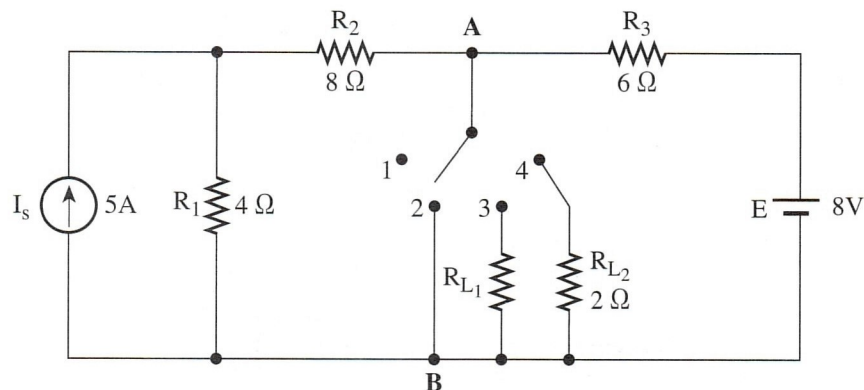


שאלה 5

באיור לשאלה 5 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר.



איור לשאלה 5



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

המפסק במצב 1 (מצב פתוח).

א. חשבו את המתח בין הנקודות A-B, U_{AB} . (5 נק')

המפסק במצב 2.

ב. חשבו את הזרם הזורם בין הנקודות A-B, I_{AB} . (5 נק')

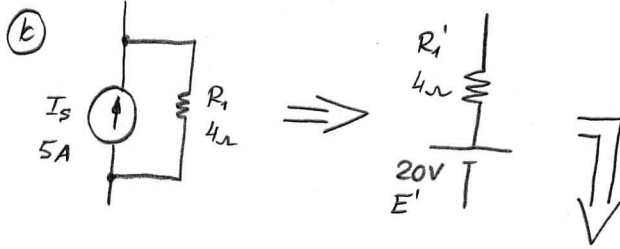
המפסק במצב 3.

ג. חשבו את ערכו של הנגד R_{L1} כך שיתפתח בו הספק מרבי.

המפסק במצב 4.

ד. חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_{L2} . (5 נק')

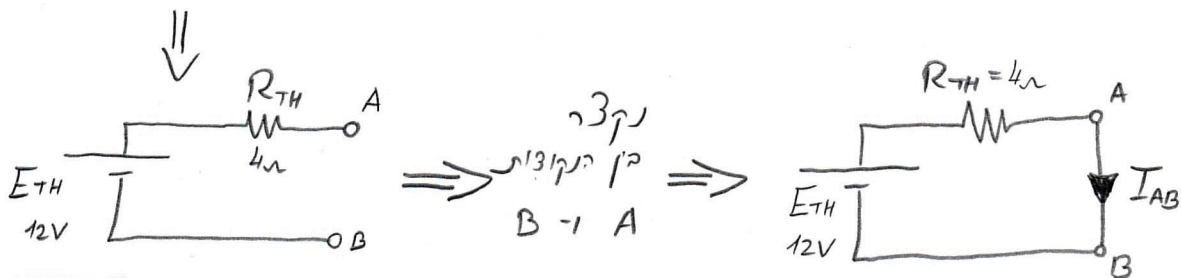
5



$$U_{AB} = E_{TH} = \frac{\frac{E'}{R_1' + R_2} + \frac{E}{R_3}}{\frac{1}{R_1' + R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{20}{12} + \frac{8}{6}}{\frac{1}{12} + \frac{1}{6}} = \frac{3}{0.25} = 12V$$

ⓖ

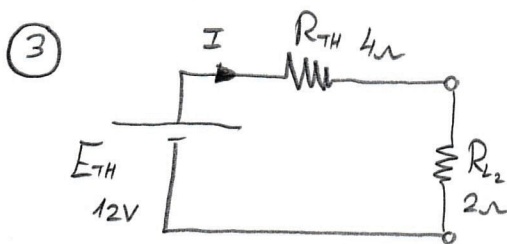
$$R_{TH} = (R_1 + R_2) \parallel R_3 = 12 \parallel 6 = 4\Omega$$



$$I_{AB} = I_N = \frac{E_{TH}}{R_{TH}} = \frac{12}{4} = 3A$$

ⓓ

$$R_{L1} = R_{TH} = 4\Omega \Rightarrow P_{R_{L1} \max}$$



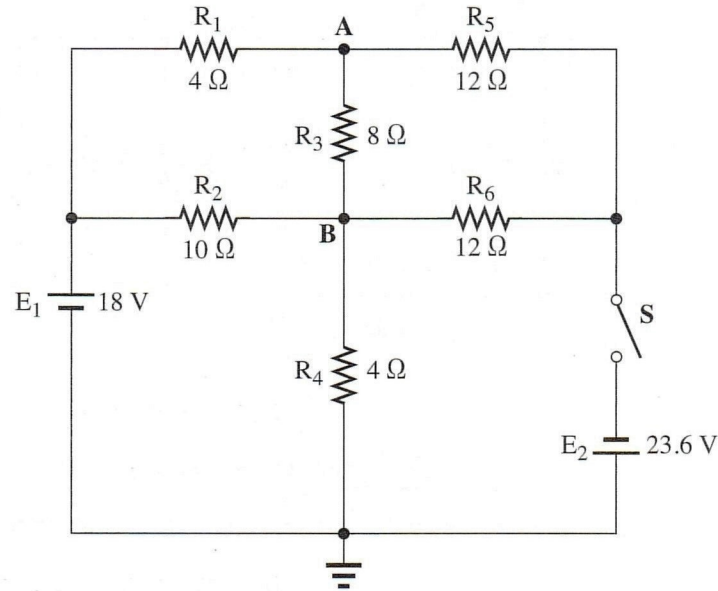
$$I = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R_{L2}} = \frac{12}{6} = 2A$$

$$P_{R_{L2}} = I^2 \cdot R_{L2} = 2^2 \cdot 2 = 8W$$



אבי יומטוב'אן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 6 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר.



איור לשאלה 6



אבי יום טוב יאן
פשוט להבין!

המפסק S פתוח. במצב זה המתח בנקודה B הוא $U_B = 8 \text{ V}$.

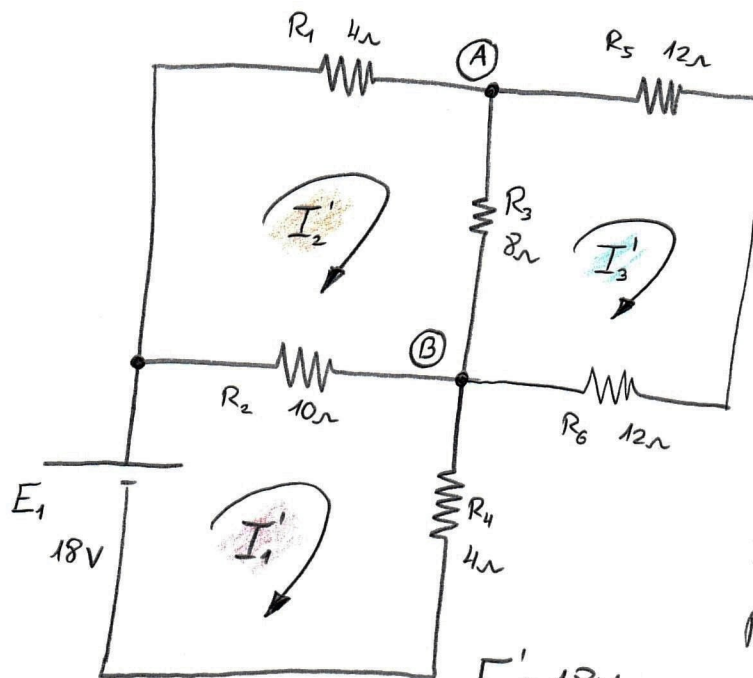
7 נק' א. חשבו את הזרם הזורם דרך הנגד R_3 , I_{R_3} .

6 נק' ב. חשבו את ההספק שמספק מקור המתח E_1 .

סוגרים את המפסק S. במצב זה המתח בנקודה B הוא $U_B = 1 \text{ V}$.

7 נק' ג. חשבו את הזרם הזורם דרך כל אחד מהנגדים במעגל.

©



$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} & -R_{13} \\ -R_{21} & +R_{22} & -R_{23} \\ -R_{31} & -R_{32} & +R_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1' \\ E_2' \\ E_3' \end{pmatrix}$$

$$R_{11} = 10 + 4 = 14\Omega$$

$$R_{22} = 4 + 8 + 10 = 22\Omega$$

$$R_{33} = 12 + 8 + 12 = 32\Omega$$

$$R_{12} = R_{21} = 10\Omega$$

$$R_{13} = R_{31} = 0\Omega$$

$$R_{23} = R_{32} = 8\Omega$$

$$\begin{pmatrix} 14 & -10 & 0 \\ -10 & 22 & -8 \\ 0 & -8 & 32 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \iff$$

$$E_1' = 18V$$

$$E_2' = 0V$$

$$E_3' = 0V$$

$$I_1' = 2A \quad I_2' = 1A \quad I_3' = 0.25A$$

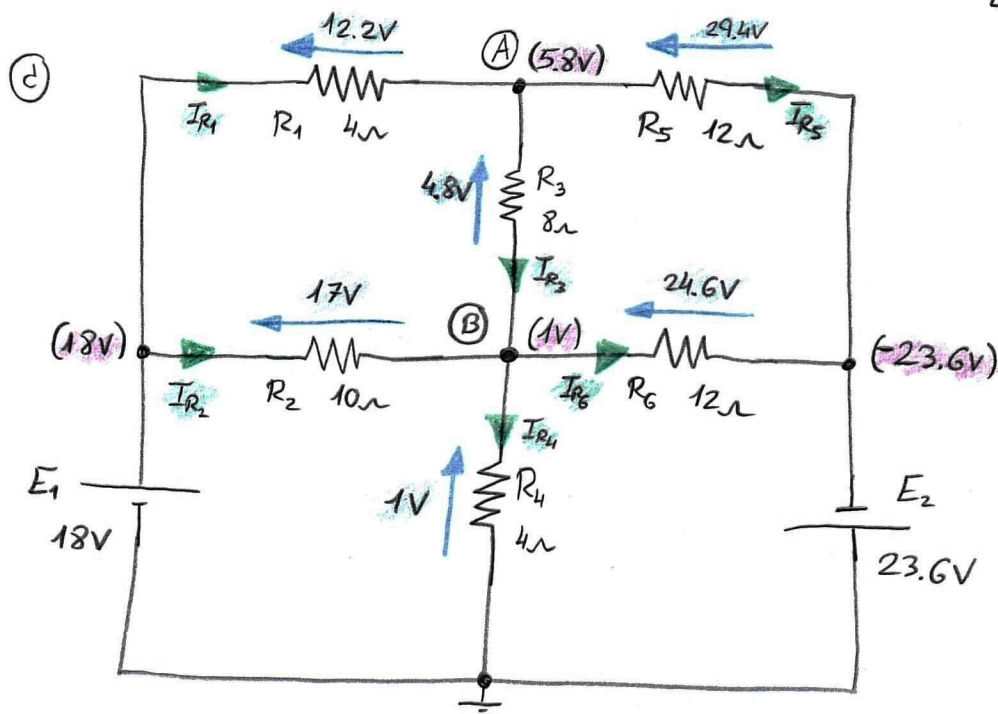


ⓔ $I_{R_3} = I_2' - I_3' = 1 - 0.25 = 0.75A$



אבי יומטוביאן
פשוט להביא!

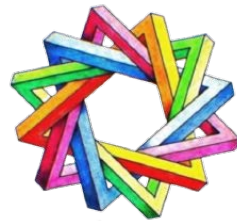
ⓖ $I_{E_1} = I_1' = 2A \Rightarrow P_{E_1} = I_{E_1} \cdot E_1 = 2 \cdot 18 = 36W$



$$I_{R_4} = \frac{V_B - 0}{R_4} = \frac{1 - 0}{4} = 0.25A$$

$$I_{R_2} = \frac{E_1 - V_B}{R_2} = \frac{18 - 1}{10} = 1.7A$$

$$I_{R_6} = \frac{V_B - E_2}{R_6} = \frac{1 + 23.6}{12} = 2.05A$$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!



$$[KCL @ \textcircled{B}] \quad I_{R_3} = I_{R_6} + I_{R_4} - I_{R_2} = 2.3 - 1.7 = 0.6A$$



$$U_{R_3} = I_{R_3} \cdot R_3 = 0.6 \cdot 8 = 4.8V$$



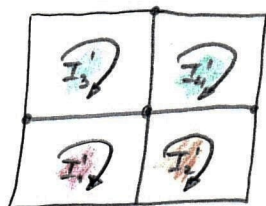
$$V_A = U_{R_3} + V_B = 4.8 + 1 = 5.8V$$



$$I_{R_1} = \frac{E_1 - V_A}{R_1} = \frac{18 - 5.8}{4} = 3.05A$$

$$I_{R_5} = \frac{V_A - E_2}{R_5} = \frac{5.8 + 23.6}{12} = 2.45A$$

כאן נשתמש בשיטת פיתרון מערכת משוואות ליניאריות
במטרה למצוא את הזרמים I_1, I_2, I_3, I_4

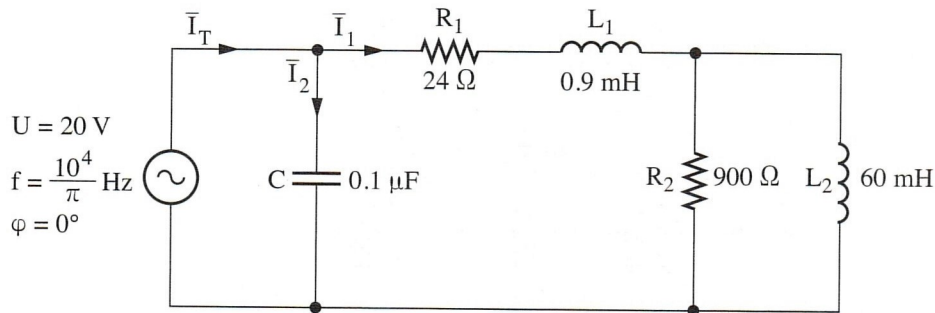


$$\begin{pmatrix} 14 & -4 & -10 & 0 \\ -4 & 16 & 0 & -12 \\ -10 & 0 & 22 & -8 \\ 0 & -12 & -8 & 32 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \\ I_3' \\ I_4' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18 \\ 23.6 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$I_1' = 4.75A$
 $I_2' = 4.5A$
 $I_3' = 3.05A$
 $I_4' = 2.45A$

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.



איור לשאלה 7



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

- א. (8 נק') 1. חשבו את פאזורי הזרמים $\bar{I}_T, \bar{I}_2, \bar{I}_1$.
2. סרטטו דיאגרמה פאזורית של הזרמים $\bar{I}_T, \bar{I}_2, \bar{I}_1$.
- ב. (6 נק') 3. חשבו את עכבת המעגל, Z_T . הציגו את התשובה כמספר מרוכב.
- ג. (6 נק') 4. חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_2 .



$$\textcircled{K} \quad X_c = -j \frac{1}{2\pi f C} = -j \frac{1}{20 \cdot 10^3 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}} = -j 500 \Omega$$

$$X_{L_1} = j 2\pi f L_1 = j 20 \cdot 10^3 \cdot 0.9 \cdot 10^{-3} = j 18 \Omega$$

$$X_{L_2} = j 2\pi f L_2 = j 20 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = j 1200 \Omega$$



$$\begin{aligned} \underline{Z}_T &= [(R_2 \parallel X_{L_2}) + (R_1 + X_{L_1})] \parallel X_c = \left[\left(\frac{1}{900} + \frac{1}{j 1200} \right)^{-1} + (24 + j 18) \right] \parallel (-j 500) = \\ &= [(576 - j 432) + (24 + j 18)] \parallel (-j 500) = (600 + j 450) \parallel (-j 500) = \\ &= \left(\frac{1}{600 + j 450} + \frac{1}{-j 500} \right)^{-1} = (413.793 - j 465.517) \Omega = \\ &= 622.841 \angle -48.3^\circ \Omega \end{aligned}$$

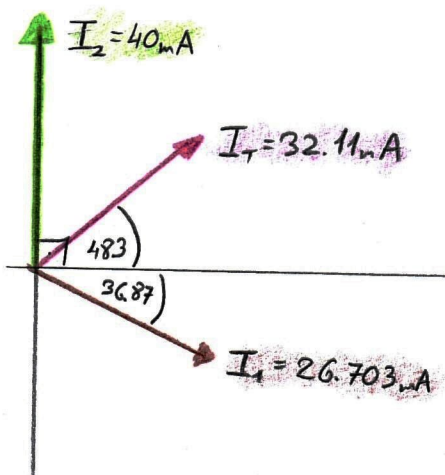


$$\underline{I}_T = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_T} = \frac{20 \angle 0}{622.841 \angle -48.3} = 32.11 \angle 48.3^\circ \text{ mA}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{X_c} = \frac{20 \angle 0}{-j 500} = 40 \angle 90^\circ \text{ mA}$$



$$\underline{I}_1 = \underline{I}_T - \underline{I}_2 = 32.11 \angle 48.3 - 40 \angle 90 = 26.703 \angle -36.87^\circ \text{ mA}$$



אבי יומטוב'אן
פשוט להבין!

$$\textcircled{2} \quad \underline{Z}_T = (\underbrace{413.793}_{R_T} - j \underbrace{465.517}_{X_T}) \Omega$$

$$= 622.841 \angle -48.3^\circ \Omega$$

$$\textcircled{3} \quad \underline{I}_{R_2} = \underline{I}_1 \cdot \frac{\underline{X}_{L_2}}{R_2 + \underline{X}_{L_2}} = 26.703 \cdot 10^{-3} \angle -48.3^\circ \cdot \frac{j1200}{900 + j1200} =$$

$$= 21.362 \angle -11.4^\circ \text{ mA}$$



$$\boxed{P_{R_2}} = I_{R_2}^2 \cdot R_2 = (21.362 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 900 =$$

$$= \boxed{0.41 \text{ W}}$$

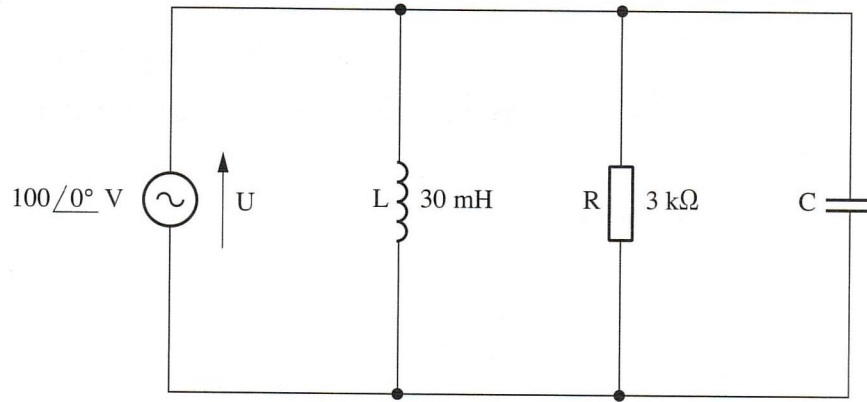


אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.

המעגל נמצא במצב תהודה.



איור לשאלה 8

הקבל C שמחובר למעגל הוא מסוג קבל לוחות.

להלן נתוני הקבל:

שטח חתך הלוחות – 50 סמ"ר; המרחק בין לוחות הקבל – 0.01 מ"מ;

הקבוע של החומר הדיאלקטרי בין לוחות הקבל – נציץ (מיקה) $\epsilon_r = 5$

(6 נק') א. חשבו את קיבול הקבל C.

(7 נק') ב. חשבו את תדר התהודה, גורם הטיב, ורוחב-הפס של המעגל.

(7 נק') ג. חשבו את הזרמים I_C , I_R , I_L ו- I_T , וסרטטו דיאגרמה פאזורית של הזרמים במעגל.



אבי יומטוביאן
פשוט להביץ!

8

$$\textcircled{E} \quad A = 50 \text{ cm}^2 = 50 (\text{cm})^2 = 50 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d = 0.01 \text{ mm} = 0.01 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\epsilon_r = 5$$



$$\boxed{C} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = 5 \epsilon_0 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-4}}{0.01 \cdot 10^{-3}} = \boxed{22.135 \text{ nF}}$$



$$\textcircled{2} \quad \boxed{f_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{30 \cdot 10^3 \cdot 22.135 \cdot 10^{-9}}} = \boxed{6.176 \text{ kHz}}$$

$$\boxed{Q_0} = \frac{R}{\omega_0 L} = \frac{R}{2\pi f_0 L} = \frac{3 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 6.176 \cdot 10^3 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = \boxed{2.577}$$

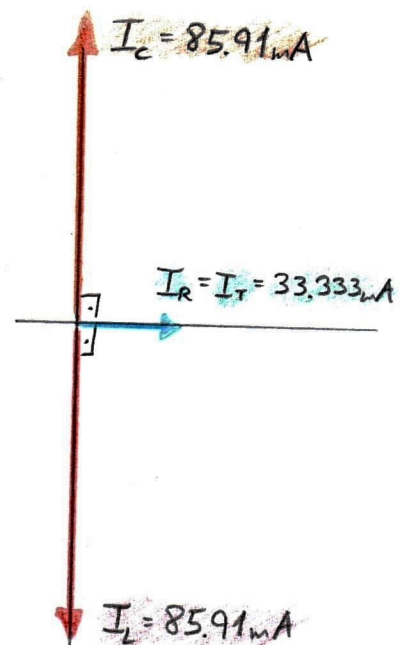


$$\boxed{BW} = \frac{f_0}{Q_0} = \frac{6.176 \cdot 10^3}{2.577} = \boxed{2.396 \text{ kHz}}$$

$$\textcircled{C} \quad X_L = \omega_0 L = 2\pi f_0 L = 1.164 \text{ k}\Omega \Rightarrow \begin{aligned} X_L &= j1.164 \text{ k}\Omega \\ X_C &= -j1.164 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_L &= \frac{\underline{U}}{X_L} = \frac{100 \angle 0}{j1.164} = 85.91 \angle -90^\circ \text{ mA} \\ \underline{I}_C &= \frac{\underline{U}}{X_C} = \frac{100 \angle 0}{-j1.164} = 85.91 \angle 90^\circ \text{ mA} \\ \underline{I}_R &= \frac{\underline{U}}{R} = \frac{100 \angle 0}{3} = 33.333 \angle 0^\circ \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\underline{I}_T = \underline{I}_R = 33.333 \angle 0^\circ \text{ mA}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להביא!