

פתרון מבחן מה"ט

תורת החשבון קיץ 2015

פתר: אבי יומטוביאן
yomtov7@gmail.com

©

כל הזכויות שמורות

1

הצורה: האנזמה הישמה בקווצה

שאר צומת ממש, אלא

צומת ממש "עכארה"

(פסאדו, וואל בן י)

ההיתוס למעשה באילו יט צומת
מלבד האנזמה.

V_a של צומת זה

ממש הינו ממש יחסית

ממש, אלא הפסאדו (ממש)

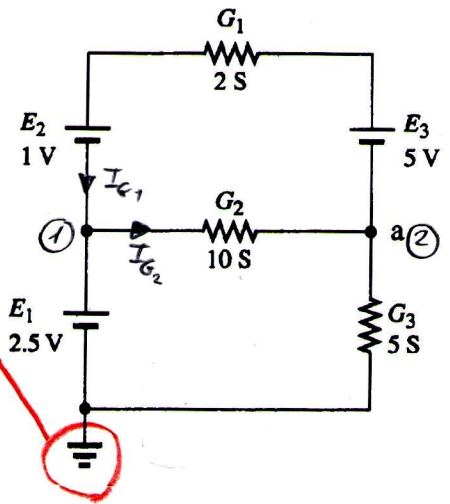
יטו אלא יטו. כמארה ממש, פ

הצומת יטו אלא יטו.

PE הינו ממש את קווצה היחס והיתוס יט ממש.

$$V_a = \frac{-\frac{4}{2} - \frac{2.5}{5}}{2 + 10 + 5} = \frac{-20.5}{17} = -1.205V$$

היתוס:



(E)

$$V_1 = 2.5V$$

$$-G_{21}V_1 + G_{22}V_2 = I_{sc2}$$

$$-(10+2) \cdot 2.5 + (2+10+5)V_2 = \frac{-5+1}{2}$$

$$-30 + 17V_2 = -8$$

$$V_2 = V_a = 1.294V$$

$$\textcircled{2} I_{G_2} = U_{12} \cdot G_2 = \frac{V_1 - V_2}{G_2^{-1}} = \frac{2.5 - 1.294}{0.1} = 12.06A$$

$$I_{G_1} = \frac{(E_3 - E_2) - U_{12}}{G_1^{-1}} = \frac{4 - 1.206}{0.5} = 5.588A$$

⇓

$$I_{E_1} = I_{G_2} - I_{G_1} = 12.06 - 5.588 = 6.472A$$

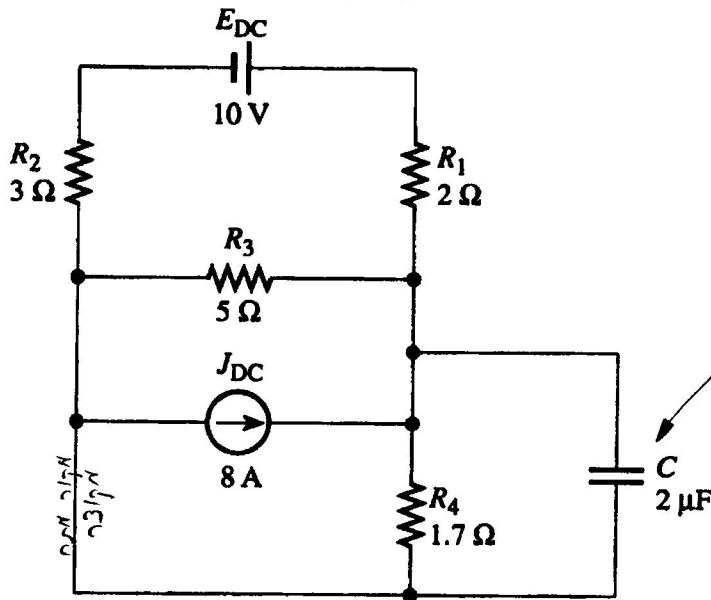
⇓

$$P_{E_1} = I_{E_1} \cdot E_1 = 6.472 \cdot 2.5 = 16.18W \text{ (גזו)}$$

$$\textcircled{2} W_{E_3} = \overbrace{I_{G_1} \cdot E_3}^{P_{E_3}} \cdot t = 5.588 \cdot 5 \cdot 1 = 27.94Wh (= 100.584 kJ)$$

② שני מקורות AC, מניין שהצורה של מקור ה-AC זהה לזו של המקור ה-DC
 יתקיים י"ז שמוסר בספר - סעיף 3, ויקבע:

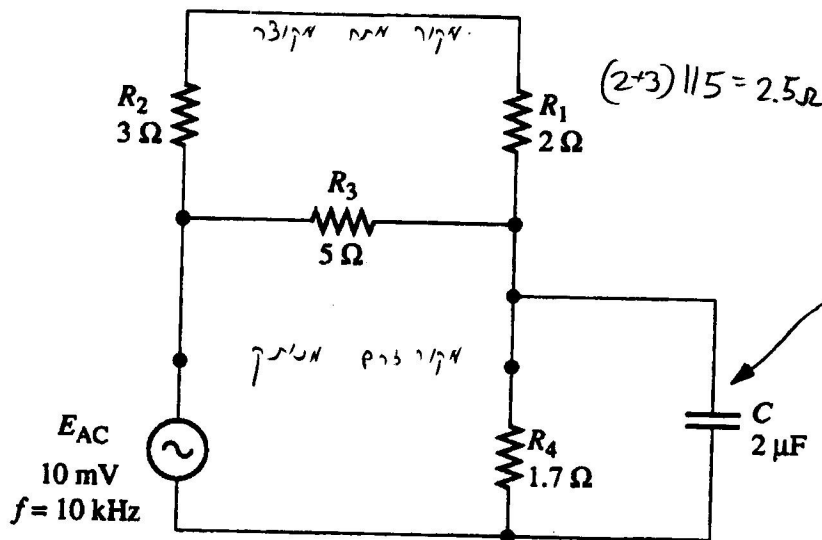
②



הקבוצה ה-DC
 מתפקדת כמתקן,
 ולכן:
 $U_C = U_{R_4}$

$$U_{C_{DC}} = \frac{\frac{E_{DC}}{R_1 + R_2} + J_{DC}}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\frac{10}{5} + 8}{\frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1.7}} = 10.119V$$

③ כעת נשקף את מקורות ה-DC ונקבל:



הקבוצה ה-AC יש להילב,
 המסלול הוא:

$$X_C = \frac{1}{j2\pi f C} = \frac{1}{j2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = -j7.957\Omega$$

$$Z_4 = X_C \parallel R_4 = -j7.957 \parallel 1.7 = 1.662 \angle -12.06^\circ \Omega$$

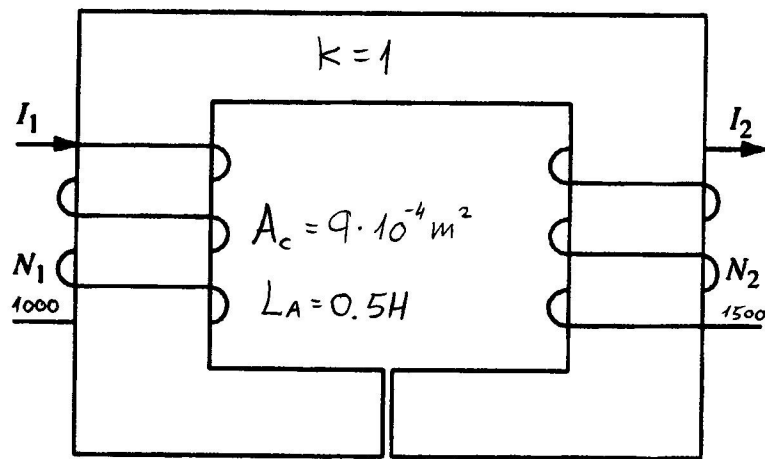
$$U_{C_{AC}} = E_{AC} \cdot \frac{Z_4}{Z_4 + R_{1+3}} = 10 \cdot 10^{-3} \angle 0^\circ \cdot \frac{1.662 \angle -12.06^\circ}{1.662 \angle -12.06^\circ + 2.5} = 4.015 \angle -7.24^\circ mV$$

$$U_{C_{AC}}(t) = 4.015\sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 t - 7.24) = 5.678 \cdot \sin(2\pi \cdot 10^4 t - 7.24^\circ) mV$$

⇓

$$② U_C(t) = U_{C_{DC}} + U_{C_{AC}}(t) = 10.119 + 5.678 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(2\pi \cdot 10^4 t - 7.24^\circ) [V]$$

3



Ⓐ $L_A = \frac{N_1^2}{R_{mT}}$

$0.5 = \frac{1000^2}{R_{mT}}$

$R_{mT} = 2 \cdot 10^6 \frac{1}{H}$

$\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l_g}{A_c} = 2 \cdot 10^6$

$\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l_g}{9 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^6$

$l_g = 2.262 \text{ mm}$

Ⓑ $L_B = \frac{N_2^2}{R_{mT}} = \frac{1500^2}{2 \cdot 10^6} =$

$= 1.125 H$

$\Downarrow$

Ⓒ $M = k \cdot \sqrt{L_A L_B} =$

$= 1 \cdot \sqrt{0.5 \cdot 1.125} =$

$= 0.75 H$

$\Downarrow$

$U_{L_B}(t) = M \cdot \frac{di_1}{dt}$

נדרש, פתרון עבור i_1 ו- i_2 : i_1

$0 \leq t < 5 \text{ sec} \Rightarrow i_1 = 15 A \Rightarrow \frac{di_1}{dt} = 0$

$10 \leq t < 15 \text{ sec} \Rightarrow i_1 = 20 A \Rightarrow \frac{di_1}{dt} = 0$

$5 \leq t < 8 \text{ sec} \Rightarrow a_1 = \frac{0-15}{8-5} = -5 \frac{A}{\text{sec}}$

$i_1 = a_1 t + b_1 = -5t + b_1$

$\frac{di_1}{dt} = -5$

$8 \leq t < 10 \text{ sec} \Rightarrow a_2 = \frac{20-0}{10-8} = 10 \frac{A}{\text{sec}}$

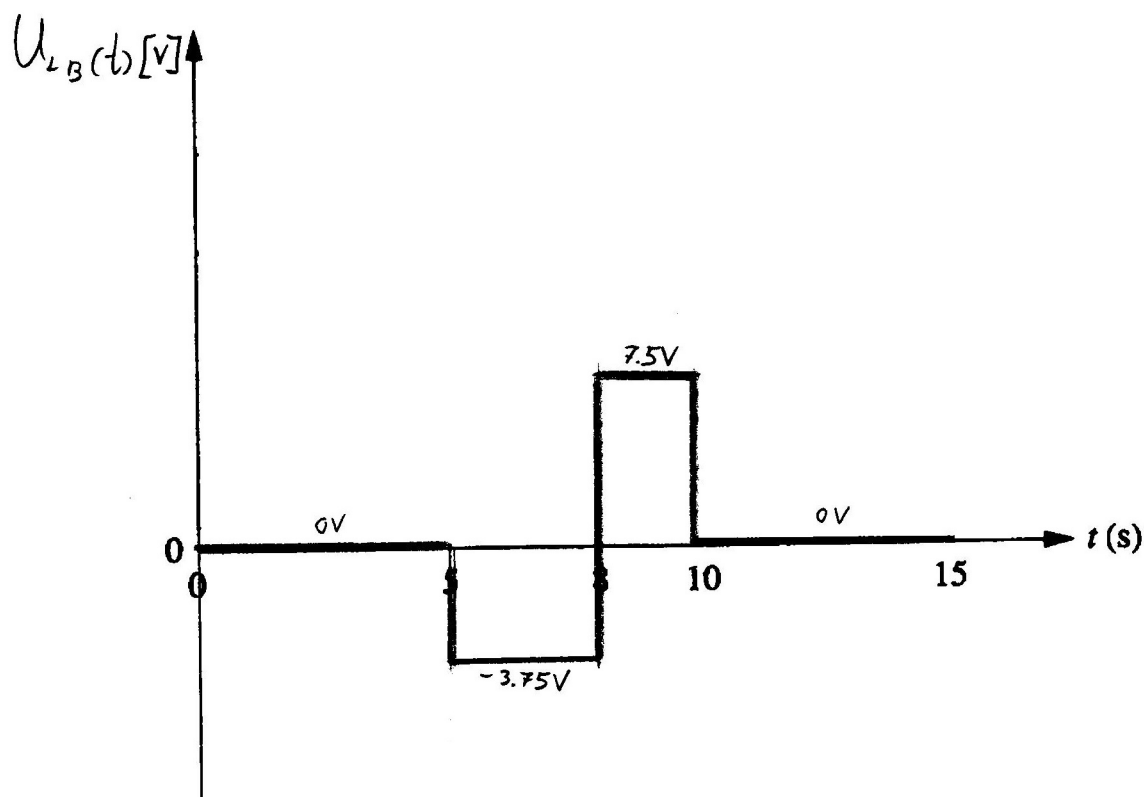
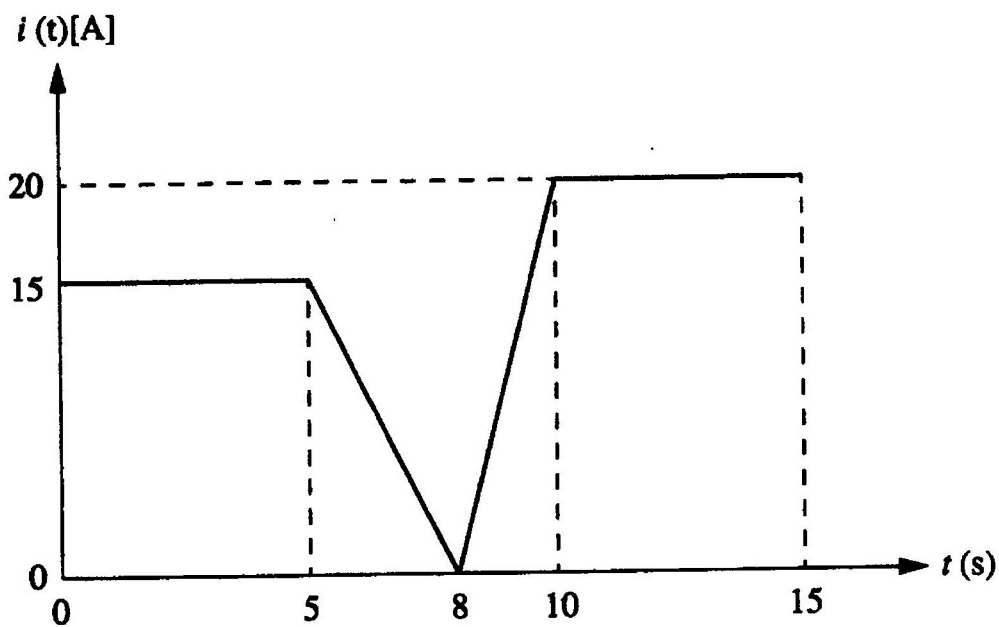
$i_1 = a_2 t + b_2 = 10t + b_2$

$\frac{di_1}{dt} = 10$

$\Downarrow$

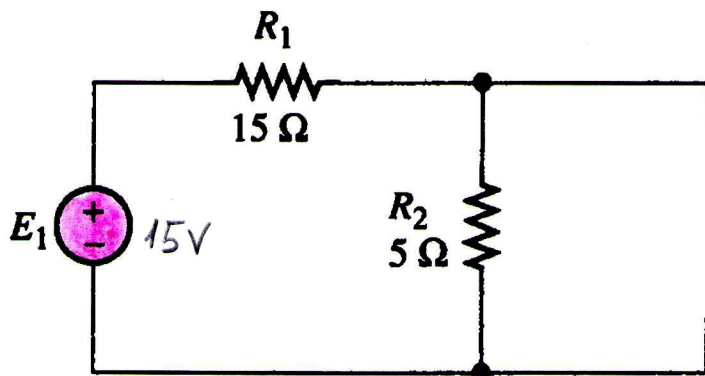
$U_{L_B}(t) = \begin{cases} 0 & , 0 \text{ sec} \leq t < 5 \text{ sec} \\ -3.75 V & , 5 \text{ sec} \leq t < 8 \text{ sec} \\ 7.5 V & , 8 \text{ sec} \leq t < 10 \text{ sec} \\ 0 & , 10 \text{ sec} \leq t \end{cases}$

קצת
המשקל
פר
הפר. פתרון
זה
הוא
פר
הפר



התנאים הם: $0 \leq t < 3 \text{ sec}$ והתנאים הם: $3 \text{ sec} \leq t < 5 \text{ sec}$
 כלומר: $0 \leq t < 3 \text{ sec}$ והתנאים הם: $3 \text{ sec} \leq t < 5 \text{ sec}$

4

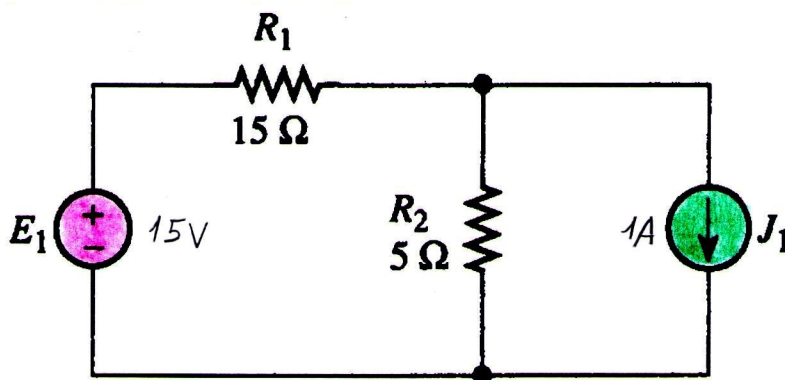


$$3 \text{ sec} \leq t < 5 \text{ sec}$$

$\Downarrow$

$$U_{R_2} = E_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 15 \cdot \frac{5}{20} = 3.75 \text{ V}$$

$$I_{R_1} = \frac{E_1}{R_1 + R_2} = \frac{15}{20} = 0.75 \text{ A}$$



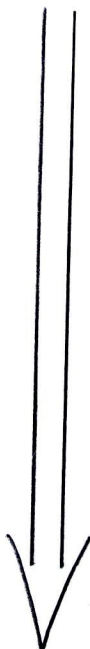
$$5 \text{ sec} \leq t < 10 \text{ sec}$$

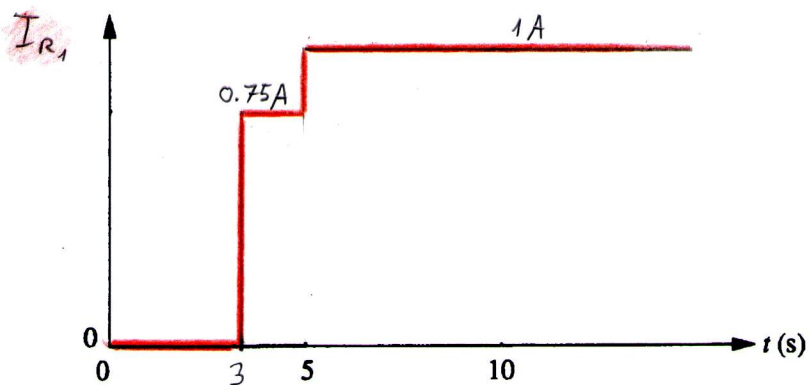
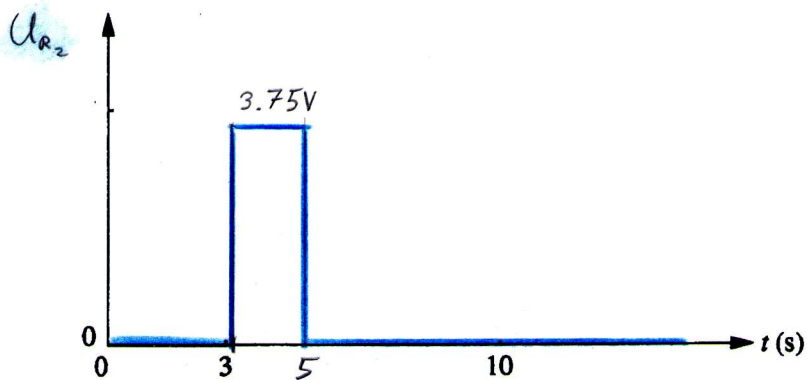
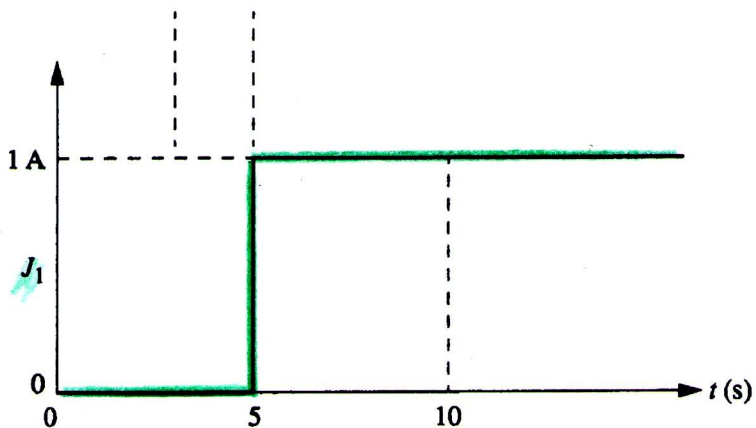
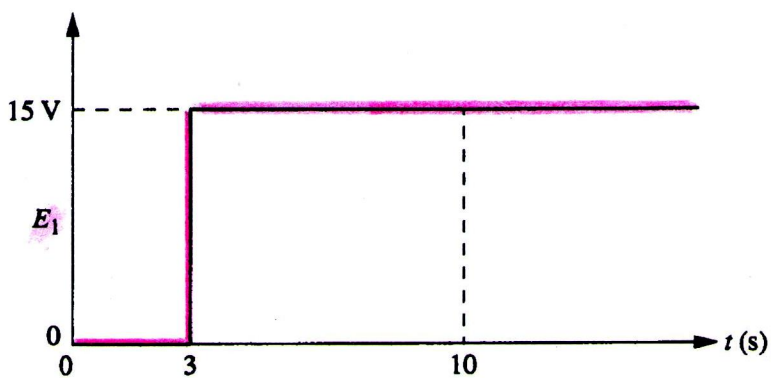
$\Downarrow$

$$U_{R_2} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - J_1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} =$$

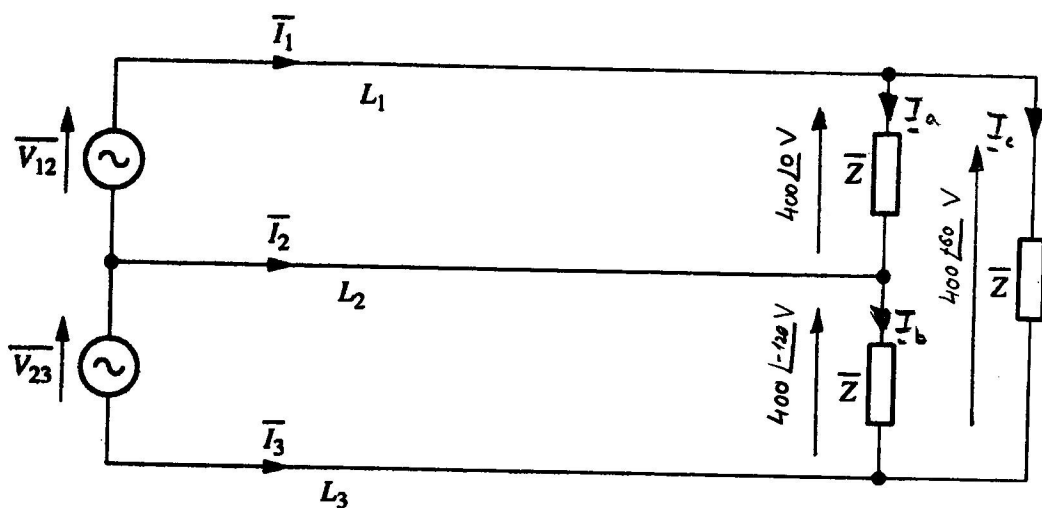
$$= \frac{\frac{15}{15} - 1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{5}} = 0 \text{ V}$$

$$I_{R_1} = \frac{E_1 - U_{R_2}}{R_1} = \frac{15 - 0}{15} = 1 \text{ A} (= J_1)$$





5



3H ההספק ממוקד בין שני "פאזיס", ולכן הזרם שבהם הוא אותו, כלומר $I_1 = I_a + I_c$.

$$\underline{I}_a = \frac{\underline{U}_{12}}{\underline{Z}} = \frac{400\angle 0}{\underline{Z}}, \quad \underline{I}_b = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}} = \frac{400\angle -120}{\underline{Z}}, \quad \underline{I}_c = \frac{\underline{U}_{12} + \underline{U}_{23}}{\underline{Z}} = \frac{400\angle -60}{\underline{Z}}$$

$\Downarrow$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_a + \underline{I}_c = \frac{400\angle 0}{\underline{Z}} + \frac{400\angle -60}{\underline{Z}} = \frac{400\angle 0 + 400\angle -60}{\underline{Z}} = \frac{400\sqrt{3}\angle -30}{\underline{Z}} = \frac{692.82\angle -30}{\underline{Z}}$$

הזרם $\underline{I}_1$ הוא בעל זווית 0.86 (קוסינוס), ולכן $\theta_z = -30.683^\circ \approx -30^\circ$

$\Downarrow$

$$\underline{I}_1 = \frac{692.82\angle -30}{\underline{Z}\angle -30} = \frac{692.82}{\underline{Z}}\angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\underline{U}_{12} = 400\angle 0^\circ \text{ V}$$

$\Downarrow$

$$\theta_{s_{12}} = \theta_{u_{12}} - \theta_{I_1} = 0^\circ - 0^\circ = 0^\circ$$

$\Downarrow$



$$\cos \phi_{s_{12}} = 1$$

$$\frac{\rho_{12}}{S_{12}} = 1$$

$$\frac{4000}{S_{12}} = 1$$

$$S_{12} = 4000 \text{ VA}$$

$$S_{12} = 4000 \angle 0^\circ \text{ VA}$$

$$\underline{I}_1^* \cdot u_{12} = 4000 \text{ L}_0$$

$$\frac{400\sqrt{3}}{7} \angle 0 \cdot 400 \angle 0 = 4000 \angle 0$$

$$\frac{400^2 \sqrt{3}}{Z} = 4000$$

$$Z = 69.282 \Omega$$



$$\underline{\underline{Z}} = 69.282 \angle -30^\circ \Omega = (60 - j34.641) \Omega$$

(ב) הממת על כס צנבה וצנבה הש 400V, וצנב כן:

$$S_z = \frac{U^2}{Z} = \frac{400^2}{69.282} = 2309.401 \text{ VA}$$

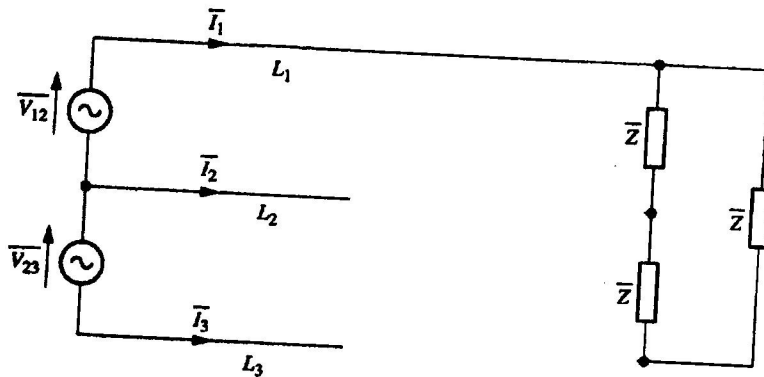
P_{37}^N ההספק של הזנבה הט 0.86 ג'ב'ס, $\delta \mu$ כ/:

$$\phi_s = \phi_r = -30^\circ$$

$$\underline{S}_z = 2309.401 \angle -30^\circ \text{ VA}$$

$$\begin{aligned} \underline{S}_r &= 3 \cdot \underline{S}_z = 3 \cdot 2309.401 \angle -30^\circ = \\ &= 6928.203 \angle -30^\circ \text{ VA} = \\ &= (6000 - j3464.101) \text{ VA} \end{aligned}$$

© המערכת היא חסרת הפסדים, כלומר $P_{\text{loss}} = 0$ ו- $C=1$: כן



$$I_1 = I_2 = I_3 = 0 \text{ A} \Rightarrow P_{\text{loss}} = 0 \text{ W}$$

$$S_r = 0 \text{ VA}$$

$[p, \alpha, \delta, \gamma]$



$\therefore \text{I} \cap \mathbb{Z}_1 = \mathbb{R} \quad \text{and} \quad \text{I} \cap \mathbb{Z}_2 = \mathbb{R}$

$$-jX_c (R + jX_L) + jX_L (R - jX_c) = (R - jX_c)(R + jX_L)$$

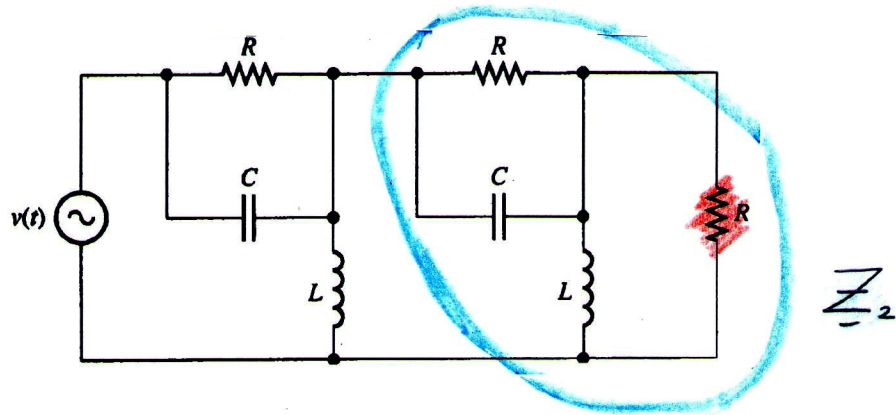
$$-(-1) \cdot X_c X_L = R^2$$

$$R = \sqrt{X_c X_L}$$

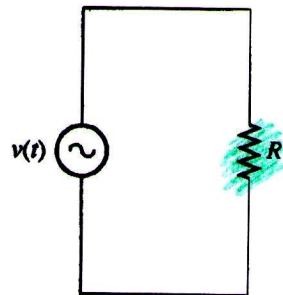
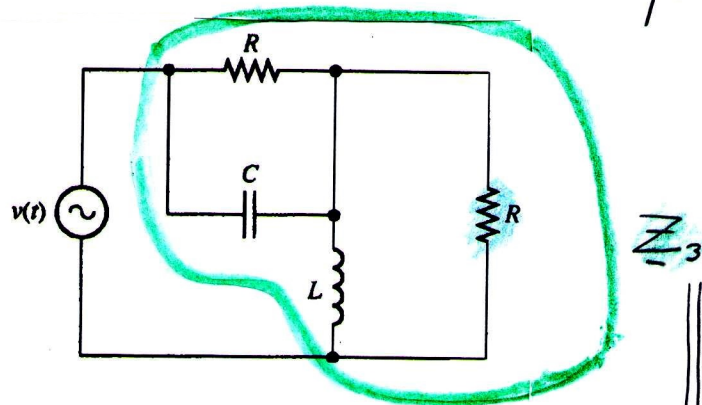
$$R = \sqrt{\frac{\omega L}{\omega C}}$$

$$R = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

כתיב המצורף נראה ככ:



וכאן שיהיה יחס של 3:1, כלומר:



$$\textcircled{2} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow S_T = \frac{U^2}{Z_T} = \frac{U_m^2/2}{R} = \frac{U_m^2}{2R}$$

אכ"ן שיהיה יחס של 3:1, כלומר:

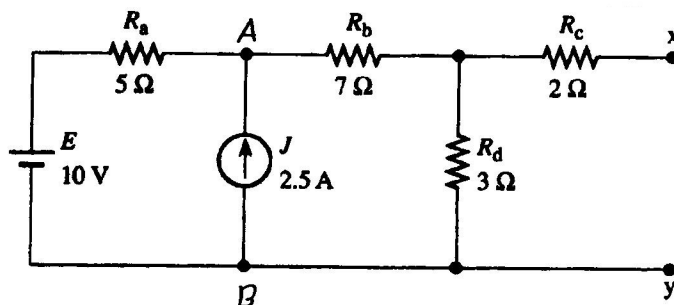
$$P_T = S_T = \frac{U_m^2}{2R} \text{ [W]}$$

$$Q_T = 0 \text{ [VAR]}$$

כלומר, המערכת היא בתאורה (0°).

⑦

①

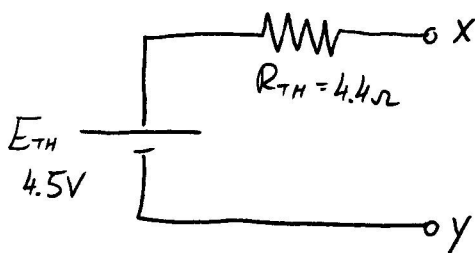


$$R_{TH} = [(R_a + R_b) \parallel R_d] + R_c = (12 \parallel 3) + 2 = 4.4 \Omega$$

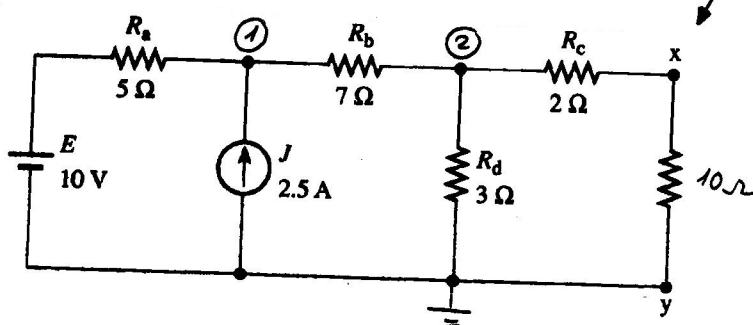
$$E_{TH} = U_{R_d} = U_{AB} \cdot \frac{R_d}{R_d + R_b} = \frac{\frac{E}{R_a} + J}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b + R_d}} \cdot \frac{R_d}{R_d + R_b} =$$

$$= \frac{\frac{10}{5} + 2.5}{5^{-1} + 10^{-1}} \cdot \frac{3}{3+7} = 4.5V$$

⇓



②



$$\begin{cases} +G_{11}V_1 - G_{12}V_2 = I_{sc1} \\ -G_{21}V_1 + G_{22}V_2 = I_{sc2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} +(\frac{1}{5} + \frac{1}{7})V_1 - \frac{1}{7}V_2 = \frac{10}{5} + 2.5 \\ -\frac{1}{7}V_1 + (\frac{1}{7} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2+10})V_2 = 0 \end{cases}$$

⇓

$$V_1 = 14.687V$$

$$V_2 = 3.75V$$

⇓

$$P_J = J \cdot V_1 = 2.5 \cdot 14.687 = 36.717W$$

(200)

$$R_{20} = 20 \Omega$$

$$C = 1.5 \mu F$$

$$\textcircled{e} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R_{\text{eq}}^2}{L^2}} = \sqrt{\frac{1}{2.5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.5 \cdot 10^{-6}} - \frac{20^2}{(2.5 \cdot 10^{-3})^2}} = 14.236 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$\textcircled{2} R_{100} = R_{20} [1 + \alpha (100 - 20)] = 20 [1 + 0.0044 \cdot 80] = 27.04 \Omega$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{12.234 \cdot 10^3}{2\pi} = 1947.167 \text{ Hz}$$

$$X_c = -j \frac{1}{\omega_0 C} = -j \frac{1}{14.236 \cdot 10^3 \cdot 1.5 \cdot 10^{-6}} = -j 46.83 \Omega$$

↓

$$S_T = P_T = \frac{U^2}{Z_T} = \frac{100}{83.368} = 1.2 \text{ W}$$