

פתרון מבחן מה"ט

תורת

החשמל

קיץ 2008

פתר: אבי יומטוביאן

©

כל הזכויות שמורות

1

הגורם שמפיק בקצב גבוה של ריבועי סלנדרה המופיע
בטסטאון. בטסטאון מופיע האלפס המתאלי דבור עם ריבועי PV
גורם למצור של 50% [D.C. = Duty Cycle =]. בתוספת
שפניט קם עראת שה-D.C. שווה ל-30%, ולכן נבחר
ערסאט בטסטאט הפעלות המכילת אינלרד'ס.

נתון עראת את הפס הריבועי הנע באלו הוא מורכב משני אומות
מתה ישר, הרטאון באלו אל 4V, והשני באלפס של -2.5V, כסטר ה'P
מתחלפים בהתאם עכאון המתצור וה-D.C.



כסטר נחשב את האינלרד'ס, נבחרק עכאט כה אינלרד עכ'P
פיק הצאן שבו כה "את מתה ישר" פצ'ד.

הצרה תשובה: חישוב אינלרד'ס וא'P במחשבון
במצב RAD (רדיאן) !!!



$$4T = 50 \cdot 10^{-6} \quad f = T^{-1} = (12.5 \cdot 10^{-6})^{-1} = 80 \text{ kHz}$$
$$T = 12.5 \cdot 10^{-6} \text{ sec} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 80 \cdot 10^3 = 502.654 \text{ k rad/sec}$$

כה חישוב האינלרד'ס מת'חסיס למחצור אחר, ולפס הפעלת ניקח את המתצור
הרטאון. נתון עראת מתנה מתמאית את המתצור הרטאון בצורה הפסא:

עכאט
פצ'ד מתה
צב

$$U_R(t) = \begin{cases} 4V, & 0 \leq t < 3.75 \mu\text{sec} \\ -2.5V, & 3.75 \mu\text{sec} \leq t < 12.5 \mu\text{sec} \end{cases}$$



$$\textcircled{E} U_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T U_R(t) dt = \frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \int_0^{12.5 \cdot 10^{-6}} U_R(t) dt =$$

$$= \frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\int_0^{3.75 \cdot 10^{-6}} 4 \cdot dt + \int_{3.75 \cdot 10^{-6}}^{12.5 \cdot 10^{-6}} (-2.5) dt \right) = -0.55V_{\parallel}$$

הצבה במכונה

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_R(t)^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} \left(\int_0^{3.75 \cdot 10^{-6}} 4^2 dt + \int_{3.75 \cdot 10^{-6}}^{12.5 \cdot 10^{-6}} (-2.5)^2 dt \right)} = 3.029V_{\parallel}$$

הצבה במכונה

כאשר שני ציפים מחוברים באנטי-סדר, יש עליה נוספת שהיא שווה לזו של יתרון ההפוך.
 הכוונה היא שיש עליה של 30% והחיסור של 70%.

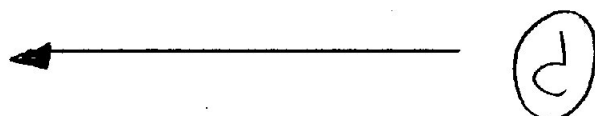
$$D.C. = \frac{t_{חיובי}}{T} \cdot 100\% = \frac{3.75}{12.5} \cdot 100\% = 30\%$$

↓ ↓
 החלק החיובי (4V) תופס 30% ממשך החיבור (0.3T).
 החלק השלילי (-2.5V) תופס 70% ממשך החיבור (0.7T).

$$U_{AV} = \frac{U_{חיובי} \cdot 30\% + U_{שלילי} \cdot 70\%}{100\%} = \frac{4 \cdot 0.3 + (-2.5) \cdot 0.7}{1} = -0.55V_{\parallel}$$

$$U_{RMS} = \sqrt{(U_{חיובי})^2 \cdot 30\% + (U_{שלילי})^2 \cdot 70\%} = \sqrt{4^2 \cdot 0.3 + (-2.5)^2 \cdot 0.7} = 3.029V_{\parallel}$$

קלטת בצורך אותה תופסה, אך במקום עליה היא יורדת וזוהי יתרון כי היא תופסת את כל צורתה, ואין צורך עם מוסדות שנותנים עליה צורת



② כמת הוציאו את ההתחלה של ההתחלה במת סינוס הנדסית
 כלומר, U_{RMS} ומהן שיהיה ערך הממוצע במת הספק. כיוון
 ההספק של ערך זה הוא הספק ממוצע והתחלה של המת
 אפקטיבית (RMS) והוא:

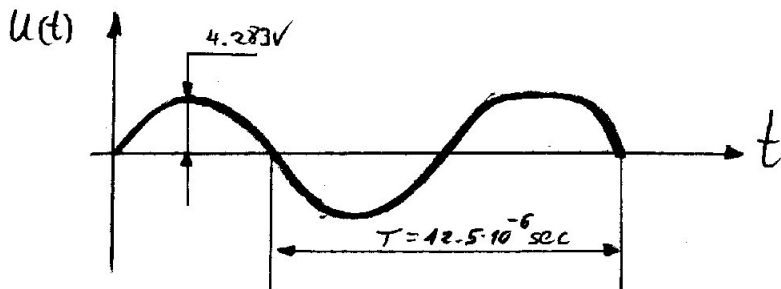
$$u(t) = U_{max} \cdot \sin(\omega t)$$

$$502.654 \cdot 10^3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{RMS} = \sqrt{2} \cdot 3.029 = 4.283 \text{ V}$$



$$u(t) = 4.283 \cdot \sin(502.654 \cdot 10^3 t) \text{ [V]}$$



③ $\phi = 0$ מתחילת

2

$$R_L = 8 \Omega$$

$$W_{min} = 25 \text{ W}\cdot\text{h}$$

$$t_{min} = 30 \text{ min} = 0.5 \text{ h}$$

לחשב את הכוח המינימלי
הדרוש לזרם דרך R_L

$$P_{min} = \frac{W_{min}}{t_{min}} = \frac{25}{0.5} = 50 \text{ W}$$

$$P_{min} = \frac{U_{R_L}^2}{R_L}$$

$$50 = \frac{U_{R_L}^2}{8}$$

$$U_{R_L} = 20 \text{ V}$$

$$P_{min} = I_{R_L}^2 \cdot R_L$$

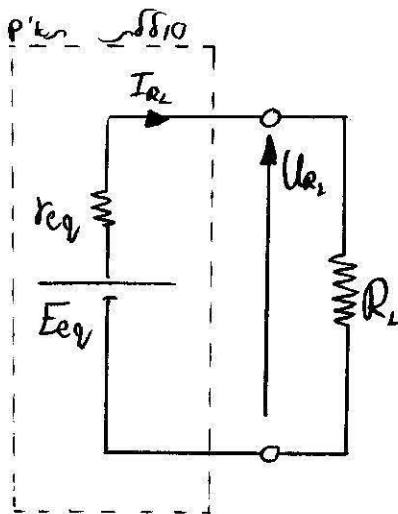
$$50 = I_{R_L}^2 \cdot 8$$

$$I_{R_L} = 2.5 \text{ A}$$

הכוח המינימלי
הדרוש לזרם דרך R_L
הוא 50 W

(כ)

במה הכוח המינימלי הדרוש לזרם דרך R_L כדי להפיק
כוח של 50 W דרך R_L ?



הכוח המינימלי הדרוש לזרם דרך R_L

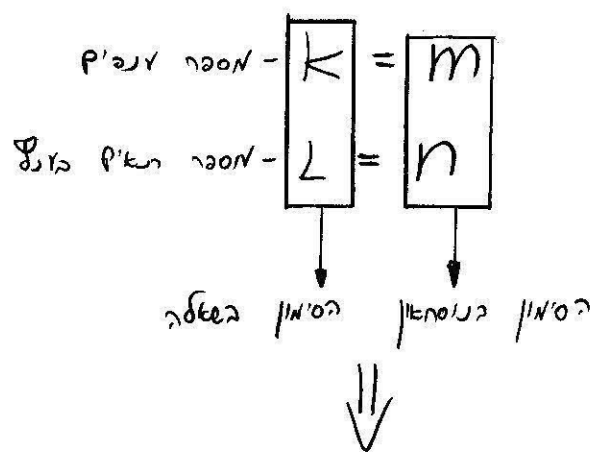
$$U_{R_L} = E_{eq} - I_{R_L} \cdot r_{eq}$$

$$20 = E_{eq} - 2.5 r_{eq}$$

הכוח המינימלי הדרוש לזרם דרך R_L כדי להפיק
כוח של 50 W דרך R_L הוא 50 W

$E = 1.453V$
 $r = 0.7\Omega$
 $Q = 200mAh = 0.2Ah$

נטון על מני
 מנגן הסודסה



נצטרף פרם הסודסה של מני
 דבריו על, וכאן ישנו באותיות הממשיות

$E_{eq} = L \cdot E = 1.453L$, $r_{eq} = \frac{L}{k} r = 0.7 \frac{L}{k}$

$20 = 1.453L - 2.5 \cdot 0.7 \frac{L}{k}$

$20 = 1.453L - 1.75 \frac{L}{k}$

קבלנו משוואה עם בעט נצמדים, ונצטרף ע"ים יוצר משוואה עם שטוח
 מספר סמלים בתחילת קונצ'ר, הנתון Q (קריס הסודסה) וכן הנסחאות
 הכוללות נכנסות עימם בעלם זה (פעל אין ארציה אחת...)

$Q_{eq} = k \cdot Q = 0.2k$

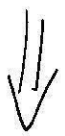
$\Delta t = \frac{Q_{eq}}{I_R}$

$0.5 = \frac{0.2k}{2.5}$

$k = 6.25$

אצלם k הוא מספר הזנר, והוא
 ח"ם כחיות בעלם, ונבי שטוח
 בעלם זחילים עולם סח
 הנוסחה בעלם מוצר

$k = 7$



מספרים
מספרים

$$20 = 1.453L - 1.75 \cdot \frac{L}{7}$$

$$20 = 1.453L - 0.25L$$

$$20 = 1.203L$$

$$L = 16.625 \xrightarrow[\text{מקור מספרים}]{\text{סדרה}} L = 17$$

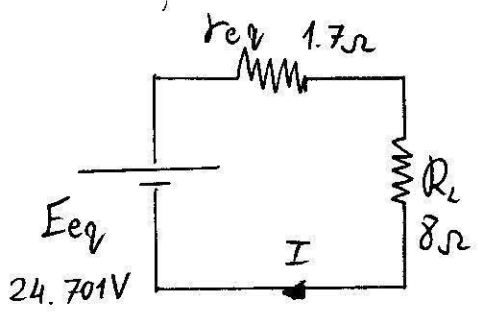
המספרים הנכונים הם 17 ו-1, לכן $L=17$

ⓑ $I_{R_L} = 2.5A$

Ⓐ $k = 7$

Ⓒ $L = 17$

→ $I_{R_L} = 2.5A$ (המספרים הנכונים הם 17 ו-1)
! מספרים נכונים



$$I = \frac{E_{eq}}{r_{eq} + R_L} = \frac{24.701}{1.7 + 8} = 2.546A$$



$$Ⓓ P_{R_L} = I^2 \cdot R_L = 2.546^2 \cdot 8 = 51.877W$$

Ⓒ P_{req}

$$P_{req} = I^2 \cdot r_{eq} = 2.546^2 \cdot 1.7 = 11.023W$$

$$\eta = \frac{P_{R_L}}{P_{R_L} + P_{req}} \cdot 100\% = \frac{51.877}{51.877 + 11.023} \cdot 100\% = 82.475\%$$

7

המספרים הנכונים הם 17 ו-1, לכן $L=17$! מספרים נכונים

3

א) לא, האנרגיה בסעיף ברצף חיבור המספק SW אמילא 0, ומכיוון שלא אמרו לנו עם מצב Z_L יש להניח שיש הרבה היעבי' למצב בו חסר אנרגיה באותו רצף, רק שהאנרגיה תשאר 0.

ב) הצרה חשובה: עתים אינלתיים וסתם

פונקציות אריטומטריות, יש להעביר

אל המחסון למצב RAD (רדיאני) !!

$$U_c(t=8 \cdot 10^{-3} \text{ sec}) = 300 \cdot \sin(\omega t) = 300 \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot 8 \cdot 10^{-3}) = 176.335 \text{ V} //$$



$$Q_c(t=8 \text{ msec}) = U_c \cdot C = 176.335 \cdot 22 \cdot 10^{-6} = 7.879 \text{ mC} //$$

$$W_c(t=8 \text{ msec}) = 0.5 \cdot C \cdot U_c^2 = 0.5 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \cdot 176.335^2 = 0.342 \text{ J} //$$

$$ג) i_L(t=8 \cdot 10^{-3} \text{ sec}) = 4 \cdot \sin(\omega t - 0.4) = 4 \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot 8 \cdot 10^{-3} - 0.4) = 3.425 \text{ A} //$$



$$W_L(t=8 \text{ msec}) = 0.5 \cdot L \cdot i_L^2 = 0.5 \cdot 3.3 \cdot 10^{-3} \cdot 3.425^2 = 19.363 \text{ mJ} //$$

ד) בסוף כל תופעה המצמד והתנצות שיהיו במצב, האנרגיה בכל המעבים ההיציבים (סליל, קאפ) תרצ 0-0. אנרגיה זו מתבזזת עם הגזים.

הגדרת המסלול, OA-5 היה R_5 קצת פשוט 750Hz של 3mA $5\text{k}\Omega$ $3\text{k}\Omega$ 4

$$(R_1 + X_{L1}) (R_4 + X_{C4}) = R_2 \cdot R_3$$

$$(R_1 + j 2\pi f L_1) (R_4 + \frac{1}{j 2\pi f C_4}) = R_2 \cdot R_3$$

$$(R_1 + j 2\pi \cdot 750 \cdot 100 \cdot 10^{-3}) (R_4 - j \frac{1}{2\pi \cdot 750 \cdot 22 \cdot 10^{-6}}) = 100 \cdot 100$$

$$(R_1 + j 471.238) \cdot (R_4 - j 9.645) = 10^4$$

$$R_1 \cdot R_4 - j 9.645 R_1 + j 471.238 R_4 - j^2 471.238 \cdot 9.645 = 10^4$$

$$R_1 \cdot R_4 + j (471.238 R_4 - 9.645 R_1) + 4545.445 = 10^4$$

$$R_1 \cdot R_4 + j (471.238 R_4 - 9.645 R_1) = 5454.555$$



$$R_1 \cdot R_4 + j (471.238 R_4 - 9.645 R_1) = 5454.555 + j \cdot 0$$

כפי שראוי, המשוואה אינה יוצאת שני צדדים של מספרים מרוכבים. יהיו שני צדדים ממשיים בלבד. צדדים אחרים, וכן כדאי להציג את המשוואה בצורה הבאה:



$$\begin{cases} R_1 \cdot R_4 = 5454.555 \\ 471.238 R_4 - 9.645 R_1 = 0 \end{cases}$$

קבלנו שתי משוואות בשני נעלמים, וזה נוח לנו כדי לפתור אותן:

$$R_4 = \frac{5454.555}{R_1} \Rightarrow 471.238 \cdot \frac{5454.555}{R_1} - 9.645 R_1 = 0 \quad / \cdot R_1$$

$$2.57 \cdot 10^6 - 9.645 R_1^2 = 0$$

$$2.57 \cdot 10^6 = 9.645 R_1^2$$

$$R_1^2 = \frac{2.57 \cdot 10^6}{9.645} = 266.5 \cdot 10^3$$

$$R_1 = 516.236 \Omega //$$



$$R_4 = \frac{5454.555}{516.236} = 10.566 \Omega //$$

התשובה היא 0.21048 Ω

5

$$R_{L1} = R_{L2} = \frac{U_n^2}{P} = \frac{28^2}{210} = 3.733 \Omega$$

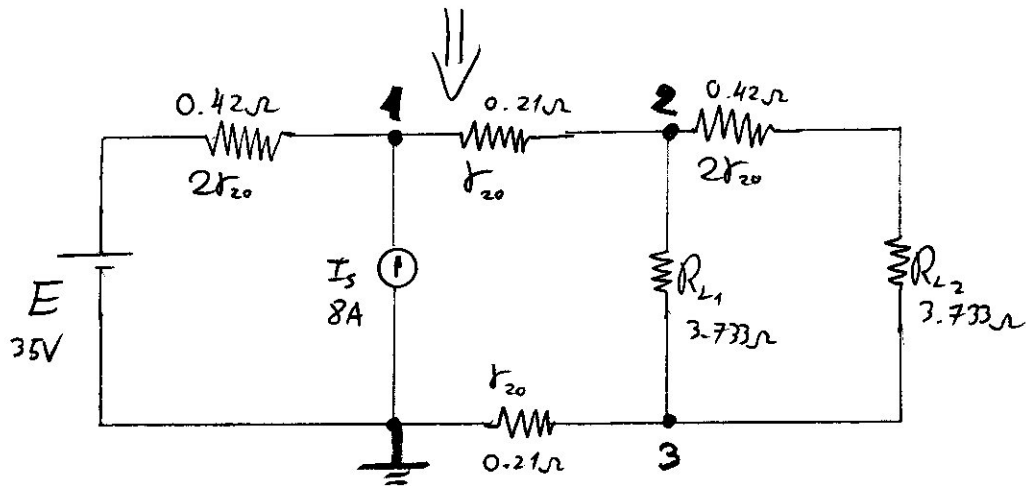
$$\alpha_{20} = 4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\rho_{20} = 17.54 \frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} = 17.54 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A = 2.5 \text{ mm}^2$$

$$l = 30 \text{ m}$$

$$r_{20} = \rho_{20} \cdot \frac{l}{A} = 17.54 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{30}{2.5} = 0.21048 \Omega$$



כדי למצוא את הזרם הזורם דרך r_{20} בין נודים 1 ו-2, נבצע ניתוח נודלי. נבחר את הנודים ונכתוב את משוואות הנוד.

$$\begin{cases} +G_{11}V_1 - G_{12}V_2 - G_{13}V_3 = I_{sc1} \\ -G_{21}V_1 + G_{22}V_2 - G_{23}V_3 = I_{sc2} \\ -G_{31}V_1 - G_{32}V_2 + G_{33}V_3 = I_{sc3} \end{cases}$$

$$G_{11} = \frac{1}{2r_{20}} + \frac{1}{r_{20}} = 0.42^{-1} + 0.21^{-1} = 7.142 \text{ S}$$

$$G_{22} = \frac{1}{r_{20}} + \frac{1}{2r_{20} + R_{L2}} + \frac{1}{R_{L1}} = 0.21^{-1} + (0.42 + 3.733)^{-1} + 3.733^{-1} = 5.27 \text{ S}$$

$$G_{33} = \frac{1}{r_{20}} + \frac{1}{R_{L1}} + \frac{1}{R_{L2} + 2r_{20}} = 0.21^{-1} + 3.733^{-1} + (3.733 + 0.42)^{-1} = 5.268 \text{ S}$$

$$G_{12} = G_{21} = \frac{1}{r_{20}} = 0.2 \text{ S} = 4.761 \text{ S}$$

$$G_{13} = G_{31} = 0 \text{ S}$$

$$G_{23} = G_{32} = \frac{1}{R_{L1}} + \frac{1}{R_{L1} + 2r_{20}} = 3.733 \text{ S} + (3.733 + 0.42)^{-1} = 0.508 \text{ S}$$

$$I_{SC1} = \frac{E}{2r_{20}} + I_S = \frac{35}{0.42} + 8 = 91.333 \text{ A}$$

$$I_{SC2} = 0$$

$$I_{SC3} = 0$$

3) את התנאים בהתאמה למשוואות, ונדרוש בהתאם לקדם:

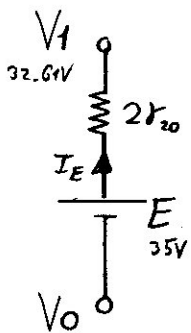
$$\begin{cases} +7.142V_1 - 4.761V_2 - 0 \cdot V_3 = 91.333 \\ -4.761V_1 + 5.270V_2 - 0.508V_3 = 0 \\ -0.000V_1 - 0.508V_2 + 5.268V_3 = 0 \end{cases}$$

$$V_1 = 32.61 \text{ V} \quad V_2 = 29.736 \text{ V} \quad V_3 = 2.867 \text{ V}$$



$$\textcircled{1} P_{R_L} = \frac{U_{R_L}^2}{R_{L1}} = \frac{(V_2 - V_3)^2}{R_{L1}} = \frac{(29.736 - 2.867)^2}{3.733} = 193.394 \text{ W}$$

$$\textcircled{2} P_{I_S} = I_S \cdot U_{I_S} = 8(V_1 - V_0) = 8 \cdot 32.61 = 260.88 \text{ W (קצום)} //$$



$$\Rightarrow I_E = \frac{E - U_{10}}{2r_{20}} = \frac{E - (V_1 - V_0)}{2r_{20}} = \frac{35 - 32.61}{0.42} = 5.69 \text{ A}$$



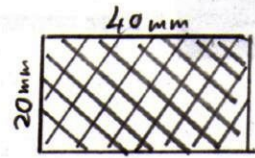
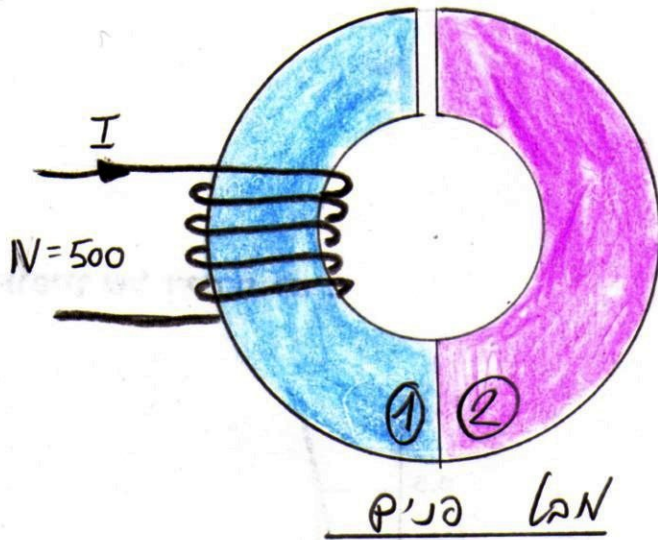
$$P_E = I_E \cdot E = 5.69 \cdot 35 = 199.166 \text{ W (קצום)} //$$

Ⓢ כסדר האמרוחה צוזה אצ' התעבות מולפה הנמש צוזה
 [טמן ליתר זאת צ' מקבץ ה-ג שהוא ח'א', כמותה שיפוז
 צוזה].



התעבות כסר צע' וצע' תפס, ולכן הזמ' ירבו.
 הקלת הזמ' תרום לתקלת הספק המכש'ים
 $R_1 - R_2$.

הסבר אחר: טמן ליתר ממזיפת המשואת של מת'
 הזמ'ים, שכסר שהתעבות צוזה, המולכות תקלן, ויפוז
 שבמצב שכלה תבלבב יותר אנרזיה עם המולכות ולכן
 הספק $R_1 - R_2$ יקלן.



הנה הנתון
של הנתון



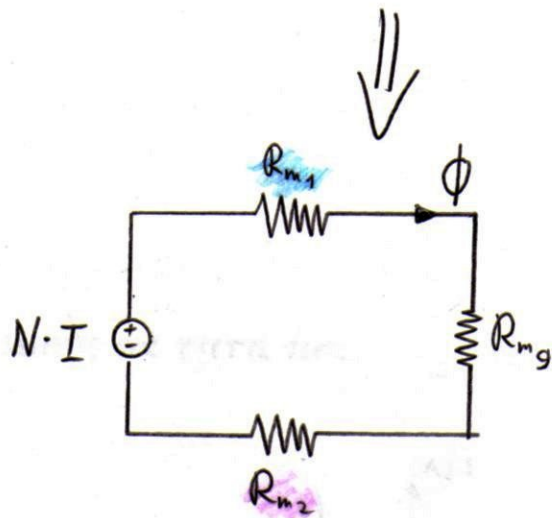
עליו הנתון חתום
הוא של הנתון

⚠️ הנתון של הנתון \Leftarrow הנתון של הנתון
כאשר הנתון של הנתון

$$A_1 = A_2 = A_g = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \quad (\text{ש"ס של הנתון})$$

| 1 נתון | 2 נתון | הנתון של הנתון |
|--|---|--|
| $l_{F_1} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\mu_{r_1} = 1500$ $A_1 = 800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ \Downarrow $R_{m_1} = \frac{1}{\mu_0 \mu_{r_1}} \cdot \frac{l_{F_1}}{A_1} =$ $= \frac{80 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1500 \cdot 800 \cdot 10^{-6}} =$ $= 53.051 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{H}}$ | $l_{F_2} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\mu_{r_2} = 700$ $A_2 = 800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ \Downarrow $R_{m_2} = \frac{1}{\mu_0 \mu_{r_2}} \cdot \frac{l_{F_2}}{A_2} =$ $= \frac{80 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 700 \cdot 800 \cdot 10^{-6}} =$ $= 113.682 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{H}}$ | $l_g = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\mu_{r_g} = 1$ $A_g = 800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ \Downarrow $R_{m_g} = \frac{1}{\mu_0 \mu_{r_g}} \cdot \frac{l_g}{A_g} =$ $= \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 800 \cdot 10^{-6}} =$ $= 1989.436 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{H}}$ |





(b)

$$R_{mT} = R_{m1} + R_{m2} + R_{mg} = 53.051 \cdot 10^3 + 113.682 \cdot 10^3 + 1489.436 \cdot 10^3 = 2.156 \cdot 10^6 \frac{1}{H}$$

$$\Phi = \frac{N \cdot I}{R_{mT}} = \frac{500 \cdot I}{2.156 \cdot 10^6} \quad , \quad B_g = 0.01 = \frac{\Phi_g}{A_g}$$

זהו הזרם שצריך להיות
 שיוצא מהמגנט כדי
 שיהיה הזרם הזה

$$0.01 A_g = \Phi_g$$

$$0.01 \cdot 800 \cdot 10^{-6} = \Phi_g$$

$$\Phi_g = 8 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

$$\Phi = \Phi_g$$

$$\frac{500 \cdot I}{2.156 \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^{-6}$$

$$I = \frac{8 \cdot 10^{-6} \cdot 2.156 \cdot 10^6}{500} = 34.496 \text{ mA}$$

(c) $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$

$$B_g = 0.01 \text{ T}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$l = 40 \text{ mm} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

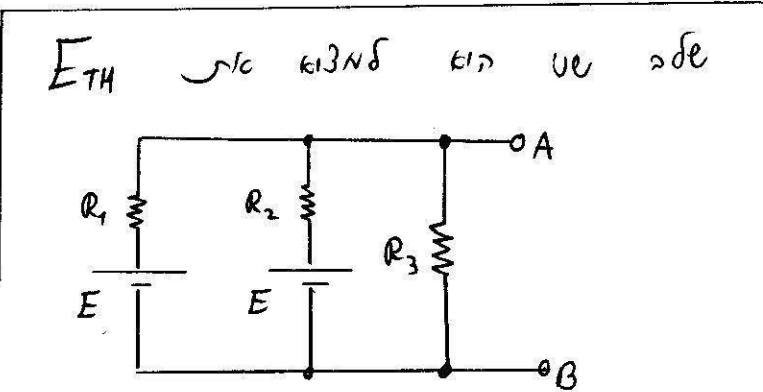
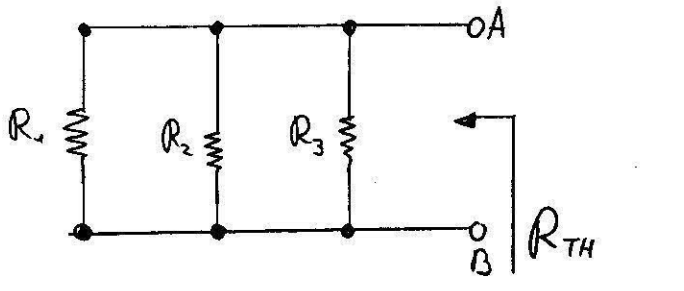
$$\Rightarrow F = 0.01 \cdot 5 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot \sin 90 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

! פרט

לשם חישוב ההספק המרבי (הספק מרבי) של התא R_L - e
 יש להשתמש במושג "התא" R_L - e
 והוא יהיה שווה ל- R_{TH} (התא) R_L - e

7

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 = 10 \cdot 10^3 \parallel 8 \cdot 10^3 \parallel 3 \cdot 10^3 = 1.791 \text{ k}\Omega,$$



לשם חישוב ההספק המרבי, ניקח את $R_L = R_{TH}$ ונחשב את ההספק המרבי P_{R_L} ואת הפוטנציאל U_{AB} בין A ל- B .

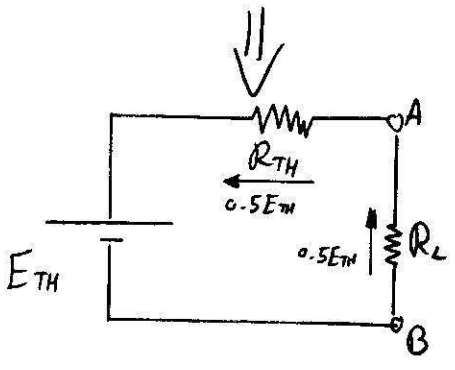
$$U_{AB} = \frac{\frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{E}{10} + \frac{E}{8}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{8} + \frac{1}{3}} = \frac{\frac{8E+10E}{80}}{0.558} = \frac{1}{0.558} \cdot \frac{18}{80} E$$

$$U_{AB} = 0.403 E \Rightarrow E \text{ ו- } E_{TH} \text{ הם אותו הדבר}$$

כלומר $U_{AB} = 0.403 E$ ו- $E_{TH} = E$ הם אותו הדבר.

(e) $R_L = R_{TH} = 1.791 \text{ k}\Omega$ (זהו ההספק המרבי)

$$P_{R_L} = P_{R_{TH}} = 2.8 \text{ W} \quad (! \text{ וואט})$$



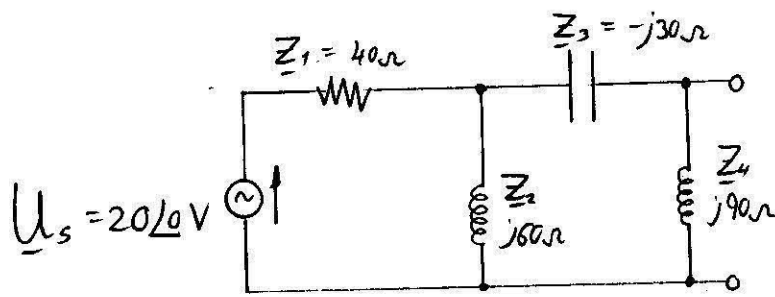
$$P_{R_L} = \frac{U_{R_L}^2}{R_L}$$

$$2.8 = \frac{(0.5 E_{TH})^2}{1.791 \cdot 10^3}$$

$$5014.8 = 0.25 \cdot E_{TH}^2$$

$$20059.2 = E_{TH}^2$$

8



הזרמים: ① שילוט את המצב בק שהזכרתי מצוירות לפי זרמן, צה"ט Z_1 הוא נכב להיות, Z_2 הוא סדרס וכן האלה. אופן הציר אינו משנה אפרימן!

② הזרמן עם U_s צויר יחוס של 0° , מפיון שבנה עם הזכרתיים הם יקלוויים, ואכן צריק אמת אהם נוצרם וצויר. אף זרם כי שלבו אינו מצפן מקבילי בחרנו צויר 0° עם U_s מפיון טכק מקופל, ובהמשך נראה שלא הייתה אט בחרה אמת

③ ניתן אפורה את סזיפוס א, ב'ג' אלא ממן צויר יחוס בלשה' אמקור U_s , ומפאת קוצה היחזה לא נראה את הזרמן כגן, אלא נציב הזרמן "הקדם והאחרונה".

$$\textcircled{a} \underline{Z}_T = [(Z_3 + Z_4) \parallel Z_2] + Z_1 = [(j90 + j30) \parallel j60] + 40 =$$

$$= (40 + j30) \Omega = 50 \angle 36.87^\circ \Omega$$

$$\underline{I}_T = \frac{U_s}{Z_T} = \frac{20 \angle 0}{50 \angle 36.87} = 0.4 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$

$$\textcircled{a}, \textcircled{b} \underline{S}_T = \underline{U}_s \cdot \underline{I}_T^* = 20 \angle 0 \cdot 0.4 \angle 36.87 = 8 \angle 36.87 \text{ VA} =$$

$$= (6.4 + j4.8) \text{ VA}$$

$\begin{matrix} \downarrow & \downarrow \\ P_T & Q_T \end{matrix}$

\Rightarrow

$P_T = 6.4 \text{ W}$
 $Q_T = 4.8 \text{ VAR (השט)}$

③ לבני שטוק בפתרון יש לבדוק אם מתקובה קרנה: ביחס ביקט את הסם
 הממוצע בין הזרם \underline{Z}_4 לזרם המקור, ובסדר זהה המקור' לזה ז'י
 נקוצות ה'ג'ור של \underline{Z}_1 נכעלם בתוך זרם זה (התענכות
 כנ'מ' של הסוק), אך בהנח'ת למתן שלז'וז הרר מ'וי
 מ'ב'ור של \underline{Z}_1 נ'א בלע'ה א'ח'ת, יש להתייחס להס'מ'יק של
 א'כ'ס'י' $\underline{P} \leftarrow$ זרם המקור הוא \underline{U}_s לזרם \underline{Z}_1 , ז'י,
 כ' ה'ת'ה לז נ'ת'ור את ס'י' זה

$$\phi_{u_s} = 0^\circ$$

$$\underline{I}_{z_{3,4}} = \underline{I}_r \cdot \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_2 + (\underline{Z}_3 + \underline{Z}_4)} = 0.4 \angle -36.87^\circ \cdot \frac{j60}{j120} = 0.2 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I}_{z_{3,4}} = \underline{I}_{z_3} = \underline{I}_{z_4} = 0.2 \angle -36.87^\circ \text{ A}$$



$$\underline{U}_{z_4} = \underline{I}_{z_4} \cdot \underline{Z}_4 = 0.2 \angle -36.87^\circ \cdot j90 = 18 \angle 53.131^\circ \text{ V}$$

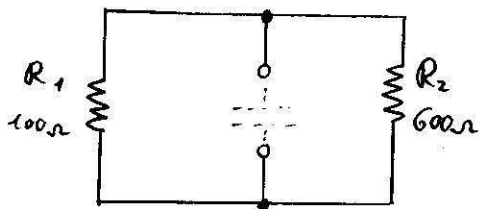


$$\phi_{u_{z_4}} = 53.131^\circ$$

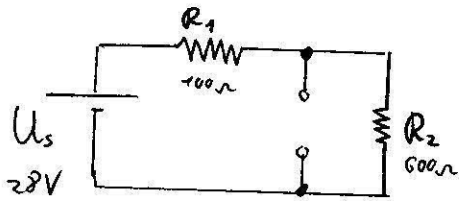
$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta \phi &= \phi_{u_{z_4}} - \phi_{u_s} = \\ &= 53.131 - 0 = 53.131^\circ // \end{aligned}$$

מקורה מהירה של סוגי השדה הוא של 28V, ומכאן את המערכת
 כשם הקדם, וכן הקדם את קבוצת הלינה והמחברת באלה בלוח

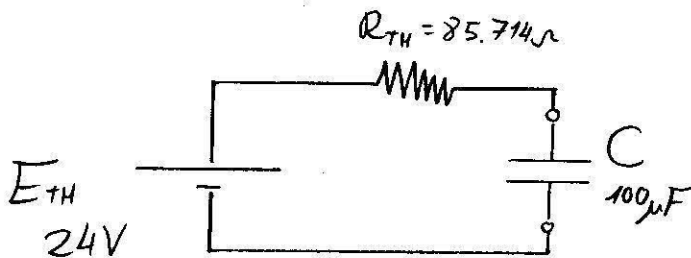
9



$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2 = 100 \parallel 600 = 85.714 \Omega$$



$$E_{TH} = U_{R_2} = U_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 28 \cdot \frac{600}{700} = 24V$$

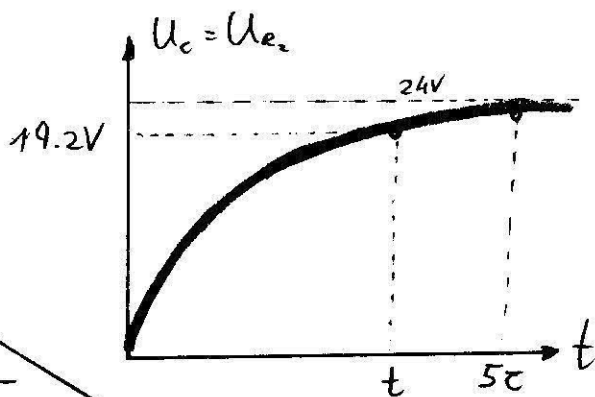


Ⓔ $\tau = R_{TH} \cdot C = 85.714 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 8.571 \text{ m sec.}$

Ⓒ בסוף הזמן המערכת תהיה במצב יציב, ולכן יש לה זמן של 5τ
 = E_{TH} המערכת

$$U_c = E_{TH} = 24V,$$

Ⓓ מכיוון ש-R2 הוא המערכת המקורי במקום לקדם, נמצא את המערכת
 הקדם באמצעות משוואת הקדם, וזה יהיה המערכת של 28V הנגזר
 כ'צורך המערכת והלחץ של הנגזר קטנים במחצית, ולכן אין הקדם את
 המחברת המערכת של 80% מ-28V, כל הקדם.



$$80\% E_{TH} = 0.8 E_{TH} = 0.8 \cdot 24 = 19.2V,$$

$$\tau = 8.571 \text{ m sec}$$

$$U_c(0^+) = 0V$$

$$U_c(\infty) = E_{TH} = 24V$$

$$U_c(t) = 19.2V$$

התנאים הם
התנאים



$$U_c(t) = U_c(\infty) - [U_c(\infty) - U_c(0^+)] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$19.2 = 24 - [24 - 0] e^{-\frac{t}{8.571}}$$

$$19.2 = 24 - 24 e^{-\frac{t}{8.571}}$$

$$-4.8 = -24 e^{-\frac{t}{8.571}}$$

$$0.2 = e^{-\frac{t}{8.571}} \quad / \ln()$$

$$\ln 0.2 = -\frac{t}{8.571}$$

$$t = -8.571 \cdot \ln(0.2) = 13.794 \text{ m sec}$$

התנאים הם $R_2 - C_1$ $\tau = R_2 \cdot C_1$ $\tau = 600 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 0.06 \text{ sec} = 60 \text{ m sec}$ $\tau = R_2 \cdot C_1$

$$\tau = R_2 \cdot C = 600 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 0.06 \text{ sec} = 60 \text{ m sec}$$