

פתרון מבחן מה"ט

תורת

החשמל

ק"י 2000

פתר: אבי יומטוביאן

©

כל הזכויות שמורות

הצורה: כפי שראה הסמנים של u_1 ו- u_2 נ'ות ר'ים

①

המזעם נתן עמיתון כפול מאיך י'י נ'על נ'עלן. נסמן את הצומת שקרויה באמפתחלה ב-A, ואת הצומת השניה בא'ר - B:

$$U_{AB} = \frac{\frac{-(U_1)}{Z_1 + Z_3} + \frac{U_2}{Z_2 + Z_3}}{\frac{1}{Z_1 + Z_3} + \frac{1}{Z_2 + Z_3} + \frac{1}{Z_3}} = \frac{\frac{-120 \angle 180}{30 \angle 20 + 3 \angle 70} + \frac{120 \angle 0}{50 \angle 35 + 3 \angle 70}}{\frac{1}{30 \angle 20 + 3 \angle 70} + \frac{1}{50 \angle 35 + 3 \angle 70} + \frac{1}{3 \angle 70}} = \frac{1.6 \angle 174}{372.487 \cdot 10^{-3} \angle -65} = 4.3 \angle -65 \text{ V}$$

⇓

$$I_{\text{אמפתחלה}} = I_{Z_3} = \frac{U_{AB}}{Z_3} = \frac{4.3 \angle -65^\circ}{3 \angle 70^\circ} = 1.432 \angle -169 \text{ A}$$

⇓

1.432 A יראה 3N ה'ים

$$-(4 \angle 30) \neq -4 \angle 30$$

$$-(4 \angle 30) = 4 \angle 30 + 180$$

ע'י ע'ל!

①

2

$$U = 24V$$

$$I = 3A \Rightarrow Z = \frac{U}{I} = \frac{24}{3} = 8\Omega$$

$$P = 34W$$

$$I > I_u \leftarrow \begin{matrix} \text{אלו} \\ \text{הטו} \end{matrix}$$

ⓐ $Z = 8\Omega$

$$R_s = \frac{P}{I^2} = \frac{34}{9} = 3.777\Omega$$

↓

$$X_s = \sqrt{Z^2 - R_s^2} = \sqrt{8^2 - 3.777^2} = 7.051\Omega$$

ⓑ נתון לפתור בקלות את ϕ באמצעות טנסתור נוסטון / אכטור
שמוכרות בטנסתין תחת הכותרת "11.3 - הנטר - אור-נק ביד":

$$R_p = \frac{R_s^2 + X_s^2}{R_s} = \frac{Z^2}{R_s} = \frac{8^2}{3.777} = 16.941\Omega$$

$$X_p = \frac{R_s^2 + X_s^2}{X_s} = \frac{Z^2}{X_s} = \frac{8^2}{7.051} = 9.076\Omega$$

Ⓒ מקור הנחה הוא הרכיב הקובץ את תזיות
החוג.

③

$$\mu_{r_1} = 2100$$

$$\mu_{o_1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$$

$$l_1 = 154 \cdot 10^{-3} m$$

$$A_1 = 38 (mm)^2 = 38 \cdot 10^{-6} m^2$$

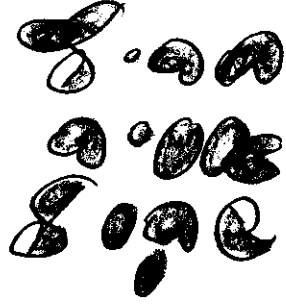


$$\mu_{r_2} = 1$$

$$\mu_{o_2} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$$

! $\rightarrow l_2 = 2 \cdot 0.14 \cdot 10^{-3} = 0.28 \cdot 10^{-3} m$

$$A_2 = 38 \cdot 10^{-6} m^2$$

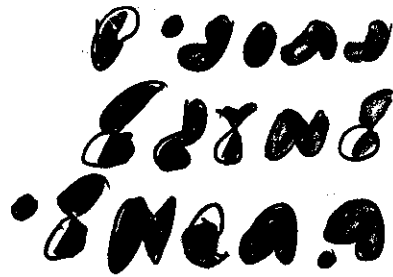
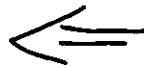


$$N = 90$$

$$\rho_{cu} = 0.0175 \frac{\Omega \cdot (mm)^2}{m}$$

$$l_{cu} = 67 m$$

$$A_{cu} = 0.2 (mm)^2$$



$$E = 5V$$



$$\textcircled{1} R_L = \rho_{cu} \cdot \frac{l_{cu}}{A_{cu}} = 0.0175 \cdot \frac{67}{0.2} = 5.862 \Omega$$

$$I = \frac{E}{R_L} = \frac{5}{5.862} = 0.852 A$$

$$\textcircled{2} R_{m_1} = \frac{l_1}{\mu_{o_1} \cdot \mu_{r_1} \cdot A_1} = \frac{154 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2100 \cdot 38 \cdot 10^{-6}} = 15.357 \cdot 10^5 \frac{1}{H}$$

$$R_{m_2} = \frac{l_2}{\mu_{o_2} \cdot \mu_{r_2} \cdot A_2} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 38 \cdot 10^{-6}} = 58.63 \cdot 10^5 \frac{1}{H}$$

$$R_{m_T} = R_{m_1} + R_{m_2} = 15.357 + 58.63 = 74 \cdot 10^5 \frac{1}{H}$$

$$\Phi = \frac{F_m}{R_{m_T}} = \frac{N \cdot I}{R_{m_T}} = \frac{90 \cdot 0.852}{74 \cdot 10^5} = 10.363 \mu Wb$$

③

$$B = \frac{\phi}{A} = \frac{10.363 \cdot 10^{-6}}{38.10 \cdot 10^{-6}} = 0.272 T$$

(c) בין שני חצאי הליבה פועל כוח משיכה, מכיוון שבזקבות
 "לחימת" השל המגנטי בליבה נוצר קוטב מגנטי בק שטח
 קוטב צפון בחצי אחת של הליבה יש קוטב צפון בחצי
 השני, וכיוצא בזה בקוטב המגנטי של המגנטים ששטחים זה לזה.

4

$$X_c = \frac{1}{j\omega C}$$

$$X_L = j\omega L_s$$

$$\begin{aligned} \text{b) } X_c \parallel R_p &= \frac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_p}{\frac{1}{j\omega C} + R_p} = \frac{\frac{R_p}{j\omega C}}{\frac{1+j\omega C R_p}{j\omega C}} = \frac{R_p}{1+j\omega C R_p} = \\ &= \frac{R_p}{1+j\omega C R_p} \cdot \frac{1-j\omega C R_p}{1-j\omega C R_p} = \frac{R_p}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} (1-j\omega C R_p) = \\ &= \frac{R_p(1-j\omega C R_p)}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} \end{aligned}$$

$$Z_{ob} = R_s + X_L + (X_c \parallel R_p) = R_s + j\omega L_s + \frac{R_p(1-j\omega C R_p)}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} =$$

$$= R_s + \frac{R_p}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} + j\omega L_s - j\omega \frac{C \cdot R_p^2}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} =$$

$$= \left[R_s + \frac{R_p}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} \right] + j\omega \left[L_s - \frac{C \cdot R_p^2}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} \right] =$$

$$= R(\omega) + jX(\omega),$$

ב) במסגרת הסדרה נבחרת לפרוט, ונבחרת "באמצעות" תנאים
 ה, ה' לך הקדם של הקדם המושג יהיה שיהיה אפס



$$X(\omega) = 0$$

$$L_s - \frac{C \cdot R_p^2}{1+\omega^2 C^2 R_p^2} = 0$$

5

$$L_s = \frac{C \cdot R_p^2}{1 + \omega^2 C^2 R_p^2}$$

$$1 + \omega^2 C^2 R_p^2 = \frac{C \cdot R_p^2}{L_s}$$

$$\omega^2 C^2 R_p^2 = \frac{C \cdot R_p^2}{L_s} - 1$$

$$\omega^2 C^2 R_p^2 = \frac{C \cdot R_p^2 - L_s}{L_s}$$

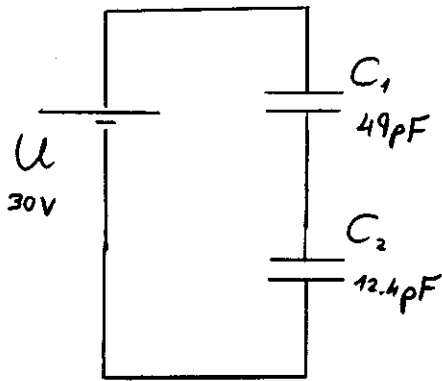
$$\omega = \sqrt{\frac{C \cdot R_p^2 - L_s}{C^2 R_p^2 L_s}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^{-6} \cdot (10 \cdot 10^6)^2 - 1 \cdot 10^{-6}}{(22 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^6)^2 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}}$$

$$= 213.2 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$



$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{213.2 \cdot 10^3}{2\pi} = 33.931 \text{ kHz}$$

5



Решить задачу по формуле для нахождения U_{C_2} и энергии (E)

$$U_{C_2} = U \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 30 \cdot \frac{49}{49 + 12.4} = 23.94 \text{ V}$$

⇓

$$U_{C_1} = U - U_{C_2} = 30 - 23.94 = 6.058 \text{ V}$$

⇓

$$\textcircled{2} \quad W_{C_1} = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2}{2} = \frac{49 \cdot 10^{-12} \cdot 6.058^2}{2} = 900 \text{ pJ}$$

$$W_{C_2} = \frac{C_2 \cdot U_{C_2}^2}{2} = \frac{12.4 \cdot 10^{-12} \cdot 23.94^2}{2} = 3553.3 \text{ pJ}$$

$$\textcircled{2} \quad C_2' = \epsilon_r \cdot C_2 = 80 \cdot 12.4 \cdot 10^{-12} = 992 \text{ pF}$$

$$U_{C_2'} = U \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2'} = 30 \cdot \frac{49}{49 + 992} = 1.412 \text{ V}$$

$$U_{C_1} = U - U_{C_2'} = 30 - 1.412 = 28.587 \text{ V}$$

⇓

$$W_{C_1} = \frac{C_1 \cdot U_{C_1}^2}{2} = \frac{49 \cdot 10^{-12} \cdot 28.587^2}{2} = 20 \text{ nJ}$$

⑦

:R_x מציבים כדי להשיג ערך 26.5 (6)

$$U_A = \frac{\frac{28}{0.2+0.3}}{\frac{1}{0.5} + \frac{1}{16} + \frac{1}{R_x+0.3}}$$

$$26.5 = \frac{56}{2 + \frac{1}{16} + \frac{1}{R_x+0.3}}$$

$$2 + \frac{1}{16} + \frac{1}{R_x+0.3} = \frac{56}{26.5}$$

$$\frac{1}{R_x+0.3} = 50.7 \cdot 10^{-3}$$

$$R_x + 0.3 = \frac{1}{50.7 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_x = 19.42 \Omega$$

הערה U_A שבו במו. זרם של קירק שווה R_x שבו (2)

$$U_A = \frac{\frac{28}{0.2+0.3}}{\frac{1}{0.5} + \frac{1}{16} + \frac{1}{8+0.3}} = \frac{56}{2.182} = 25.65 \text{ V}$$

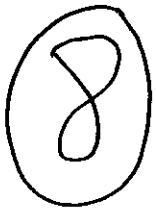


$$I_{\text{קו}} = \frac{28 - U_A}{0.2+0.3} = \frac{28 - 25.65}{0.5} = 4.694 \text{ A} < 5 \text{ A}$$



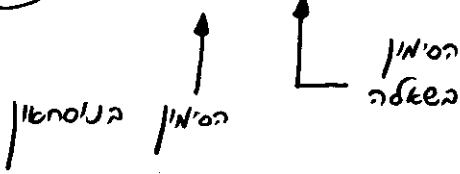
המשק יבוס וכל שיהי

(9)



$$n = k$$

$$m = L$$



$$E = 1.27V$$

$$t = 0.38s$$

$$Q = 2.2Ah$$

$$R_L = 1.23\Omega$$

$$k \cdot L = n \cdot m = 80$$

⊙ און צורק אנטות ע'הובות באמצעות אפס אבטן
 ה'און' ע' - E_{eq} ו- t_{eq} , אלא ש'הוק אר ה'און' פ
 נן המסחאון =

$$E_{eq} = k \cdot E = 1.27k$$

$$t_{eq} = \frac{k}{L} t = 0.38 \frac{k}{L}$$

⊙ ברצ' ע'קבא הסק' מי'בי צ'יק ע'כיוס:

$$t_{eq} = R_L$$

$$0.38 \frac{k}{L} = 1.23$$

$$\frac{k}{L} = 3.236$$

$$k = 3.236L$$



$$k \cdot L = 80$$

$$3.236 \cdot L^2 = 80$$

$$L = 4.971 \approx 5 \Rightarrow k = 16$$



$$\textcircled{d} E_{eq} = 1.27k = 1.27 \cdot 16 = 20.32V$$

$$U_{R_L} = E_{eq} \frac{R_L}{R_L + r_{eq}} = 20.32 \cdot \frac{1.23}{2.1.23} = 10.16V_{,,}$$

$$P_{R_L} = \frac{U_{R_L}^2}{R_L} = \frac{10.16^2}{1.23} = 83.92W_{,,}$$

$$\textcircled{3} Q_{eq} = L \cdot Q = 5 \cdot 2.2 = 11Ah$$

$$I_L = \frac{U_{R_L}}{R_L} = \frac{10.16}{1.23} = 8.26A$$



$$t = \frac{Q_{eq}}{I_L} = \frac{11}{8.26} = 1.331h \approx 80min_{,,}$$