

2

$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} \\ -R_{21} & +R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1' \\ E_2' \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 50 & -30 \\ -30 & 90 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1' \\ I_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 60 \\ -144 \end{pmatrix}$$

תורת החשמל

שאלה 1

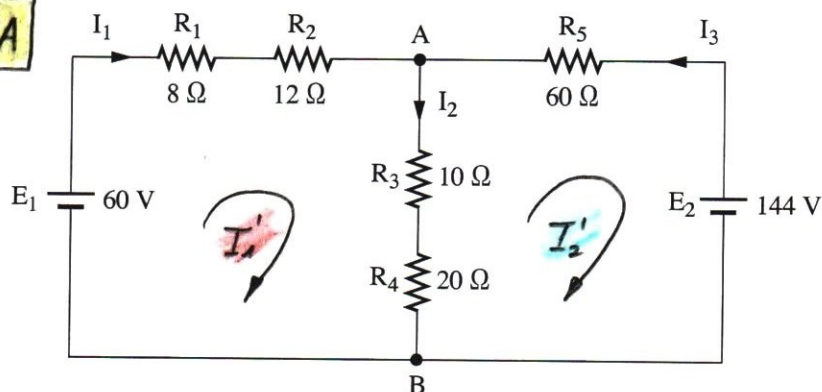
$$I_1 = I_1' = 0.3A$$

$$I_1' = 0.3A \quad I_2' = -1.5A$$

באיור לשאלה 1 מתואר מעגל חשמלי.

$$I_2 = I_1' - I_2' = 1.8A$$

$$I_3 = -I_2' = 1.5A$$



איור לשאלה 1

9 נק') א. חשבו את הזרמים I_1 , I_2 ו- I_3 בשיטת ההרכבה (סופרפוזיציה) או בשיטת זרמי חוגים.

6 נק') ב. חשבו את המתח בין הנקודות A ו- B.

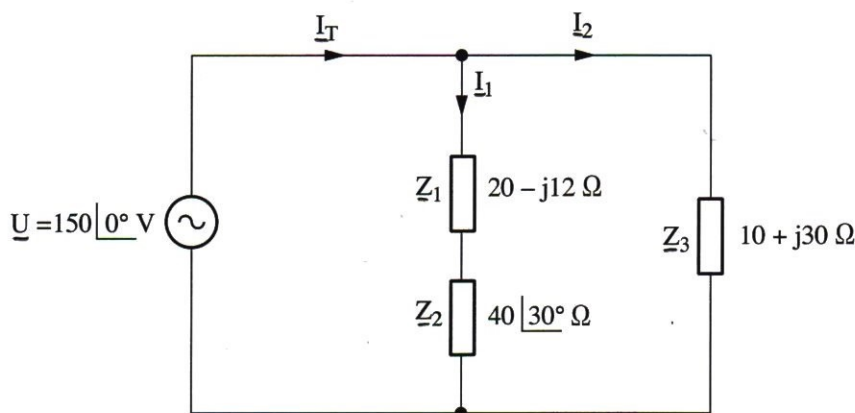
5 נק') ג. חשבו את ההספק המתפתח בנגד R_5 .

2) $U_{AB} = I_2 \cdot (R_3 + R_4) = 1.8 \cdot 30 = 54V$

3) $P_{R_5} = I_3^2 \cdot R_5 = 1.5^2 \cdot 60 = 135W$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!



איור לשאלה 2

א. (5 נק') חשבו את העכבה השקולה של המעגל, Z_T .

ב. (5 נק') חשבו את פאזורי הזרמים I_1 , I_2 ו- I_T .

ג. (5 נק') חשבו את פאזור המתח על העכבה Z_2 .

ד. (5 נק') חשבו את ההספק הממשי בעכבה Z_3 .

$$\textcircled{א} \underline{Z}_T = (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2) \parallel \underline{Z}_3 = \left(\frac{1}{20 - j12 + 40 \angle 30^\circ} + \frac{1}{10 + j30} \right)^{-1} = \underbrace{(15.142 + j17.694)}_{R_T} \angle \underbrace{-49.4^\circ}_{X_T} \Omega = 23.289 \angle -49.4^\circ \Omega$$

$$\textcircled{ב} \underline{I}_T = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_T} = \frac{150 \angle 0^\circ}{23.289 \angle -49.4^\circ} = 6.44 \angle -49.4^\circ \text{ A}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{150 \angle 0^\circ}{20 - j12 + 40 \angle 30^\circ} = 2.716 \angle -8.33^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_3} = \frac{150 \angle 0^\circ}{10 + j30} = 4.743 \angle -71.56^\circ \text{ A}$$

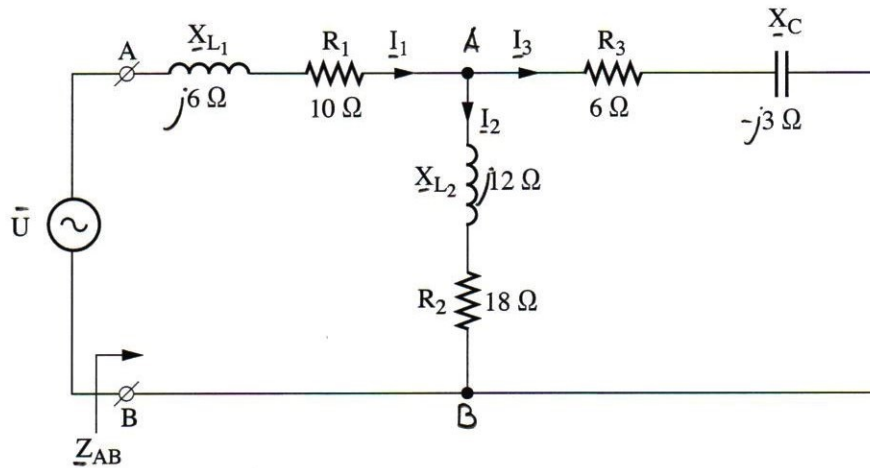
$$\textcircled{ג} \underline{U}_{Z_2} = \underline{I}_1 \cdot \underline{Z}_2 = 2.716 \angle -8.33^\circ \cdot 40 \angle 30^\circ = 108.64 \angle 21.67^\circ \text{ V}$$

$$\textcircled{ד} \underline{S}_{Z_3} = \underline{I}_2^2 \cdot \underline{Z}_3 = 4.743^2 \cdot (10 + j30) = (225 + j675) \text{ VA} = 711.387 \angle 71.56^\circ \text{ VA}$$

$$\Downarrow$$

$$\underline{P}_{Z_3} = 225 \text{ W}$$

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל חשמלי שבו הזרם $I_3 = 3 \angle 50^\circ$ A



איור לשאלה 3

א. (6 נק') חשבו את העכבה השקולה Z_{AB} (העכבה בין הנקודות A ו-B) של המעגל. כתבו את התשובה בהצגה מרוכבת.

ב. (4 נק') קבעו את אופי המעגל (קיבולי או השראותי). נמקו את התשובה.

ג. (6 נק') חשבו את הזרם I_1 הזורם במעגל. כתבו את ערכו בהצגה מרוכבת.

ד. (4 נק') חשבו את גורם ההספק של המעגל.

$$\textcircled{a} Z_{AB} = [(R_3 + X_C) \parallel (X_{L2} + R_2)] + X_{L1} + R_1 =$$

$$= \left[\frac{1}{6 - j3} + \frac{1}{18 + j12} \right]^{-1} + j6 + 10 = \frac{15.506}{R_T} + j \frac{4.685}{X_T} \Omega = 16.2 \angle 16.8^\circ \Omega$$

$$\textcircled{b} \varphi = 16.8^\circ \Rightarrow \text{הזרם לנראה מאפס} \Rightarrow \text{אלפ' השראותי!}$$

$$\textcircled{c} \text{הזרם של } Z_T \text{ שווה לזרם של } Z_T, \text{ ואפס:}$$

$$\text{P.F.} = \cos \varphi = \cos 16.8^\circ = 0.957(i)$$

$$\textcircled{d} U_{AB} = I_3 \cdot (R_3 + X_C) = 3 \angle 50^\circ \cdot (6 - j3) = 20.124 \angle 23.43^\circ \text{ V}$$

$$\Downarrow$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + X_{L2}} = \frac{20.124 \angle 23.4}{18 + j12} = 0.93 \angle -10.25^\circ \text{ A}$$

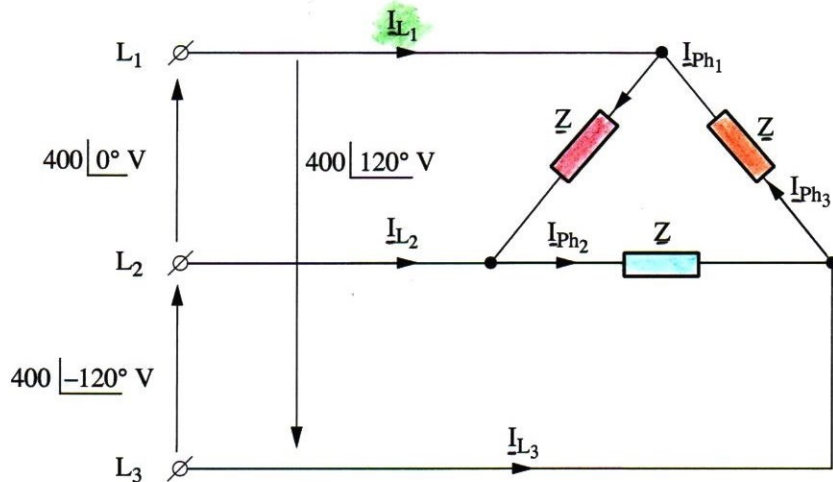
$$\Downarrow$$

$$I_1 = I_2 + I_3 = 0.93 \angle -10.25^\circ + 3 \angle 50^\circ = 3.554 \angle 36.8^\circ \text{ A}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

באיור לשאלה 4 מתואר עומס תלת-מופעי סימטרי המחובר בחיבור משולש. העומס מוזן על-ידי רשת תלת-מופעית $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$. העכבה למופע של העומס היא: $Z = (20 + j16) \Omega$.



איור לשאלה 4

1. חשבו את הזרם המופעי הזורם בכל אחד מענפי העומס. כתבו את התשובה בהצגה מרוכבת. (8 נק')

2. חשבו את הזרם הקווי I_{L1} . כתבו את התשובה בהצגה מרוכבת.

3. חשבו את ההספק הממשי, את ההספק ההיגבי ואת ההספק המדומה של העומס. (8 נק')

4. סרטטו את משולש ההספקים של המעגל. (4 נק')

$$\textcircled{1} \quad I_{Ph1} = \frac{U_{Ph1}}{Z} = \frac{400 \angle 0^\circ}{20 - j16} = 15.617 \angle -38.65^\circ \text{ A}$$

$$I_{Ph2} = \frac{U_{Ph2}}{Z} = \frac{400 \angle -120^\circ}{20 - j16} = 15.617 \angle -158.7^\circ \text{ A} \Rightarrow$$

$$I_{Ph3} = \frac{U_{Ph3}}{Z} = \frac{400 \angle 120^\circ}{20 - j16} = 15.617 \angle 81.34^\circ \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_{L1} &= I_{Ph1} - I_{Ph2} = \\ &= 15.617 \angle -38.65^\circ - 15.617 \angle 81.3^\circ = \\ &= 27.048 \angle -68.65^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

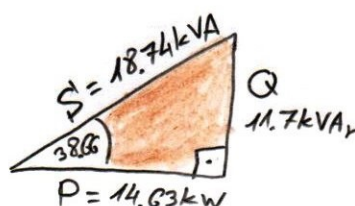
$$\textcircled{2} \quad Z = (20 + j16) \Omega = 25.612 \angle 38.66^\circ \Omega \Rightarrow \varphi = +38.66^\circ$$

$$P = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot U_L \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 27.048 \cdot 400 \cdot \cos 38.66 = 14.63 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot U_L \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 27.048 \cdot 400 \cdot \sin 38.66 = 11.7 \text{ kVAR}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot U_L = \sqrt{3} \cdot 27.048 \cdot 400 = 18.74 \text{ kVA}$$

2



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!