

פתרון מבחן מה"ט

תורת

החשמל

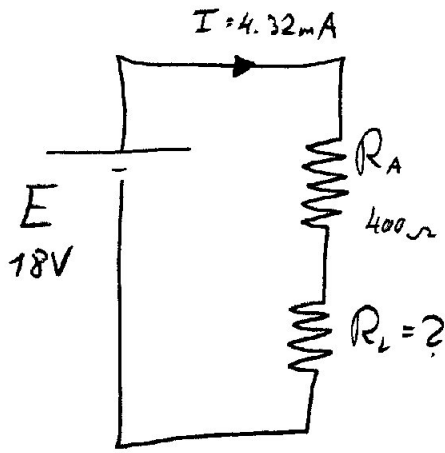
קיץ 2010

פתר: אבי יומטוביאן

©

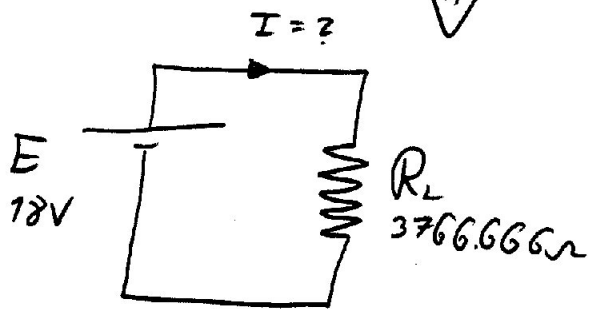
כל הזכויות שמורות

(1)



$$R_L = R_T - R_A = \frac{E}{I} - R_A = \frac{18}{4.32 \cdot 10^{-3}} - 400 = 4166.666 - 400 = 3766.666 \Omega$$

(2)



(3N פרוקט '823'  
 $R_A = 0$   
 יסודי הוי מ'ב' י'ב' N' י'ב' N'

$$I = \frac{E}{R_L} = 4.778 \text{ mA}$$

(2) וצ"ל שהמציבה PY מ"ב זרם אהפ"ה (= א'כ"ס) 13V יקר  
 יותר כ' RA מש"י ע"ה התעבות הכע"ר ע  
 המע"ר <=> הפנה ע"ה הזרם.

2

$$e(t) = 2 \sin(3.77 \cdot 10^4 t) \text{ [V]}$$

$$E = \frac{2}{\sqrt{2}} = 1.414 \text{ V}$$

$$\omega = 3.77 \cdot 10^4 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$



$$\underline{E} = 1.414 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$i(t) = 11.4 \sin(3.77 \cdot 10^4 t + 1.4) \text{ [mA]}$$

$$I = \frac{11.4}{\sqrt{2}} = 8.06 \text{ mA}$$

הזרם יתאזן,  $\omega$   
 זהו הזרם הממוצע  
 הממוצע

$$\phi_i = 1.4 \text{ rad}$$



$$\frac{\phi}{2\pi} = \frac{\phi^\circ}{360^\circ}$$

$$\frac{1.4}{2\pi} = \frac{\phi^\circ}{360^\circ} \Rightarrow \phi_i = 80.214^\circ$$



$$\underline{I} = 8.06 \angle 80.214^\circ \text{ mA}$$

② הזרם הממוצע הוא זה שיש בו את כל ההספק הממוצע.

$$\textcircled{2} \underline{Z}_T = \frac{\underline{E}}{\underline{I}} = 175.46 \angle -80.214^\circ \Omega$$

$$\underline{X}_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{3.77 \cdot 10^4 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}} = -j 265.251 \Omega$$



$$R + \underline{X}_L = \underline{Z}_T - \underline{X}_C = (29.822 + j92.344) \Omega$$

R

$\underline{X}_L \Rightarrow L = 2.45 \text{ mH}$

$$\textcircled{2} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 63.894 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \quad "$$

$$Q_0 = \frac{1}{\omega_0 RC} = \frac{1}{63.894 \cdot 10^3 \cdot 29.822 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 5.248 \implies \text{ "רחב" קטן}$$

המעגל אינו מואזן למעגל תקינות.

\textcircled{3} לא, המעגל לא נמצא בתהודה.

ההוכחה באינה בייש.

$$\varphi_{z_1} = -80.214^\circ \neq 0^\circ$$

3

$$E = 200V$$

$$I = 2A$$

"cos φ" רכיב

$$\Rightarrow S_T = E \cdot I = 520VA$$

$$Z_T = \frac{E}{I} = 130\Omega$$

$$P_T = 200W \Rightarrow |\cos \phi| = \frac{P_T}{S_T} = 0.384$$

$$|\phi| = 67.38^\circ$$

כאשר "תקנה" את הסלסה,  
והתקנה עברית את φ במסך  
בית ה'א' בית

$$\Leftarrow \phi = \pm 67.38^\circ$$



א, ב)  $Z_T = 130 \angle 67.68^\circ \Omega = (50 + j120) \Omega$

$$R_1 + R_2$$

$$X_1 + X_2$$

$$R_2 = 30\Omega$$

$$X_1 = j20\Omega$$

⚡

$$R_1 = 20\Omega$$

$$X_2 = j100\Omega$$

(כא)

ג)  $Z_T = 130 \angle -67.68^\circ \Omega = (50 - j120) \Omega$

$$X_1 + X_2 = -j120$$

$$j20 + X_2 = -j120$$

(ה'א)  $X_2 = -j140\Omega$

4

ⓔ  $\Phi = 0.288 \text{ mWb}$

$A_g = A_1 = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$B_g = B_1 = \frac{\Phi}{A_g} = \frac{0.288 \cdot 10^{-3}}{1.6 \cdot 10^{-4}} = 1.8 \text{ T}$

בהן מוצגת השדה המגנטי המצופה, וזו השדה הישן, ניתן למצוא את  
עוצמת השדה המגנטי H בחומר הפרימנטי (שהיא זקוקה  
מ'גנט זה המוגד' אך ורק עבור חומר, וזה לא מוגדר!)

מקראת השדה ניתן למצוא, עבור  $B = 1.8 \text{ T}$  מקדם  $H = 3500 \frac{\text{A}}{\text{m}}$  (ולא  $3.5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ )

$B_1 = \mu H_1$

$1.8 = \mu_0 \cdot \mu_{r1} \cdot 3500$

$\mu_{r1} = 409.255$

Ⓠ

חומר פרימנטי	חריץ אוויר
$l_1 = 0.15 \text{ m}$	$l_g = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
$A_1 = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	$A_g = 1.6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
$\mu_{r1} = 409.255$	$\mu_{r_g} = 1$
⇓	⇓
$R_{m1} = 18.229 \cdot 10^5 \frac{1}{\text{H}}$	$R_{m_g} = 99.471 \cdot 10^5 \frac{1}{\text{H}}$
⇓	



$$R_{mT} = R_{m_1} + R_{m_2} = 117.7 \cdot 10^5 \frac{1}{H}$$

② חוק הולקסיסון  
(חוק אהרנסט = חוק פאראדיי)  
פ"ב נ"ב

$$\Rightarrow \Phi = \frac{N \cdot I}{R_{mT}}$$

$$0.288 \cdot 10^{-3} = \frac{6 \cdot N}{117.7 \cdot 10^5}$$

מספר הלווינטים  
הנדרש, פ"ב נ"ב

$$\leftarrow N = 564.96$$

$$N = 565$$

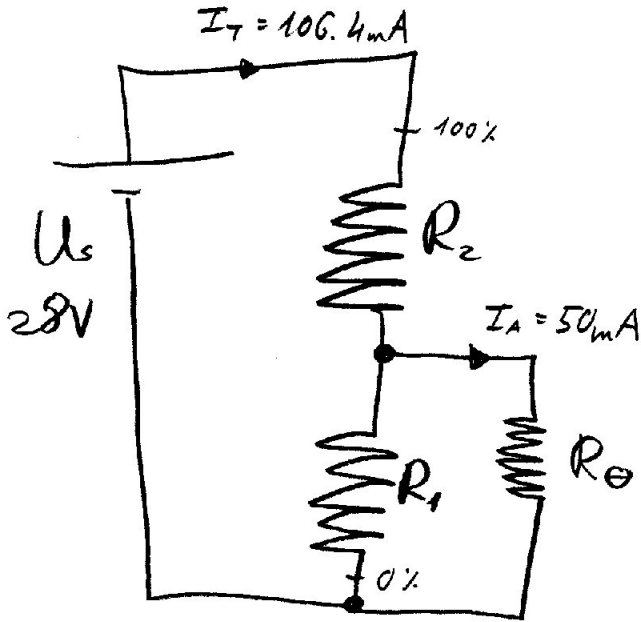


③

$$L = \frac{N^2}{R_{mT}} = \frac{565^2}{117.7 \cdot 10^5} = 27.121 \text{ mH}$$

$$W_L = \frac{L \cdot I^2}{2} = 0.488 \text{ J}$$

5



⑥  $R_p = R_1 + R_2$

$330 = R_1 + R_2$

$R_1 = X$   
 $R_2 = 330 - X$

$R_0 = X = 160 \text{ } \Omega$

total resistance is 330  $\Omega$   
= 330  $\Omega$   $\frac{1}{330}$

$$I_A = I_T \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_0}$$

$$50 \cdot 10^{-3} = 106.4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{X}{X + 160}$$

$$0.47 (X + 160) = X$$

$$0.47X + 75.188 = X$$

$$0.53X = 75.188$$

$$R_1 = X = 141.864 \Omega$$

$\Downarrow$

$$R_2 = 330 - X = 188.136 \Omega$$



$$\eta_{\text{P/N}} = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{R_1}{R_p} \cdot 100\% = \frac{141.864}{330} \cdot 100\% = 43\%$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} R_{(\theta=65^\circ\text{C})} &= 160 [1 + \alpha (65 - 20)] = \\ &= 160 [1 + 0.22 \cdot 45] = 1744 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= (R_{(\theta=65^\circ\text{C})} \parallel R_1) + R_2 = \\ &= (1744 \parallel 141.864) + 188.136 = 319.328 \Omega \end{aligned}$$

$$I_T = \frac{U_s}{R_T} = 87.684 \text{ mA}$$

$$I_A = I_T \frac{R_1}{R_1 + R_{(\theta=65^\circ\text{C})}} = 6.596 \text{ mA}$$

⑥

$$f = 500 \text{ kHz}$$

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r l}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} = \frac{2\pi \cdot \epsilon_0 \cdot 5.2 \cdot 25}{\ln\left(\frac{6 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 10^{-3}}\right)} = 2.91 \text{ nF}$$

$$C = 2.91 \text{ nF} \Rightarrow X_C = -j 109.367 \Omega$$

$$L = 2 \mu\text{H} \Rightarrow X_L = j(2\pi) \Omega$$

$$\begin{aligned} \textcircled{a} \underline{Z}_T &= [(X_L + R_L) \parallel X_C] + R = [(75 + j \cdot 2\pi) \parallel (-j 109.367)] + 75 = \\ &= [75.262 \angle 4.788 \parallel (-j 109.367)] + 75 = \\ &= 64.568 \angle -31.25^\circ + 75 = \\ &= 134.44 \angle -14.427^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$\underline{E} = 3 \angle 0^\circ \text{ V}$$

⇓

$$\underline{I}_T = \frac{\underline{E}}{\underline{Z}_T} = 22.314 \angle 14.427^\circ \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{a} \underline{S}_T &= \underline{I}_T^* \cdot \underline{E} = 22.314 \cdot 10^{-3} \angle -14.427^\circ \cdot 3 \angle 0^\circ = \\ &= \underbrace{(64.83)}_{P [\text{mW}]} - j \underbrace{16.678}_{Q [\text{mVAR}]} \text{ mVA} = \\ &= 66.942 \angle -14.427^\circ \text{ mVA} \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} \quad \underline{I}_{R_L} = \underline{I}_T \cdot \frac{\underline{X}_C}{\underline{X}_C + (\underline{X}_L + R_L)} = 19.143 \angle -21.6^\circ \text{ mA}$$

⇓

$$\begin{aligned} P_{R_L} &= I_{R_L}^2 \cdot R_L = (19.143 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 75 = \\ &= 27.484 \text{ mW} \end{aligned}$$

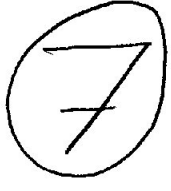
= P"p"v" e"e" ||"o"v" ,k"δ" ③

$$\underline{Z}_L = \underline{Z}_{TH}^*$$

$$\underline{Z}_L = R_L + \underline{X}_L = 75.262 \angle 4.788^\circ \Omega$$

$$\underline{Z}_{TH} = R \parallel \underline{X}_C = 61.853 \angle -34.44^\circ \Omega$$

Ⓐ האטר הנמצא הוא הזרם ח'וב'ית, ובזמן הפיקה הוא משנה את קולב'ורו.



כאן כן ניתן לראות שהזרם הולך ופוחך בשט המצבים, וזאת המעשה את הקביצה ששכן מצויה בזה הזרם של הקב'ה.

$75 \text{ m sec} \leftarrow \text{פיקה} = \text{מפסק}$

Ⓑ  $T_{\text{מצינה}} = (R_1 \parallel R_2) C_1 = 80 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 8 \text{ m sec}$   
 $T_{\text{פיקה}} = R_2 \cdot C_1 = 400 \cdot 100^{-6} = 40 \text{ m sec}$

Ⓒ כאן שהקב'ה נמצא בפיקה, בזמן הפיקה, זיה'ים למצוא את  $I_c(t)$ , שהוא הזרם בסוג' תה'יק המצינה.  
 הקב'ה שהי' במצינה אחר  $5T$  ואפ'ן המה' ע'יו הוא קו'ב'י:

$U_{C_1} = U_{R_2} = U_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 28 \cdot \frac{400}{400 + 100} = 22.4 \text{ V}$

הזרם בתחילת הפיקה הוא הפיק'ה שלפ' בזה, והוא כאן ש'ה:

$I_{C(t)} = \frac{U_{C_1}}{R_2} = 56 \text{ mA}$

$I_{C(\infty)} = 0$

$T_{\text{פיקה}} = 40 \text{ m sec}$



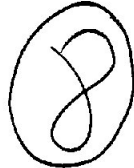
$$\begin{aligned}
 I_c(t) &= I_c(\infty) - [I_c(\infty) - I_c(0^+)] e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} = \\
 &= 0 - [0 - 56] e^{-\frac{\Delta t}{40}} = \\
 &= 56 e^{-\frac{\Delta t}{40}} \text{ [mA]}
 \end{aligned}$$

$$I_c(t = 100 \text{ ms}) = 56 e^{-\frac{100 - 75}{40}} = 29.974 \text{ mA}$$

(3)  $\tau = R_2 C_1$  הוא הזמן שבו מתחילת זרימה עד לזרימה של 37% מהזרם המלא.

$$W_{R_2} = W_{C_1} = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2}{2} = 25.088 \text{ mJ}$$

$E_3$  - e אגירת מ"צית בלתי נוקבת, והתקן כולו, המצטרף אליו, ונתון  
 $E_1$  - 1 ק"ב, אגירת מ"צית בלתי נוקבת, ונתון  
 $P_1$  - 100 וואט, אגירת מ"צית בלתי נוקבת, ונתון



$$I_{E_1} = I_{E_3} = \frac{E_3 - E_1}{R_1 + R_3 + R_4 + R_5} = 1.538 A //$$

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} U_{AB} &= \frac{\frac{E_3}{R_3 + R_5} + \frac{E_1}{R_1 + R_4} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_3 + R_5} + \frac{1}{R_1 + R_4} + \frac{1}{R_2}} = \\
 &= \frac{-17/4}{33/40} = -5.151 V
 \end{aligned}$$

$$I_{E_3} = \frac{E_3 - U_{AB}}{R_3 + R_5} = \frac{30 - (-5.151)}{8} \approx 4.394 A$$

$$I_{E_1} = \frac{E_1 - U_{AB}}{R_1 + R_4} = \frac{10 - (-5.151)}{5} = 3.03 A$$

$$I_{E_2} = \frac{U_{AB} - E_2}{R_2} = \frac{-5.151 - (-20)}{2} = 7.424 A$$

! פ' 700 המצטרף אליו

$$\begin{aligned}
 \textcircled{2} & \\
 & \left[ \begin{array}{l} P_{E_1} = 30.3 W \\ + P_{E_2} = 148.48 W \\ P_{E_3} = 131.82 W \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left[ \begin{array}{l} P_{R_3 + R_5} = 154.458 W \\ + P_{R_1 + R_4} = 45.904 W \\ P_{R_2} = 110.231 W \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

$$\sum P_E = 310.6 W = 310.6 W = \sum P_R$$