

במכון מחקר מרכז המחקר והייעוץ
מחלקת אלקטרוניקה - 2015

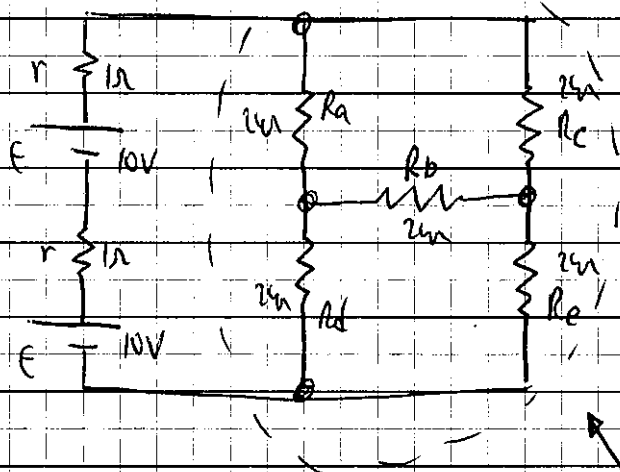
1. אלקטרוניקה

יוסי יאשי
מנהל המכללה

א. (החלף את המעגל הבא):

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{12^2}{6} = 24 \Omega$$

ב. (החלף את המעגל הבא):



$I_{Rb} = 0 \Leftrightarrow R_a \cdot R_e = R_c \cdot R_d$! זהו מצב של התאמה

מאחר והתאמה:

$$R_T = [(R_a + R_d) \parallel (R_c + R_e)] + r + r$$

$$R_T = 48 \parallel 48 + 2 = 26 \Omega$$

$$I_T = \frac{E + E}{R_T} = \frac{20}{26} = 0.769 A$$

$$I_{Ra} = I_{Rd} = I_{Rc} = I_{Re} = \frac{I_T}{2} = \frac{0.769}{2} = 0.384 A \quad \left(\begin{array}{l} \text{זרם} \\ \text{בכל אחת מהרזיסטורים} \end{array} \right)$$

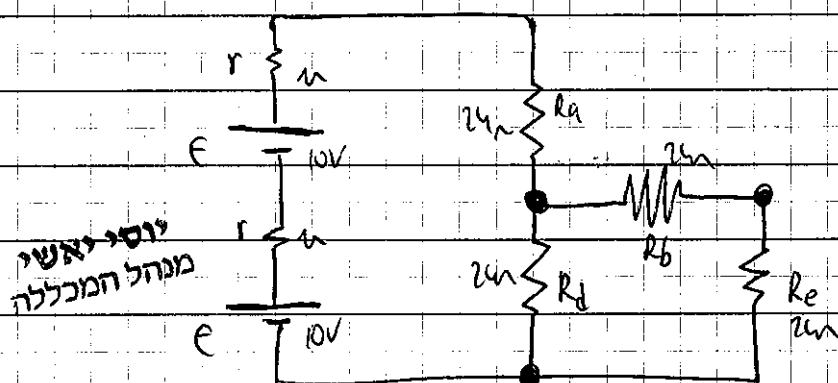
$$I_{Ra} = I_{Rd} = 0.384 A$$

$$I_{Rc} = I_{Re} = 0.384 A$$

$$P_{Ra} = P_{Rc} = P_{Rd} = P_{Re} = I^2 \cdot R = 0.384^2 \cdot 24 = 3.538 (W)$$

$$P_{Rb} = 0 (W)$$

12) (20) אר (המלך) שלם כלב (המלך) ו (המלך) נחמיה



~~$P_{RC} = O(W)$~~ ! תלכודת ארוכה !

$$R_T = [(R_b + R_c) \parallel R_d] + R_a + r + r$$

$$R_T = 48 \parallel 24 + 24 + 1 + 1 = 42 \Omega$$

$$I_T = \frac{2\epsilon}{R_T} = \frac{20}{42} = 0.476A$$

$$I_{Rd} = I_r \cdot \frac{(R_b + R_e)}{R_b + R_e + R_d} = 0.4 \times \frac{48}{48 + 24} = 0.311 \text{ A}$$

$$I_{Rb} = I_{Re} = I_T - I_{Rd} = 0.476 - 0.317 = 0.158 \text{ A}$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P_{Ru} = 0.476^2 \cdot 24 = 5.437 \text{ (W)}$$

$$P_{rd} = 0.317^2 \cdot 29 = 2.411 \text{ (W)}$$

$$P_{RB} = P_{RE} = 0.158^2 \cdot 24 = 0.603 \text{ (W)}$$

$$\Delta P = I_T^2 \cdot (r + r') = 0.476^2 \cdot 2 = 0.453 \text{ (W)}$$

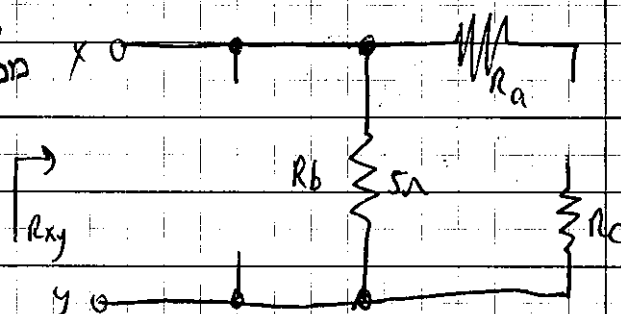
ק)

2 אבדן
(60) ולת תזמן כלפי נק' $y-x$

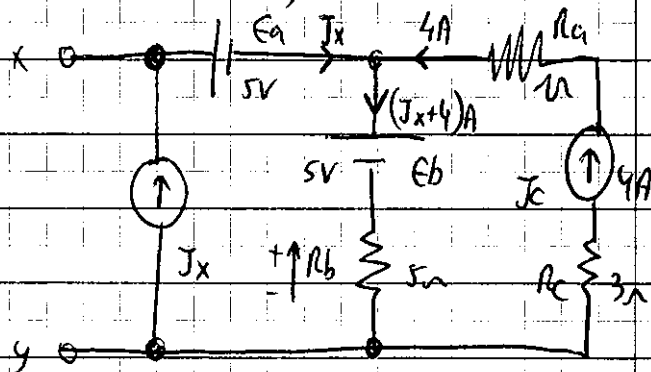
נציג R_{TH} (R_{xy})

נוסף נאשר
מנהל המכללה

$$R_{xy} = R_{TH} = 5\Omega$$



נציג V_{TH} (V_{xy})

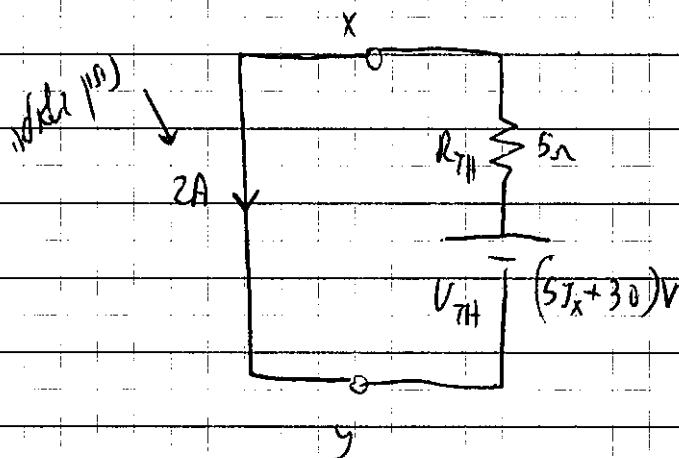


$$V_{xy} = +E_a + E_b + V_{Rb}$$

$$V_{xy} = 10 + (J_x + 4) \cdot 5$$

$$V_{xy} = 10 + 5J_x + 20 = (5J_x + 30)V$$

(60) ולת תזמן כלפי הנקודות x ו- y



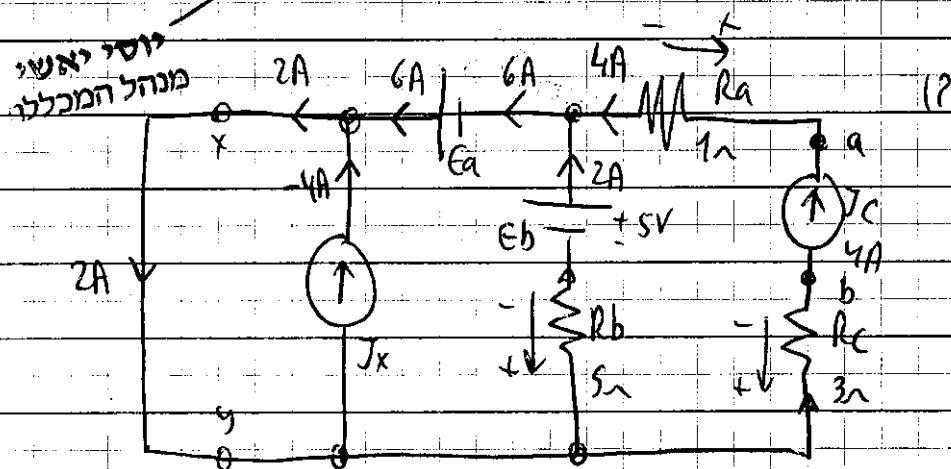
$$I_T = \frac{V_{TH}}{R_{TH}}$$

$$I_T = \frac{5J_x + 30}{5}$$

$$10 = 5J_x + 30$$

$$5J_x = -20$$

$$J_x = -4 \text{ (A)}$$



$$I_{Ea} = I_{xy} - J_x = 2 - (-4) = 6A$$

זו חוק וולט'ה של קירכהוף:

$$I_{Rb} = I_{Ea} - I_{Rc} = 6 - 4 = 2(A)$$

$$V_{ab} = +V_{Ra} + E_b - V_{Rb} + V_{Rc}$$

$$V_{ab} = 4 \cdot 1 + 5 - 2 \cdot 5 + 4 \cdot 3 = 11V$$

$$P_{Jc} = V_{ab} \cdot J_c = 4 \cdot 11 = 44 (W)$$

3. אלק

$$N = 1200 \text{ Turns}$$

א

נתון: קבלתו של המגנטון אר (מ"מ) וקבלתו של המגנטון
הקבלה והקבלה "מחזורית" "מחזורית"

$$R_{MT} = 2 \cdot R_g$$

נוסח יחסי
מנהל המכללה

$$R_{MT} = 2 \cdot \frac{l_g}{\mu_0 \cdot A_g} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12 \cdot 10^{-4}} = 2.652 \cdot 10^6 \frac{\text{A}^2}{\text{wb}}$$

$$L = \frac{N^2}{R_{MT}} = \frac{1200^2}{2.652 \cdot 10^6} = 0.542 \text{ (H)}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

$$R = \frac{L}{\tau} = \frac{0.542}{0.018} = 30.159 \text{ (}\Omega\text{)}$$

הקבלה והקבלה "מחזורית" "מחזורית"

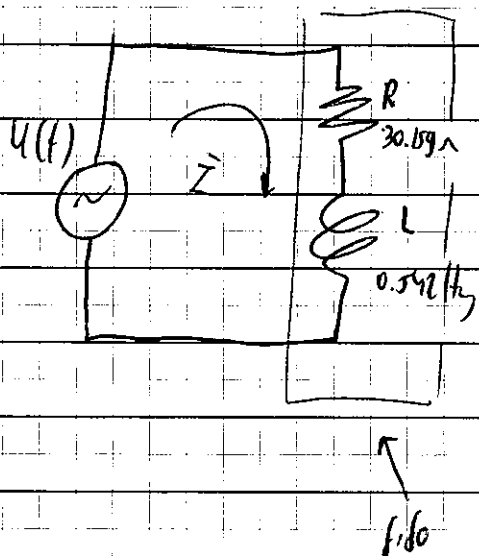
$$X_L = \omega L = 314 \cdot 0.542 = 170.188 \Omega$$

$$\bar{Z} = R + jX_L = (30 + j170.188) \Omega$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{U}_T}{\bar{Z}} = \frac{\frac{311}{\sqrt{2}} \angle 0}{(30 + j170.188)} =$$

$$= 1.272 \angle -80^\circ \text{ A}$$

$$I_{\max} = \sqrt{2} |\bar{I}| = \sqrt{2} \cdot 1.272 = 1.798 \text{ A}$$



המתח של המעגל עם הזרם (אמפר)

$$\begin{cases} 9 = 5a + b \\ 3 = 2a + b \end{cases}$$

$$6 = 3a$$

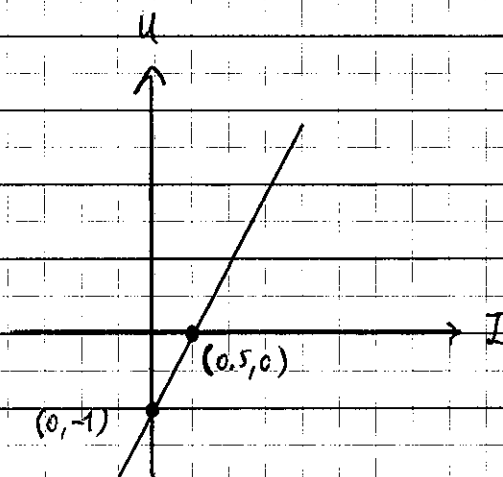
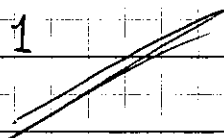
$$a = 2$$

$$9 = 5a + b$$

$$b = 9 - 5a = 9 - 5 \cdot 2 = -1$$

נוספת לאנשים
מנהל המכללה

$$u = 2I - 1$$



$$u = 0 \Rightarrow 0 = 2I - 1$$

$$2I = 1 \Rightarrow I = 0.5 \text{ A}$$

$$I = 0 \Rightarrow u = 2 \cdot 0 - 1$$

$$u = -1$$

$$u = 2I - 1$$

$$1 = 2I - 1$$

$$2 = 2I \Rightarrow I = 1 \text{ (A)}$$

5. אלקטר

א) נחשבו את מתח המסלול בין הנקודות 1 ו 0:

$$\bar{U}_{0N} = \frac{\frac{\bar{V}_1}{\bar{Z}_1} + \frac{\bar{V}_2}{\bar{Z}_2} + \frac{\bar{V}_3}{\bar{Z}_3}}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3}}$$

נוסחה ידועה
מנהל המכללה

$$\bar{U}_{0N} = \frac{\frac{500}{10 \angle 45^\circ} + \frac{500 \angle 120^\circ}{16 \angle 110^\circ} + \frac{500 \angle 120^\circ}{16 \angle 110^\circ}}{\frac{1}{10 \angle 45^\circ} + \frac{1}{16 \angle 110^\circ} + \frac{1}{16 \angle 110^\circ}} = 141 \angle -55.805^\circ \text{ (V)}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_{0N} - \bar{V}_1}{\bar{Z}_1} = \frac{141 \angle -55.805^\circ - 500 \angle 0^\circ}{10 \angle 45^\circ} \quad (2)$$

$$\bar{I}_1 = 43.661 \angle 150.493^\circ \text{ (A)} \quad (\leftarrow)$$

3) אנו חושבים את $\bar{I}_1$ כגורם מניע (→) ואלקטר

$$\bar{I}_1 = -(43.661 \angle 150.493^\circ) = 43.661 \angle -29.507^\circ \text{ (A)}$$

$$\bar{S}(V_1) = \bar{V}_1 \cdot \bar{I}_1^* = 500 \angle 0^\circ \cdot 43.661 \angle 29.507^\circ \quad (2)$$

$$\bar{S}(V_1) = 21830.5 \angle 29.507^\circ \text{ VA} = (18998.98 + j10452.17) \text{ VA}$$

$\uparrow$ $\uparrow$
 $P(W)$ $Q(VAr)$

6. אסא

(א) סכס סרר יתרלל זמרל ותרל"מ ררר נרר
 הרררר (רררר) $z_1 = 0$ א $z_2 = 0$ כררר,
 תרררר אררר של ררר רררררר ררר:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

רררר רררר
 מררל הרררלל

תרררר 1:

$$f_{0(1)} = \frac{1}{2\pi\sqrt{1 \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot 10^{-6}}} = 1591.549 \text{ (Hz)}$$

תרררר 2:

$$f_{0(2)} = \frac{1}{2\pi\sqrt{25 \cdot 10^{-7} \cdot 100 \cdot 10^{-6}}} = 318.309 \text{ (Hz)}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{U}_T}{\bar{Z}_T} = \frac{50 \angle 0^\circ}{R_1 + R_2} = \frac{50 \angle 0^\circ}{110 \angle 0^\circ} = 0.454 \text{ A}$$

(?)

$$P_{R_2} = |\bar{I}|^2 \cdot R_2 = 0.454^2 \cdot 100 = 20.661 \text{ (W)}$$

(א) סרר $z_{R_1} = 0$ כרר סרררר ררררר
 ררר ררר ררררר כרר ררר רררר רררר ררר
 ררר רררר ררר ררר (ררר):

$$\bar{Z}_1 = -\bar{Z}_2$$

$$j\omega_0 L_1 + \frac{1}{j\omega_0 C_1} = -\left(j\omega_0 L_2 + \frac{1}{j\omega_0 C_2}\right)$$

$$j\omega_0 L_1 + \frac{1}{j\omega_0 C_1} = -j\omega_0 L_2 - \frac{1}{j\omega_0 C_2}$$

$$j\omega_0 L_1 + \frac{1}{j\omega_0 C_1} + j\omega_0 L_2 + \frac{1}{j\omega_0 C_2} = 0 \quad | \cdot j\omega_0$$

$$j^2 \omega_0^2 L_1 + \frac{1}{C_1} + j^2 \omega_0^2 L_2 + \frac{1}{C_2} = 0$$

$$-\omega_0^2 L_1 + \frac{1}{C_1} + \omega_0^2 L_2 + \frac{1}{C_2} = 0$$

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \omega_0^2 L_1 + \omega_0^2 L_2$$

יוסי יאשי
מנהל המכללה

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \omega_0^2 (L_1 + L_2)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}{L_1 + L_2}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{10 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}}}{1 \cdot 10^{-3} + 2.5 \cdot 10^{-3}}} = 5606.119 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

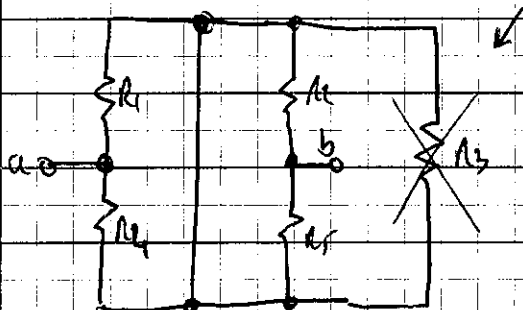
$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{5606.119}{2\pi} = 892.741 \text{ (Hz)}$$

7 דוג

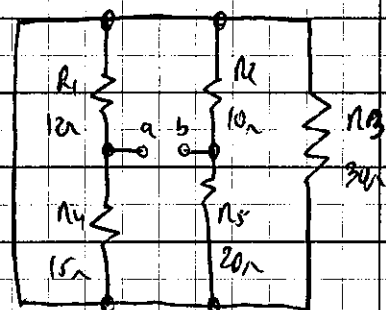
11) כלל חסן (כאן) ונקודת a-b:

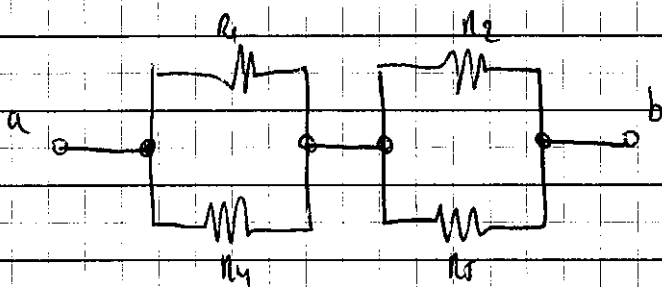
12) $\bar{Z}_{ab}$ ו- $\bar{I}_{th}$

13) $\bar{I}_{N1}$



$\Leftarrow$

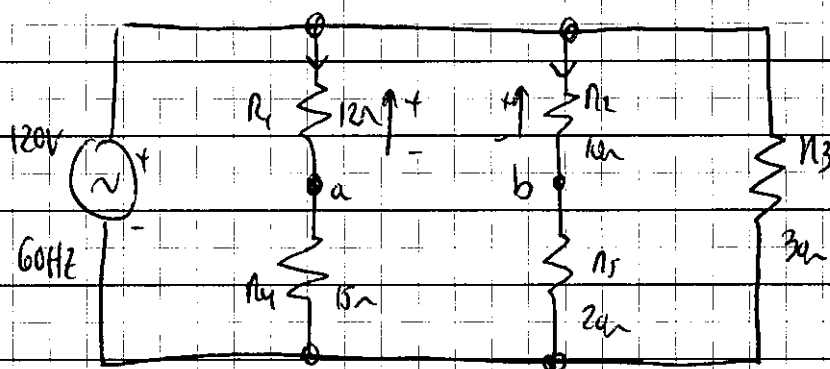




$$\bar{Z}_{ab} = R_1 \parallel R_4 + R_2 \parallel R_5 = 12 \parallel 15 + 10 \parallel 20$$

$$\bar{Z}_{ab} = \bar{Z}_{th} = 13.333 \Omega$$

חילול $\bar{U}_{th}$ ($\bar{U}_{ab}$): יחסית פשוט מנהל המכונה

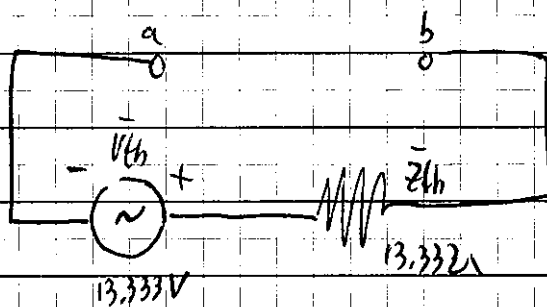


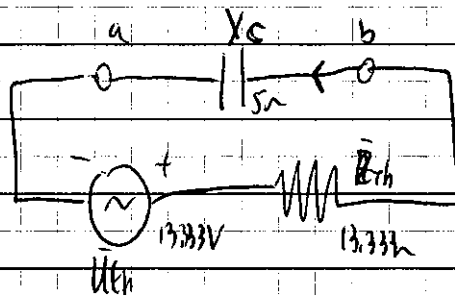
$$\bar{U}_{ab} = -\bar{U}_{R_1} + \bar{U}_{R_2}$$

$$\bar{U}_{ab} = -\frac{120 \cdot 12}{27} + \frac{120 \cdot 10}{30} = -13.333 V$$

$$\bar{U}_{th} = 13.333 V$$

! חילול $\bar{U}_{th}$





יוסי יאשי
מנהל המכללה

$$\bar{Z}_T = \bar{Z}_{Th} + \bar{Z}_C = (13.333 - j5) \Omega$$

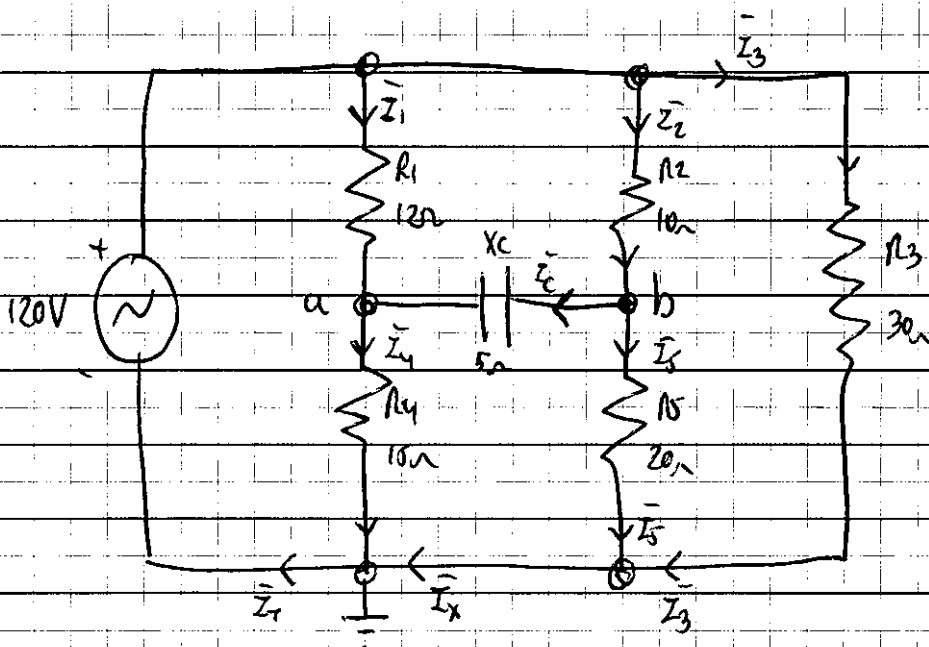
$$\bar{I}_T = \frac{\bar{U}_{Th}}{\bar{Z}_T} = \frac{13.333 \angle 0^\circ}{(13.333 - j5)} = 0.936 \angle 20.556^\circ \text{ A}$$

$$|Q_C| = |\bar{Z}_T|^2 \cdot X_C = 0.936^2 \cdot 5 = 4.38 \text{ VAR}$$

הי"מ וק"מ נן קלף פאז דעמך, ג'י ושל פ' פ' וסמך (וה"מ) (וה"מ) דעמך

$$|Q_T| = 4.38 \text{ (VAR)} \quad (\text{קוטר})$$

$$\bar{U}_C = \bar{I}_C \cdot \bar{Z}_C = 0.936 \angle 20.556^\circ \cdot 5 \angle -90^\circ = 4.68 \angle -69.444^\circ \text{ V}$$



$$\bar{U}_{ba} = 4.68 \angle -69.444^\circ \text{ V}$$

$$\bar{I}_2 = \bar{I}_3 + \bar{I}_5 \quad : b \quad \text{נחלק ב-2}$$

$$\frac{120 - \bar{U}_b}{10} = \frac{\bar{U}_{ba}}{-j5} + \frac{\bar{U}_b}{20}$$

$$\frac{120 - \bar{U}_b}{10} = \frac{4.63 \angle -69.44^\circ}{-j5} + \frac{\bar{U}_b}{20}$$

יוסי יאשי
מנהל המכללה

$$\frac{120 - \bar{U}_b}{10} = 0.926 \angle 20.536^\circ + \frac{\bar{U}_b}{20} \quad | \cdot 20$$

$$240 - 2\bar{U}_b = 18.52 \angle 20.536^\circ + \bar{U}_b$$

$$3\bar{U}_b = 222.954 \angle -1.632^\circ$$

$$\bar{U}_b = 74.251 \angle -1.632^\circ \text{ V}$$

$$\bar{I}_3 = \frac{120}{30} = 4 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_5 = \frac{\bar{U}_b}{25} = \frac{74.251 \angle -1.632^\circ}{25} = 3.712 \angle -1.632^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_x = \bar{I}_3 + \bar{I}_5 = 4 \angle 0^\circ + 3.712 \angle -1.632^\circ = 7.711 \angle -0.805^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_4 = \frac{\bar{U}_a}{R_4} = \frac{\bar{U}_b - \bar{U}_{ba}}{R_4} \quad \leftarrow \quad \begin{aligned} \bar{U}_{ba} &= \bar{U}_b - \bar{U}_a \\ \bar{U}_a &= \bar{U}_b - \bar{U}_{ba} \end{aligned}$$

$$\bar{I}_4 = \frac{74.251 \angle -1.632^\circ - 4.63 \angle -69.44^\circ}{15}$$

$$\bar{I}_4 = 4.841 \angle 1.748^\circ \text{ A}$$

$$\bar{I}_7 = \bar{I}_4 + \bar{I}_x = 4.841 \angle 1.748^\circ + 7.711 \angle -0.805^\circ$$

$$\bar{I}_7 = 12.527 \angle 0.165^\circ \text{ A}$$

$$\bar{S}_7 = \bar{U}_7 \cdot \bar{I}_7^* = 120 \angle 0^\circ \cdot 12.527 \angle -0.165^\circ =$$

$$\bar{S}_T = (1503, 233 - j4,32) \text{ VA}$$

$\uparrow$
 $P_T(u)$

הכוח המסופק
למערכת
המכילה
המסופק
למערכת
המכילה
המסופק
למערכת
המכילה

$$\Delta\phi = \phi_{uc} - \phi_{ut} = -69,444 - 0 = -69,444(^{\circ}) \quad (1)$$

$$Q_{C_{\max}} = U_{C_{\max}} \cdot C$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 5} = 530,516 (\mu F)$$

$$Q_{C_{\max}} = \sqrt{2} \cdot |U_C| \cdot C$$

$$Q_{C_{\max}} = \underbrace{\sqrt{2} \cdot 4,68}_{U_{C_{\max}}} \cdot 530,516 \cdot 10^{-6} = 3,511 (\text{mC})$$

