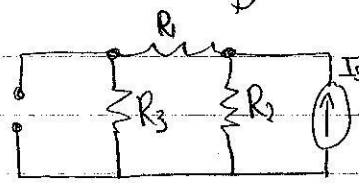
① בקבוצה מורשה
567153394

פיזיקה ואלמ' - תרגול 5.

ב. (משוב) נעבוד את מקור המתח I_{S2} ונקבל:



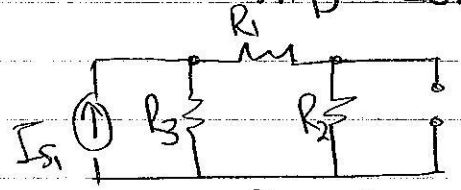
$R_{1,3} = R_1 + R_3 = 2k\Omega + 1k\Omega = 3k\Omega$
$R_2 = 3k\Omega$

כאן יש לנו מעגל מקביל:

$I_{R_1\bar{1}} = I_{R_3\bar{1}} = I_{S2} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_{1,3}} = 3mA \cdot \frac{3k\Omega}{3k\Omega + 3k\Omega} = 3/2\,mA$

$I_{R_2\bar{1}} = I_{S2} \cdot \frac{R_{1,3}}{R_{1,3} + R_2} = 3mA \cdot \frac{3k\Omega}{3k\Omega + 3k\Omega} = 3/2mA$

נעבוד את מקור המתח I_{S1} ונקבל:



$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 3k\Omega + 2k\Omega = 5k\Omega$
$R_3 = 1k\Omega$

כאן יש לנו מעגל מקביל: שם R_3 מעגל קצר:

$I_{R_1\bar{2}} = I_{R_2\bar{2}} = I_{S1} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_{1,2}} = 2mA \cdot \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 5k\Omega} = 1/3\,mA$

$I_{R_3\bar{2}} = I_{S1} \cdot \frac{R_{1,2}}{R_{1,2} + R_3} = 2mA \cdot \frac{5k\Omega}{5k\Omega + 1k\Omega} = 5/3\,mA$

$I_{R_1} = I_{R_1\bar{1}} - I_{R_1\bar{2}} = 3/2mA - 1/3mA = 7/6\,mA = 1.167\,mA$

$I_{R_2} = I_{R_2\bar{1}} + I_{R_2\bar{2}} = 3/2mA + \frac{1}{3}mA = 11/6\,mA = 1.833mA$

$I_{R_3} = I_{R_3\bar{1}} - I_{R_3\bar{2}} = 3/2mA - 5/3\,mA = 19/6\,mA = 3.167mA$

(משוב)

$P_E = P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3}$

$P_{R_1} = I_{R_1}^2 \cdot R_1 = (7/6\,mA)^2 \cdot 2k\Omega = 49/18\,mW$

$P_{R_2} = I_{R_2}^2 \cdot R_2 = (11/6\,mA)^2 \cdot 3k\Omega = 121/12\,mW$

$P_{R_3} = I_{R_3}^2 \cdot R_3 = (19/6\,mA)^2 \cdot 1k\Omega = 361/36\,mW$

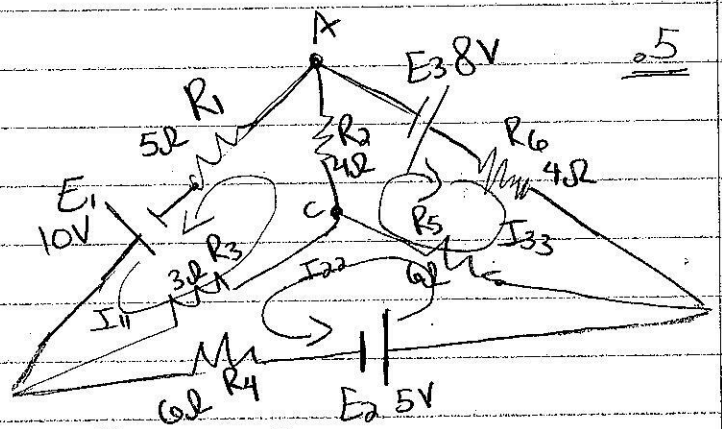
$P_E = 49/18 + 121/12 + 361/36 = 137/6\,mW$

$\eta = \frac{P_{R_2}}{P_E} = (121/12)/(137/6) = 0.4416 = 44.16\%$

②

307

.5



$$\begin{cases} E_1 = (I_{11}-I_{22})R_3 + (I_{11}+I_{33})\cdot R_2 + I_{11}\cdot R_1 \\ E_2 = (I_{22}+I_{33})\cdot R_5 + (I_{22}-I_{11})\cdot R_3 + I_{22}\cdot R_4 \\ E_3 = I_{33}\cdot R_6 + (I_{33}+I_{22})\cdot R_5 + (I_{11}+I_{33})\cdot R_2 \end{cases}$$

$$10 = (3+4+5)I_{11} - 3I_{22} + 4I_{33} = 12I_{11} - 3I_{22} + 4I_{33}$$
$$5 = -3I_{11} + (6+3+6)I_{22} + 6I_{33} = -3I_{11} + 15I_{22} + 6I_{33}$$
$$8 = 4I_{11} + 6I_{22} + (4+6+4)I_{33} = 4I_{11} + 6I_{22} + 14I_{33}$$

$$I_{11} = 241/263 = 0.916A,\ I_{22} = 374/789 = 0.474A,\ I_{33} = 28/263 = 0.106A$$

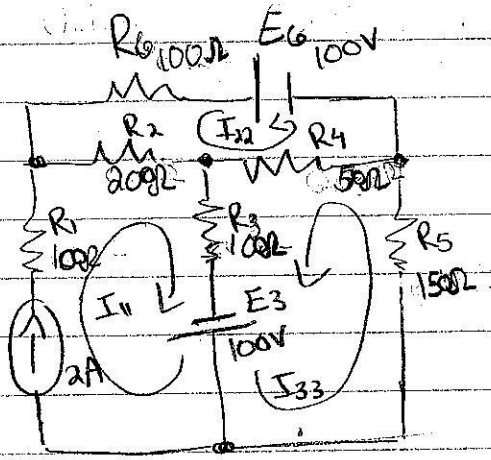
$$I_{R1} = I_{11} = \underline{0.916A},\ I_{R2} = I_{11}+I_{33} = \underline{1.022A},\ I_{R3} = I_{11}-I_{22} = \underline{0.442A}$$
$$I_{R4} = I_{22} = \underline{0.474A},\ I_{R5} = I_{22}+I_{33} = \underline{0.58A},\ I_{R6} = I_{33} = \underline{0.106A}$$

מי מהמקורות ספק ומי צרכן?

כל צרמי החוגים יצאו חיוביים ולכן כל מקורות המתח הינם ספקים.

.6

.K



(3)

307

$$\begin{cases} E_6 = I_{22}\cdot R_6 + (I_{22}+I_{11})\cdot R_2 + (I_{22}-I_{33})\cdot R_4 \\ E_3 = I_{33}\cdot R_5 + (I_{33}-I_{22})\cdot R_4 + (I_{33}+I_{11})\cdot R_3 \end{cases}$$

$I_{11} = 2A$

$$\begin{cases} 100 = 400 + 350 I_{22} - 50 I_{33} \\ 100 = 200 - 50 I_{22} + 300 I_{33} \end{cases}$$

$I_{11} = 12A$

$I_{22} = -38/41\ A$

$I_{33} = -20/41\ A$

$I_{R1} = 2A$

$I_{R2} = I_{11} + I_{22} = 2A - 38/41\ A = \frac{44}{41} A = 1.0731A$

$I_{R3} = I_{11} + I_{33} = 2A - 20/41\ A = \frac{62}{41} A = 1.512A$

$I_{R4} = -I_{22} + I_{33} = 38/41\ A - 20/41\ A = 0.439A$

$I_{R5} = I_{33} = 20/41\ A = 0.487A$

$I_{R6} = I_{22} = 38/41\ A = 0.926A$

$P_1 = I_{R1}^2 \cdot R_1 = 2^2 \cdot 100 = 400\,\omega$ (W)

$P_2 = I_{R2}^2 \cdot R_2 = (1.073)^2 \cdot 200 = 230.26\,\omega$

$P_3 = I_{R3}^2 \cdot R_3 = 1.512^2 \cdot 100 = 228.62\,\omega$

$P_4 = I_{R4}^2 \cdot R_4 = 0.439^2 \cdot 50 = 9.636\,\omega$

$P_5 = I_{R5}^2 \cdot R_5 = 0.487^2 \cdot 150 = 35.575\,\omega$

$P_6 = I_{R6}^2 \cdot R_6 = 0.926^2 \cdot 100 = 85.748\,\omega$

$PE_3 = I_{33} \cdot E_3 = 20/41 \cdot 100 = 48.78\,\omega$

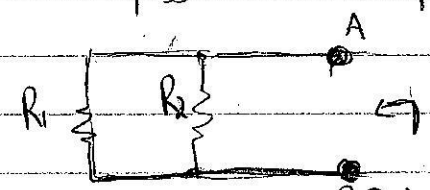
$PE_6 = I_{22} \cdot E_6 = 38/41 \cdot 100 = 92.68\,\omega$

(4)

307

7.

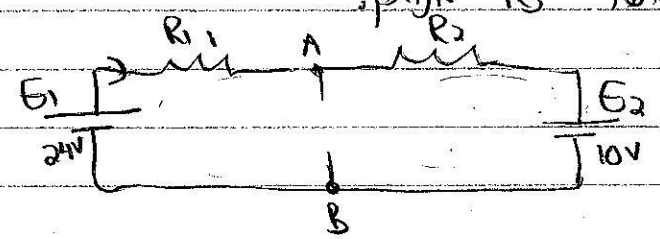
א) תבנין: נקצר את מקורות המתח וננתק את R_3:



$$R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 30}{20+30} = \frac{600}{50} = 12\Omega$$

חישוב V_{th}:

נחזיר את המקורות למעגל ונחשב את המתח בין A ל B כאשר R_3 מנותק.



המתח במעגל: $E = E_1 - E_2 = 24 - 10 = 14V$

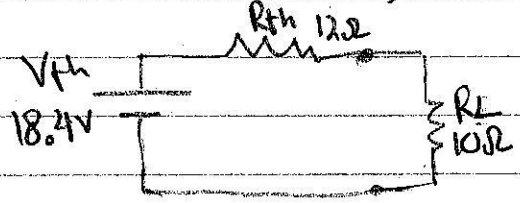
לפי מחלק מתח: $U_{R_1} = E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 14 \cdot \frac{20}{20+30} = 5.6V$

לפי קירכהוף:

$$U_{AB} + U_{R_1} - E_1 = 0$$

$$U_{AB} + 5.6 - 24 = 0 \quad , \quad U_{AB} = 18.4 \Rightarrow V_{th} = 18.4V$$

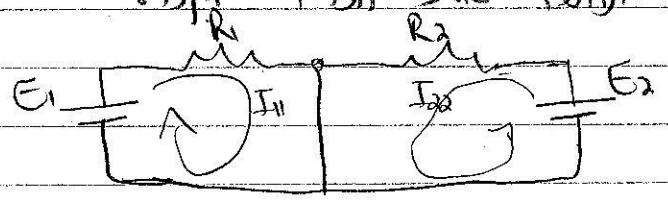
שרטוט מעגל תבנין:



נורטון:

$$R_N = R_{th} = 12\Omega$$

I_N: נקצר את R_3 ונחשב את הזרם בקצר:



נחשב לפי זרמי חוגים:

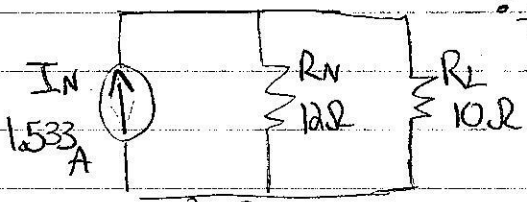
$$\begin{cases} E_1 = R_1 \cdot I_{11} = 24 = 20 \cdot I_{11} \\ E_2 = R_2 \cdot I_{22} = 10 = 30 \cdot I_{22} \end{cases}$$

$I_{11} = 6/5\,A \quad , \quad I_{22} = 1/3\,A$

$$I_N = I_{11} + I_{22} = 6/5 + \frac{1}{3} = 1.533\,A$$

(5)

שרטוט מעגל נורטון:



(ב) $P_{R_L} = I_{R_L}^2 \cdot R_L$

לפי מחלק זרם: $I_{R_L} = \frac{R_N}{R_N + R_L} \cdot I_N = 0.836A$

$\Downarrow$

$P_{R_3} = P_{R_L} = 0.836^2 \cdot 10 = \underline{6.99W}$

(ג) ההספק המקסימלי יהיה כאשר $R_3 = R_N = 12\Omega$

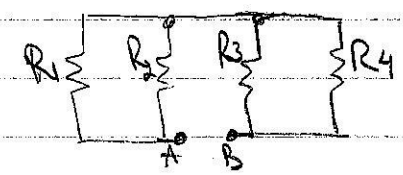
$\Downarrow$

$I_{R_3} = \frac{R_N}{R_N + R_3} \cdot I_N = \frac{12}{12+12} \cdot 1.533 = 0.7665A$

$P_{R_3} = 0.7665^2 \cdot 12 = \underline{\underline{7.05W}}$

8 (א)

תבנין: נקצר את מקורות המתח וננתק את R_5:

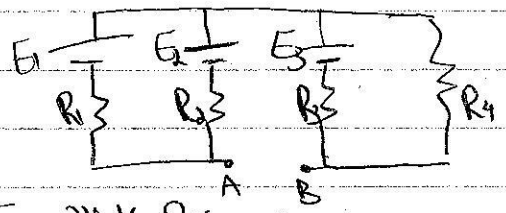


$R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$

$= \frac{1 \cdot 1}{1+1} + \frac{2 \cdot 4}{2+4} = 1.833\Omega$

נחשב V_{th}:

נחזיר את המקורות למעגל ונחשב את המתח בין A לB:



במעגל השמאלי המתח הוא: $E = E_1 - E_2 = 24 - 16 = 8V$

לפי מחלק מתח: $V_{R_2} = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 8 \cdot \frac{1}{1+1} = 4V$

במעגל הימני:

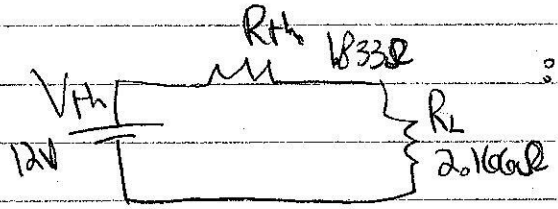
$V_{R_3} = E_3 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 4V$

לפי קירכהוף במעגל האמצעי:

$V_{AB} + V_{R_2} + E_2 - E_3 + V_{R_3} = 0$

$V_{AB} + 4 + 16 - 12 + 4 = 0$, $V_{AB} = 12V \Rightarrow V_{th} = 12V$

⑥

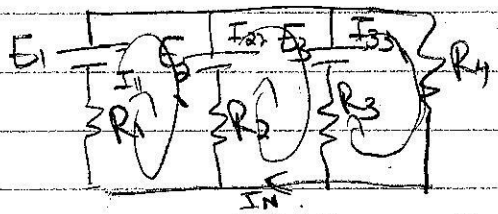


שרטוט מעגל תבנין:

נורטון:

$R_N = R_{th} = 1.833\Omega$

I_N: נקצר את R_5 ונחשב את הזרם בקצר:



נחשב לפי זרמי חוגים:

$$\begin{cases} E_1 - E_2 = I_{11} \cdot R_1 + R_2(I_{11} - I_{22}) \\ E_2 - E_3 = R_2(I_{22} - I_{11}) + R_3(I_{22} - I_{33}) \\ E_3 = R_3(I_{33} - I_{22}) + R_4 \cdot I_{33} \end{cases}$$

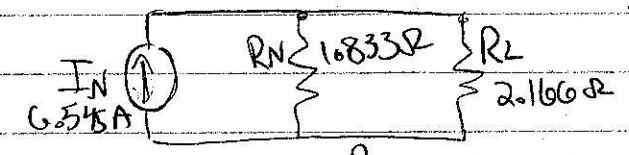
$$\begin{cases} 8 = 2I_{11} - I_{22} + 0 \cdot I_{33} \\ 4 = -I_{11} + 3I_{22} - 2I_{33} \\ 12 = 0 \cdot I_{11} - 2I_{22} + 6I_{33} \end{cases}$$

$I_{11} = 7.27A$, $I_{22} = 6.545\ A$

$I_{33} = 4.1818\ A$

$I_N = I_{22} = 6.545A$

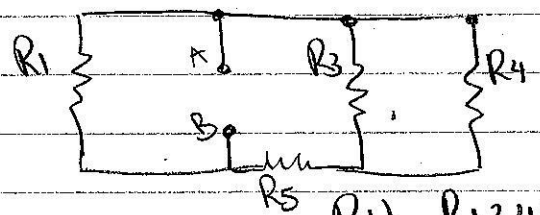
שרטוט מעגל נורטון:



חישוב הזרם הזורם בנגד R_5:

$$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{12}{1.833 + 2.166} = \underline{3A}$$

ב. תבנין: נקצר את מקורות המתח וננתק את R_2:



$$R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2 \cdot 4}{2+4} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}\Omega$$

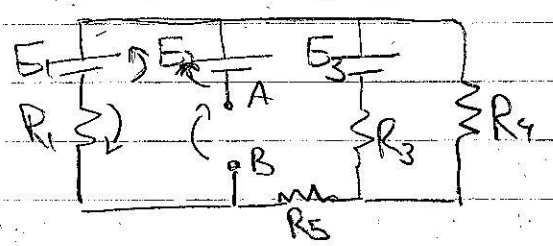
$$R_{3,4,5} = R_{3,4} + R_5 = \frac{4}{3} + 2.166 = 3.499\Omega$$

$$R_{th} = R_{1,3,4,5} = \frac{R_1 \cdot R_{3,4,5}}{R_1 + R_{3,4,5}} = \frac{3.499}{1 + 3.499}$$

$$= \underline{0.777\Omega}$$

(2)

חישוב V_{th}: נמצור את המקורות למעגל ונחשב את המתח בין A ל B:



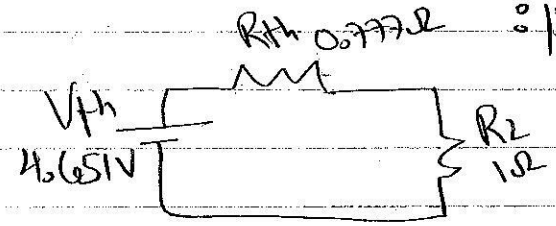
עפ"י קירכהוף: $U_{AB} + U_{R1} - E_1 + E_2 = 0$

לפי מחלק מתח:

$$U_{R1} = E_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_4 + R_5} = 24 \cdot \frac{1}{1+4+2.166} = 3.349V$$

$$U_{AB} = 4.651A \Rightarrow V_{th} = 4.651V$$

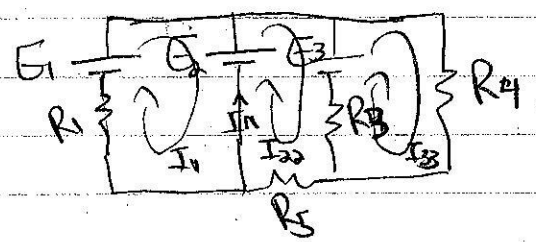
שרטוט מעגל תבנין:



נורטון

$$R_N = R_{th} = 0.777\Omega$$

I_N: נקצר את R_2 ונחשב את הזרם בקצר:



נחשב לפי זרמי חוגים:

$$\begin{cases} E_1 - E_2 = R_1 \cdot I_{11} \\ E_2 - E_3 = R_3 \cdot (I_{22} - I_{33}) + R_5 \cdot I_{22} \\ E_3 = R_3 \cdot (I_{33} - I_{22}) + R_4 \cdot I_{33} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 8 = I_{11} \\ 4 = 4.166 \cdot I_{22} - 2I_{33} \\ 12 = -2I_{22} + 6I_{33} \end{cases}$$

$I_{11} = 8A$

$I_{22} = 2.286A$

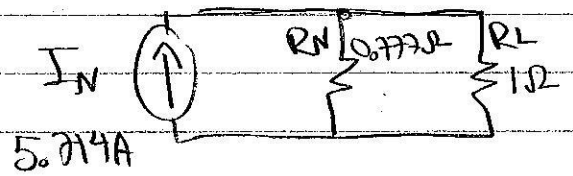
$I_{33} = 2.762A$

$$\Rightarrow I_N = I_{11} - I_{22} = 8 - 2.286 = \underline{5.714A}$$

(8)

ש"ב

שרטוט מעגל נורטון:



חישוב הזרם הזורם בנגד R_2:

לפי מחלק זרם:

$$I_{R_2} = I_N \cdot \frac{R_N}{R_N + R_L} = 5.714 \cdot \frac{0.777}{1 + 0.777} = \boxed{2.5A}$$

(ג) עפ"י K_1:

$$I = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{12}{1.833 + 1.1666} = \boxed{4A}$$

$R_L = 1.1666$