

שאלות 8-1

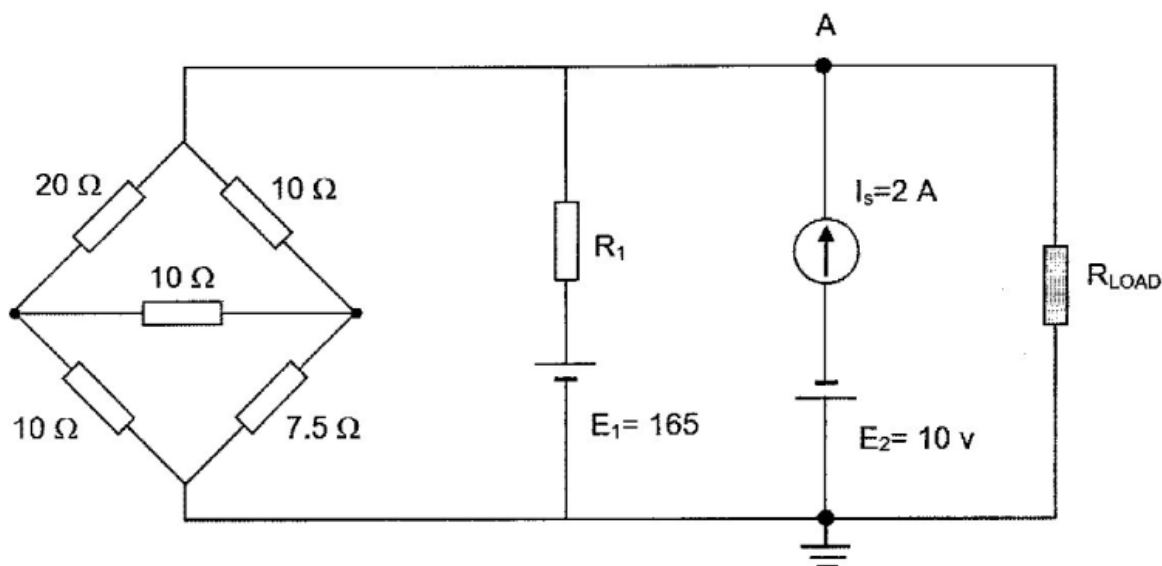
ענו על 5 מתוך 8 השאלות, ערך כל שאלה – 20 נקודות.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.

הנגד R_1 מייצג התנגדות של חוטי החשמל (מוליכים) שאורכם 330 m, שטח חתכם 0.5 mm^2 והתנגדות

$$\text{הסגולית שלהם היא } 0.05 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}.$$

נגד העומס R_{LOAD} הוא גוף חימום של תנור המשתנה בתלות בטמפרטורה. כאשר הטמפרטורה היא 20°C התנגדות העומס היא $R_{\text{LOAD}} = 5.5 \Omega$. מקדם הטמפרטורה הוא $\alpha = 0.004 \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

איור לשאלה 1

(9 נק') א. חשבו את המתח בצומת A ביחס לאדמה כאשר הטמפרטורה היא 20°C .

הדרכה: היעזרו בהפיכת כוכב-משולש וצמצמו את הענף השמאלי.

(4 נק') ב. חשבו את המתח על הדקי מקור הזרם ואת ההספק המתפתח בו. האם הוא צורך אנרגיה או מספק אנרגיה? נמקו.

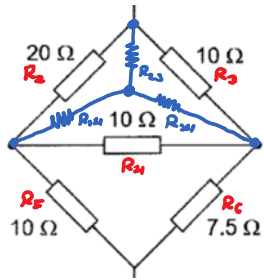
(3 נק') ג. מהו ההספק החשמלי שמספק מקור המתח E_1 ?(4 נק') ד. התנור מתחמם עד למצב שבו העומס צורך הספק מרבני. חשבו את התנגדות נגד העומס ואת הטמפרטורה של התנור.

אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

Ⓒ $I_1 = 330 \text{ mA}$

$A_1 = 0.5 \text{ mm}^2 \Rightarrow R_1 = \rho_1 \cdot \frac{l_1}{A_1} = 0.05 \cdot \frac{330}{0.5} = 33 \Omega$

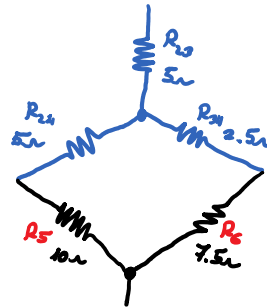
$\rho_1 = 0.05 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$



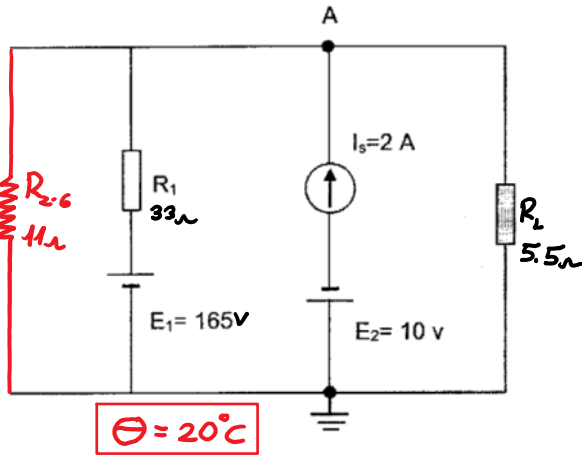
$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{200}{40} = 5 \Omega$

$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{100}{40} = 2.5 \Omega$

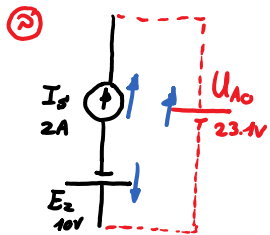
$R_{24} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{200}{40} = 5 \Omega$



$R_{2-6} = [(R_{24} + R_5) \parallel (R_{34} + R_6)] + R_{23} =$
 $= \left[\frac{1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{10}} \right]^{-1} + 5 = 6 + 5 = 11 \Omega$



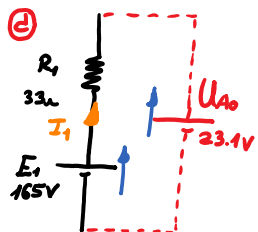
$V_A = \frac{E_1/R_1 + I_s}{1/R_{2-6} + 1/R_1 + 1/R_2} = \frac{165/33 + 2}{1/11 + 1/33 + 1/5.5} = 23.1 \text{ V}$



$U_{I_s} = U_{A0} + E_2 = 23.1 + 10 = 33.1 \text{ V}$

$P_{I_s} = I_s \cdot U_{I_s} = 2 \cdot 33.1 = 66.2 \text{ W}$

מקור הזרם משלל כח עבודה
 חיובי כוחה מתבטא שלילי בקצוותיו



$I_1 = \frac{E_1 - U_{A0}}{R_1} = \frac{165 - 23.1}{33} = 4.3 \text{ A}$

$P_{E_1} = I_1 \cdot E_1 = 4.3 \cdot 165 = 709.5 \text{ W (ספק)}$

Ⓓ גודל קצב החימום הספק מ'ר' ה- R_2 , יש לזכור שהוא יהיה שונה מקצבו R_{TH} -

$R_L = R_{TH} = R_{2-6} \parallel R_1 = 11 \parallel 33 = 8.25 \Omega$

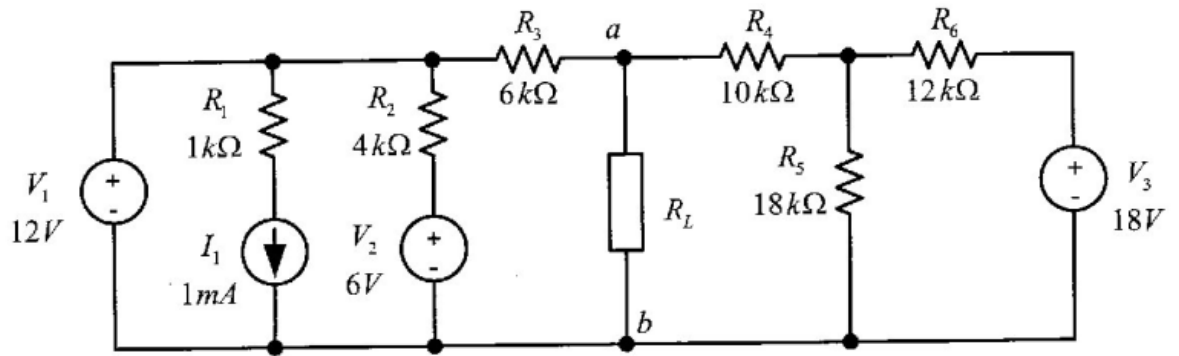
$R_L(\Theta) = R_L(20^\circ) [1 + \alpha(\Theta - 20)]$

$8.25 = 5.5 [1 + 0.004(\Theta - 20)] \Rightarrow$

$\Theta = 145^\circ \text{C}$

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:



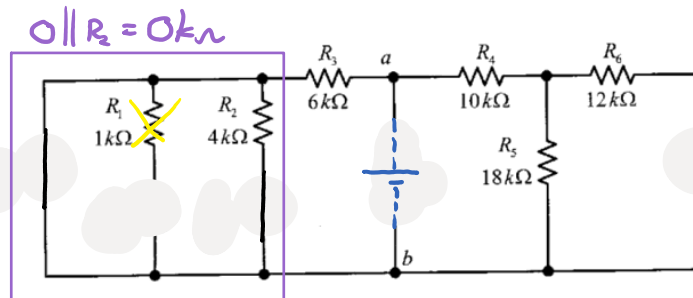
איור לשאלה 2

12 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור הנגד R_L המחובר בין הנקודות a ו- b .

6 נק') ב. מה צריך להיות ערך הנגד R_L שעבורו יתפתח בו הספק מרבי, ומהו ערך ההספק?

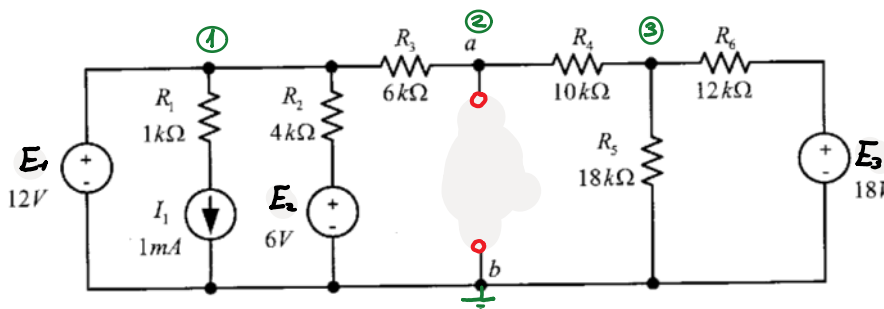
2 נק') ג. מקצרים את הנקודות a ו- b על ידי תיל חסר התנגדות. מה גודל הזרם הזורם בתיל ומהי מגמתו (מ- a ל- b או מ- b ל- a)?

Ⓔ $\left[\begin{matrix} \text{ח'ש} \\ R_{TH} \end{matrix} \right]$



$$R_{TH} = R_2 \parallel [(R_5 \parallel R_6) + R_4] = 6 \parallel [(18 \parallel 12) + 10] = 6 \parallel [7.2 + 10] = 4.448 \text{ k}\Omega$$

$\left[\begin{matrix} \text{ח'ש} \\ E_{TH} \end{matrix} \right]$



נמצא את היחס בין
א-ב-ז' שימוש בלי
לחצי נחשבים למקבילים;
כאשר צווחר 2 הוא
צווחר מנוון יאק הוא
יתן לנו את E_{TH}
במילין מ"ז':

$$\begin{pmatrix} +G_{11} & -G_{12} & -G_{13} \\ -G_{21} & +G_{22} & -G_{23} \\ -G_{31} & -G_{32} & +G_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{s1} \\ I_{s2} \\ I_{s3} \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow (1 \ 0 \ 0) (V_i) = (12)$$

$$G_{22} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{10} = \frac{4}{15} \text{ mS}$$

$$G_{33} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{18} + \frac{1}{12} = \frac{43}{180} \text{ mS}$$

$$G_{21} = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} \text{ mS}$$

$$I_{s2} = 0 \text{ mA}$$

$$G_{23} = G_{32} = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10} \text{ mS}$$

$$I_{s3} = \frac{E_3}{R_6} = \frac{18}{12} = 1.5 \text{ mA}$$

$$G_{31} = 0 \text{ mS}$$

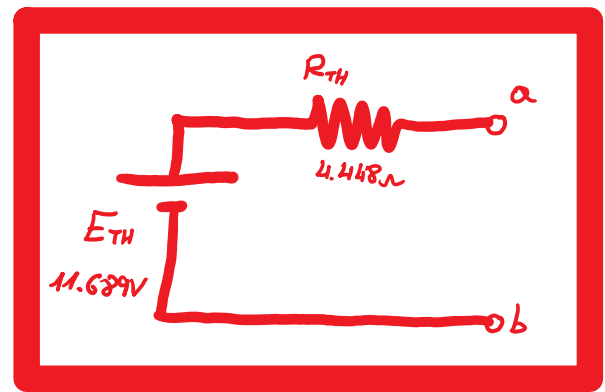
$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{6} & \frac{4}{15} & -\frac{1}{10} \\ 0 & -\frac{1}{10} & \frac{43}{180} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 0 \\ 1.5 \end{pmatrix}$$



$$V_1 = 12V$$

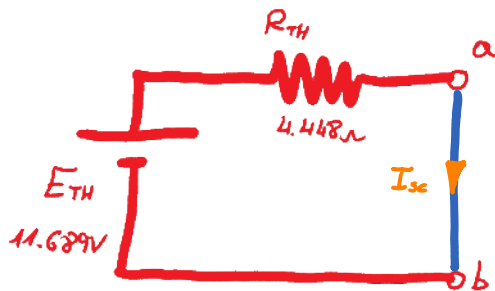
$$V_2 = 11.689V \Rightarrow E_{TH} = 11.689V \Rightarrow$$

$$V_3 = 11.172V$$



$$\textcircled{2} \quad R_L = R_{TH} = 4.448k\Omega \Rightarrow \boxed{P_{R_{L_{max}}} = \frac{U_{R_L}^2}{R_L} = \frac{(11.689/2)^2}{4.448} = 7.679\mu W}$$

⊖



$$\boxed{I_{sc} = \frac{E_{TH}}{R_{TH}} = \frac{11.689}{4.448} = 2.627mA [a \rightarrow b]}$$



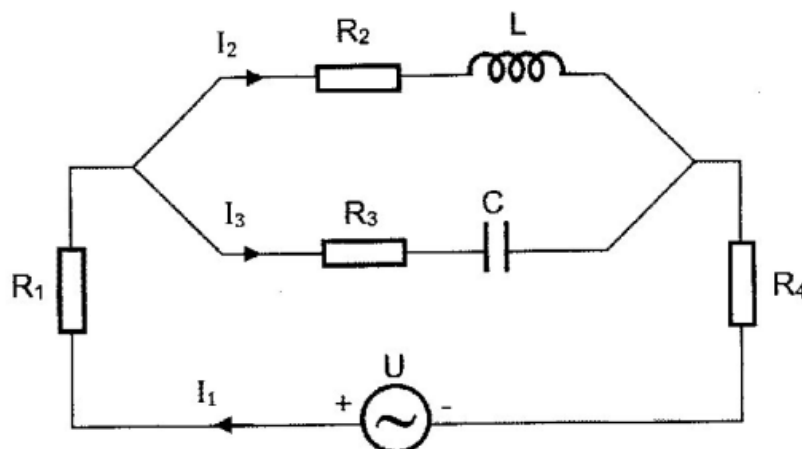
אבי יומטוב יאן
פשוט להביץ!

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל זרם חילופין.
הביטוי של מתח המקור בתלות בזמן הוא:

$$u(t) = 50 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(1000t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

$$R_1 = 1 \Omega ; R_2 = 10 \Omega ; R_3 = 5 \Omega ; R_4 = 4 \Omega ; L = 30 \text{ mH} ; C = 50 \mu\text{F}$$



איור לשאלה 3

8 נק' א. חשבו את עכבת המעגל. מהו אופי המעגל ומהו גורם ההספק שלו, $\cos\Phi$?

5 נק' ב. חשבו את ההספקים – הפעיל, ההיגבי והנדמה המתפתחים במקור המתח וסרטטו משולש הספקים עבורו.

7 נק' ג. חשבו את הערכים (גודל וזווית מופע) של שלושת הזרמים המסומנים במעגל (I_1, I_2, I_3) וסרטטו דיאגרמת פאזורים של שלושתם.

$$\textcircled{a} \omega = 1000 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$\underline{X}_L = j\omega L = j1000 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = j30 \Omega$$

$$\underline{X}_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{1000 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = -j20 \Omega$$

$\Downarrow$

$$\underline{Z}_T = [(R_2 + \underline{X}_L) \parallel (R_3 + \underline{X}_C)] + R_1 + R_4 = \left[\frac{1}{10 + j30} + \frac{1}{5 - j20} \right]^{-1} + 1 + 4 = 28.461 - j22.307 + 5 =$$

$$= (\underbrace{33.461}_{R_T} - j \underbrace{22.307}_{X_T}) \Omega = \underbrace{40.215}_{Z_T} \angle \underbrace{-33.7^\circ}$$

$$\boxed{\text{אופי קיבולי!}} \quad \varphi < 0^\circ \Rightarrow \text{לחץ יע}$$

$$\boxed{\text{P.F.}} = \cos \varphi = \cos(-33.7) = \boxed{0.832}$$

$$\textcircled{b} \underline{u} = 50 \angle -\frac{\pi}{6} \text{ V} = 50 \angle -30^\circ \text{ V}$$

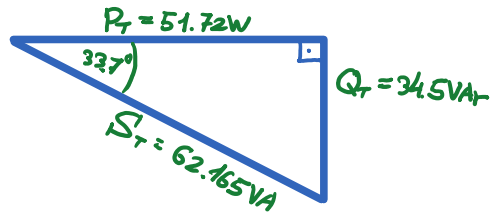
$\Downarrow$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!



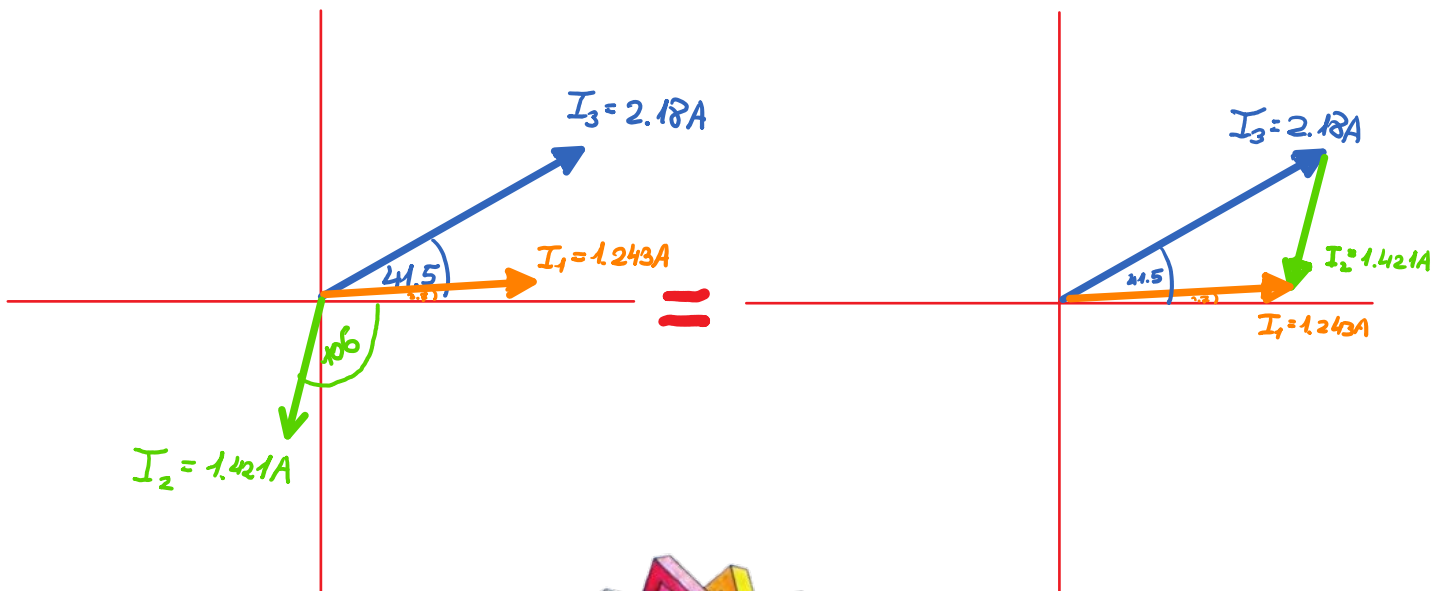
$$\boxed{S_T} = \frac{U^2}{Z_T^*} = \frac{50^2}{40.215 \angle -33.7^\circ} = \underbrace{(51.72)}_{P_T [W]} - j \underbrace{34.5}_{Q_T [VA]} VA = \underbrace{62.165 \angle -33.7^\circ}_{S_T [VA]} VA$$



$$\textcircled{c} \quad \boxed{I_1} = I_T = \frac{U}{Z_T} = \frac{50 \angle -30^\circ}{40.215 \angle -33.7^\circ} = \boxed{1.243 \angle 3.7^\circ A}$$

$$\boxed{I_2} = I_1 \cdot \frac{R_3 + X_c}{R_3 + X_c + R_2 + X_L} = 1.243 \angle 3.7^\circ \cdot \frac{5 - j20}{5 - j20 + 10 + j30} = \boxed{1.421 \angle -106^\circ A}$$

$$\boxed{I_3} = I_1 - I_2 = 1.243 \angle 3.7^\circ - 1.421 \angle -106^\circ = \boxed{2.18 \angle 41.5^\circ A}$$

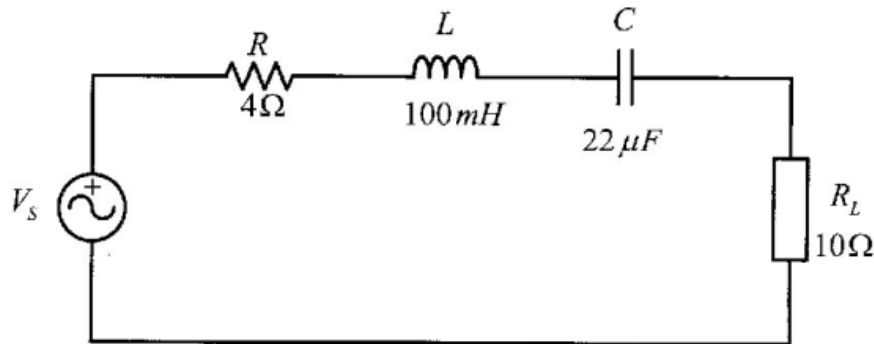


אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי.

למקור המתח החילופין אמפליטודה (משרעת) של 1 V ותדר משתנה.



איור לשאלה 4

5 נק' א. חשבו את תדירות מקור המתח f שעבורה זרם מרבי דרך נגד העומס.5 נק' ב. חשבו את מקדם הטיב Q עבור התדירות שחושבה בסעיף א'.

5 נק' ג. חשבו את רוחב הסרט של המעגל עבור התדירות שחושבה בסעיף א' (להציג ביחידות-Hz).

5 נק' ד. חשבו את ההספק המרבי שיכול להתפתח בנגד העומס.

⑥ $I \Rightarrow Z_T \Rightarrow$ *יש להכניס את המכנה למכנה משותף* $\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \cdot 10^{-3} \cdot 22 \cdot 10^{-6}}}$

$$f_0 = 107.302 \text{ Hz}$$

② $Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R_T} = \frac{2\pi f_0 L}{R + R_L} = \frac{2\pi \cdot 107.302 \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{14} = 4.815$



③ $BW = \frac{f_0}{Q_0} = \frac{107.302}{4.815} = 22.281 \text{ Hz}$

③ $U = \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ \text{ V} = 0.707 \angle 0^\circ \text{ V}$

$\Downarrow$
 $I = \frac{U}{Z_T} = \frac{0.707 \angle 0^\circ}{14} = 50.507 \angle 0^\circ \text{ mA}$

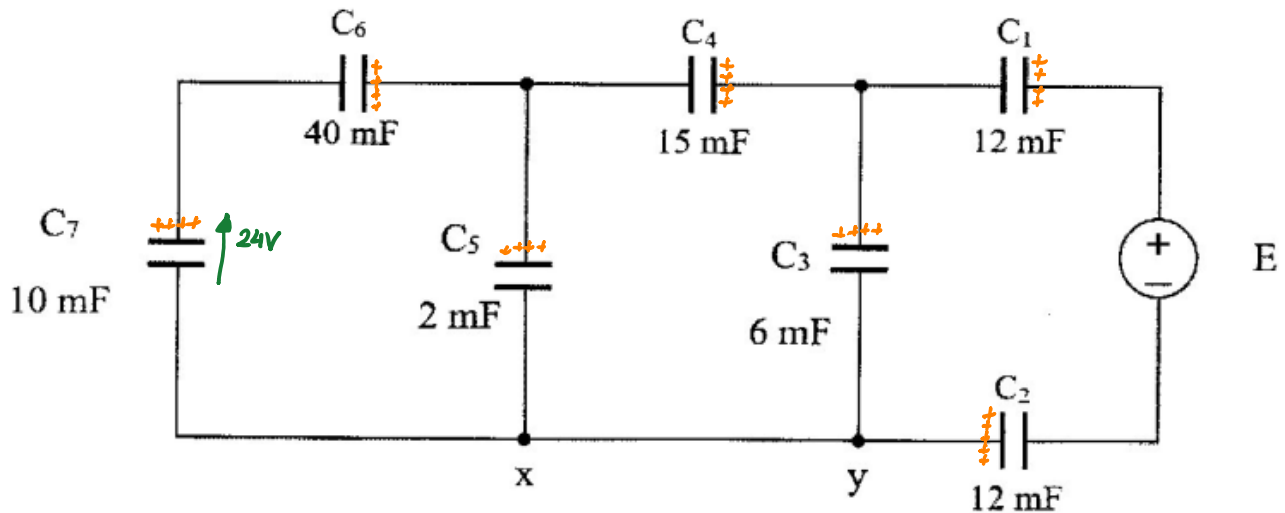


$P_{R_L} = I^2 \cdot R_L = (50.507 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 10 = 0.0255 \text{ W}$

$P_{R_L} = 25.5 \text{ mW}$



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!



איור לשאלה 5

נתון שהאנרגיה האגורה בקבל C_7 היא $W_{C7} = 2.88 \text{ J}$.

- 5 נק' א. חשבו את הקיבולת השקולה "המשתקפת" למקור המתח E , ואת המתח על הקבל C_7 .
 9 נק' ב. חשבו את מתח המקור E .
 3 נק' ג. כמה אנרגיה אגורה במעגל?
 3 נק' ד. בין צמתים x - y מחברים נגד במקום חוט הקצר וממתינים שכל תופעות המעבר יחלפו. האם תשתנה האנרגיה האגורה במעגל? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

$$\begin{aligned}
 \textcircled{E} \quad C_T &= \left[\left[(C_6 \rightarrow C_2) \parallel C_5 \right] \rightarrow C_4 \parallel C_3 \right] \rightarrow C_1 \rightarrow C_2 = \\
 &= \left[\left[\left(\frac{1}{40} + \frac{1}{10} \right)^{-1} + 2 \right] \rightarrow 15 \right) + 6 \right] \rightarrow 12 \rightarrow 12 = \\
 &= \left[\left([8+2] \rightarrow 15 \right) + 6 \right] \rightarrow 6 = \\
 &= [6+6] \rightarrow 6 = 12 \rightarrow 6 = \boxed{4 \text{ mF}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{C7} &= \frac{C_7 \cdot U_7^2}{2} \\
 2.88 &= \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot U_7^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$\boxed{U_7 = 24 \text{ V}}$$



אבי יומטוביאן
פשוט להבין!

$$\textcircled{a} Q_7 = Q_6 = C_7 \cdot U_7 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 24 = 240 \mu\text{C}$$

$$U_6 = \frac{Q_6}{C_6} = \frac{240}{40} = 6 \text{ V}$$

$$U_5 = U_6 + U_7 = 6 + 24 = 30 \text{ V} \Rightarrow Q_5 = C_5 \cdot U_5 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 60 \mu\text{C}$$

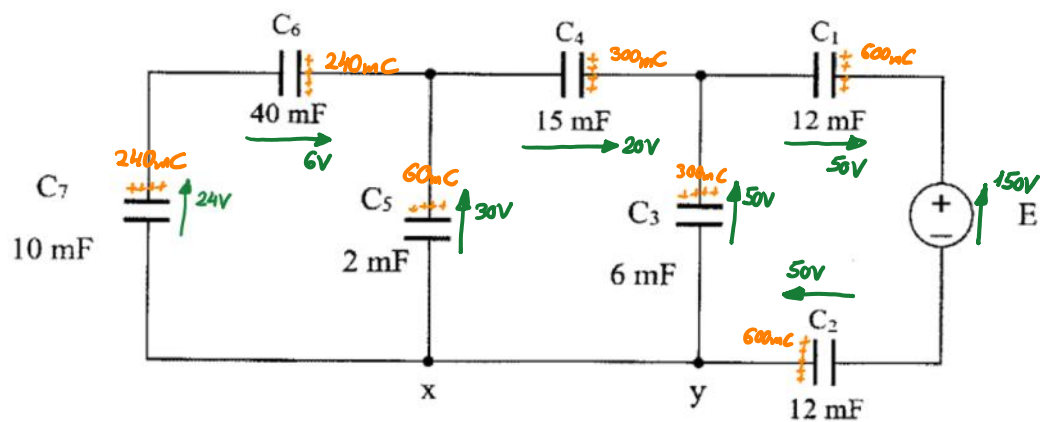
$$U_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{300}{15} = 20 \text{ V} \Leftarrow Q_4 = Q_5 + Q_6 = 60 + 240 = 300 \mu\text{C}$$

$$U_3 = U_4 + U_5 = 20 + 30 = 50 \text{ V} \Rightarrow Q_3 = C_3 \cdot U_3 = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 300 \mu\text{C}$$

$$\boxed{E} = \frac{Q_T}{C_T} = \frac{600}{4} = \boxed{150 \text{ V}} \Leftarrow Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 + Q_4 = 300 + 300 = 600 \mu\text{C}$$

$$\textcircled{a} W_T = \frac{C_T \cdot E^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 150^2}{2}$$

$$\boxed{W_T = 45 \text{ J}}$$



③ האנרגיה לא תשתנה, מכיוון שלאחר תופעות החזקה, לא יזרום זרם במחשבים, ואם

לא נגזר

$$\Downarrow U_R = 0 \text{ V} \Leftarrow I_R = 0 \text{ A}$$

ט"ן ש"י בחזרה

האנרגיה בפאסר לא תשתנה!



אבי יומטוב יאן
פשוט להבין!