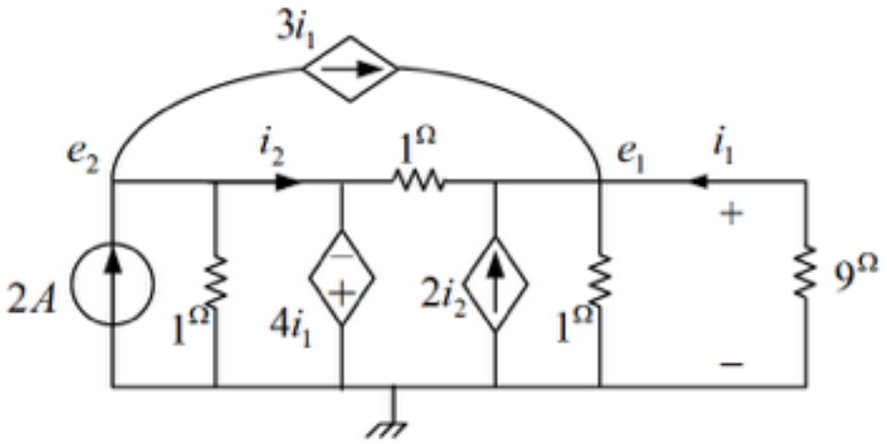
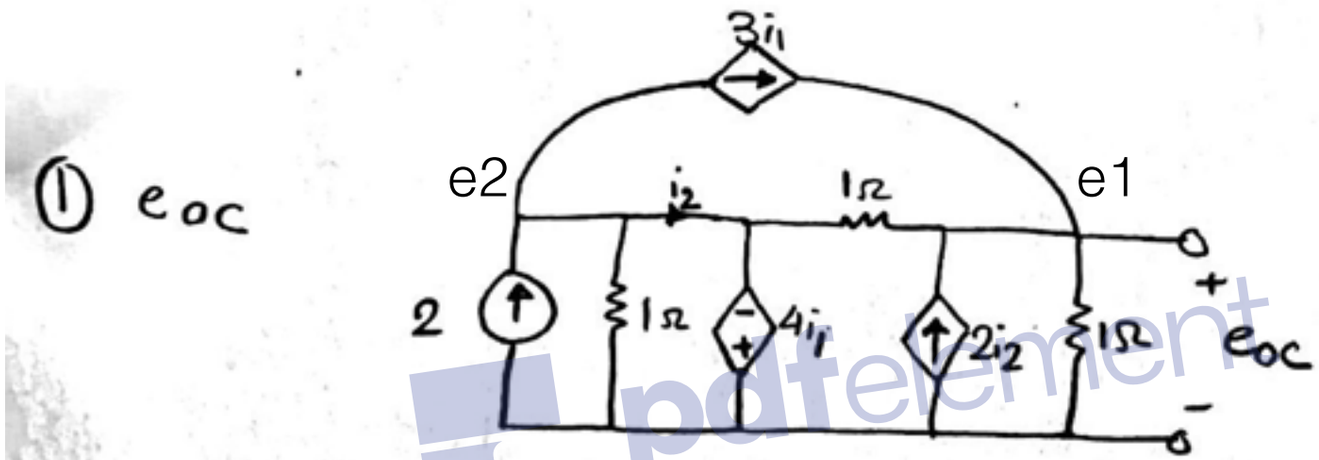
Remove Watermark Now



۱- در مدار شکل مقابل: الف) پارامترهای مدار معادل تونن و نورتن دیده شـده از دو سر مقاومت ۹ اهمی را با استفاده از تعریف آنها و به طور جداگانه بدست آورید.

ب) با استفاده از روش گره، مقدار e_1 و e_2 را بدست آورید.

پ) با استفاده از الف، مقدار e_1 را بدست آورید و با جواب قسمت ب مقایسه کنید.



pdfelement

A)calculating e_{oc} :

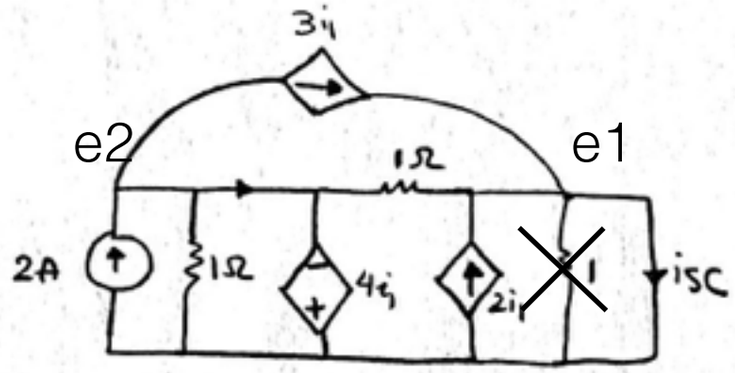
$i_1 = 0, e_2 = -4i_1 = 0 \rightarrow$ *KCL node* 1 : $\frac{e_1}{1} - 3i_1 - 2i_2 + \frac{e_1 - e_2}{1} = 0 \rightarrow$

$2e_1 - 2i_2 = 0$

$-2 - 4i_1 + 3i_1 + i_2 = 0 \rightarrow \; i_2 = i_1 + 2 = 2 \rightarrow \; e_1 = e_{oc} = 2$

Remove Watermark Now

② i_{sc}



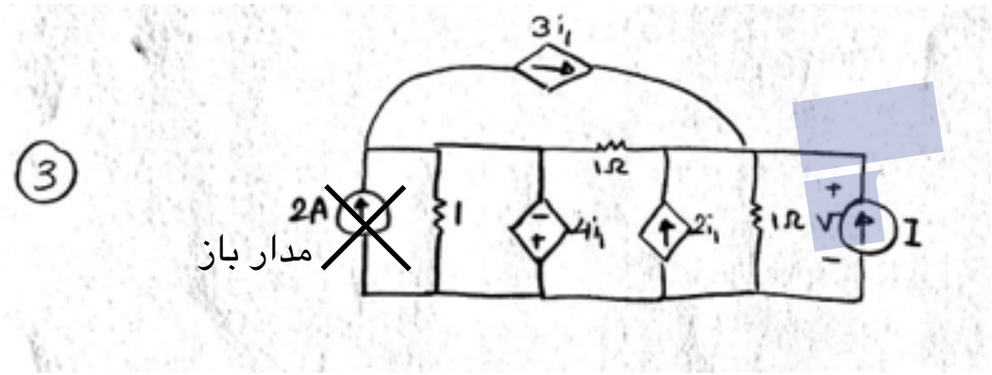
A)calculating i_{sc} :

$e_1 = 0, e_2 = -4i_1 = 4i_s, i_{sc} = -i_1 \rightarrow$ *node* $1 : -i_1 - 3i_1 - 2i_2 + \dfrac{-e_2}{1} = 0$

Node $2 : -2 - 4i_1 + 3i_1 + i_2 = 0 \rightarrow \ i_2 = i_1 + 2 = -i_{sc} + 2$

replacing in first equation : $4i_{sc} + 2i_{sc} - 4 - 4i_{sc} = 0$, $2i_{sc} = 4 \rightarrow i_{sc} = 2;$

③



pdfelement

A)calculating R_{th} :

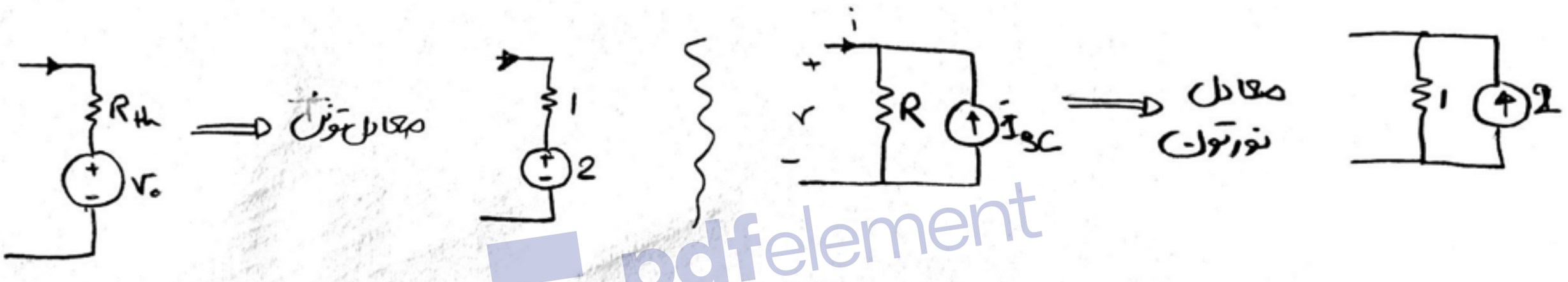
$e_2 = -4i_1 = -4I, e_1 = V, i_1 = I \rightarrow \ KCL : -I + \dfrac{e_1}{1} - 3i_1 - 2i_2 + \dfrac{e_1 - e_2}{1} = 0 \rightarrow$

node $2 : -4i_1 + 3i_1 + i_2 = 0 \rightarrow \ i_2 = i_1 = I$

replacing in first equation : $-I + V - 3I - 2(I) + V + 4I = 0$

$2V = 2I$

$R_{eq} = V/I = 1\Omega$



Remove Watermark Now
pdfelement

Remove Watermark Now

$$B)KCL: \quad \frac{e_1}{9} + \frac{e_1}{1} - 3i_1 - 2i_2 + \frac{e_1 - e_2}{1} = 0$$

$$We\ know: -\frac{e_1}{9} = i_1 \quad e_2 = -4i_1 \rightarrow e_2 = \frac{4e_1}{9}$$

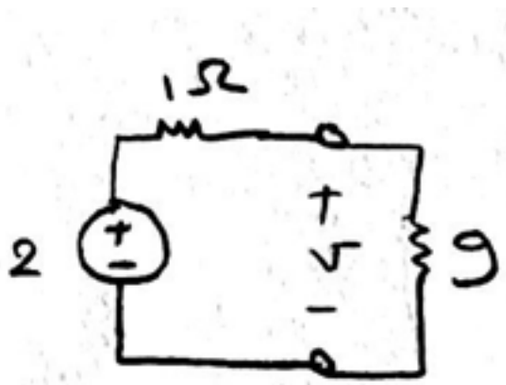
$$KCL: -2 + \frac{e_2}{1} + 3i_1 + i_2 = 0 \rightarrow \quad -2 + \frac{4e_1}{9} - 3\frac{e_1}{9} + i_2 = 0 \rightarrow i_2 = \frac{e_1}{9} + 2$$

$$replacing\ in\ KCL\ node1: \quad \frac{e_1}{9} + \frac{e_1}{1} + 3\frac{e_1}{9} + 2\frac{e_1}{9} - 4 + e_1 - \frac{4e_1}{9} = 0$$

$$\frac{20e_1}{9} = 4 \quad e_1 = \frac{9}{5} = 1.8V \quad e_2 = \frac{4}{5} = 0.8V$$

pdfelement

C) We have the same result



$$V = \frac{9}{9+1} \times 2 = \frac{9}{5} = 1.8V$$

سوال 2 - (تحویلی)

Remove Watermark Now

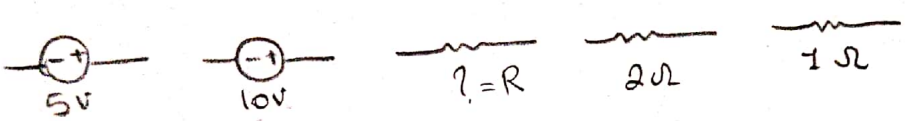
وقتی صورت سوال از ما خواسته که یک منبع ولتاژ در مدار داشته باشیم که توان آن صفر دائم باشد، این به معنای آن است که جریانی از این منبع نمی گذرد؛ یعنی

$$P = VI = 0 \xrightarrow[V \neq 0]{} I = 0$$

حال یکی از راه‌های ممکن در چنین شرایطی به صورت زیر است:

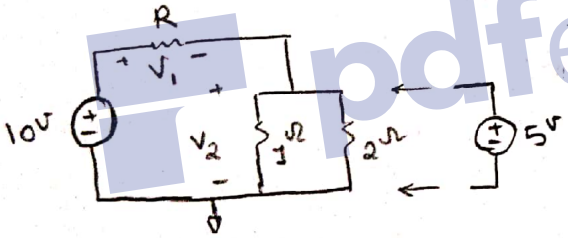
عضوی از یک مدار را در نظر بگیرید که با توجه به منابع و شرایط آن مدار، یک ولتاژ DC روی آن افتاده است. حال اگر یک منبع ولتاژ را دو سر این عضو قرار دهیم به این صورت که مقدار این منبع با ولتاژ DC بین دو سر یکسان باشد. در چنین شرایطی اساساً جریانی از این منبع نمی گذرد و نتیجتاً توان آن صفر خواهد بود.

آنچه که داریم:

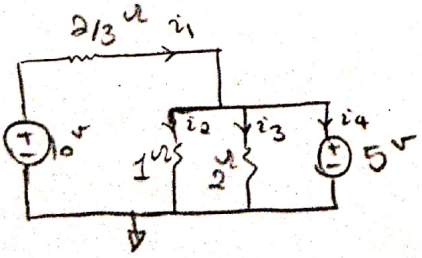


یکی از مدارات ممکن با استراتژی فوق می تواند به این صورت باشد:

$$R = 2\Omega \parallel 1\Omega = \frac{2}{3}\Omega \longrightarrow V_1 = V_2 = \frac{10^V}{2} = 5^V$$



چون پیش از اضافه شدن منبع 5 ولتی به مدار، ولتاژ این گره 5 ولت می بود، پس مقدار دادن این منبع ولتاژ تاثیری روی مدار نخواهد داشت و جریان شاخه‌ها تغییری نخواهد کرد، نتیجتاً جریان این منبع نیز صفر خواهد بود.



مثلاً با نوشتن های دلان KVL خواهیم داشت:

$$① \quad \frac{2}{3} i_1 + i_2 = 10$$

$$② \quad \frac{2}{3} i_1 + 2 i_3 = 10$$

$$i_1 = i_2 + i_3 + i_4$$

$$\frac{10-5}{2/3} = i_1 \longrightarrow i_1 = 7.5A \longrightarrow i_2 = 5^A$$

$$i_3 = 2.5^A$$

$$\boxed{i_4 = 0^A}$$

pdfelement

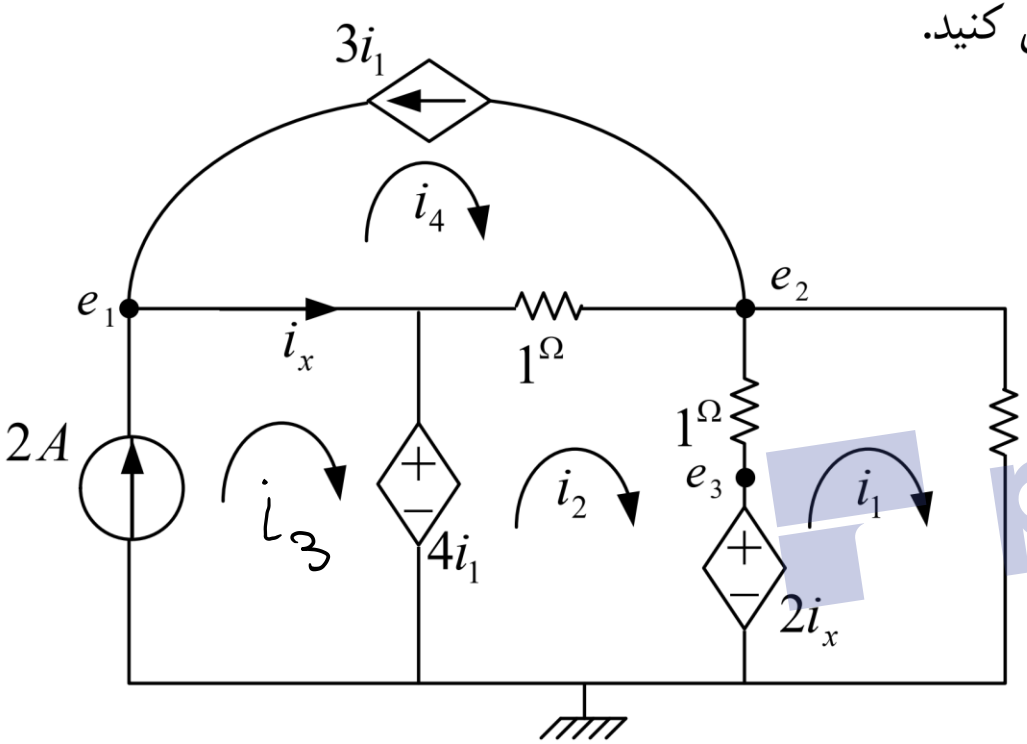
Scanned with CamScanner

سوال 3-تحویلی

۳- الف) در مدار شکل مقابل با استفاده از روش مش، جریان i_x را بدست آورید.

ب) با استفاده از روش گره، جریان i_x را بدست آورید.

پ) توان همه عناصر مدار را بدست آورید و اصل بقاء توان را تحقیق کنید.



توجه:

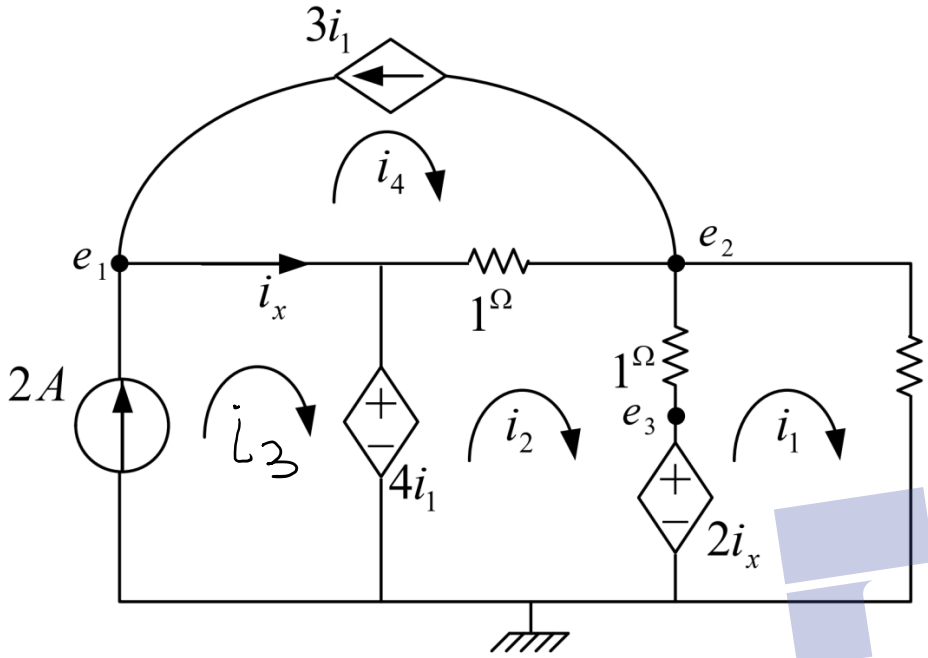
همانطور که در شکل آمده نام جریان مش سوم i_3است که در صورت سوال جا افتاده است .

pdfelement

سوال 3-تحویلی

Remove Watermark Now

۳- الف) در مدار شکل مقابل با استفاده از روش مش، جریان i_x را بدست آورید.



$$\boxed{i_3 = 2A}$$

(1) $i_4 = -3i_1$

(2) $i_x = 2 - i_4 \xrightarrow{(1)} i_x = 2 + 3i_1$ (2)

KVL @ mesh 1: $9i_1 - 2i_x + 1(i_1 - i_2) = 0 \xrightarrow{(2)}$

$$\boxed{4i_1 - i_2 = 4} \quad (3)$$

KVL @ mesh 2: $-4i_1 + 1x(i_2 - i_4) + 1(i_2 - i_1) + 2i_x = 0 \xrightarrow{(1)} \xrightarrow{(2)}$

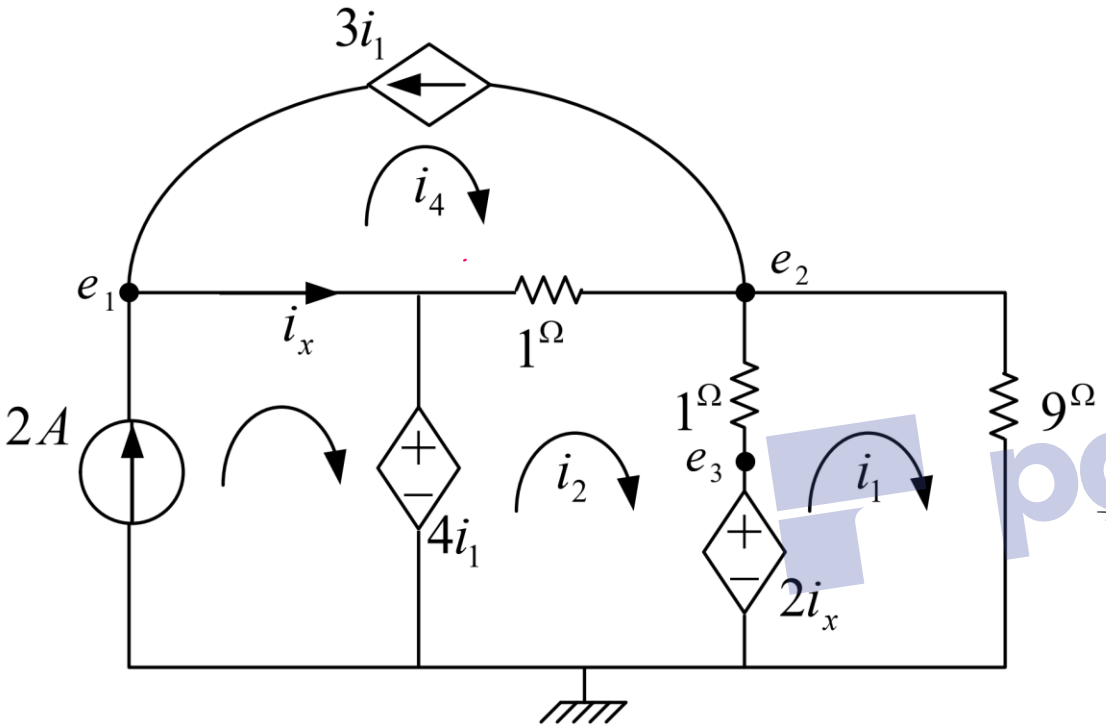
$$\boxed{4i_1 + 2i_2 = -4} \quad (4)$$

(3), (4) $\Rightarrow$ $\begin{cases} i_1 = \frac{1}{3} A \\ i_2 = -\frac{8}{3} A \end{cases}$ $\Rightarrow$ $i_x = 2 + 3x\frac{1}{3} = \boxed{3A}$

pdfelement

سوال 3-تحویلی

ب) با استفاده از روش گره، جریان i_x را بدست آورید.



$$i_1 = \frac{e_2}{9} \Rightarrow e_1 = 4 \times \frac{e_2}{9} = \boxed{\frac{4e_2}{9}}$$

$$\text{KCL@}e_1 : 2 + 3i_1 = i_2 \Rightarrow e_3 = 2 \times (2 + 3i_1) = \boxed{4 + \frac{2e_2}{3}}$$

$$\text{KCL@}e_2 : \frac{e_2}{9} + \frac{e_2 - e_3}{1} + \frac{e_2 - e_1}{1} = -3i_1$$

$$\Rightarrow \frac{e_2}{9} + e_2 - \left(4 + \frac{2e_2}{3}\right) + e_2 - \frac{4e_2}{9} = -\frac{e_2}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} e_2 = 4 \Rightarrow \boxed{e_2 = 3V} \Rightarrow e_1 = \frac{4}{3} V$$

$$i_2 = 2 + 3i_1 = 2 + 3 \times \frac{1}{3} = \boxed{3A}$$

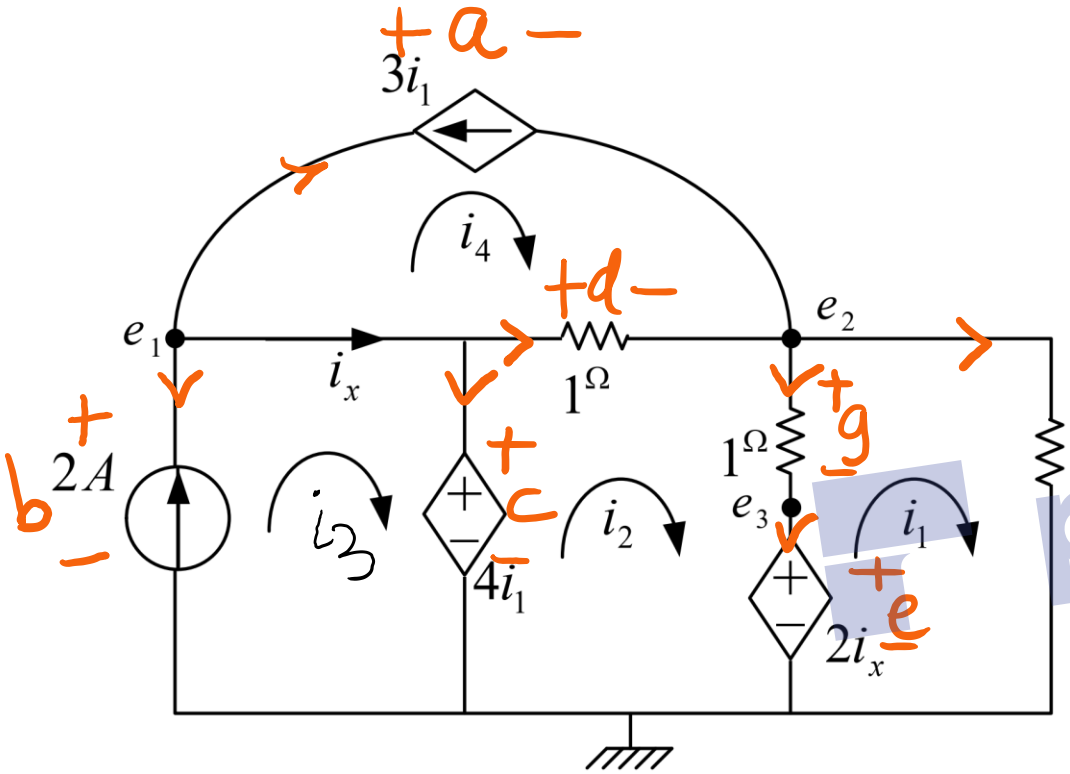
pdfelement

سوال 3-تحویلی

پ) توان همه عناصر مدار را بدست آورید و اصل بقاء توان را تحقیق کنید.

Remove Watermark Now

برای محاسبه توان همه عناصر ابتدا ولتاژ و جریان متناظر با آنها را محاسبه میکنیم
کافیست ابتدا آنها را بر حسب جریان مش ها و ولتاژ گره ها بازنویسی کنیم.



a: $v_a = e_1 - e_2$, $i_a = -3i_1$

$v_a = \frac{4}{3} - 3 = -\frac{5}{3} v$ $\quad i_a = -1\ A$

$P_a = v_a i_a = (-\frac{5}{3}) \times (-1) = \frac{5}{3} W$

b: $v_b = e_1 = \frac{4}{3} v$, $i_b = -2A$

$P_b = \frac{4}{3} \times (-2) = -\frac{8}{3} W$

c: $v_c = 4 i_1 = 4 \times \frac{1}{3} = \frac{4}{3} v$

$i_c = i_3 - i_2 = 2 - (-\frac{8}{3}) = \frac{14}{3} A$

$P_c = \frac{4}{3} \times \frac{14}{3} = \frac{56}{9} W$

d: $v_d = e_1 - e_2 = -\frac{5}{3} v$

$i_d = i_2 - i_4 = i_2 + 3i_1 = -\frac{5}{3} A$

$P_d = (-\frac{5}{3})^2 = \frac{25}{9} W$

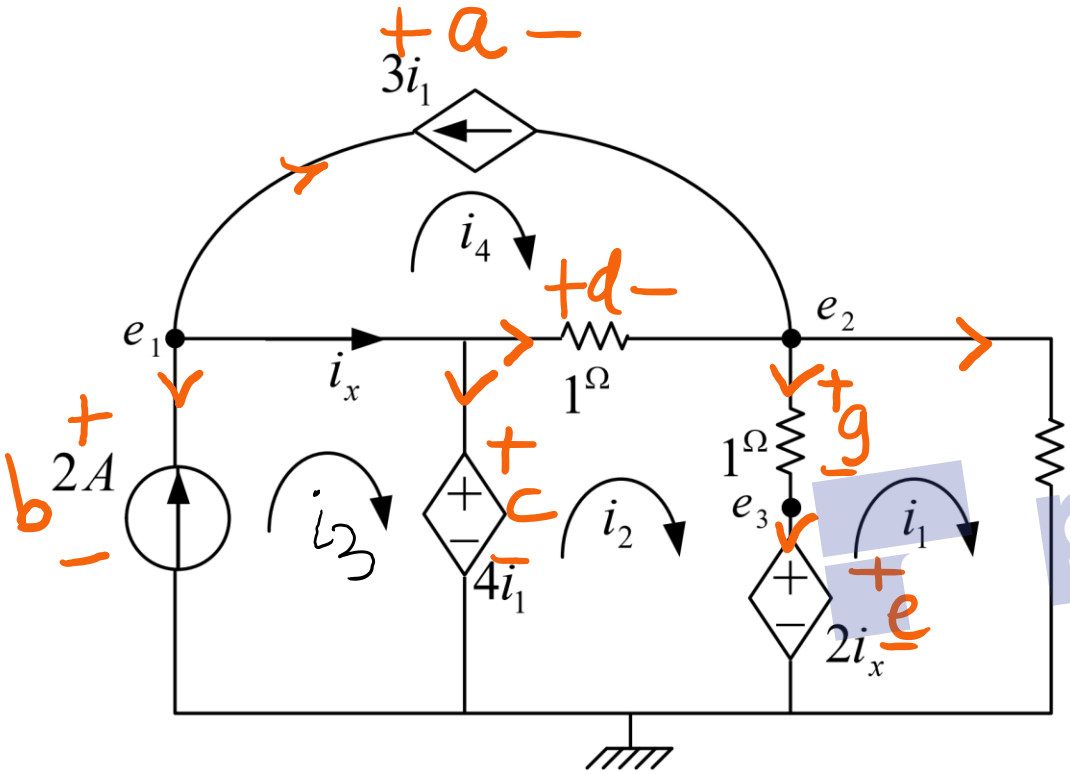
pdfelement

سوال 3-تحویلی

پ) توان همه عناصر مدار را بدست آورید و اصل بقاء توان را تحقیق کنید.

Remove Watermark Now

برای محاسبه توان همه عناصر ابتدا ولتاژ و جریان متناظر با آنها را محاسبه میکنیم
کافیست ابتدا آنها را بر حسب جریان مش ها و ولتاژ گره ها بازنویسی کنیم.



$$e: v_e = 2i_x = 2(i_3 - i_4) = 2(2+3i_1) = 6V$$

$$i_e = i_2 - i_1 = -\frac{8}{3} - \frac{1}{3} = -3A$$

$$P_e = 6 \times (-3) = -18W$$

$$f: v_f = e_2 = 3V \qquad i_f = i_1 = \frac{1}{3}A$$

$$P_f = 3 \times \frac{1}{3} = 1W$$

$$g: v_g = e_2 - e_3 = 3 - 6 = -3V$$

$$i_g = i_2 - i_1 = -3A$$

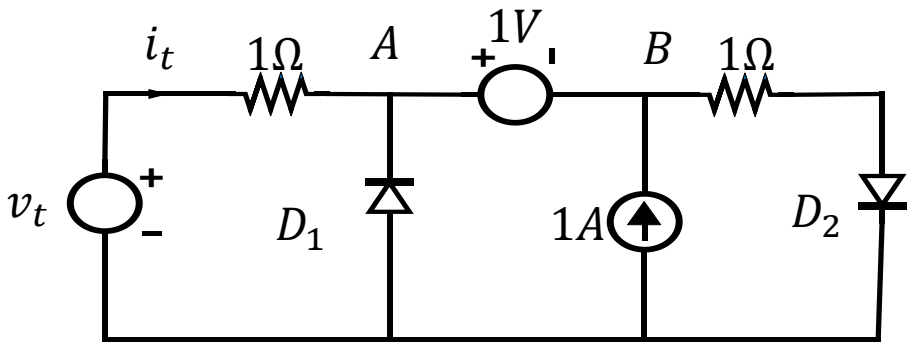
$$P_g = (-3)^2 = 9W$$

$$\sum_{i=a}^{g} P_i = \frac{5}{3} - \frac{8}{3} + \frac{56}{9} + \frac{25}{9} + 9 - 18 + 1$$

$$= 0 \quad \checkmark$$

pdfelement

سؤال4
تحویلی-الف



- برای به دست آوردن مشخصه این مدار منبع v_t با جریان i_t را در محل v_2 و i_2 قرار می‌دهیم. حال ولتاژ v_t را از منفی بی‌نهایت شروع می‌کنیم بزرگ کردن تا محل روشن و خاموش شدن دیودها مشخص شود.

- زمانی که ولتاژ v_t خیلی منفی باشد، ولتاژ نقطه A هم منفی است و همینطور ولتاژ نقطه B. بنابراین دیود D_1 روشن و دیود D_2 خاموش است.

✓ با نوشتن KVL در مش سمت چپ خواهیم داشت:

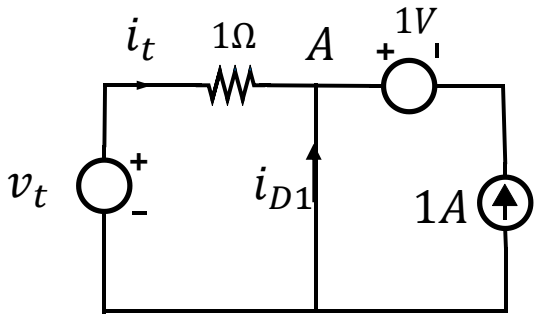
$$v_t = 1 \times i_t \qquad (1)$$

✓ حال باید ببینیم این معادله تا چه ولتاژی برقرار است؛ باید جریان i_{D1} مثبت باشد بنابراین:

$$i_t + 1 < 0 \Rightarrow i_t < -1A \Rightarrow v_t < -1V$$

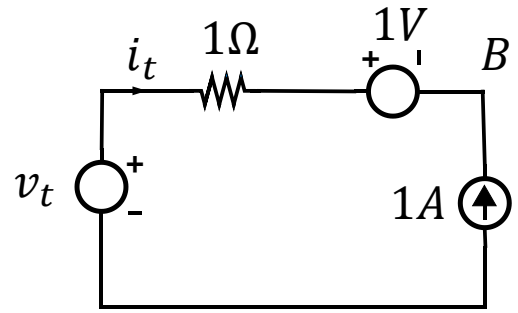
✓ سپس زمانی که $-1V < v_t$ شود، دیود D_1 نیز خاموش می‌شود.

$v_t < -1V$



سؤال4
تحویلی-الف- ادامه

$-1V < v_t < 1V$



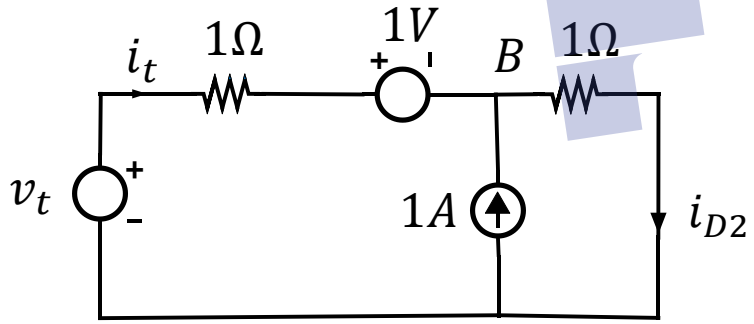
✓ با استفاده از مدار روبرو مشخص است که:

$$i_t = -1A \qquad (2)$$

✓ این معادله تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که ولتاژ نقطه B مفی باشد، بنابراین باید نامعادله زیر با توجه به نوشتن KVL در حلقه برقرار باشد:

$$v_t - 1 \times i_t - 1 < 0 \overset{(2)}{\Rightarrow} v_t < 0V$$

✓ سپس بعد از این مرحله دیود D_2 روشن می‌شود.



✓ با نوشتن KCL در نقطه B می‌دانیم:

$$i_{D2} = i_t + 1$$

✓ سپس با نوشتن KVL در مش کلی خواهیم داشت:

$$-v_t + 1 \times i_t + 1 + 1 \times (i_t + 1) = 0 \Rightarrow v_t = 2i_t + 2 \qquad (3)$$

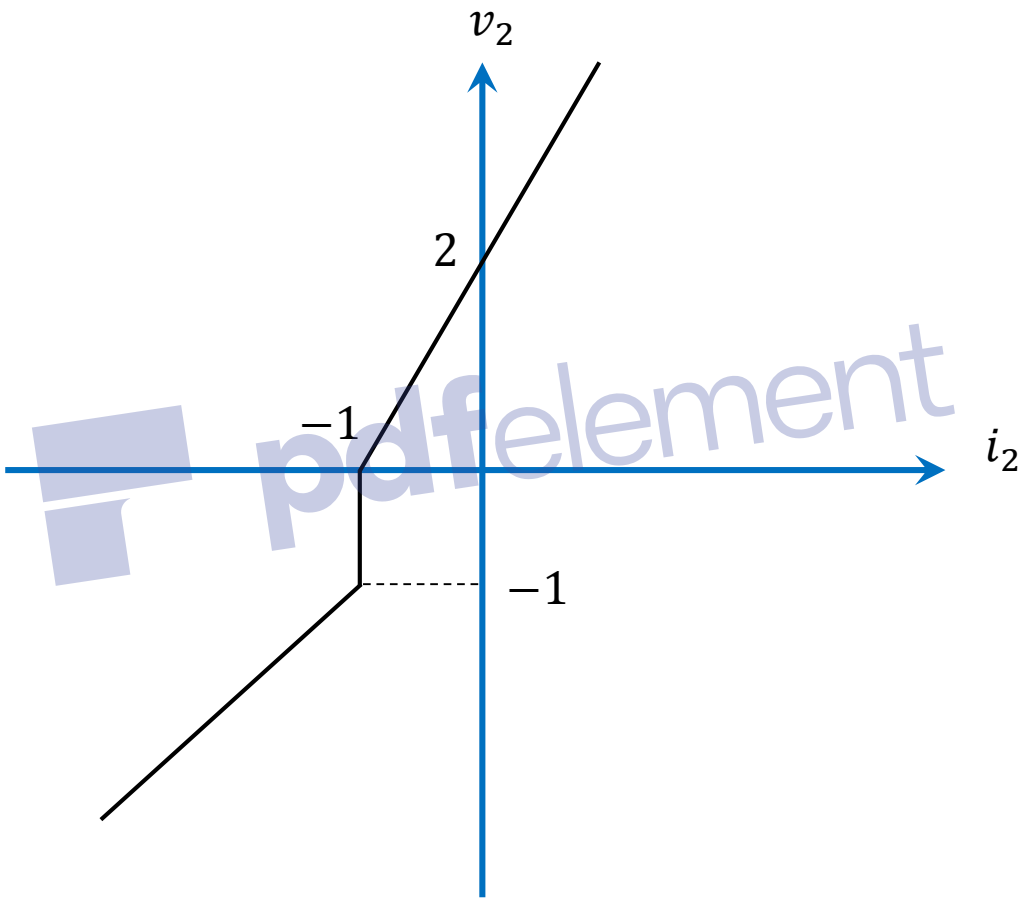
✓ این وضعیت تا $v_t \to \infty$ نیز ادامه خواهد داشت.

pdfelement
Remove Watermark Now

سؤال4
تحویلی-الف-ادامه

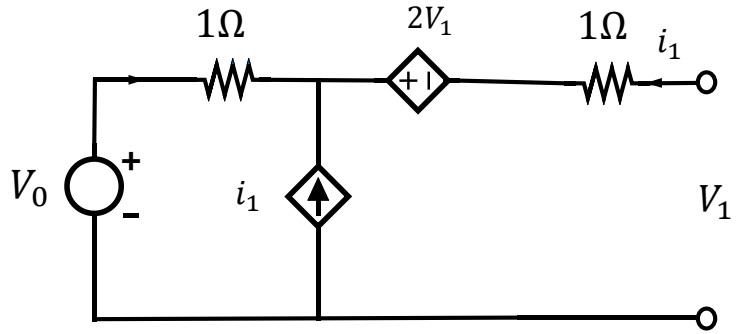
Remove Watermark Now

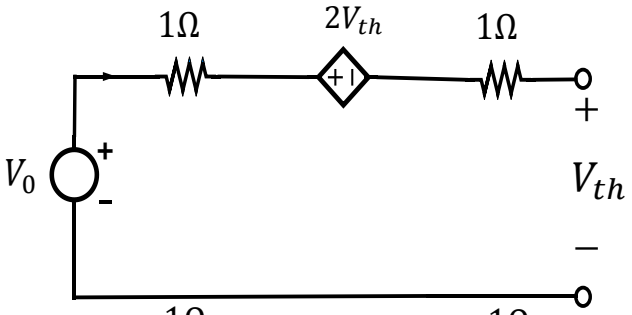
با توجه به معادلات (1) و (2) و (3) مشخصه ولتاژ-جریان برای این بخش مدار به صورت زیر خواهد شد:



pdfelement

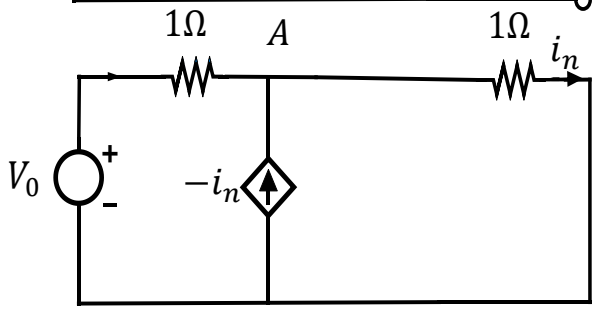
سؤال4
تحویلی-ب





- به دست آوردن ولتاژ تونن با مدار باز کردن سر خروجی

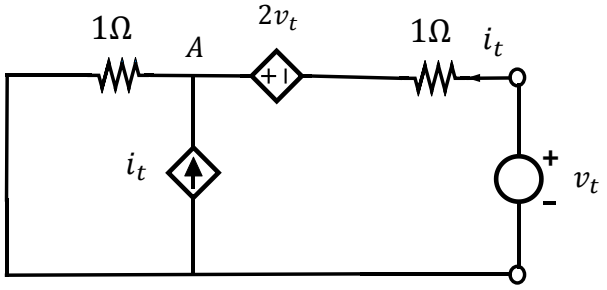
$$\text{KVL: } -V_0 + 2V_{th} + V_{th} = 0 \Rightarrow V_{th} = \frac{V_0}{3}$$



- به دست آوردن جریان نورتون با اتصال کوتاه کردن سر خروجی

$$\text{KCL @ } A: i_{V_0} = +2i_n$$

$$KVL: \ -V_0 + 2i_n \times 1 + i_n \times 1 = 0 \Rightarrow i_n = \frac{V_0}{3}$$



- به دست آوردن مقاومت تونن دیده شده از پرت V_1و i_1 با صفر کردن منابع مستقل و قرار دادن منبع تست

$$\text{KCL @ } A: i_{1\Omega} = 2i_t$$

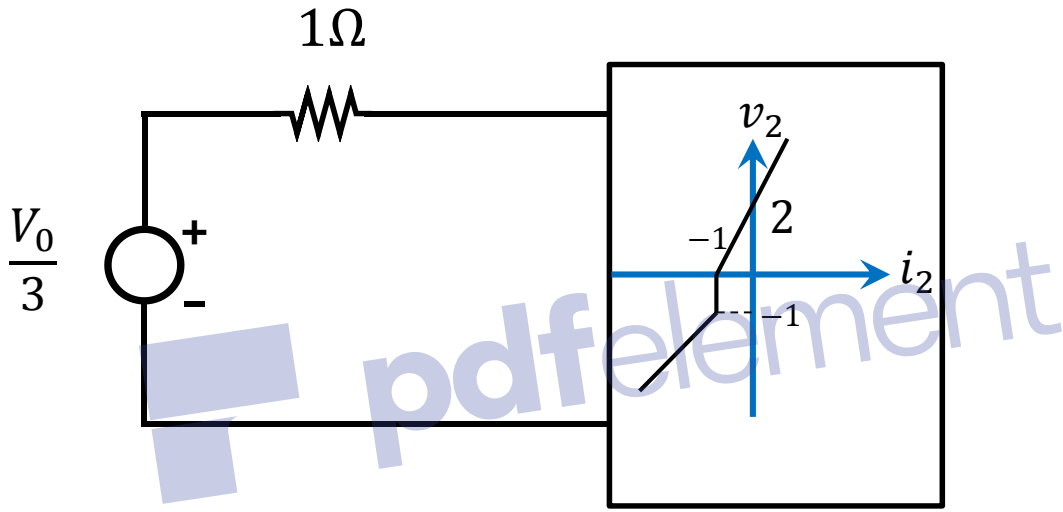
$$KVL: \ -v_t + i_t \times 1 \ - 2v_t + 2i_t \times 1 = 0 \Rightarrow 3v_t = 3i_t \Rightarrow \frac{v_t}{i_t} = R_{eq} = 1\Omega$$

pdfelement
Remove Watermark Now

سؤال4
تحویلی-پ

Remove Watermark Now

- در این بخش با استفاده از مدار معادل تونن به دست آمده در بخش ب و همینطور مشخصه شبکه سمت راست به دست آمده در قسمت الف ولتاژ V_0 را باید تعیین کنیم.



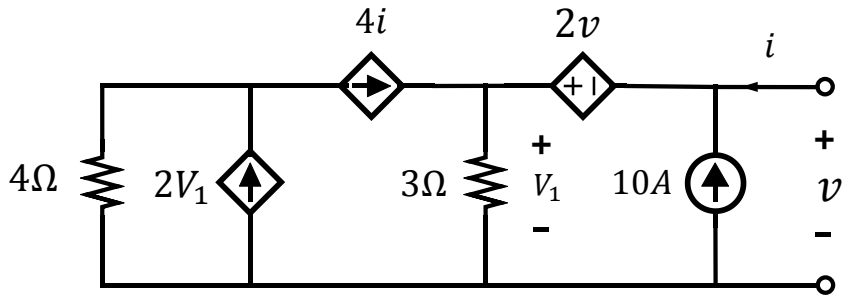
pdfelement

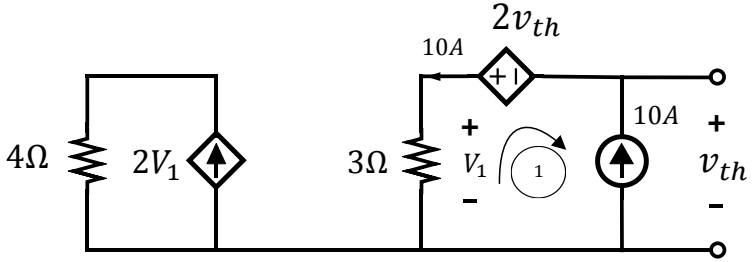
- مشخص است جایی که جریان i_2 صفر شود توان مینیمم توسط منبع V_0 منتقل می‌شود. بنابراین:

$$v_2 = 2V$$

$$\Rightarrow KVL: -\frac{V_0}{3} + 2 = 0 \Rightarrow V_0 = 6V$$

سؤال 5
تحویلی

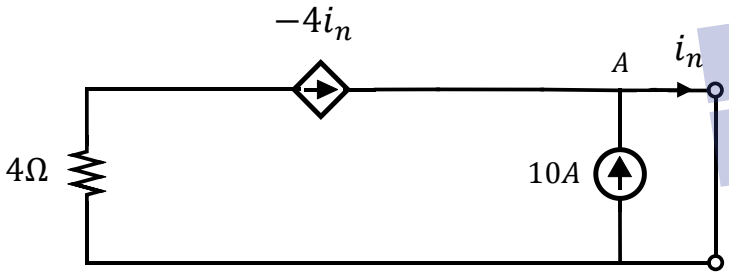




- به دست آوردن ولتاژ تونن با مدار باز کردن سر خروجی $(i = 0)$

$$v_1 = 3\Omega \times 10A = 30V$$

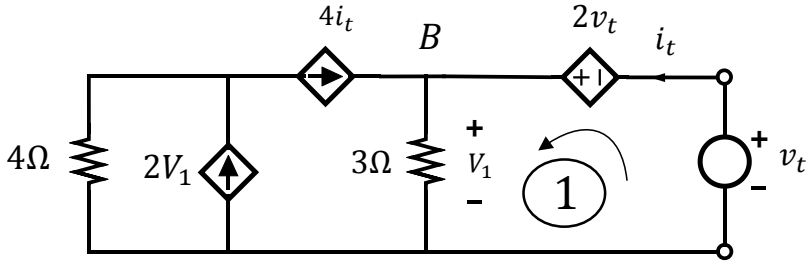
$$KVL\ @\ 1: -V_1 + 2v_{th} + v_{th} = 0 \Rightarrow v_{th} = \frac{V_1}{3} = 10V$$



- به دست آوردن جریان نورتون با اتصال کوتاه کردن سر خروجی $(v = 0 \Rightarrow V_1 = 0)$

$$KCL\ @\ A: 5i_n = 10A \Rightarrow i_n = \frac{10}{5} = 2A$$

- به دست آوردن مقاومت تونن دیده شده از پرت vو i با صفر کردن منابع مستقل و قرار دادن منبع تست



$$KVL\ @\ 1: -v_t - 2v_t + V_1 = 0 \Rightarrow V_1 = 3v_t$$

$$KCL\ @\ B: i_{3\Omega} = 4i_t + i_t = 5i_t \Rightarrow V_1 = 3\Omega \times 5i_t = 15i_t$$

$$\Rightarrow v_t = 3i_t \Rightarrow R_{eq} = 5\Omega$$

pdfelement
Remove Watermark Now

Subject:
Year. Month. Date. ( )

تمرین سری ۴

سوال ۶ - تحویل ندادم

الف) اگر $0 \le t \le 2 \Rightarrow i_R = t$ ، $v = i_R + 1 = t + 1$

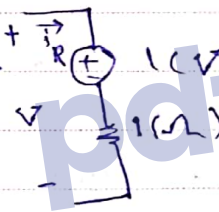
$$p = t^2 + t \Rightarrow E = \int_0^2 t^2 + t\,dt = \left(\frac{t^3}{3} + \frac{t^2}{2}\right)\Big|_0^2 = \frac{8}{3} + 2 = \frac{14}{3}\ (J)$$

ب) انرژی تلف شده در مقاومت به صورت حرارت تلف می‌شود.

- نمی‌توان گفت که همه‌ی آن به صورت حرارت در یک مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان تلف می‌شود چون با توجه به مشخصه‌ی این مقاومت، این مقاومت یک مقاومت خطی نیست.

- بلکه می‌توان گفت بخشی از آن در یک مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان تلف می‌شود.

چون می‌توان این عنصر را به صورت $v = i_R + 1 \Rightarrow$



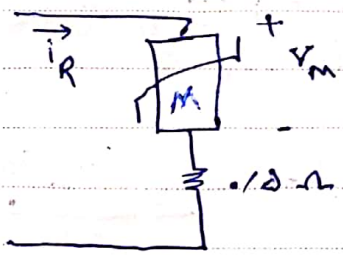
خطی تغییرناپذیر با زمان سری با یک منبع ولتاژ مدل کرد.

- اگر این عنصر را به صورت بالا مدل کنیم آن‌گاه تلفات مقاومت خطی به صورت زیر خواهد بود.

$$v = i_R + 1 \Rightarrow \text{تلفات مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان} = E_R = \int_0^2 t^2\,dt = \frac{t^3}{3}\Big|_0^2 = \frac{8}{3}$$

- بقیه‌ی انرژی در منبع ولتاژ سری با مقاومت خطی ذخیره می‌شود.

- خیر این سوال جواب یکتا ندارد چون می‌توان فرض کرد که مدل این عنصر به صورت زیر است. آن‌گاه انرژی تلف شده در مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان $0.5\,(\Omega)$ برابر است با $\left(\frac{4}{3}\right)$ ژول.



pdfelement
Remove Watermark Now
PqPCO
Scanned by CamScanner

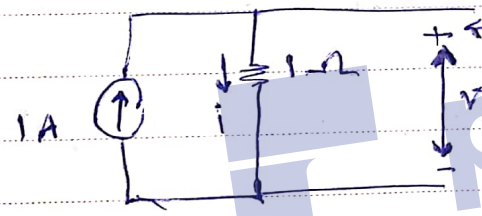
Remove Watermark Now

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ادامه ی پاسخ سوال ۶ - تمرین: با می توان نشان کرد مدار معادل این مدار غیرخطی به صورت

$v_R = i_R + 1 \Rightarrow i_R = v_R - 1 \Rightarrow$ مدار معادل نورتن

زیر است:



$\therefore i = 1 + t \quad ; \quad 0 < t < 2$

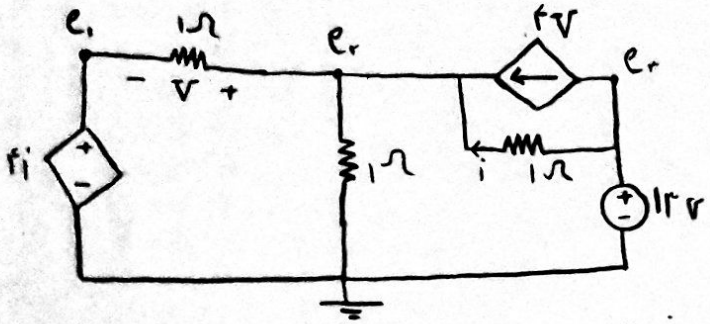
$$E = \int_0^2 v(t) \times 1 \times (1+t)^2 dt = \frac{(t+1)^3}{3}\Big|_0^2 = \frac{26}{3} \text{ (J)}$$

pdfelement

Scanned by CamScanner

ح س ۷ تمرین ۴ از تمرین‌های تحویلی :

الف)



$e_1 = 4i$

KCL @ e_2: $\frac{e_2-e_1}{1} + \frac{e_2}{1} + \frac{e_2-e_3}{1} - 4V = 0$

$e_2 = 12\ V$

از طرف دیگر می‌دانیم $i = \frac{e_3-e_2}{1}$, $V = e_2 - e_1$ بنابراین:

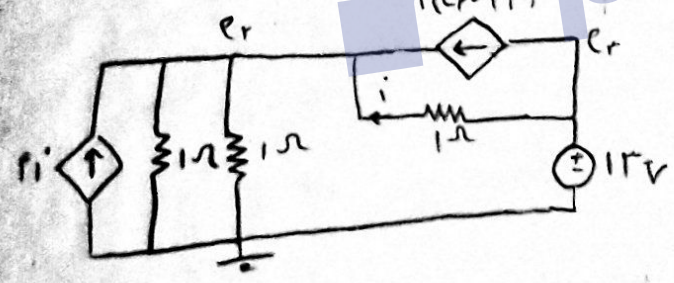
$$\rightarrow \begin{cases} e_1 = 4(12-e_2) \\ e_2 - e_1 + e_2 + e_2 - 12 - 4(e_2-e_1) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} e_1 + 4e_2 = 48 \\ 3e_1 - e_2 = 12 \end{cases} \longrightarrow e_1 = 8\ V\ ,\ e_2 = 11\ V$$

در نتیجه برای i و V خواهیم داشت:

$i = \frac{e_1}{4} = \frac{8}{4} = 2\ A$, $V = e_2 - e_1 = 11 - 8 = 3\ V$

ب) با به قبل از تبدیل منبع ولتاژ وابسته ـ منبع جریان وابسته، ولتاژ V را برحسب ولتاژهای e_2 , e_3 بنویسیم ⊛ چرا اگر با تبدیل منبع ولتاژ V (طبق مدار اصلی ولتاژ دو سر مقاومت ۱Ω) را نخواهیم داشت:

$V = e_2 - e_1 = e_2 - 4i$



KCL @ e_2: $-4i + \frac{e_2}{1} + \frac{e_2}{1} + \frac{e_2-e_3}{1} - 4(e_2-4i) = 0$

$-e_2 - e_3 + 12i = 0 \xrightarrow{i = \frac{e_2-e_3}{1}}$

$-e_2 - e_3 + 12(e_2-e_3) = 0 \longrightarrow e_2 = \frac{11}{12}e_3 \xrightarrow{e_3 = 12V} 11\ V$

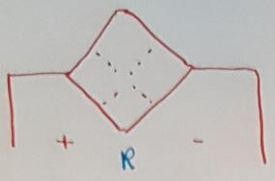
$$\Rightarrow \begin{cases} i = \frac{e_2-e_3}{1} \ ,\ e_2 - e_3 = 12 - 11 = 2\ A \\ V = e_2 - 4i = 11 - 4(1) = 11 - 8 = 3\ V \end{cases}$$

بنابراین با تبدیل منبع گفته شده می‌توان مسئله را با تعداد ولتاژ گره کمتری حل کرد البته باید ⊛ را متفاوت از ۱ در نظر بگیریم

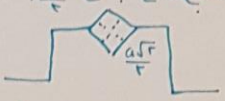
pdfelement

Remove Watermark Now

« حل تمرین ۸ سری ۴ تقویتی »

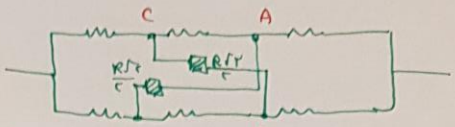


اگر مقاومت دیده شده از هر اُس سیم بزرگ R باشد
آنگاه همین شکل را با مربع‌های با ضلع $\frac{R\sqrt{2}}{2}$ بازسازی می‌کنیم

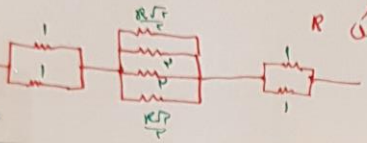


$$Req = \frac{R\sqrt{2}}{2}$$

سپس تاثیرات پله‌های داخلی که چون $\frac{R\sqrt{2}}{2}$ هست که چون $\frac{R\sqrt{2}}{2}$ راست متقارن‌اند پس آن‌ها که مقاومت $\frac{R\sqrt{2}}{2}$ دارند



وجود دارد



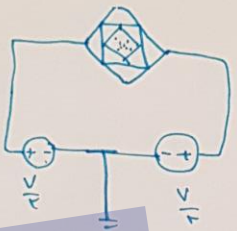
مقاومت دیده شده‌ی آن R

طبق تقارن ولتاژ نقاط A و B برابرند
همینطور C و D ولتاژ برابر دارند

$$\Rightarrow R = 1 + \frac{R\sqrt{2}}{R\sqrt{2}+4}$$

$$\left.\begin{aligned} 2R^2\sqrt{2}+4R &= R^2\sqrt{2}+4R+4 \\ R^2+(2\sqrt{2}-2)R-2\sqrt{2} \end{aligned}\right\} \rightarrow R = \sqrt{3}-\sqrt{2}+1$$

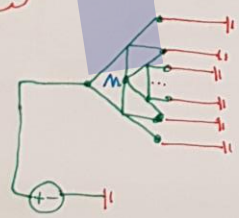
روش دوم



بر اساس تقارن ایجاد شده در سوال

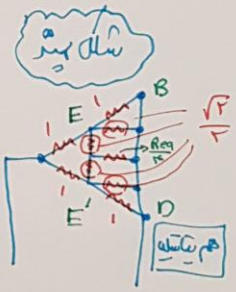
← اثر حاصل از منبع چپ و راست باهم برابر است!

روش اول



از نقطه‌ی M تا زمین ← مقاومت $\frac{Req}{4}$ دیده می‌شود

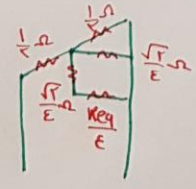
روش دوم



← B و D هم پتانسیل‌اند پس این‌ها را با هم می‌چسبانیم

← به خاطر تقارن نقاط E و E' هم پتانسیل‌اند ← به هم وصل می‌کنیم!

→ شکل نهایی



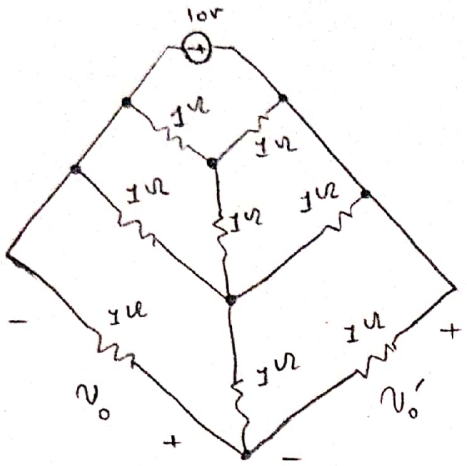
$$\rightarrow \frac{Req}{2} = \frac{1}{2} + \left(\left(\frac{1}{2}\right) \| \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)\right) \| \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{Req}{4}\right)$$

$$\left.\begin{aligned} Req^2 + 2Req(\sqrt{2}-1) - 2\sqrt{2} &= 0 \\ Req &= \sqrt{3}-\sqrt{2}+1 \end{aligned}\right.$$

pdfelement

سوال ۹ - تحویلی

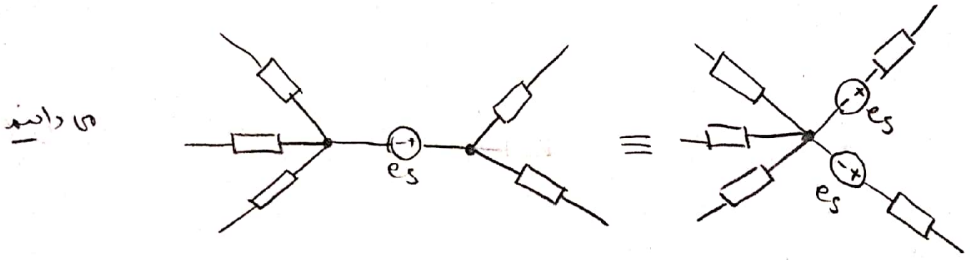
الف) به روش تقارن - برای وضوح بیشتر مقادیر مدار، آن را مجدداً به صورت زیر می‌کشیم.



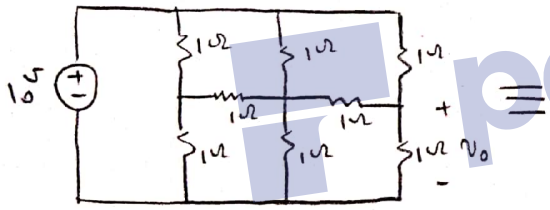
داریم $v_o + v_o' = 10^V$ (KVL)

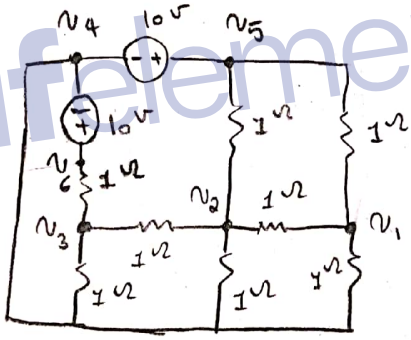
با توجه به تقارن می‌توان دید که $v_o = v_o' \rightarrow v_o = 5^V$

ب) تبدیل منابع



ی دانیم





پس خواهیم داشت

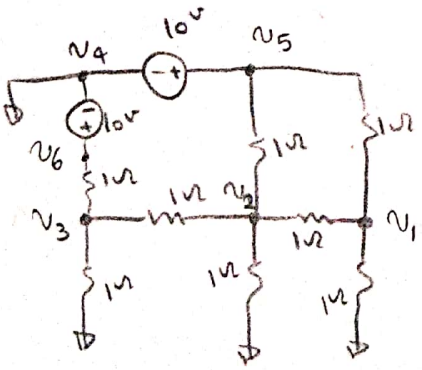
↓

آنالیز گره‌ها با مجهول

↓

یکی از گره‌ها را مرجع در نظر می‌گیریم و پس برای کمیت‌های مجهول، مقادیر عددی را تخصیص می‌دهیم، همچنین با توجه به تقارن خواهیم داشت:

$v_1 = v_3$, $v_4 = 0$, $v_5 = 10^V$, $v_6 = 10^V$



$$\frac{v_1}{1^\Omega} + \frac{v_1 - v_2}{1^\Omega} + \frac{v_1 - 10^V}{1^\Omega} = 0$$

$$\frac{v_2 - v_1}{1^\Omega} + \frac{v_2}{1^\Omega} + \frac{v_2 - 10}{1^\Omega} + \frac{v_2 - v_3}{1^\Omega} = 0$$

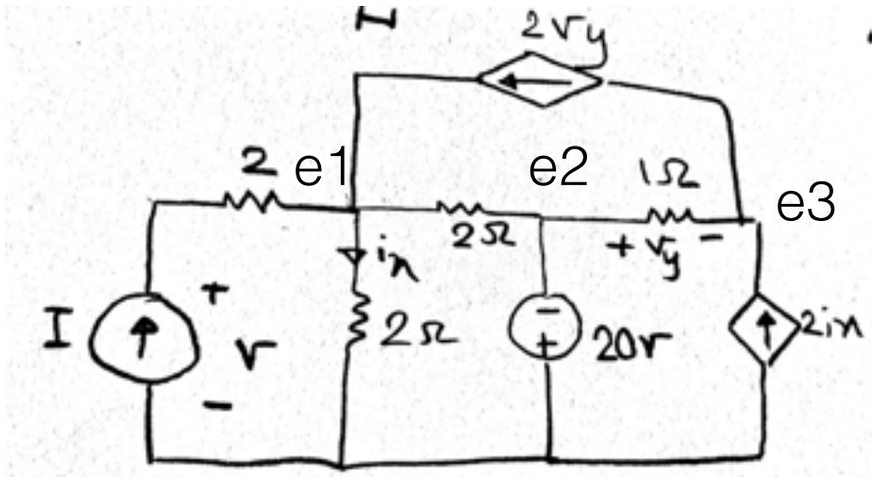
$$\rightarrow \begin{cases} 3v_1 - v_2 = 10 \\ 4v_2 - v_1 - v_3 = 10 \end{cases} \xrightarrow{v_1 = v_3} \begin{cases} 3v_1 - v_2 = 10 \\ 4v_2 - 2v_1 = 10 \end{cases} \rightarrow v_1 = v_2 = v_3 = 5^V$$

$v_o = v_1 = 5^V$

خواسته سوال

pdfelement
Remove Watermark Now
Scanned with CamScanner

سوال ۱۰ تحویلی:



$$A) i_x = \frac{e_1}{2},\ v_y = e_2 - e_3,\ e_2 = -20$$

$$KCL\ node 1 : -I + \frac{e_1}{2} + \frac{e_1 - e_2}{2} - 2v_y = 0 \rightarrow -I + \frac{e_1}{2} + \frac{e_1 + 20}{2} - 2(-20 - e_3) = 0$$

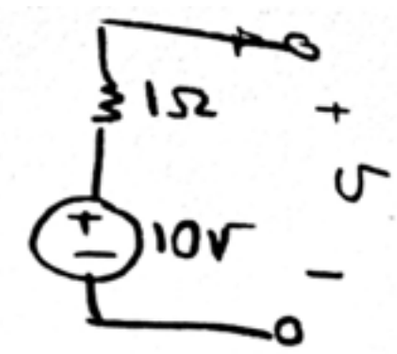
$$I = e_1 + 2e_3 + 50$$

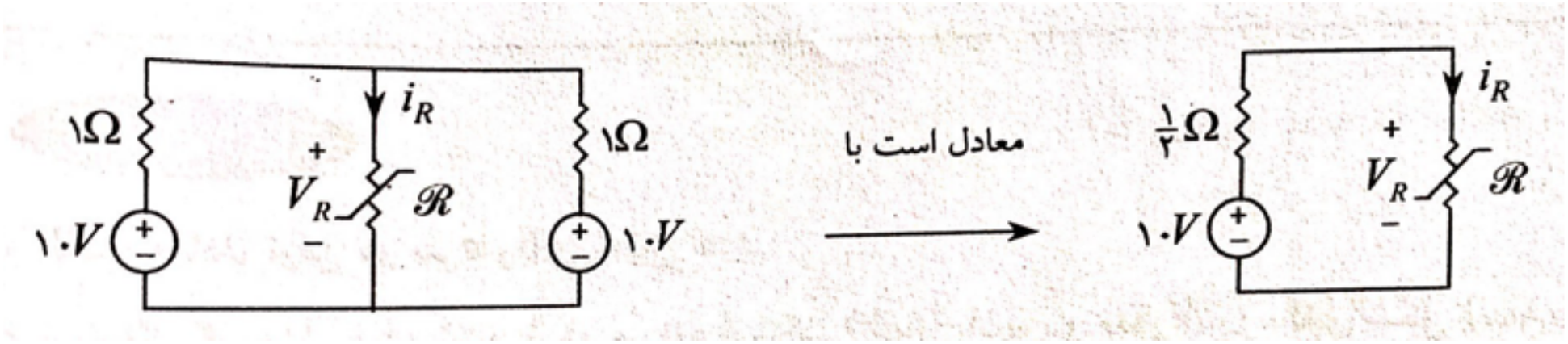
$$KCL\ \ node\, 2 : -2i_x + 2v_x + e_3 - e_2 = -e_1 + e_2 - e_3 = 0 \rightarrow e_1 + e_3 = -20V$$

$$\{I = e_1 + 2e_3 + 50$$

$$\{e_1 + e_3 = -20V \rightarrow e1 = 10 - I$$

$$V - 2I = e_1 \rightarrow V = 10 + I\ \ so : \quad V_{th} = 10\ \ R_{th} = 1$$





$$B)KVL: \ 10 - \frac{i_R}{2} - \frac{5i_R}{2} - i_R^2 = 0 \rightarrow i_R^2 + 3i_R - 10 = 0$$

$$result: i_R = 2, -5A$$

$$C)if\ R\ is LTI\ resistance: max\ P \rightarrow R_L = R_S = 0.5\Omega$$

$$P = 10^2/4 = 25w$$