

פתרון מבחן מה"ט

תורת החסמל

קיץ 2014

פתר: אבי יומטוביאן

©

כל הזכויות שמורות

1

Ⓔ $U_{oc} = U_z = 50V \Rightarrow Z_L = \frac{U_z}{I} = 10 \Omega$
 $I = 5A$

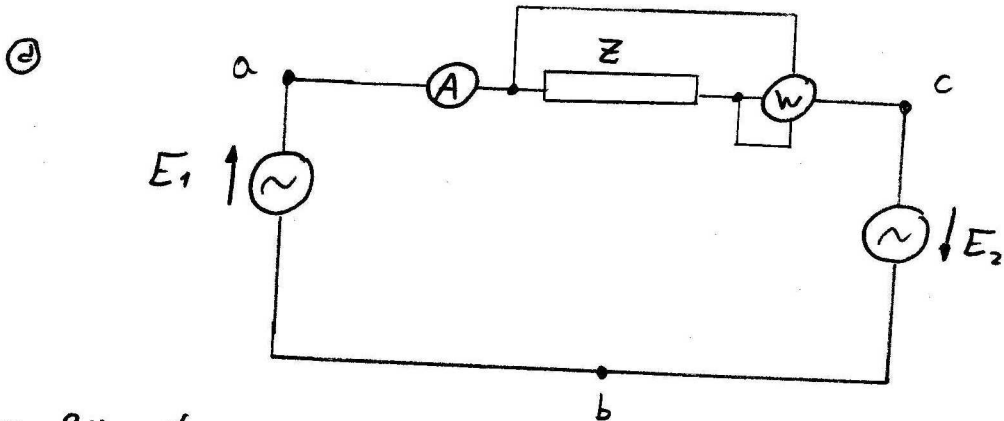
$S_z = U_z \cdot I = 50 \cdot 5 = 250VA$

$P_z = 150W \quad (P_w)$

$\phi_z = \arccos\left(\frac{P_z}{S_z}\right) = \cos^{-1}\frac{150}{250} = 53.13^\circ$

$Z = 10 \angle 53.13^\circ \Omega = (R + jX_L) \Omega$
 $\downarrow \quad \downarrow$
 $R \quad X_L$

Ⓕ $\Delta \phi = \phi_{E_1} - \phi_{E_2} = 75^\circ - (-15^\circ + 180^\circ) = 75^\circ - 165^\circ = -90^\circ$
! בד"ק



האמפרמטר יחבר בקצה עם ה-Z, ואילו הוולטמטר יחבר עם בקצה וניק במקום.

Ⓗ $P_w = 150W$

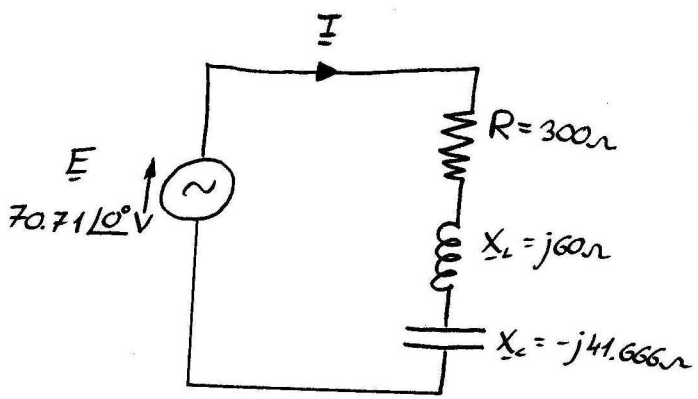
2

$$\underline{E} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} \angle \phi_u = \frac{100}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ = 70.71 \angle 0^\circ \text{ V}$$

על פי $\cos \phi$ נתון $\phi = 0^\circ$ (התאמה) $\Rightarrow \phi = 0^\circ$!

$$\omega = 3000 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \Rightarrow \underline{X}_L = j60 \Omega$$

$$\underline{X}_C = -j41.666 \Omega$$



$$\underline{I} = \frac{\underline{E}}{R + \underline{X}_L + \underline{X}_C} = \frac{70.71 \angle 0^\circ}{300 + j60 - j41.666} = 0.235 \angle -3.5^\circ \text{ A}$$

⇓

① $P_R = I^2 \cdot R = 0.235^2 \cdot 300 = 16.567 \text{ W}$,

② $U_C = \underline{I} \cdot \underline{X}_C = 0.235 \angle -3.5^\circ \cdot (-j41.666) = 9.802 \angle -93.5^\circ \text{ V}$,

③ $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{20 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}} \approx 400 \text{ Hz} \Rightarrow \omega_0 = 2500 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

⇓

③ $\underline{X}_L = j50 \Omega \quad \underline{X}_C = -j50 \Omega \Rightarrow \underline{I}_0 = \frac{\underline{E}}{R} = 0.235 \angle 0^\circ \text{ A}$

⇓

$$\underline{U}_C = \underline{I}_0 \cdot \underline{X}_C = 0.235 \angle 0^\circ \cdot (-j50) = 11.785 \angle -90^\circ \text{ V}$$

$$\Delta \phi = \phi_E - \phi_{u_C} = 0 - (-90) = 90^\circ \leftarrow$$

3

פרמטר	גודל
-------	------

$$\mu_r = 2000$$

$$\mu_o = 1$$

$$l_r = 120 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l_o = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A_r = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A_o = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

⇓

⇓

$$R_{m_r} = \frac{1}{\mu_o \mu_r} \cdot \frac{l_r}{A_r} = 477.464 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{H}} \quad R_{m_o} = \frac{1}{\mu_o \mu_o} \cdot \frac{l_o}{A_o} = 39788.735 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{H}}$$

⇓

$$R_{m_T} = R_{m_r} + R_{m_o} = 40.266 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$$

⇓

$$\textcircled{a} \quad L = \frac{N^2}{R_{m_T}} = \frac{350^2}{40.266 \cdot 10^6} = 3.042 \text{ mH}$$

ⓐ בקיבול ישר הסלם מהווה קצר, ולכן לכל חוקי קירי נכנס:

$$R_L = \frac{U_{DC}}{I_{DC}} = \frac{50}{5} = 10 \Omega$$

⇓

$$\textcircled{b} \quad \tau = \frac{L}{R} = \frac{3.042 \cdot 10^{-3}}{10} = 304.225 \mu \text{ sec}$$

$$\textcircled{c} \quad X_L = j 2\pi f L = j 2\pi \cdot 1000 \cdot 3.042 \cdot 10^{-3} = j 19.113 \Omega$$

⇓

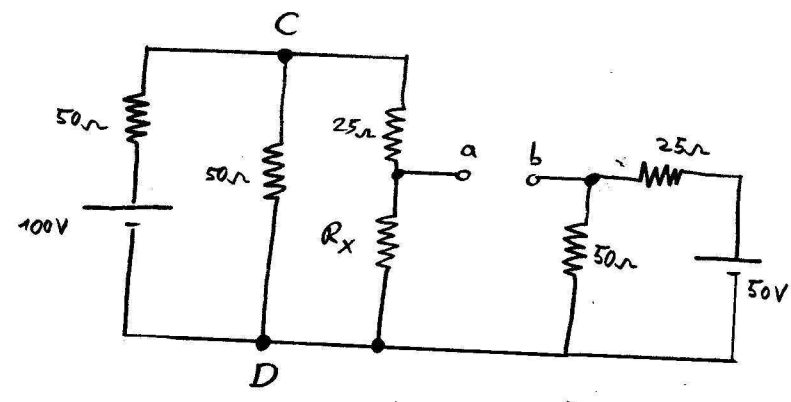
$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{X_L + R_L} = \frac{100 \angle 0^\circ}{10 + j 19.113} = 4.635 \angle -62.38^\circ \text{ A}$$

במקרה של חיבור 3 נורות, נדרש "הנה" כי כל נורה
 וכל נורה נחשבת כנורה אחת R_y (4)

$$R_{TH} = (25 \parallel 50) + \left[\left[(50 \parallel 50) + 25 \right] \parallel R_x \right] =$$

$$= 16.666 + \left[\left[25 + 25 \right] \parallel R_x \right] =$$

$$= 16.666 + \left[50 \parallel R_x \right] \text{ [}\Omega\text{]}$$



$$E_{TH} = U_{ab} = V_a - V_b$$

$$U_{CD} = \frac{\frac{100}{50}}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50} + \frac{1}{25+R_x}} = \frac{2}{\frac{1}{25} + \frac{1}{25+R_x}} =$$

$$= \frac{2}{\frac{25+R_x+25}{25(25+R_x)}} = \frac{50(25+R_x)}{50+R_x}$$

⇓

$$V_a = U_{R_x} = U_{CD} \cdot \frac{R_x}{R_x + 25} = \frac{50(25+R_x)}{50+R_x} \cdot \frac{R_x}{(25+R_x)} = \frac{50R_x}{50+R_x}$$

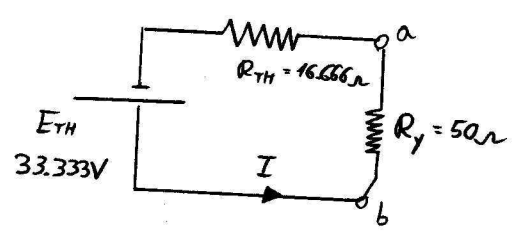
$$V_b = 50 \cdot \frac{50}{50+25} = 33.333V$$

⇓

$$E_{TH} = \frac{50R_x}{50+R_x} - 33.333 \text{ [V]}$$

וכי כל נורה אחת

ⓐ $R_x = 0\Omega \Rightarrow R_{TH} = 16.666\Omega, E_{TH} = -33.333V$



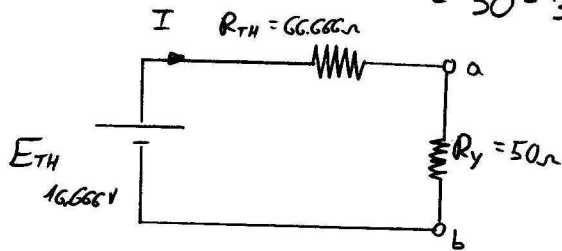
$$I = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R_y} = 0.5A$$

$$\textcircled{a} R_x = \infty \Rightarrow R_{TH} = 16.666 + [50 \parallel \infty] =$$

$$= 16.666 + 50 = 66.666 \Omega$$

$$E_{TH} = \frac{50 \cdot \infty}{50 + \infty} - 33.333 = \frac{50 \cancel{\infty}}{\infty} - 33.333 =$$

$$= 50 - 33.333 = 16.666 \text{ V}$$



$$I = \frac{E_{TH}}{R_{TH} + R_y} = 0.143 \text{ A}$$

$$P_y = I^2 \cdot R_y = 0.143^2 \cdot 50 = 1.022 \text{ W}$$

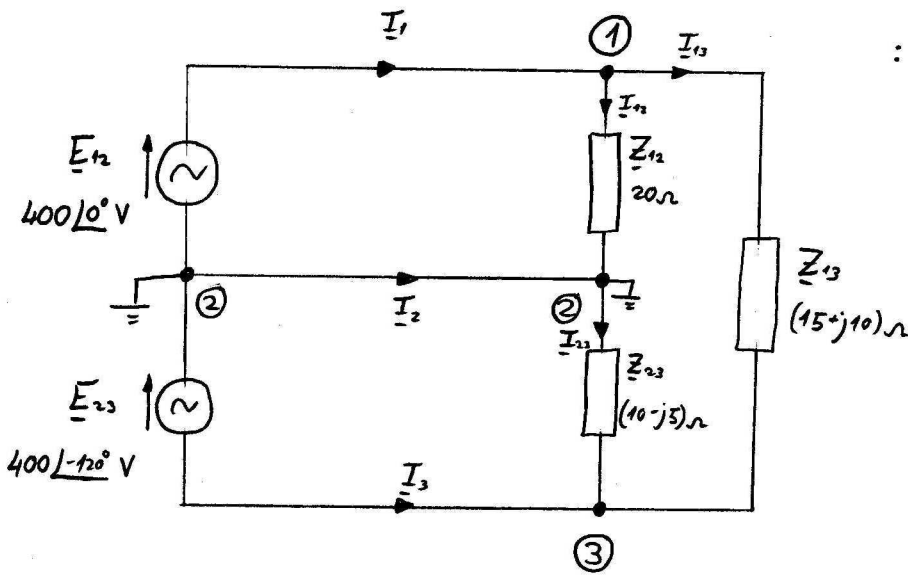
כאמור, כאשר לבטל את סעיפים א' ו-ב' ברשימת אחרות, שגרת יור בשלוח (זמ' חזיק, אחת' נחתי, החיות), אך אין מנוס אלפתתם באגמן' בסעיף ג', ולכן נקלט בליה זו אחת'לר הפיתרון, כלל הנחה.

$$\textcircled{d} P_{R_y} = 0 \Rightarrow I = 0 \Rightarrow E_{TH} = 0$$

$$\frac{50 R_x}{50 + R_x} - 33.333 = 0$$

$$R_x = 100 \Omega$$

: P' מ"ב מ"מ [II]



(b)

$$\underline{I}_{12} = \frac{\underline{E}_{12}}{\underline{Z}_{12}} = \frac{400 \angle 0^\circ}{20} = 20 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_{23} = \frac{\underline{E}_{23}}{\underline{Z}_{23}} = \frac{400 \angle -120^\circ}{10 - j5} = 35.777 \angle -93.4^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_{13} = \frac{\underline{E}_{12} + \underline{E}_{23}}{\underline{Z}_{13}} = \frac{400 \angle 0^\circ + 400 \angle -120^\circ}{15 + j10} = 22.188 \angle -93.7^\circ \text{ A}$$



$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{12} + \underline{I}_{13} = 28.9 \angle -50^\circ \text{ A}$$

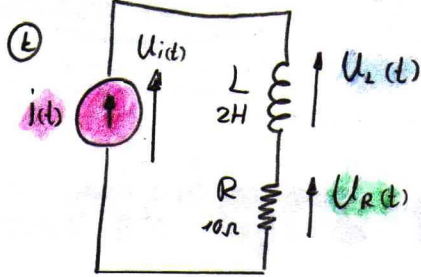
$$\underline{I}_2 = \underline{I}_{12} - \underline{I}_{23} = 42.01 \angle 58.2^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_3 = -(\underline{I}_{23} + \underline{I}_{13}) = 57.964 \angle 86.5^\circ \text{ A}$$

כ"מיון 2 ו-1 זכה אטמולין אהסגה בטלה הקומצמ

יתרון הטלה: קצה וטזנין באופן מ"מ! "חסרון" הטלה: צ"ק ארז'3 קצת P1 קל.

6



use formula

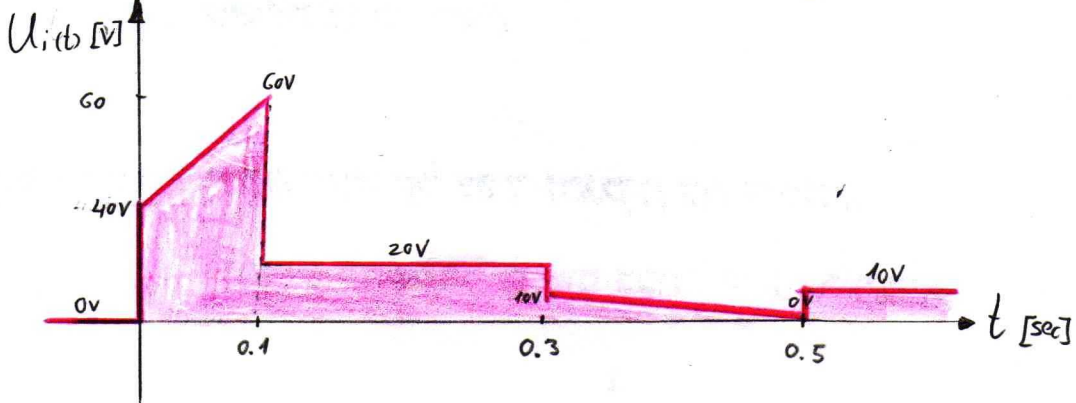
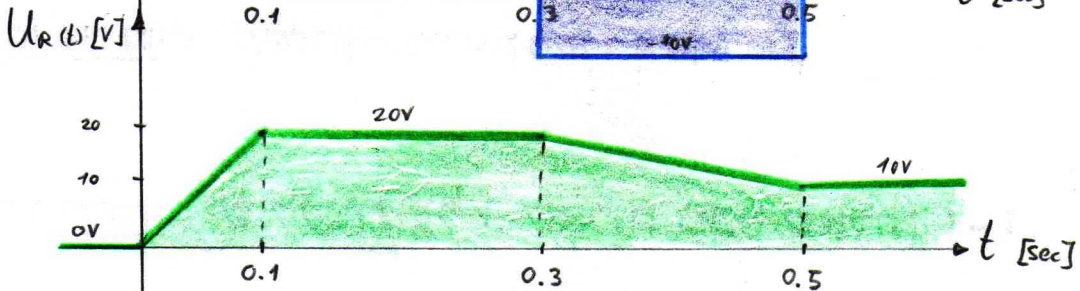
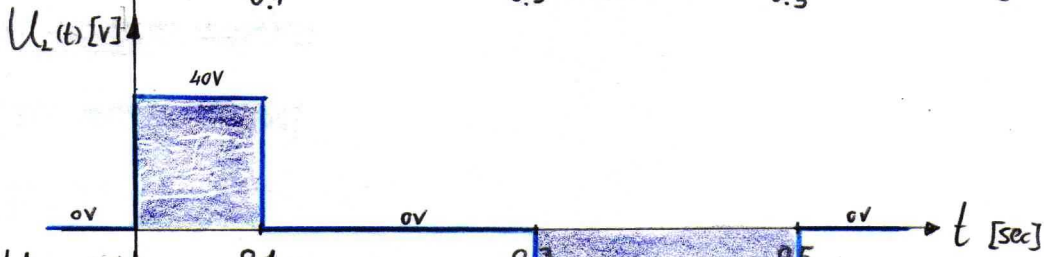
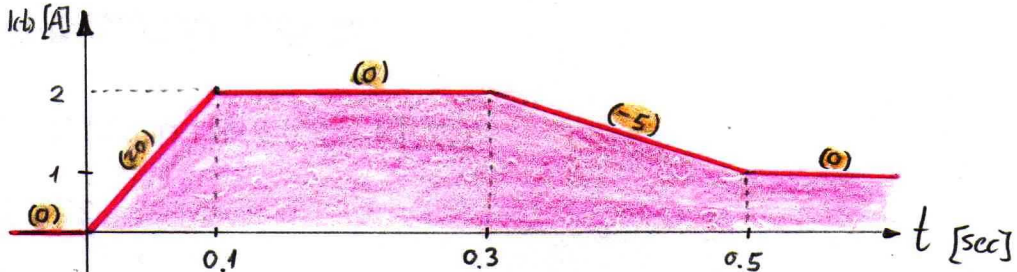
$$U_L(t) = L \frac{di(t)}{dt} = L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} = 2 \cdot \frac{2-0}{0.1} = 40 \text{ V}$$

$$U_R(t) = i(t) \cdot R = 10 \cdot i(t)$$

⇓

$$U_i(t) = U_L(t) + U_R(t)$$

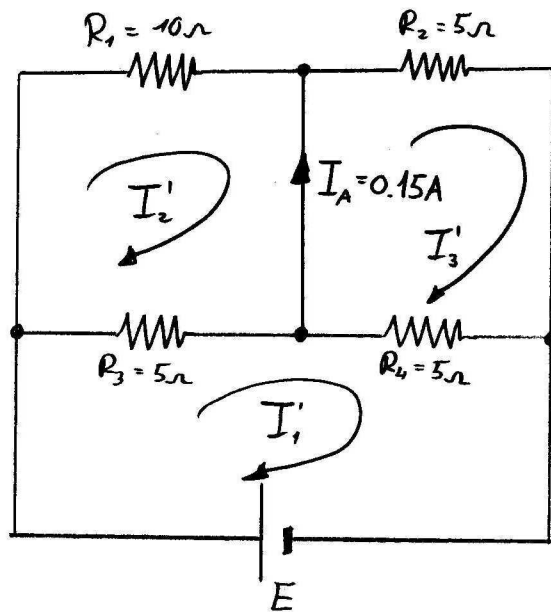
2



$$W_L(t) = \frac{L \cdot i(t)^2}{2} = \frac{t=0.2\text{sec}}{t=0.6\text{sec}} = 0.5 \cdot 2 \cdot 2^2 = 4 \text{ J},$$

$$= 0.5 \cdot 2 \cdot 1^2 = 1 \text{ J},$$

7



קודם לראות שבכ"כ
 לפתור את אופני זה, יש
 לפתור מחרבה משוואות
 PY 4 משוואות (הזמנים 1-E).

אנחנו קודם לבנות את
 המשוואות, יאק אין לנו ככה
 חישוב מתאים.

⇓

נקה את הנתון $I_A = 0.15A$ שהוא בזכר המשוואה היבזית, ומחשש נחתם אלו
 למשוואות היבזיות של זמ' החוקים ונר'ב את התינוס במשוואה, יבך טקנס יק
 3 משוואות ה-3 משוואות:

$$I_A = I_3' - I_2'$$

$$0.15 = I_3' - I_2'$$

$$I_3' = I_2' + 0.15$$

בכל מקור שיהיה במשוואות
 זמ' החוקים I_3' , נר'ב את
 התינוס טקנסו

⇓

$$\begin{cases} +10I_1' - 5I_2' - 5(I_2' + 0.15) = E \\ -5I_1' + 15I_2' - 0 \cdot (I_2' + 0.15) = 0 \\ -5I_1' - 0 \cdot I_2' + 10(I_2' + 0.15) = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} +10I_1' - 10I_2' - 1 \cdot E = 0.75 \\ -5 \cdot I_1' + 15I_2' - 0 \cdot E = 0 \\ -5 \cdot I_1' + 10I_2' - 0 \cdot E = -1.5 \end{cases}$$

$$I_1' = -0.9A$$

$$I_2' = 0.3A$$

$$\textcircled{2} P_E = I_1' \cdot E = 0.9 \cdot 5.25 = 4.725W$$

⇐

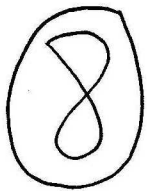
$$E = 5.25V$$

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

$$5R_1 = 5 \cdot 5$$

$$R_1 = 5\Omega \Leftrightarrow I_A = 0A$$

Ⓜ זכ' י'קרין נהר וילולין:



$$\textcircled{1} U_{c_1} = 100 \frac{C_2}{C_1 + C_2} = 100 \cdot \frac{100}{125} = 80V,$$



$$\textcircled{2} U_{c_2} = 100 - U_{c_1} = 100 - 80 = 20V,$$

$$\textcircled{3} I = 0A \Rightarrow W_2 = 0J,$$

- ③ לג צבוי'ה טובות מחבר ברוץ פתיחת המפסק:
- אנרגיית הסליל שונה למאס, כן שאן לו מה אפיוק.
 - אקביטור שאן ז'ק אפיוק את האנרגיה שלהם.