مدار معادل تونن و نورتن:

۱. بدست آوردن $V_{th} = V_{oc}$

الف: اگر فقط منابع وابسته باشد: $V_{th} = 0$

ب: اگر منابع مستقل و یا مستقل و وابسته باشد. در صورت وجود بار را برداشته و ولتاژ دو سر جای بار را توسط KCL بدست می آوریم.

۲. بدست آوردن $I_N = I_{sc}$

الف: اگر فقط منابع وابسته باشد. $I_N = 0$

ب: اگر منابع مستقل و یا مستقل و وابسته باشد. در صورت وجود بار را برداشته و جای آن را اتصال کوتاه می کنیم و جریان عبوری از اتصال کوتاه را توسط KVL بدست می آوریم.

* بدست آوردن $R_{th} = R_N = R_{eq}$:

الف: منابع مستقل باشند: منابع مستقل را بی اثر کرده و در صورت وجود بار را برداشته و مقاومت دیده شده از جای بار را بدست می آوریم.

ب: فقط منابع وابسته باشند.

A) در صورت وجود بار را برداشته و جای بار یک منبع جریان معلوم قرار داده و ولتاژ دو سر منبع معلوم را توسط KCL را بدست می آوریم.

$$R_{eq} = \frac{V_{\text{بدست آمده معلوم}}}{I_{\text{معلوم}}}$$

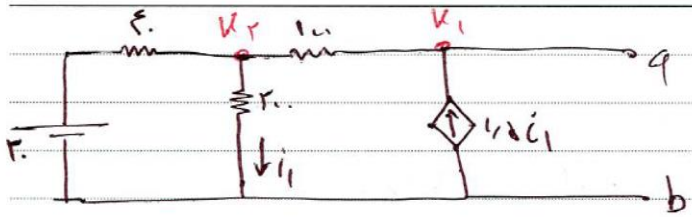
B) در صورت وجود بار را برداشته و جای بار را یک منبع ولتاژ معلوم قرار داده و جریان عبوری از منبع معلوم را توسط KVL بدست می آوریم

$$R_{eq} = \frac{V_{(\text{معلوم})}}{\Sigma (\text{بدست آمده})}$$

C) در صورت وجود بار را برداشته و یکبار توسط KCL ولتاژ دو سر و یکبار توسط KVL جریان عبوری از بار که جای آن اتصال کوتاه شده است را بدست می آوریم. و داریم:

$$R_{eq} = \frac{V_{th}}{I_N}$$

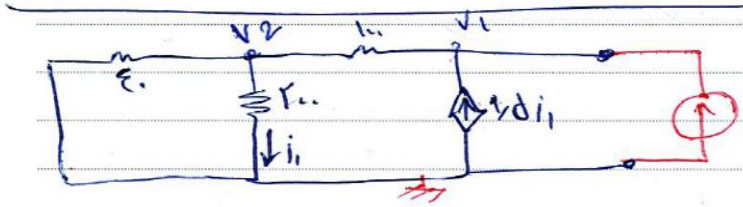
سوال ۱۱ ص ۱۰۰ :



$V_{th} = V_1$

$$\begin{cases} \frac{V_2 - 20}{40} + \frac{V_2 - V_1}{100} + \frac{V_2}{200} = 0 \\ \frac{V_1 - V_2}{100} - 1.5\, i_1 = 0 \\ i_1 = \frac{V_2}{200} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \times 200: \ \frac{V_2 - 20}{40} + \frac{V_2 - V_1}{100} + \frac{V_2}{200} = 0 \\ \times 100: \ \frac{V_1 - V_2}{100} - 1.5\, \frac{V_2}{200} = 0 \end{cases}$$

$$\times 2.5 \begin{cases} 8V_2 - 2V_1 = 100 \\ -3.5V_2 + 2V_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow 9V_1 = 250 \Rightarrow V_1 = V_{th} = 27.8\ V$$



$$\begin{cases} \frac{V_2}{40} + \frac{V_2}{200} + \frac{V_2 - V_1}{100} = 0 \\ -1 - 1.5\, i_1 + \frac{V_1 - V_2}{100} = 0 \\ i_1 = \frac{V_2}{200} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \times 200: \ \frac{V_2}{40} + \frac{V_2}{200} + \frac{V_2 - V_1}{100} = 0 \\ \times 200: \ -1 - 1.5\, \frac{V_2}{200} + \frac{V_1 - V_2}{100} = 0 \end{cases}$$

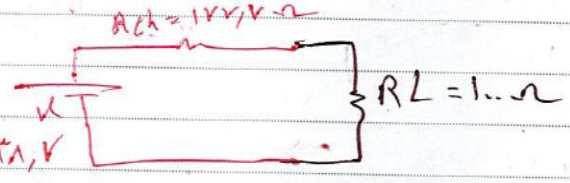
HELWA

$$\begin{cases} 8V_2 - 2V_1 = 0 \\ -2.5V_2 + 2V_1 = 20 \end{cases}$$

$$9V_1 = 1200 \Rightarrow V_1 = 133.3\ V$$

$$R_{th} = R_{eq} = \frac{V\ (\text{بدست آمده})}{I\ (\text{معلوم})} = \frac{133.3}{1} = 133.3\ \Omega$$

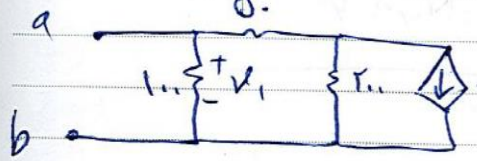
مدار معادل تونن $\Rightarrow$



$$I_L = \frac{48.8}{333.3} = 0.149$$

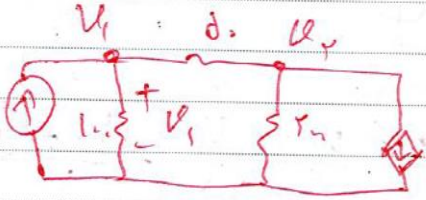
$$P_L = R_L \cdot I_L^2 = 100(0.149)^2 = 1.96\ W$$

مثال: سوال ۱۱ ص ۱۱۰



$I_N = ?$

بدست آوردن R_N:



گره ۱:
$$-1 + \frac{V_1}{100} + \frac{V_1 - V_2}{50} = 0$$

گره ۲:
$$\frac{V_2 - V_1}{50} + \frac{V_2}{200} + 0.1V_1 = 0$$

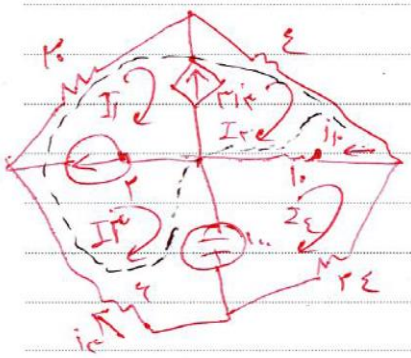
$$\Rightarrow \begin{cases} 3V_1 - 2V_2 = 100 \\ 19V_1 + 5V_2 = 0 \end{cases}$$

$$43.5V_1 = 250 \Rightarrow V_1 = \frac{250}{43.5} = 5.74$$

HELA

$R_{eq} = \frac{1,4}{1} = 1,4\ \Omega$

ص ٩ سؤال ٢٠ :



$$\begin{cases} -100 + 4i_3 + 20 i_1 + 4 i_2 + 10(i_2 - i_4) = 0 \\ i_1 - I_3 = 2 \\ i_2 - i_1 = 3 i_3 \\ 100 + 10(i_4 - i_2) + 24 i_4 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 20 i_1 + 14 i_2 + 4 i_3 - 10 i_4 = 100 \\ i_1 - i_3 = 2 \longrightarrow i_1 = 2 + i_3 \\ i_2 - i_1 = 3 i_3 \longrightarrow i_2 - 2 - i_3 = 3 i_3 \Rightarrow i_2 = 2 + 4 i_3 \\ -10 i_2 + 34 i_4 = -100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 20(2 + i_3) + 14(2 + 4 i_3) + 4 i_3 - 10 i_4 = 100 \\ -10(2 + 4 i_3) + 34 i_4 = -100 \end{cases}$$

$\times 3,4$

$$\begin{cases} 84 i_3 - 10 i_4 = 32 \\ -40 i_3 + 34 i_4 = -80 \end{cases}$$

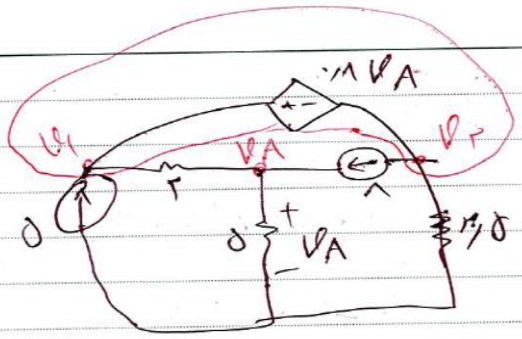
$$228,8 i_3 = 54,8 \longrightarrow i_3 = 0,24\ A$$

$$84(0,24) - 10 i_4 = 32$$

$$i_4 = -2,192\ A$$

$$i_2 = 2 + 4(0,24) = 3,48\ A \longrightarrow i_1 = i_2 - i_4 = 3,48 - (-2,192) = 5,672\ A$$

Subject:
Year: Month: Date:



V_A = ؟

$P_{2,5\Omega}$ = ؟

$$\begin{cases} -5 + \frac{V_1 - V_A}{2} + 8 + \frac{V_2}{2,5} = 0 \\ V_1 - V_2 = 0,18 V_A \rightarrow V_1 = V_2 + 0,18 V_A \\ \frac{V_A - V_1}{2} - 8 + \frac{V_A}{5} = 0 \end{cases}$$

$$1,1 \begin{cases} -5 + \frac{V_2 + 0,18 V_A - V_A}{2} + 8 + \frac{V_2}{2,5} = 0 \\ 1,1 \quad \frac{V_A - V_2 - 0,18 V_A}{2} - 8 + \frac{V_A}{5} = 0 \end{cases}$$

$$2 \begin{cases} 9 V_2 - V_A = -20 \\ -5 V_2 + 2 V_A = 80 \end{cases}$$

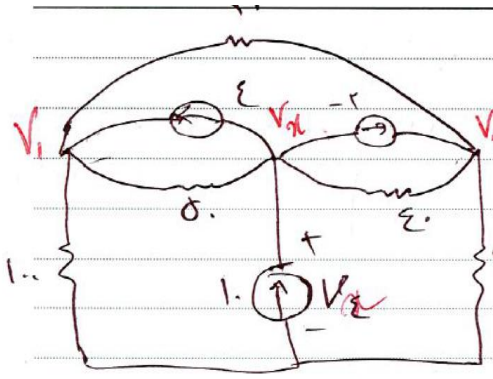
$$23 V_2 = -10 \rightarrow V_2 = -0,45$$

$$P_{2,5\Omega} = \frac{V_2^2}{R} = \frac{(-0,45)^2}{2,5} = 0,81\ W$$

~~$9(-0,45) - V_A = -20 \rightarrow V_A = 15,95\ V$~~ HELIA

(12)

سوال ۲ ص ۲



$$\frac{V_1 - V_2}{20} + \frac{V_1 - V_m}{5} - 4 + \frac{V_1}{10} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{20} + 2 + \frac{V_2 - V_m}{4} + \frac{V_2}{25}$$

$$4 - 2 - 10 + \frac{V_m - V_1}{50} + \frac{V_m - V_2}{40} = 0$$

$$\begin{cases} 18V_1 - 5V_2 - 2V_m = 40 \\ -10V_1 + 22V_2 - 5V_m = -40 \\ -4V_1 - 5V_2 + 9V_m = 140 \end{cases}$$

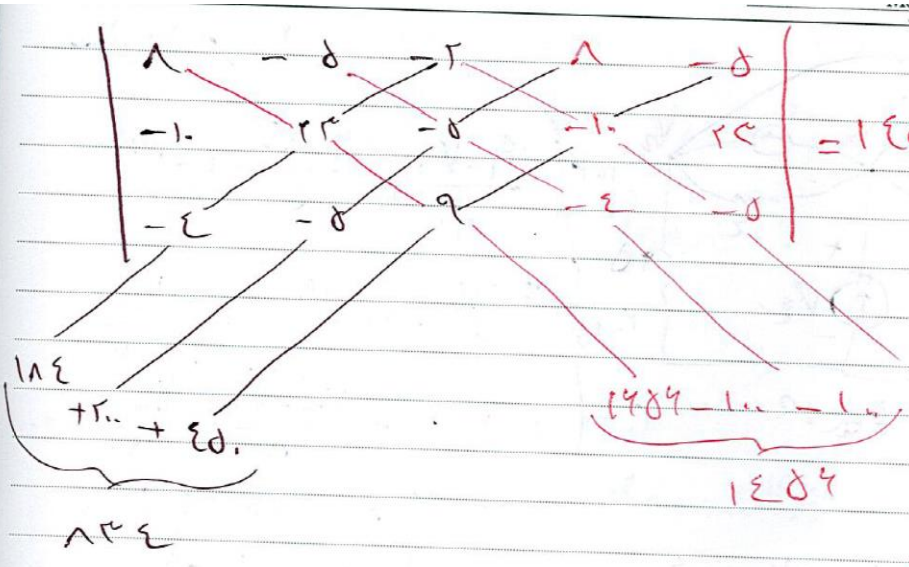
$$V_m = \frac{\begin{vmatrix} 18 & -5 & 40 \\ -10 & 22 & -40 \\ -4 & -5 & 140 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 18 & -5 & -2 \\ -10 & 22 & -5 \\ -4 & -5 & 9 \end{vmatrix}} = \frac{42752}{4422} = 29.42\ V$$

حل با روش کرامر (دترمینال)

$$\begin{vmatrix} 18 & -5 & -4 & 18 & -5 \\ -10 & 22 & -4 & -10 & 22 \\ -4 & -5 & 14 & -4 & -5 \end{vmatrix} = 40400 - 5925 = 34475$$

$$-3978 + 14000 + 18000 = 5922$$

$$29440 - 8000 + 20000 = 40440$$

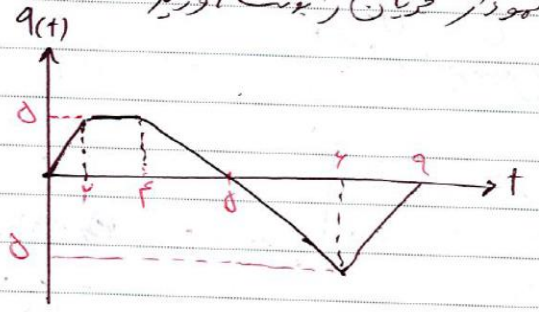


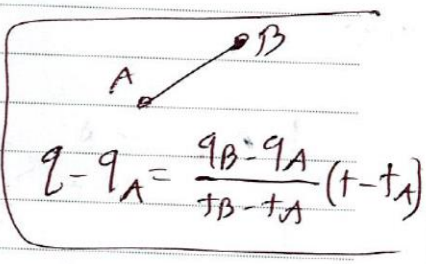
هفته‌ی چهارم = حالت گذرا

تعریف جریان:

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

مثال ۵: در نمودار داده شده زیر نمودار جریان را بدست آورید.





$$q - q_A = \frac{q_B - q_A}{t_B - t_A}(t - t_A)$$

① $\Rightarrow q - 0 = \frac{5-0}{2-0}(t-0) \Rightarrow q(t) = 1.5t$

② $\Rightarrow q - 5 = \frac{5-5}{4-2}(t-2) \Rightarrow q(t) = 0$

③ $\Rightarrow q - 0 = \frac{5-(-5)}{6-4}(t-4) \Rightarrow q(t) = -5t + 25$

④ $\Rightarrow q + 5 = \frac{-5-0}{9-6}(t-6) \Rightarrow q(t) = \frac{5}{3}(t) - 15$