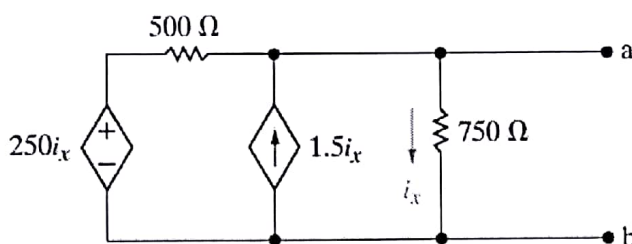
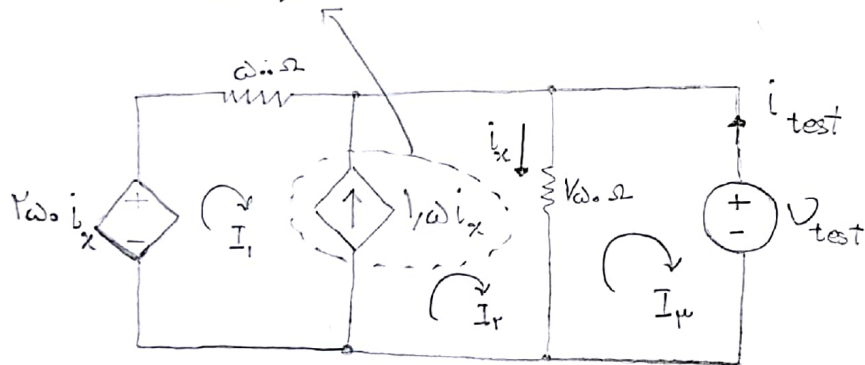


بخش اول) سوالات اختیاری<sup>۱</sup>(۱) سوالات ۲۱ و ۳۲ و ۴۴ و ۵۴ و ۶۲ از فصل پنجم کتاب هیت (Hayt 8<sup>th</sup> edition)بخش دوم) سوالات اجباری<sup>۲</sup>

(۲) معادل نورتن از دو سر a و b را در مدار شکل زیر پیدا کنید.



در دو سر a و b



$$V_{test} = R_{th} i_{test} + V_{th}$$

$$\begin{cases} I_3 = -i_{test} \\ I_2 - I_3 = i_x \\ I_1 - I_2 = -1.5i_x \end{cases} \xrightarrow{\oplus} I_1 - I_3 = \frac{-i_x}{2}$$

$$KVL_{(1)}: -250i_x + 500I_1 + v_{500} (I_2 - I_3) = 0 \Rightarrow -250i_x + 500I_1 + 750i_x = 0 \Rightarrow I_1 = -i_x$$

$$KVL_{(3)}: v_{500} (I_3 - I_2) + V_{test} = 0$$

$$750(-i_x) + V_{test} = 750(-2i_{test}) + V_{test} = 0$$

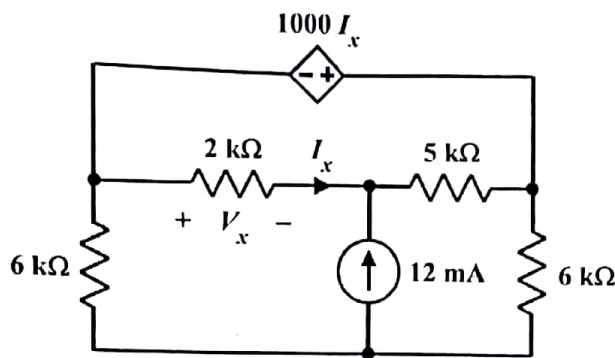
$$\Rightarrow V_{test} = 1500i_{test} + 0$$

$$\Rightarrow R_{th} = 1500 \Omega = R_N$$

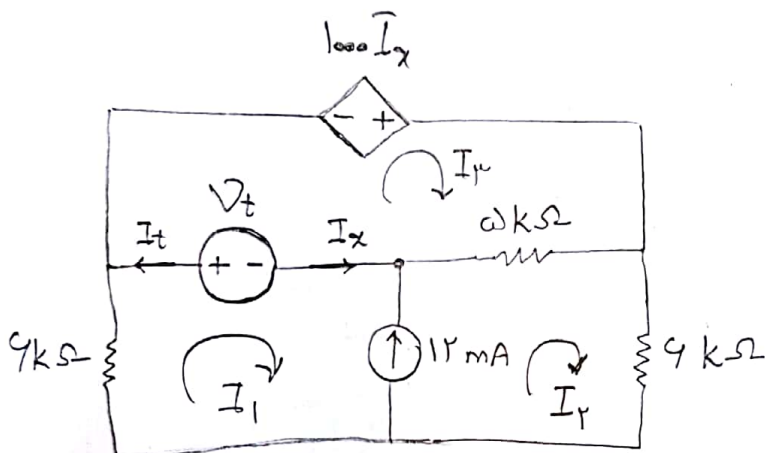
$$\Rightarrow V_{th} = 0 \Rightarrow i_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = 0$$

$$\begin{aligned} I_3 &= \frac{-i_x}{2} \\ i_{test} &= \frac{i_x}{2} \end{aligned}$$

۳ در مدار زیر مقاومت  $2k\Omega$  به عنوان بار است. با استفاده از تئوری تونن ولتاژ  $V_x$  را بدست آورید.



برجای بار، یک منبع تونن قرار می‌دهیم:



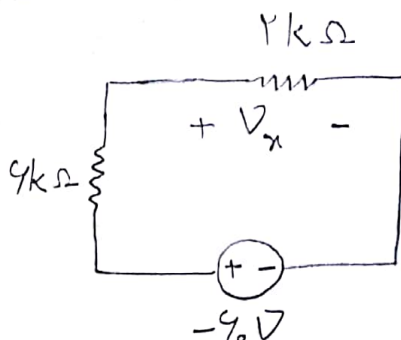
$$\begin{cases} I_2 - I_1 = \frac{12}{1000} \text{ A} \\ I_1 - I_3 = I_x = -I_t \end{cases} \Rightarrow I_2 - I_3 = \frac{12}{1000} - I_t$$

$$\text{KVL } \textcircled{3}: -1000 I_x + 5000 (I_2 - I_3) - V_t = 0$$

$$\Rightarrow -1000 (-I_t) + 5000 \left( -\left( \frac{12}{1000} - I_t \right) \right) - V_t = 0$$

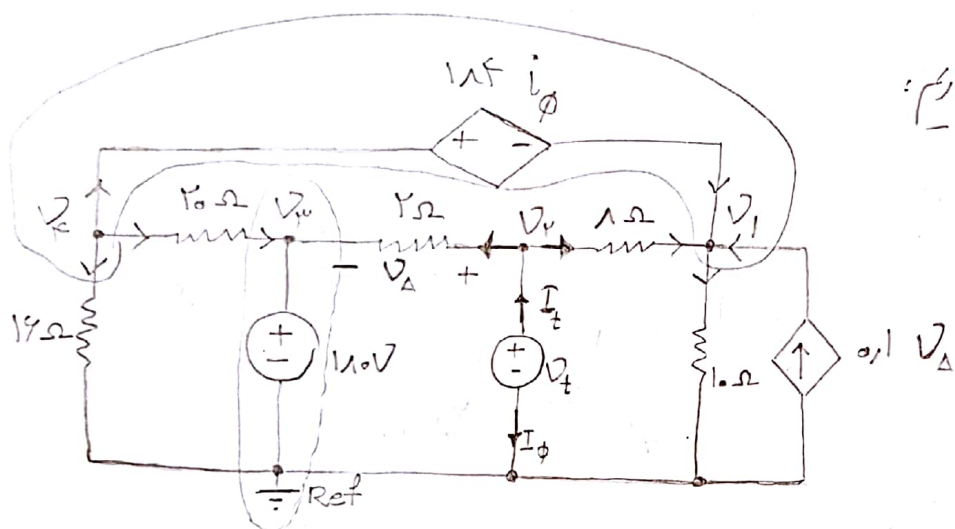
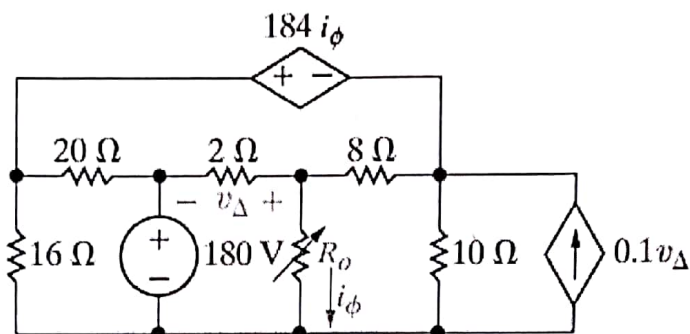
$$\Rightarrow 1000 I_t - 6 + 5000 I_t - V_t = 0 \Rightarrow \begin{cases} V_t = 6000 I_t - 6 \\ V_t = R_{th} I_t + V_{th} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_{th} = 6000 = 6k\Omega \\ V_{th} = -6 \text{ V} \end{cases}$$



$$V_x = \frac{6}{6+9} \times (-6) \Rightarrow V_x = -1.6 \text{ V}$$

- (۴) در مدار شکل زیر مقدار مقاومت متغیر  $R_o$  طوری تنظیم شده است که ماکزیمم توان به آن منتقل می‌شود.  
 الف) مقدار مقاومت  $R_o$  را بدست آورید.  
 ب) توان منتقل شده به  $R_o$  را حساب کنید.  
 ج) چند درصد از توان منبع جریان  $180\text{ V}$  به مقاومت  $R_o$  منتقل می‌شود.



برجای  $R_o$  یک منبع سلفی داریم:

$$\begin{cases} V_s = 180\text{ V} \\ V_r = V_t \\ V_\Delta = V_r - V_s = V_t - 180 \\ I_t = -I_\phi \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{KCL } 1: -\frac{1}{10}(V_t - 180) + \frac{V_1}{10} - \frac{V_t - V_1}{1} + \frac{V_f - 180}{2} + \frac{V_f}{19} = 0 \\ \text{KCL } 2: -I_t + \frac{V_t - V_1}{1} + \frac{V_t - 180}{2} = 0 \Rightarrow -1I_t + V_t - V_1 + 4V_t - 4 \times 180 = 0 \\ \text{اگرچه: } V_f = 184(-I_t) + V_1 \end{cases} \quad (1)$$

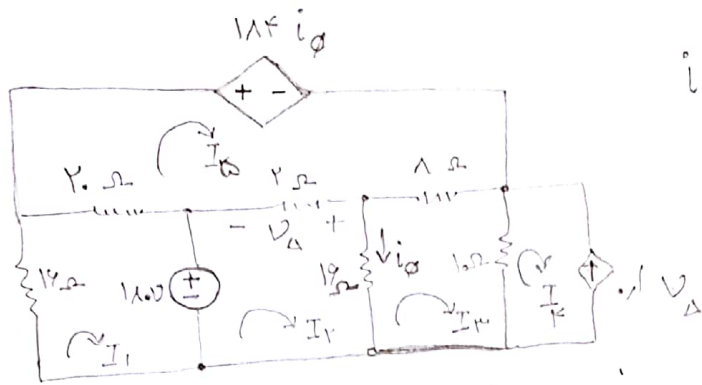
$$\Rightarrow -18V_t + 18 \times 180 + 18V_1 - 10V_t + 10V_1 + 4(-184I_t + V_1) - 4 \times 180 + 19(-184I_t + V_1) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -18V_t + 27V_1 - 9 \times 184I_t + 4 \times 180 = 0 \\ 19V_t - V_1 - 18I_t - 4 \times 180 = 0 \end{cases} \Rightarrow 26 \times 4 \times 180 = 117V_t - 1872I_t$$

$$\Rightarrow V_t = 12I_t + 120 \Rightarrow \begin{cases} R_{th} = 12\Omega \\ V_{th} = 120\text{ V} \\ I_N = 1\text{ A} \end{cases}$$

$$R_o = 12\Omega \quad (\text{الف}) \quad \leftarrow$$

$$\begin{aligned} R_o &= 12\Omega \\ R_{th} &= 12\Omega \\ P_R &= R_o I^2 = 12 \times 1^2 = 12\text{ W} \\ I &= \frac{120}{12+12} = 5\text{ A} \end{aligned} \quad (\text{ب})$$



$$i_{\phi} = I_2 - I_4$$

(2)

$$I_{\phi} = -\frac{1}{10} V_{\Delta} = -\frac{1}{10} (-2 (I_2 - I_4))$$

$$\Rightarrow I_{\phi} = \frac{1}{5} (I_2 - I_4)$$

$$\text{KVL } \textcircled{1}: 14 I_1 + 2 (I_1 - I_2) + 1 = 0$$

$$\text{KVL } \textcircled{2}: -1 + 2 (I_2 - I_4) + 19 (I_2 - I_4) = 0$$

$$\text{KVL } \textcircled{3}: 1 (I_2 - I_4) + 10 (I_4 - I_{\phi}) + 19 (I_4 - I_2) = 0$$

$$\text{KVL } \textcircled{4}: +1A (I_2 - I_4) + 1 (I_4 - I_2) + 2 (I_2 - I_4) + 2 (I_4 - I_1) = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 = -f_0 \\ I_2 = -1A \\ I_3 = -1A \\ I_4 = 10A \\ I_{\phi} = -9A \end{cases}$$

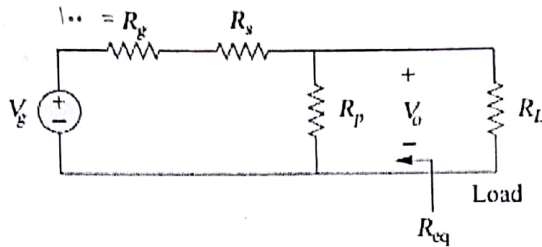
$$P_{10V} = IV = (I_1 - I_2) 1A = 1V \times 1A$$

$$\Rightarrow \frac{P_{R.}}{P_{10V}} = \frac{P_{00}}{1A \times 1V} = \frac{f_0}{1A \times 1V} = 1,24\%$$

۵) الف) در مدار شکل زیر  $R_p$  و  $R_s$  را طوری تعیین کنید که شرایط زیر برقرار باشد

$$\frac{V_o}{V_g} = 0.125, \quad R_{eq} = R_{Th} = R_g = 100 \Omega$$

ب) با توجه به مقادیر  $R_s$  و  $R_p$  بدست آمده در قسمت الف، اگر  $V_g = 12 \text{ V}$  باشد جریان گذرنده از بار  $R_L = 50 \Omega$  را حساب کنید.



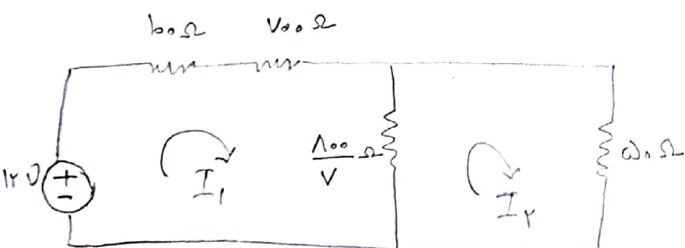
الف)  $(R_g + R_s) \parallel R_p = \frac{(100 + R_s) R_p}{100 + R_s + R_p} = 100$  (۱)

$\frac{V_o}{V_g} = \frac{V_{R_p}}{V_g} = \frac{\frac{R_p}{100 + R_s + R_p} \times V_g}{V_g} = \frac{1}{1} \Rightarrow \frac{R_p}{100 + R_s + R_p} = \frac{1}{1}$  (۲)

$V_{R_p} = I R_p = \frac{V_g}{R_g + R_s + R_p} \times R_p = \frac{R_p}{100 + R_s + R_p} \times V_g$

①، ②  $\rightarrow (100 + R_s) \frac{1}{1} = 100 \Rightarrow R_s = 0 \Omega \Rightarrow R_p = \frac{100}{1} \Omega$

ب)



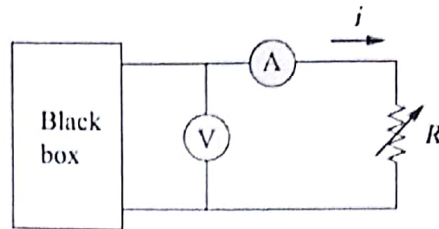
$$-12 + 100 I_1 + \frac{100}{V} (I_1 - I_2) = 0$$

$$50 I_2 + \frac{100}{V} (I_2 - I_1) = 0$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{1}{100} \text{ A}$$

۶) در مدار شکل زیر black box به یک مقاومت متغیر وصل شده است که با تغییر این مقاومت متغیر جریان و ولتاژ توسط آمپر متر و ولت متر خوانده می شود. این نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

$R(\Omega)$	$V(V)$	$i(A)$
2	3	1.5
8	8	1.0
14	10.5	0.75



الف) اگر مقدار مقاومت متغیر برابر با ۴ اهم باشد آمپر متر چه جریانی نشان می دهد.

ب) ماکزیمم توان منتقل شده به مقاومت متغیر را حساب کنید.

الف) black box را می توانیم به یک منبع ولتاژ و یک مقاومت معادل کنیم:

$$KVL: -V_{th} + i R_{th} + V = 0 \Rightarrow V = V_{th} - i R_{th}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3 = V_{th} - 1.5 R_{th} \\ 8 = V_{th} - 1 R_{th} \\ 10.5 = V_{th} - 0.75 R_{th} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{th} = 11 \\ 1 R_{th} = 10 \end{cases}$$

$$I = \frac{11}{10 + R} = \frac{9}{V}$$

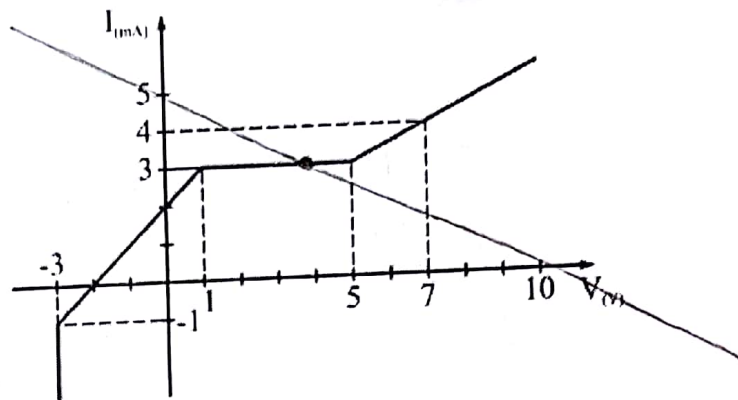
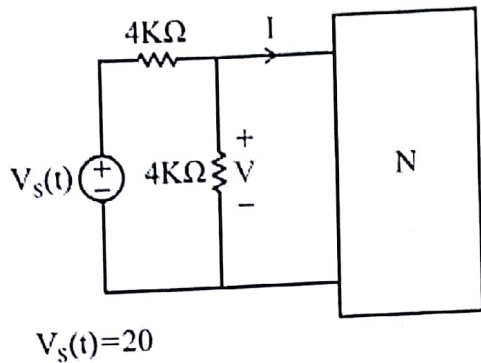
$$P_{max} \Leftarrow R = R_{th} \quad \text{ب)}$$

$$R = 10 \Omega \Rightarrow I = \frac{11}{10 + 10} = \frac{9}{10} \Rightarrow P = RI^2 = 1.1 \text{ W}$$



بخش سوم) سوالات امتیازی<sup>۳</sup>

۷) مشخصه V-I یک قطبی مقاومتی N در شکل زیر داده شده است. اگر این یک قطبی به مداری مشابه شکل زیر وصل شود، مقدار ولتاژ V را بدست آورید.



معادل

$$\text{KCL: } \frac{V}{2000} - \frac{0}{1000} + I = 0$$

$$\Rightarrow I = -\frac{V}{2000} + \frac{0}{1000} \text{ A}$$

$$= -\frac{V}{2} + 0 \text{ mA}$$

$$V = 4V \leftarrow I = 3\text{mA} \leftarrow \text{نقطه برخورد}$$

<sup>۳</sup> این سوالات امتیازی بوده و در صورت تحویل نمره اضافی به آن تعلق می گیرد.