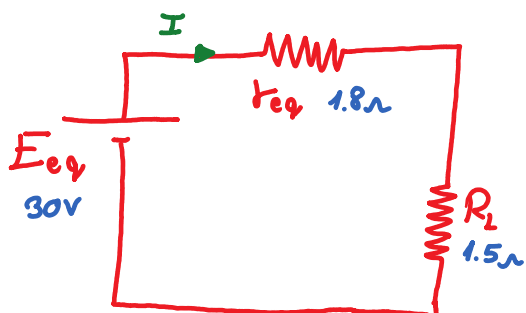
$$\textcircled{3} I = \frac{U_{R_L}}{R_L} = \frac{15}{1.5} = 10A$$

$$Q_{eq} = m \cdot Q = 6 \cdot 0.3 = 1.8Ah \quad \left[\begin{array}{l} \rightarrow t = \frac{Q_{eq}}{I} = \frac{1.8}{10} = 0.18h = 10.8min \end{array} \right]$$

$$\textcircled{3} \begin{matrix} n=15 \\ m=5 \end{matrix} \Rightarrow E_{eq} = n \cdot E = 15 \cdot 2 = 30V$$

$$r_{eq} = \frac{n}{m} \cdot r = \frac{15}{5} \cdot 0.6 = 1.8 \Omega$$

$\Downarrow$



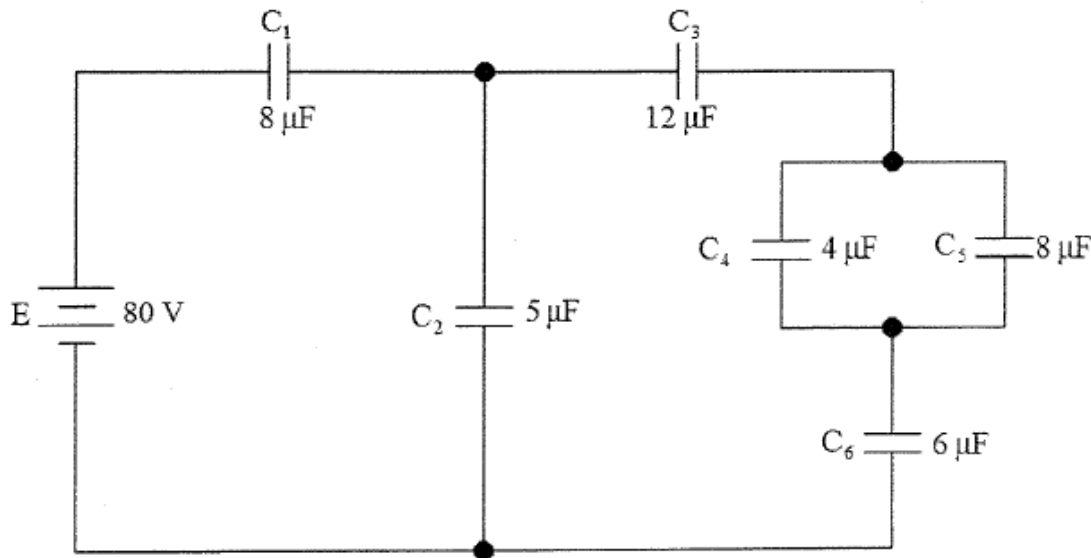
$\Downarrow$

$$I = \frac{E_{eq}}{r_{eq} + R_L} = \frac{30}{1.8 + 1.5} = 9.09A$$



אבי יומטוביץ
 פשוט להבין!

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 4

(5 נק') א. חשבו את הקיבולת השקולה של המעגל.

(10 נק') ב. חשבו את המתח על כל קבל ואת המטען האגור בו.

(5 נק') ג. חשבו את האנרגיה האגורה במעגל.

$$\textcircled{a} \quad C_T = \left(\left[(C_4 \parallel C_5) \rightarrow C_3 \rightarrow C_6 \right] \parallel C_2 \right) \rightarrow C_1 = \left(\left[(4+8) \rightarrow 12 \rightarrow 6 \right] + 5 \right) \rightarrow 8 =$$

$$= \left(\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \right)^{-1} + 5 \right) \rightarrow 8 = (3+5) \rightarrow 8 = \boxed{4 \mu F}$$



$$\textcircled{b} \quad Q_T = E \cdot C_T = 80 \cdot 4 = 320 \mu C$$

$$Q_{C_1} = Q_T = \boxed{320 \mu C} \Rightarrow U_{C_1} = \frac{Q_{C_1}}{C_1} = \frac{320}{8} = \boxed{40 V}$$



$$Q_{C_2} = C_2 \cdot U_{C_2} = 5 \cdot 40 = \boxed{200 \mu C} \Leftarrow U_{C_2} = E - U_{C_1} = 80 - 40 = \boxed{40 V}$$



$$Q_{C_3} = Q_{C_6} = Q_{C_4,5} = Q_T - Q_{C_2} = 320 - 200 = \boxed{120 \mu C}$$

$$Q_{C_4} = Q_{C_4,5} \cdot \frac{C_4}{C_4 + C_5} = 120 \cdot \frac{4}{4+8} = \boxed{40 \mu C}$$

$$Q_{C_5} = Q_{C_4,5} - Q_{C_4} = 120 - 40 = \boxed{80 \mu C} \quad \Downarrow$$



חבר יומטוביזן
פשוט להבין!

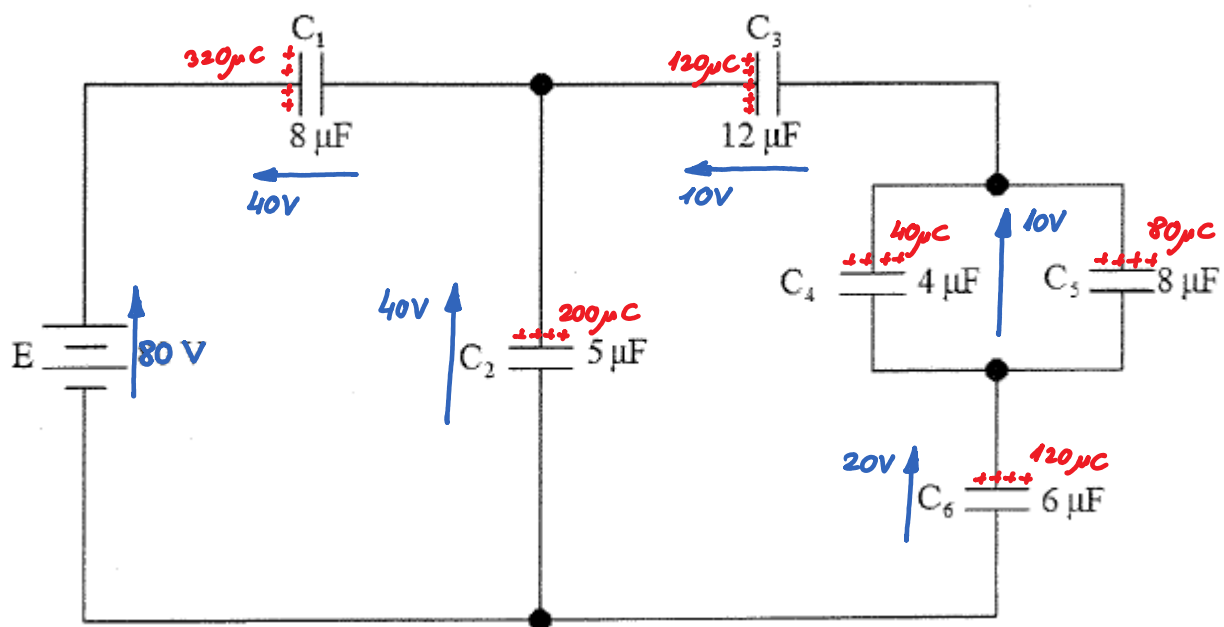


$$U_{C_3} = \frac{Q_{C_3}}{C_3} = \frac{120}{12} = 10V$$

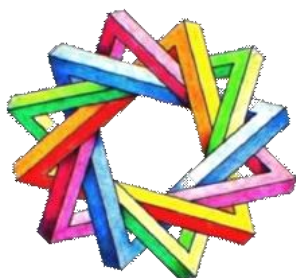
$$U_{C_4} = \frac{Q_{C_4}}{C_4} = \frac{40}{4} = 10V$$

$$U_{C_5} = \frac{Q_{C_5}}{C_5} = \frac{80}{8} = 10V$$

$$U_{C_6} = \frac{Q_{C_6}}{C_6} = \frac{120}{6} = 20V$$

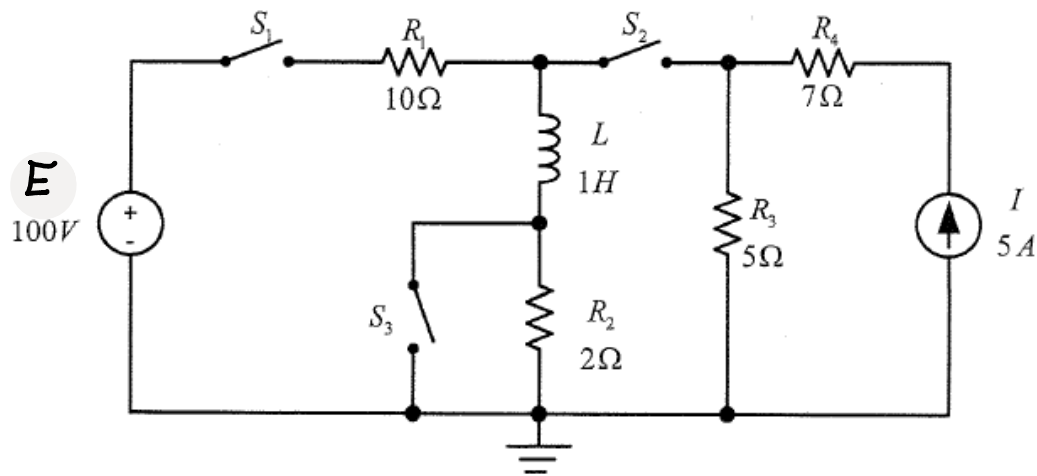


$$\textcircled{e} \quad W_T = \frac{C_T \cdot E^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 80^2}{2} = 12.8 \text{ mJ}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 5



אבי יומטוביאן

פשוט להבין!

בזמן $t = 0^-$ כל המפסקים פתוחים ואין אנרגיה אגורה במעגל.(6 נק') א. מפסק S_1 נסגר בזמן $t = 0$. חשבו את:

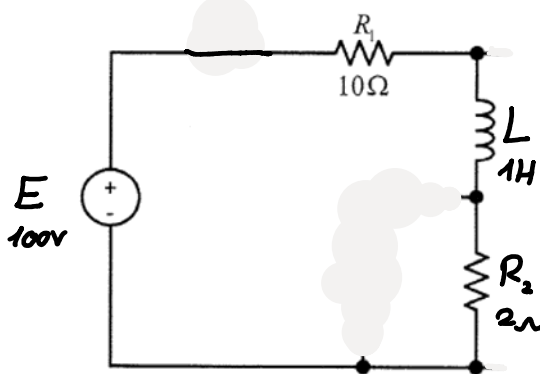
1. המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק.
2. הזרם דרך הסליל במצב המתמיד.

(7 נק') ב. בתום תופעות המעבר שלאחר סגירת מפסק S_1 מפסק S_2 נסגר. חשבו את:

1. המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק.
2. הזרם דרך הסליל במצב המתמיד.

(7 נק') ג. בתום תופעות המעבר שלאחר סגירת מפסק S_2 מפסק S_3 נסגר. חשבו את:

1. המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק.
2. הזרם דרך הסליל במצב המתמיד.

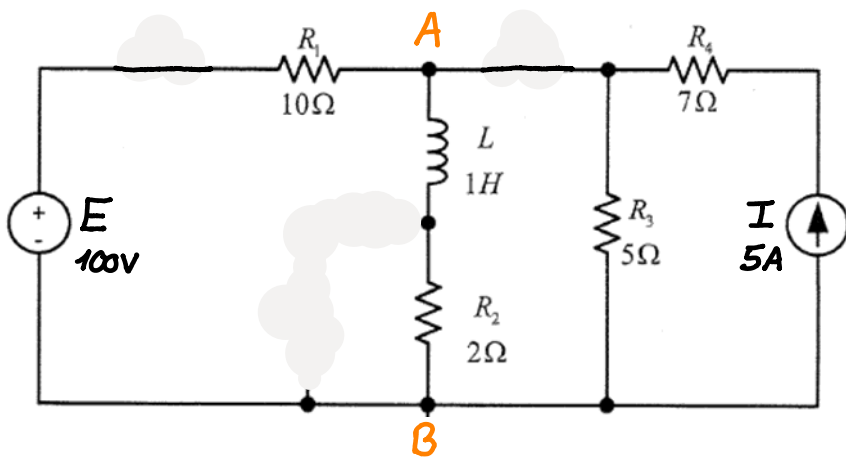


(1א) זמני $t = 0^+$, הסליל מתחזק כ"פ"ר.
ואכן סל מתח המקורי יפול זע"ז:

$$u_L(t=0^+) = 100V$$

(2א) במצב מתמיד, סלמחי זמני $t = \infty$, הסליל מתחזק כ"פ"ר, ואכן בזמן
ציפוי יחוסב בלגיה כשלא ברק חוק אמה:

$$i_L(t=\infty) = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{100}{10 + 2} = 8.333A$$



(ב1) זגור $t=0^+$, הזרם בסליל
 ישר לא שמו' מהמלב הקוצר
8.333 A
 ניתן להתייחס לסליל במלב זה
 כאל מחצין מקור זרם, ואכן:

$$U_{AB}(t=0^+) = \frac{E/R_1 - i_L + I}{1/R_1 + 1/R_3} = \frac{100/10 - 8.333 + 5}{1/10 + 1/5} = 22.222 \text{ V}$$



$$\boxed{U_L(t=0^+)} = U_{AB}(t=0^+) - i_L(t=0^+) \cdot R_2 = 22.222 - 8.333 \cdot 2 = \boxed{5.555 \text{ V}}$$



אבי יומטוביאן
 פשוט להבין!

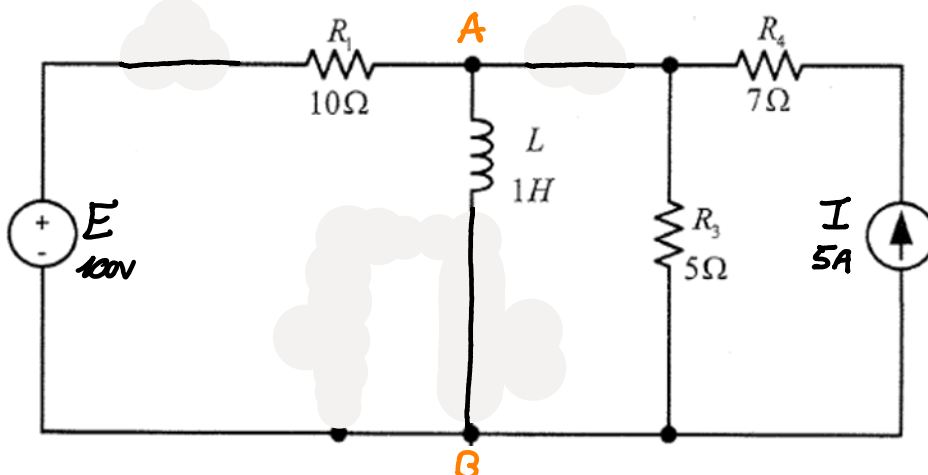
(ב2) מהרגע $t=\infty$, הסליל יתפרק כקצר, ואכן הזרם זרכו יחושב
 במסלול חזק אחרם אל R_2 :

$$U_{AB}(t=\infty) = \frac{E/R_1 + I}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3} = \frac{100/10 + 5}{1/10 + 1/2 + 1/5} = 18.75 \text{ V}$$



$$\boxed{i_L(t=\infty)} = i_{R_2}(t=\infty) = \frac{U_{AB}(t=\infty)}{R_2} = \frac{18.75}{2} = \boxed{9.375 \text{ A}}$$

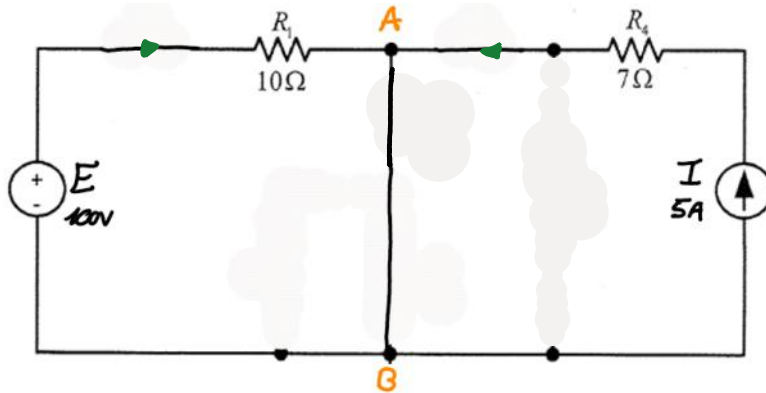
(ב3) זגור $t=0^+$, הזרם בסליל ישר
 לא שמו' מהמלב הקוצר.
9.375 A



ניתן להתייחס לסליל
 במלב זה כמחצין מקור
 זרם, ואכן:

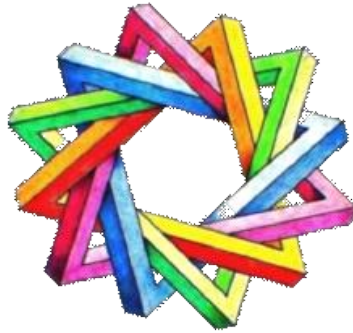
$$\boxed{U_L(t=0^+)} = U_{AB}(t=0^+) = \frac{E/R_1 - i_L + I}{1/R_1 + 1/R_2} = \frac{100/10 - 9.375 + 5}{1/10 + 1/5} = \boxed{18.75 \text{ V}}$$

(2d) במצב מתמיד, $t = \infty$, הסלס יתפרק בקצוץ, ולכן המזל יגד כק:



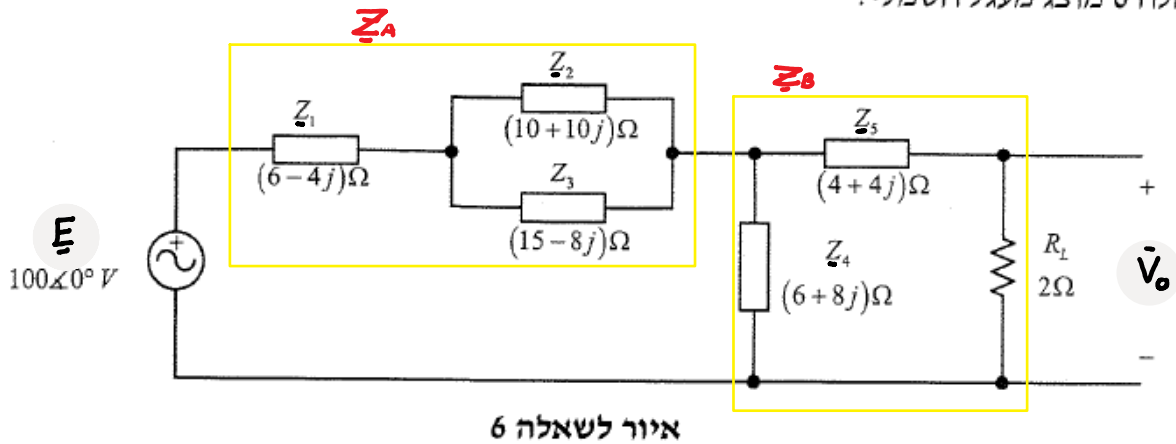
הסלס יקצר את שני המקלות, ויגדו שני זרמי הקצה של המקלות:

$$\boxed{i_L(t=\infty)} = \frac{E}{R_1} + I = \frac{100}{10} + 5 = \boxed{15 \text{ A}}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי:



8 נקי) א. חשבו את מתח המוצא $\bar{V}_0$ והציגו אותו בצורה פולארית (גודל וזווית).

7 נקי) ב. חשבו את ההספק הפעיל, עיור ומדומה המתפתחים במקור המתח $\bar{E}$ ושרטטו את משולש ההספים עבורו.

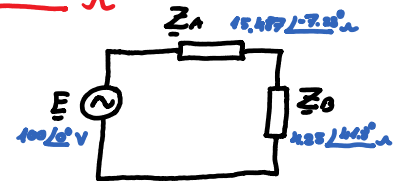
5 נקי) ג. כמה אנרגיה נצרכת במעגל במשך חמש דקות?

$$\textcircled{a} \quad \underline{Z}_A = (\underline{Z}_1 \parallel \underline{Z}_3) + \underline{Z}_2 = \left(\frac{1}{10+j10} + \frac{1}{15-j8} \right)^{-1} + (6-j4) = 15.487 \angle -7.23^\circ \Omega$$

$$\underline{Z}_B = (\underline{Z}_5 + R_L) \parallel \underline{Z}_4 = \left(\frac{1}{6+j4} + \frac{1}{6+j8} \right)^{-1} = 4.25 \angle 41.8^\circ \Omega$$



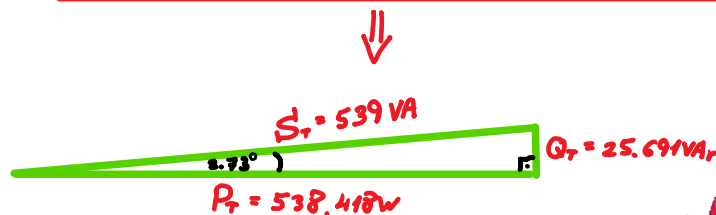
$$\underline{U}_{Z_B} = \bar{E} \cdot \frac{\underline{Z}_B}{\underline{Z}_A + \underline{Z}_B} = 100 \angle 0^\circ \cdot \frac{4.25 \angle 41.8^\circ}{15.487 \angle -7.23^\circ + 4.25 \angle 41.8^\circ} = 22.904 \angle 39^\circ \text{ V}$$



$$\boxed{\bar{V}_0} = \underline{U}_{Z_B} \cdot \frac{R_L}{R_L + \underline{Z}_5} = 22.904 \angle 39^\circ \cdot \frac{2}{6+j4} = \boxed{6.352 \angle 5.4^\circ \text{ V}}$$

$$\textcircled{b} \quad \underline{Z}_T = \underline{Z}_A + \underline{Z}_B = 15.487 \angle -7.23^\circ + 4.25 \angle 41.8^\circ = (18.53 + j0.884) \Omega = 18.551 \angle 2.73^\circ \Omega$$

$$\boxed{\underline{S}_T} = \frac{\bar{E}^*}{\underline{Z}_T} = \frac{100^*}{18.551 \angle -2.73^\circ} = \boxed{(538.418 - j25.691) \text{ VA} = 539 \angle 2.73^\circ \text{ VA}}$$

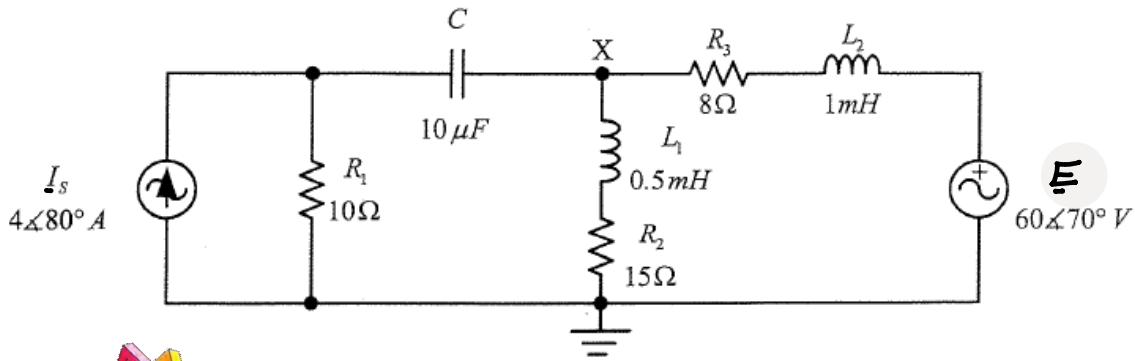


$$\textcircled{c} \quad \boxed{W} = P_T \cdot t = 538.418 \cdot 5 \cdot 60 = \boxed{161.525 \text{ kJ}}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 7

התדירות הזוויתית של המקורות שווה ל- $\omega = 10,000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

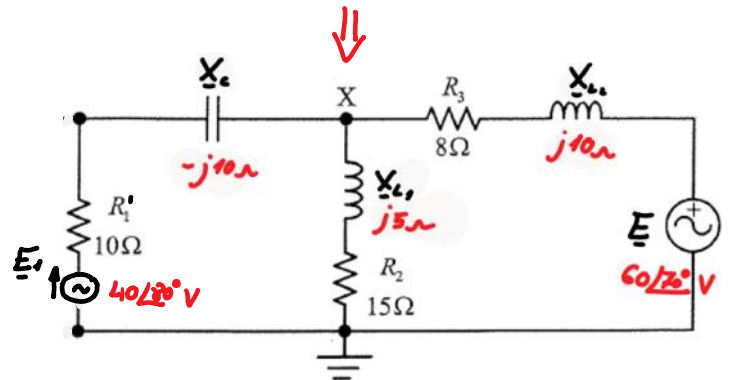
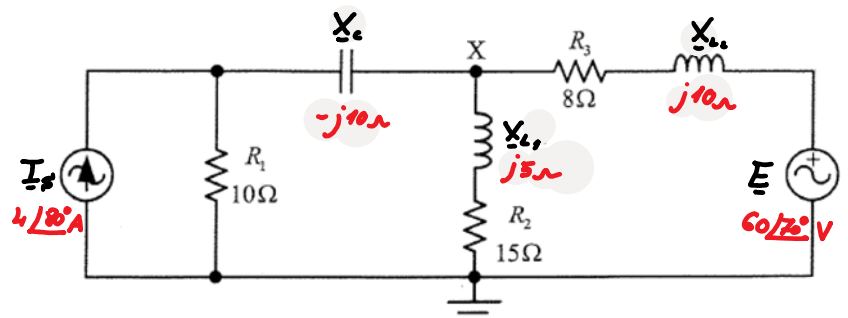
אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

(10 נק') א. חשבו את המתח בצומת X ביחס לאדמה.

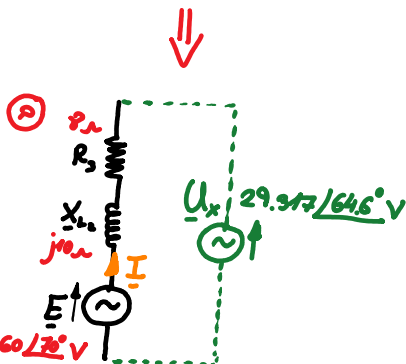
(5 נק') ב. חשבו את ההספק הפעיל, העיור והמדומה המתפתחים במקור המתח E.

(5 נק') ג. חשבו את ההספק הפעיל, העיור והמדומה המתפתחים במקור הזרם I_s.

$$\begin{aligned} X_C &= -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = -j10\Omega \\ X_{L_1} &= j\omega L_1 = j10^4 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} = j5\Omega \\ X_{L_2} &= j\omega L_2 = j10^4 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = j10\Omega \end{aligned} \Rightarrow$$



$$\begin{aligned} U_x &= \frac{\frac{E_1}{R_1 + X_C} + \frac{E}{R_3 + X_{L_2}}}{\frac{1}{R_1 + X_C} + \frac{1}{R_3 + X_{L_2}} + \frac{1}{R_2 + X_{L_1}}} = \\ &= \frac{\frac{40\angle 80}{10 - j10} + \frac{60\angle 70}{8 + j10}}{\frac{1}{10 - j10} + \frac{1}{15 + j5} + \frac{1}{8 + j10}} = \\ &= \boxed{29.317\angle 64.6^\circ \text{ V}} \end{aligned}$$

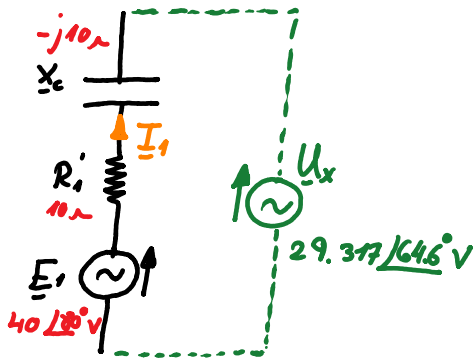


$$I = \frac{E - U_x}{R_3 + X_{L_2}} = \frac{60\angle 70 - 29.317\angle 64.6}{8 + j10} = 2.415\angle -23.77^\circ \text{ A}$$

$$S_E = I \cdot E = 2.415\angle -23.77 \cdot 60\angle 70 =$$

$$= \frac{(100.262 + j104.662) \text{ VA}}{P_E [\text{W}] \quad Q_E [\text{var}]} = \frac{144.936\angle 46.2^\circ \text{ VA}}{S_E \quad \varphi}$$

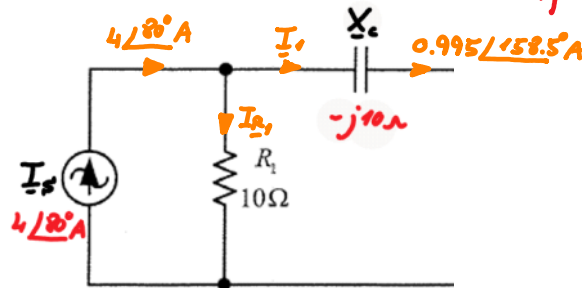
Ⓒ) קבוצת המצבים של המערכת, נמצאת במצב יציב, כלומר המערכת נמצאת במצב יציב. נמצא את המצב היציב של המערכת:



$$\underline{I}_1 = \frac{E_1 - U_x}{R_1 + X_c} = \frac{40\angle 80^\circ - 29.317\angle 64.6^\circ}{10 - j10} = 0.995\angle 158.5^\circ \text{ A}$$



כאשר המערכת נמצאת במצב יציב:



$$\underline{I}_2 = \underline{I}_s - \underline{I}_1 = 4\angle 80^\circ - 0.995\angle 158.5^\circ = 3.925\angle 65.6^\circ \text{ A}$$

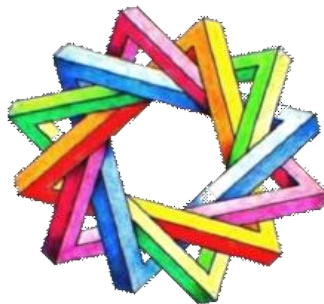


$$U_{I_s} = U_{R_1} = \underline{I}_2 \cdot R_1 = 3.925\angle 65.6^\circ \cdot 10 = 39.256\angle 65.6^\circ \text{ V}$$

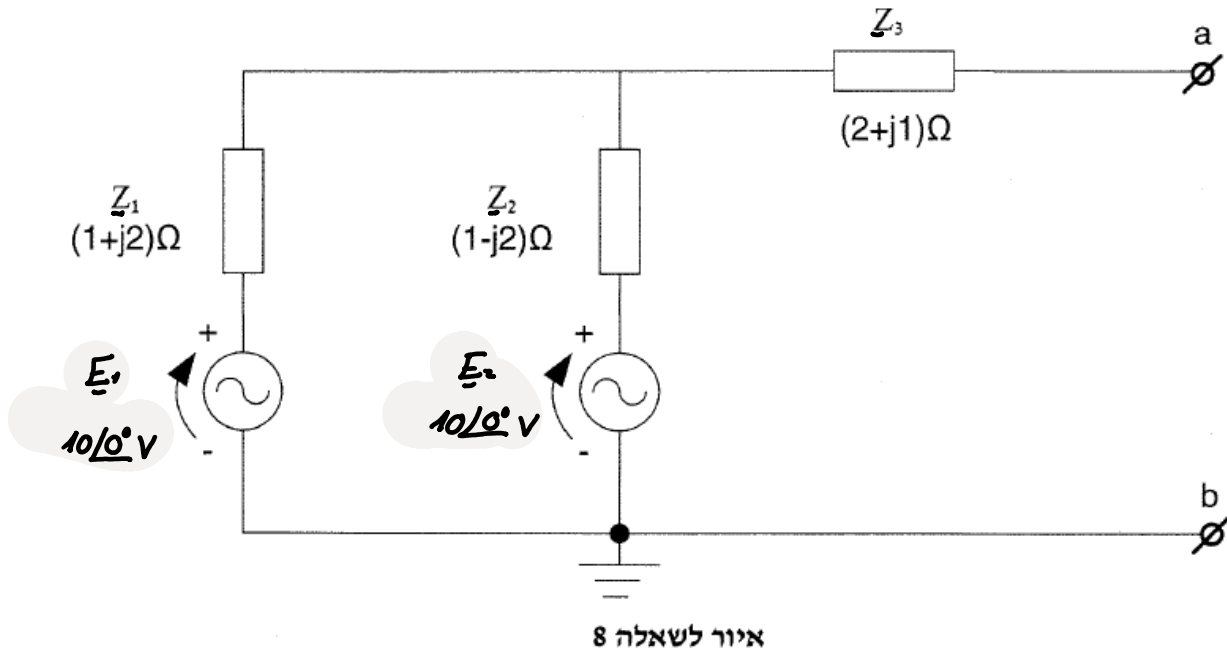


$$\boxed{S_{I_s}} = \underline{I}_s^* \cdot U_{I_s} = 4\angle -80^\circ \cdot 39.256\angle 65.6^\circ =$$

$$= \underbrace{(152.096)}_{P_{I_s} [\text{W}]} - j \underbrace{39.031}_{Q_{I_s} [\text{VAR}]} \text{ VA} = \underbrace{157.024}_{S_{I_s}} \angle \underbrace{-14.4^\circ}_{\varphi} \text{ VA}$$



אבי יומטוב'אן
פשוט להבין!



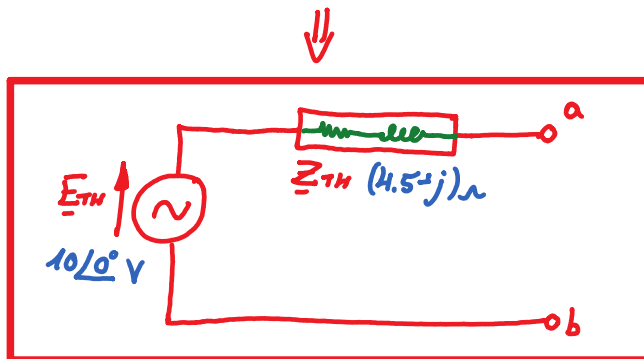
12 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור העכבה Z_L המחוברת בין הנקודות a ו-b.

4 נק') ב. מה צריך להיות ערך העכבה Z_L שעבורו יתפתח בעכבה הספק פעיל מרבי?

4 נק') ג. חשבו את ההספק הפעיל המרבי המתפזר בעכבה Z_L שחושבה בסעיף ב.

$$\textcircled{a} \underline{Z}_{TH} = (\underline{Z}_1 \parallel \underline{Z}_2) + \underline{Z}_3 = \left(\frac{1}{1+j2} + \frac{1}{1-j2} \right)^{-1} + (2+j) = (4.5+j)\Omega = 4.609 \angle 12.53^\circ \Omega$$

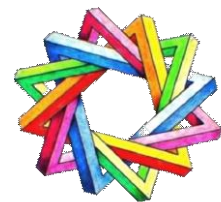
$$\underline{E}_{TH} = \frac{\underline{E}_1/\underline{Z}_1 + \underline{E}_2/\underline{Z}_2}{1/\underline{Z}_1 + 1/\underline{Z}_2} = \frac{10\angle 0^\circ / (4.5+j2) + 10\angle 0^\circ / (4.5-j2)}{1/(4.5+j2) + 1/(4.5-j2)} = 10\angle 0^\circ \text{ V}$$



$$\textcircled{b} \underline{Z}_L = \underline{Z}_{TH}^* = (4.5-j)\Omega = 4.609 \angle -12.53^\circ \Omega$$

$$\textcircled{c} \underline{I} = \frac{\underline{E}_{TH}}{\underline{Z}_T} = \frac{10\angle 0^\circ}{4.5+j4.5} = 1.111 \angle 0^\circ \text{ A}$$

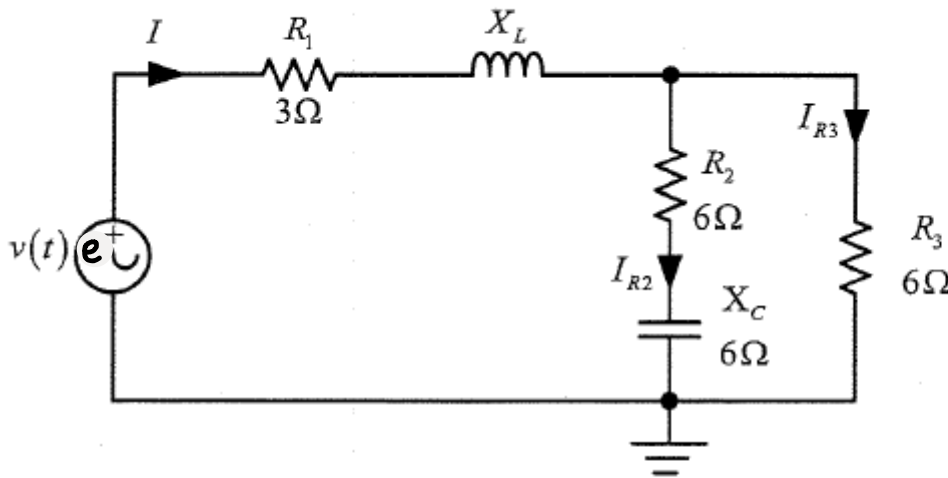
$$\underline{P}_{L_{max}} = I^2 \cdot R_L = 1.111^2 \cdot 4.5 = 5.555 \text{ W}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי:



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

איור לשאלה 9

אות המבוא למעגל הוא: $v(t) = 66 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ V}$

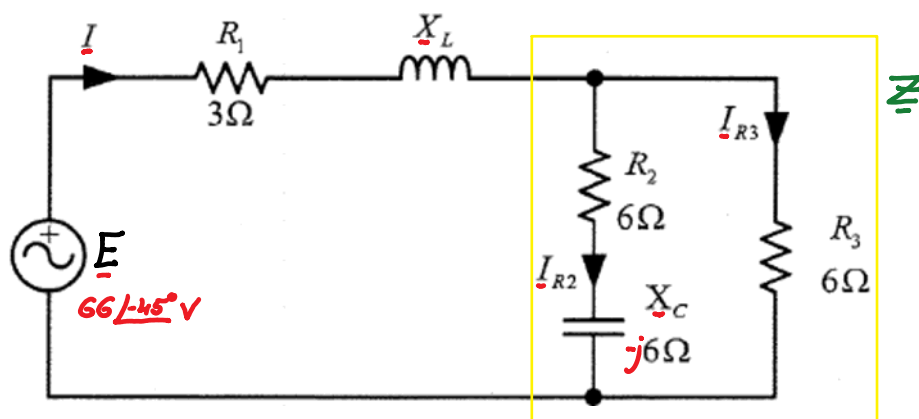
(8 נק') א. חשבו את היגב הסליל, X_L , שבו המעגל יפעל בתהודה טורית.

(6 נק') ב. חשבו את הזרמים המסומנים באיור (I_{R3} , I_{R2} , I).

(6 נק') ג. כמה הספק פעיל צורך המעגל?

Ⓢ ראשית נחליט על פחיתון בעזרת מילונאי:

$$\underline{\underline{E}} = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}} \angle \varphi_c = \frac{66\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \angle -\frac{\pi}{4} = 66 \angle -\frac{\pi}{4} = 66 \angle -45^\circ \text{ V}$$



בכדי שפחיתון יפועל במחצית לורי, יש לבדוק שהיגב של הזנבה $\angle$ יהיה שווה פחיתון של $-X_L$, אך פחיתון של $-X_L$ קבוע:

$$\underline{\underline{Z}} = (R_2 + jX_c) \parallel R_3 = \left(\frac{1}{6 - j6} + \frac{1}{6} \right)^{-1} = (3.6 - j1.2) \Omega = 3.794 \angle -18.43^\circ \Omega$$

$$\Downarrow$$

$X_L = X = 1.2 \Omega$

$$\textcircled{c} \underline{Z}_T = R_1 + X_L + \underline{Z} = 3 + j1.2 + 3.6 - j1.2 = 6.6 \angle 0^\circ \Omega$$

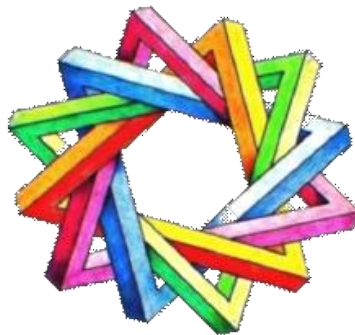
$$\underline{I} = \frac{\underline{E}}{\underline{Z}_T} = \frac{66 \angle -45^\circ}{6.6 \angle 0^\circ} = 10 \angle -45^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_{R_2} = \underline{I} \cdot \frac{R_3}{R_2 + X_C + R_3} = 10 \angle -45^\circ \cdot \frac{6}{12 - j6} = 4.472 \angle -18.43^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_{R_3} = \underline{I} - \underline{I}_{R_2} = 10 \angle -45^\circ - 4.472 \angle -18.43^\circ = 6.324 \angle -63.43^\circ \text{ A}$$

ד) המעגל המתואר, ואכן P נשט סלס S_T נקבד סלס P_T :

$$\underline{P}_T = \underline{S}_T = \underline{I}^* \cdot \underline{E} = 10 \angle +45^\circ \cdot 66 \angle -45^\circ = 660 \angle 0^\circ \text{ VA} = 660 \text{ W}$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 10 נתון מעגל מגנטי. המעגל בנוי מליבה פרומגנטית בעלת שטח חתך אחד ומחריץ אוויר.

על הליבה מלופפים שני סלילים, L_1 ו- L_2 . סליל L_1 מחובר למקור זרם ישר, I_1 .

נתוני המעגל הם:

$$\mu_r = 3000$$

חדירות (פרמיאביליות) יחסית של הליבה:

האורך הממוצע של המסלול המגנטי בליבה (ללא חריץ אוויר): $l_{ave} = 300 \text{ mm}$

$$l_0 = 2 \text{ mm}$$

אורך חריץ האוויר:

$$A = 900 (\text{mm})^2$$

שטח החתך של הליבה:

$$N_1 = 400$$

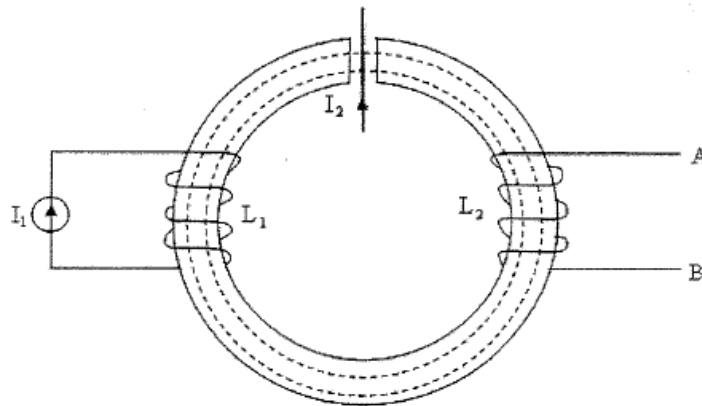
מספר הכריכות של הסליל L_1 :

$$N_2 = 600$$

מספר הכריכות של הסליל L_2 :

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

מקור זרם ישר I_1 :



איור לשאלה 10

2) נק' א. מהו המתח המושרה בין ההדקים של הסליל L_2 , V_{AB} ? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

8) נק' ב. מהו הגודל ומהו הכיוון של השטף המגנטי?

4) נק' ג. מהן עוצמות השדה המגנטי בליבה ובחריץ האוויר?

2) נק' ד. לתוך חריץ האוויר הכניסו מוליך נושא זרם I_2 , כמתואר באיור. המוליך נמצא במקביל למישור הדף.

מהו כיוון הכוח שיפעל על המוליך? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

4) נק' ה. מהו הגודל ומהו הכיוון של מקור הזרם, שיש לחבר בין הנקודות AB, לביטול הכוח הפועל על המוליך?

$$U_{AB} = 0 \text{ V} \quad \text{E}$$

נ'מק-זר' ח'ק פאראדי, במה במעגל זרם בסליל L_2 יבית נמך לפי כוונתה בבטא:

$$\mathcal{E}_L = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

זרם זרם ישר ϕ קבוצ $\Leftarrow$ בשלילי שונה לאדם $\Leftarrow$ במה שונה לאדם.

Ⓒ $\mu_{r_i} = 3000$

$l_i = 300 \text{ mm} = 0.3 \text{ m}$

$A_i = 900 (\text{mm})^2 = 900 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

הכנסה 16 N

$$R_{m_i} = \frac{1}{\mu_0 \mu_{r_i}} \cdot \frac{l_i}{A_i} = \frac{1}{3000 \mu_0} \cdot \frac{0.3}{900 \cdot 10^{-6}} = 0.088 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$$

$\mu_{r_o} = 1$

$l_o = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$A_o = 900 (\text{mm})^2 = 900 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

משאן חריץ בטור

$$R_{m_o} = \frac{1}{\mu_0 \mu_{r_o}} \cdot \frac{l_o}{A_o} = \frac{1}{1 \cdot \mu_0} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{900 \cdot 10^{-6}} = 1.768 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$$

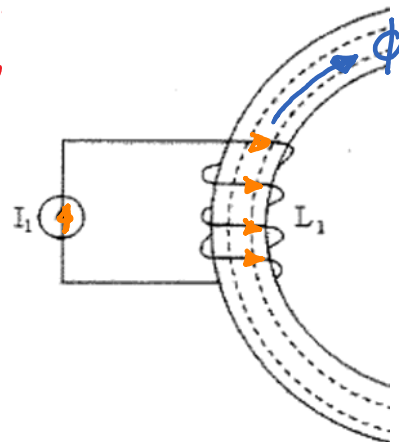
$\Downarrow$

$$R_{m_T} = R_{m_o} + R_{m_i} = 1.768 + 0.088 = 1.856 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$$

$\Downarrow$

$$\boxed{\Phi} = \frac{N_i \cdot I_i}{R_{m_T}} = \frac{400 \cdot 1}{1.856 \cdot 10^6} = \boxed{215.472 \mu \text{ Wb}}$$

כיוון השליל יקבע זרמי סליל יז ימין: משאן זל סליל L_1 אשר כיוון הזרם, אנטהז'י סליל ב'ז
מין, כשר ישר באנברזול ככיוון הזרם, ושר באנברזול
ישר לט אשר כיוון השליל, ובמקרה סליל Φ כיוון השליל

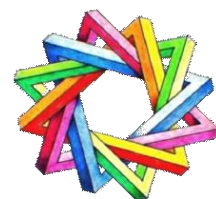


Ⓓ $B = \frac{\Phi}{A} = \frac{215.472 \cdot 10^{-6}}{900 \cdot 10^{-6}} = 0.239 \text{ T}$

$\Downarrow$

$$\boxed{H_i} = \frac{B}{\mu_0 \mu_{r_i}} = \frac{0.239}{300 \mu_0} = \boxed{63.5 \frac{\text{A}}{\text{m}}}$$

$$\boxed{H_o} = \frac{B}{\mu_0 \mu_{r_o}} = \frac{0.239}{1 \cdot \mu_0} = \boxed{190.52 \cdot 10^3 \frac{\text{A}}{\text{m}}}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

③ ניתן למצוא את כיוון הכוח ז"פ: כנ"ל צ' שמאל:

- ה"ש השל"ל המגנטי נכנס למתקן כ"ש י"ו שמאל.
- גלגליות י"ו שמאל מופנות בכיוון הזרם במוליך.

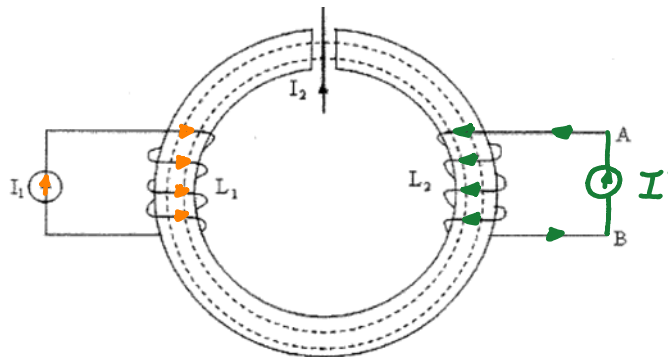


שמאל י"ו שמאל מראה את כיוון הכוח שבנוסף אל במוליך



הכוח יכנס למ"שור הצ"ע

③ בכ"ל למלא את הכוח, יש לפעול בהשל"ל הפולד י"פ"ו שווה לאכס, סלומה L_2 צ"ה"ק
 להסיק של"ל בכיוון מנוגד לזה של L_1 .
 א"פ שמתח בסל"ל י"ו ימין, וגביון בשל"ל היריב מ- L_2 נקב"ל:



כיוון הזרם ב- L_2 צ"ה"ק להימין מ-B ל-A!

למצא הזרם יחושב ז"פ בשוואר בלפ"פ שסל"ל מתיק:

$$\frac{N_1 \cdot I_1}{R_{mT}} = \frac{N_2 \cdot I'}{R_{mT}}$$

$$400 \cdot 1 = 600 \cdot I'$$

$$I' = 0.666 A [B \rightarrow A]$$



אבי יומטוביאן
 פשוט להבין!