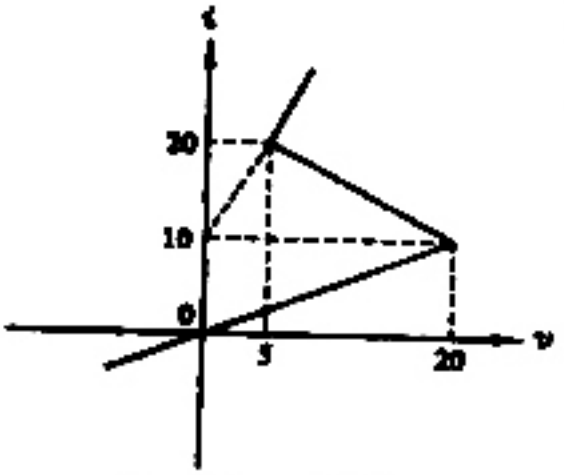
مدارهای ساده

۱- مشخصهٔ vi یک مقاومت غیرخطی در شکل (مسالهٔ ۳-۱) داده شده است. این مشخصه را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$v=a_0+a_1 i+b_1|i-I_1|+b_2|i-I_2|$$

ضرایب a_0 , a_1 , b_1 , b_2 , I_1 و I_2 را معین کنید.



شکل (مسألهٔ ۳-۱)

حل:

معادلهٔ v برحسب i بصورت زیر خواهد بود:

$$v=\begin{cases} 2i & i<10 \\ -\frac{3}{2}i+35 & 10<i<20 \\ \frac{1}{2}i-5 & i>20 \end{cases} \Rightarrow \begin{vmatrix} I_1=10 \\ I_2=20 \end{vmatrix}$$

: $i<10$

$$2i=a_0+a_1 i-b_1(i-10)-b_2(i-20)$$

$$2i=a_0+10b_1+20b_2+(a_1-b_1-b_2)i \Rightarrow \begin{cases} a_1-b_1-b_2=2 \\ a_0+10b_1+20b_2=0 \end{cases} \qquad (I)$$

$$-\frac{3}{2}i+35=a_0+a_1i+b_1(i-10)-b_2(i-20) \qquad :10<i<20$$

$$-\frac{3}{2}i+35=a_0-10b_1+20b_2+(a_1+b_1-b_2)i \quad \Rightarrow \quad a_1+b_1-b_2=-\frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{2}i-5=a_0+a_1i+b_1(i-10)+b_2(i-20) \qquad :i>20$$

$$\frac{1}{2}i-5=a_0-10b_1-20b_2+(a_1+b_1+b_2)i \Rightarrow a_1+b_1+b_2=\frac{1}{2}$$

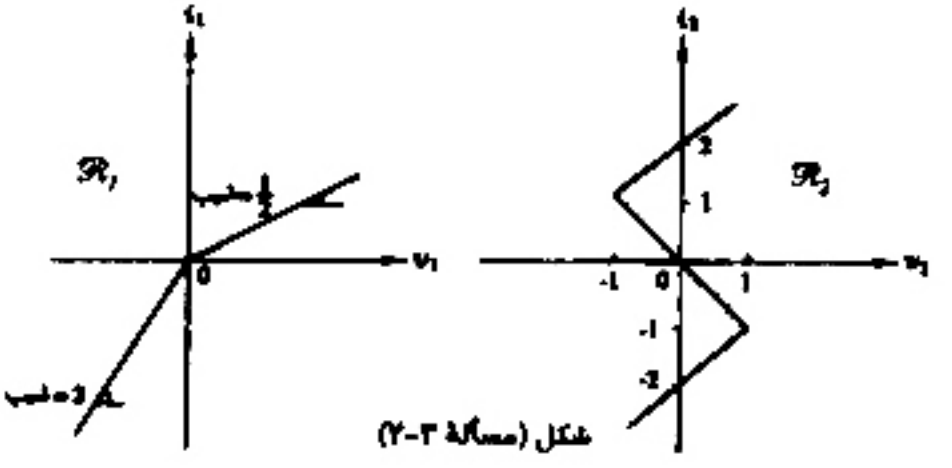
باحل دستگاه سه معادلهٔ سه مجهولی زیر مقادیر a_1 ، b_1 و b_2 بدست می‌آیند:

$$\begin{cases} a_1-b_1-b_2=2 \\ a_1+b_1-b_2=-\frac{3}{2} \\ a_1+b_1+b_2=\frac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1=\frac{5}{4} \\ b_1=-\frac{7}{4} \\ b_2=1 \end{cases}$$

با قرار دادن مقادیر فوق در رابطهٔ (1) ، مقدار a_0 بدست می‌آید:

$$a_0+10b_1+20b_2=a_0-\frac{70}{4}+20=0 \rightarrow a_0=-\frac{5}{2}$$

۲- مشخصهٔ مقاومتهای غیرخطی $\mathcal{R}_1$ و $\mathcal{R}_2$ در شکل (مسألهٔ ۳-۲) داده شده‌اند. مشخصه‌های اتصال سری و اتصال موازی آنها را رسم کنید.

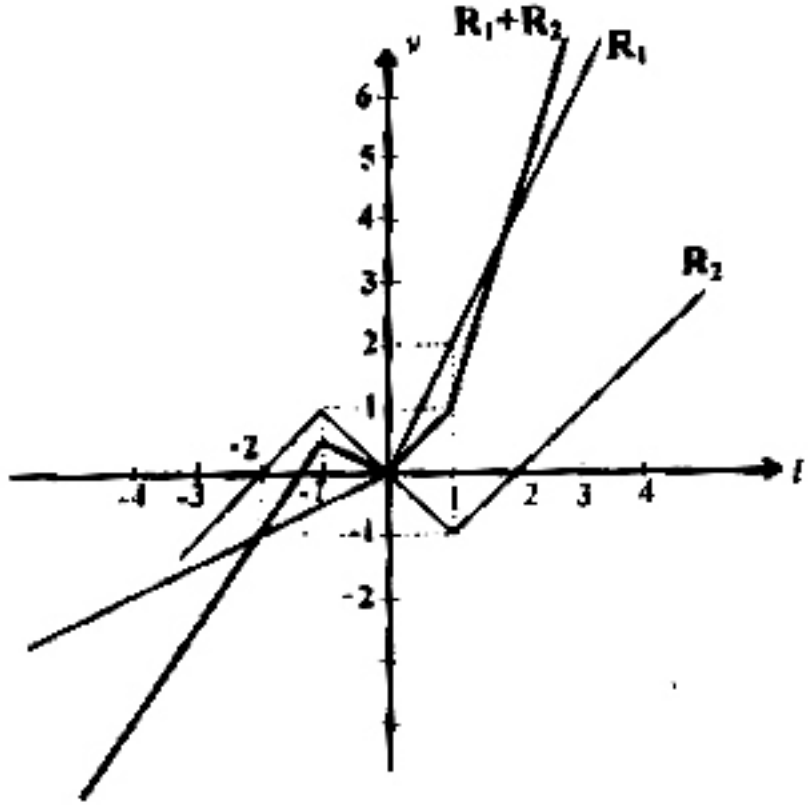


شکل (مسألهٔ ۳-۲)

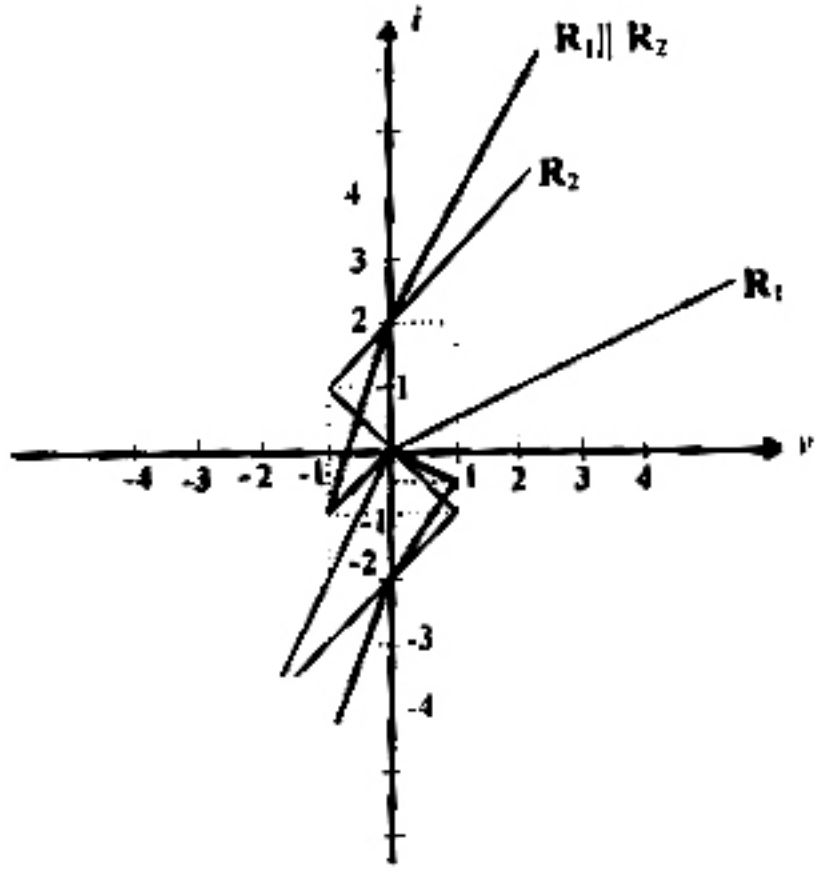
حل:

اتصال سری:

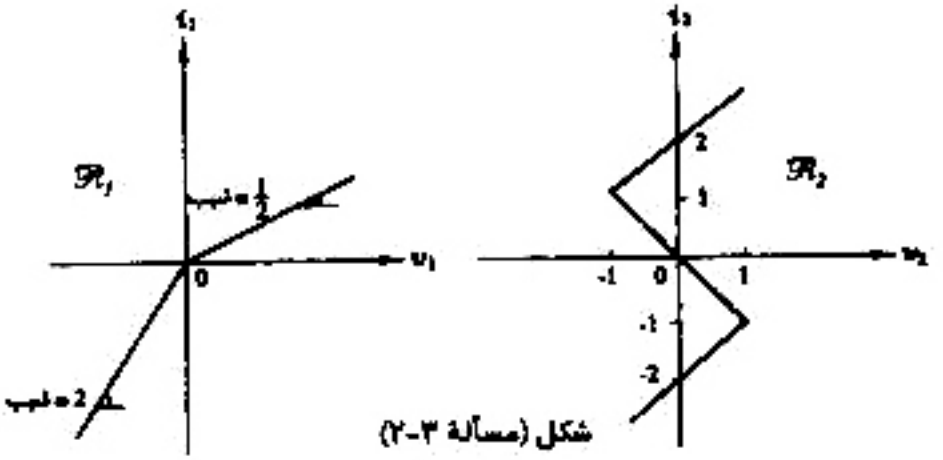
مشخصه‌های مقاومتهای $\mathcal{R}_1$ و $\mathcal{R}_2$ را در یک محور مختصات vi بر حسب i بصورت زیر رسم می‌کنیم و مقادیر ولتاژ مقاومتها را به ازای هر i با هم جمع می‌کنیم تا مشخصه اتصال سری بدست آید:



اتصال موازی : مشخصه‌های مقاومتهای R_1 و R_2 را در یک محور مختصات i بر حسب v بصورت زیر رسم می‌کنیم و مقادیر جریان های مقاومتها رابه ازای هر v با هم جمع می‌کنیم نامشخصه اتصال موازی بدست آید:

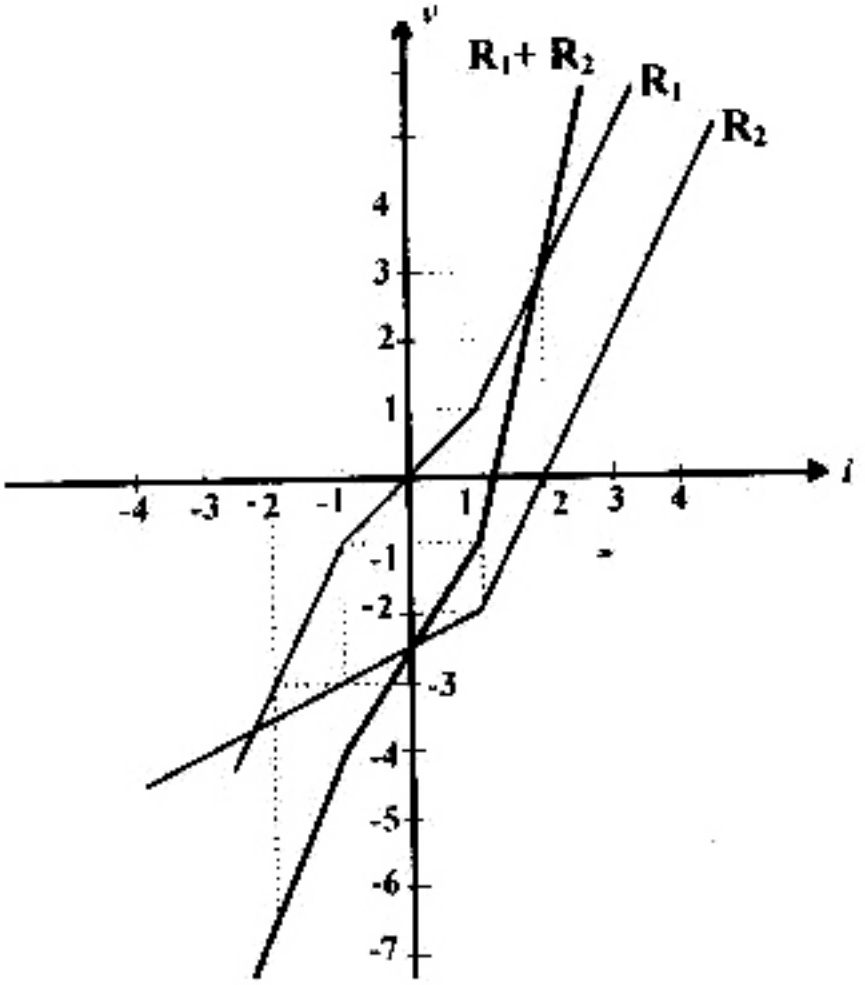


۳- مقاومتهای غیر خطی $\mathcal{R}_1$ و $\mathcal{R}_2$ بامشخصه‌های خود در صفحهٔ ۷۱ داده شده‌اند.
الف - مشخصهٔ اتصال سری آنها را رسم کنید. ب - مشخصهٔ اتصال موازی آنها را رسم کنید.
پ - اگر سرهای مقاومت $\mathcal{R}_1$ یا سرهای مقاومت $\mathcal{R}_2$ رابر عکس ببندیم، چه تغییری در قسمتهای (الف) یا (ب) حاصل می‌شود؟

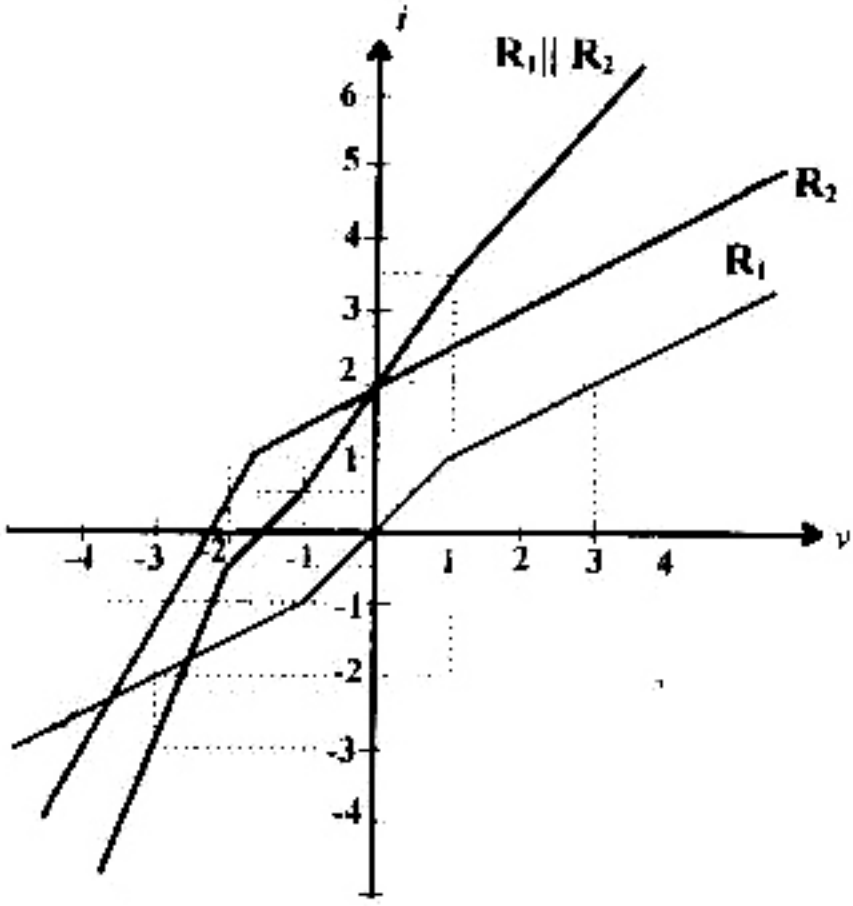


شکل (مسألهٔ ۳-۲)

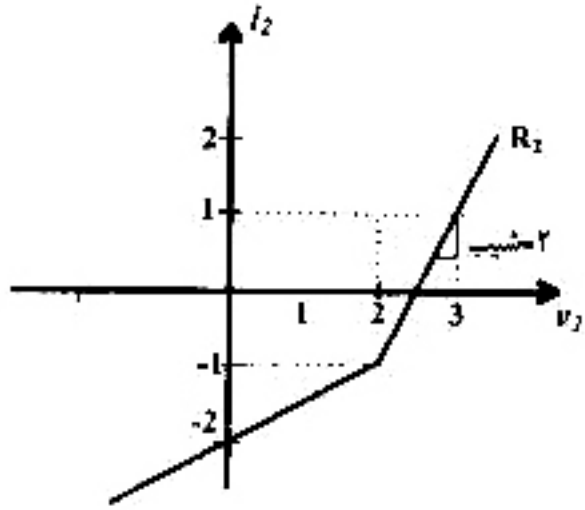
حل:
الف)

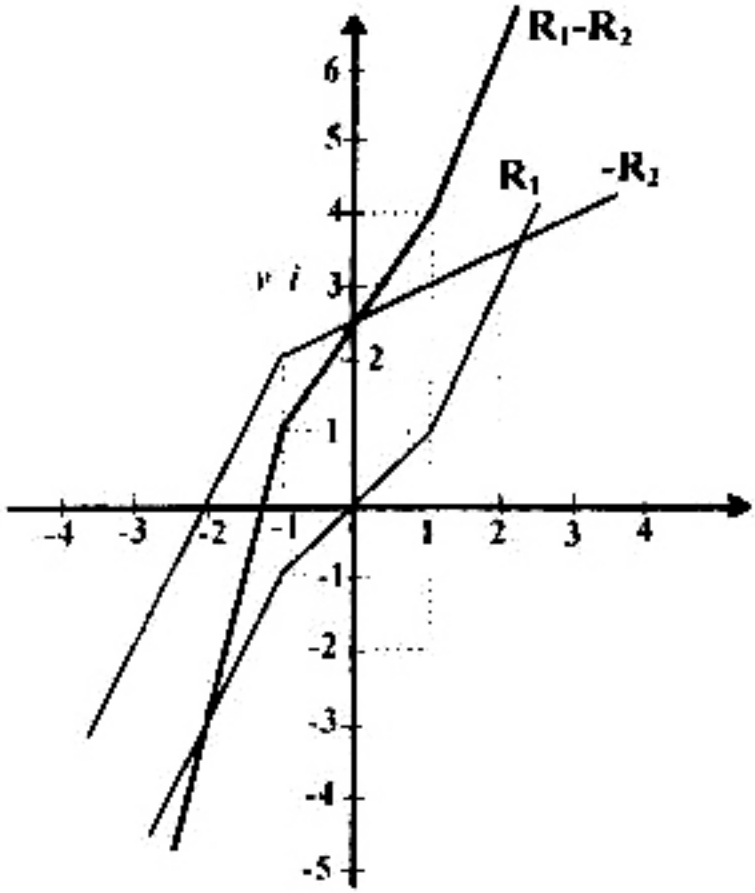


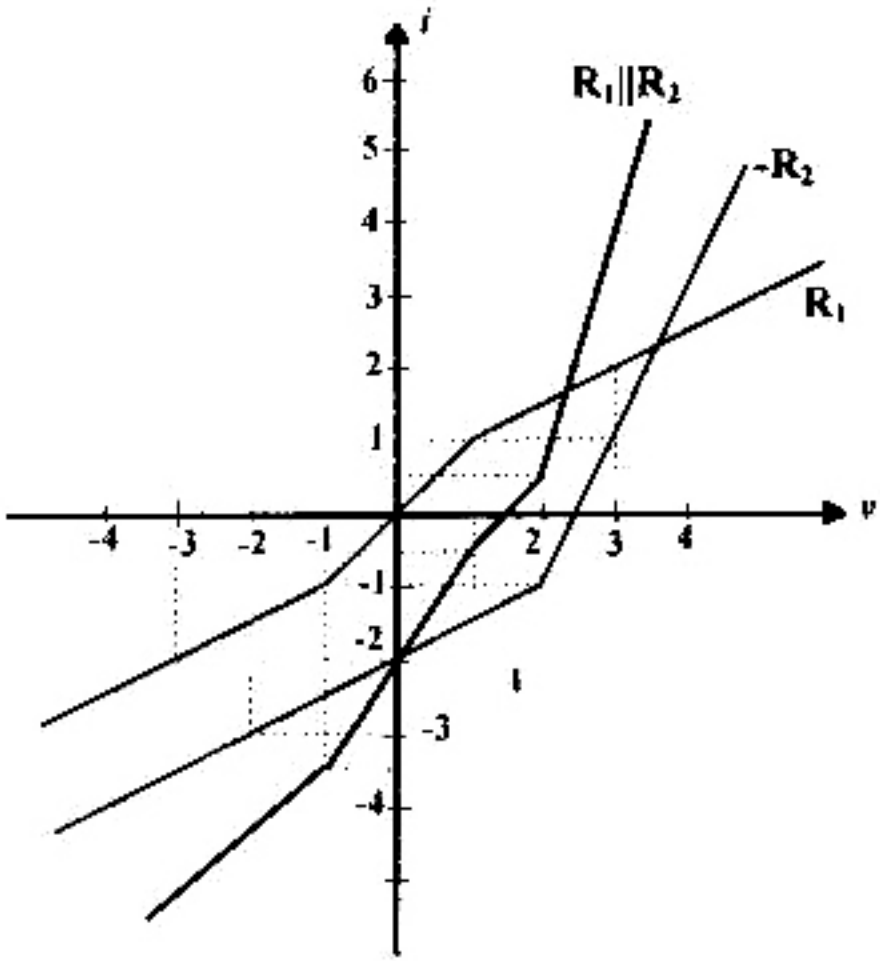
ب)



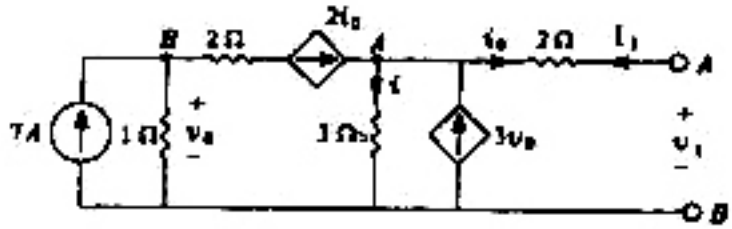
پ) چون مشخصهٔ مقاومت $\mathcal{R}_1$ نسبت به مبداء متقارن است، لذا $\mathcal{R}_1$ دوطرفه است و برعکس بستن آن تاثیری بر مشخصه‌های اتصال موازی و سری نخواهد گذاشت، ولی $\mathcal{R}_2$ چون دو طرفه نیست، به همین علت برعکس بستن آن سبب خواهد شد که مشخصه‌های اتصال سری یا موازی به شکل زیر تغییر کنند: اگر $\mathcal{R}_2$ را در اتصال سری یا موازی برعکس ببندیم، کافیست که مشخصهٔ آن را نسبت به مبداء قرینه کنیم $\begin{bmatrix} i \to -i \\ v \to -v \end{bmatrix}$ و سپس مشخصه اتصال سری یا موازی را بدست می‌آوریم:




R1-R2
R1
-R2
v i
6
5
4
3
2
1
-1
-2
-3
-4
-5
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4


i
R1||R2
-R2
R1
v
i
6
5
4
3
2
1
-1
-2
-3
-4
-4
-3
-2
-1
2
3
4

۴- مدار معادل تونن دیده شده در سرهای A و B مدار شکل (مسالهٔ ۳-۴) رابه دست آورید.



شکل (مسالهٔ ۳-۴)

حل :

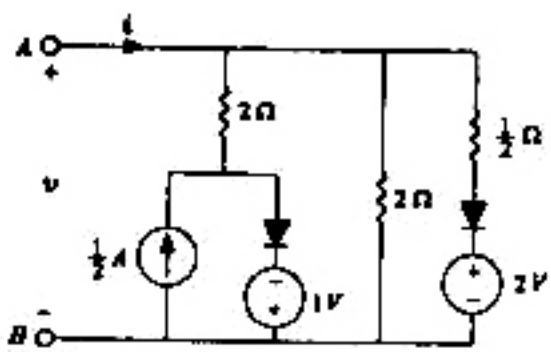
$$\begin{cases} KCL\ (A) : 2i_0+3v_0-i-i_0=0 \quad \rightarrow \quad i=i_0+3v_0 \\ KCL\ (B) : 7=\dfrac{v_0}{1^{\Omega}}+2i_0 \quad \rightarrow \quad v_0=7-2i_0 \end{cases} \rightarrow \ i=i_0+3(7-2i_0)=21-5i_0 \qquad (I)$$

$$KVL. : -V_T+2I+3i=0 \quad \rightarrow \quad V_T=2I_T+3i \qquad (II)$$

با جایگذاری رابطهٔ (I) در (II) خواهیم داشت:

$$\begin{cases} V_T=2I_T+3(21-5i_0)=2I_T+63-15i_0 \\ i_0=-I_T \end{cases} \rightarrow V_T=17I_T+63 \rightarrow \left| \begin{matrix} R_{Th}=17^{\Omega} \\ V_{Th}=63^{V} \end{matrix} \right.$$

۵- مشخصهٔ یک قطبی شکل (مسالهٔ ۳-۵) رادر صفحهٔ vi رسم کنید(دیودها ایده‌آل هستند).



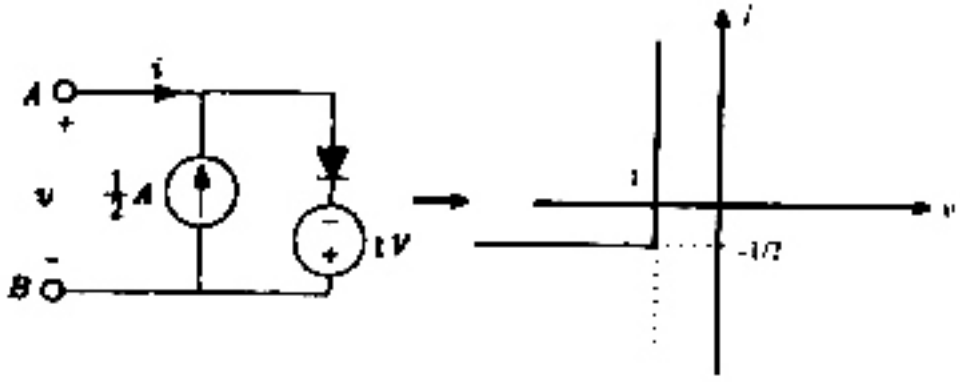
شکل (مسالهٔ ۳-۵)

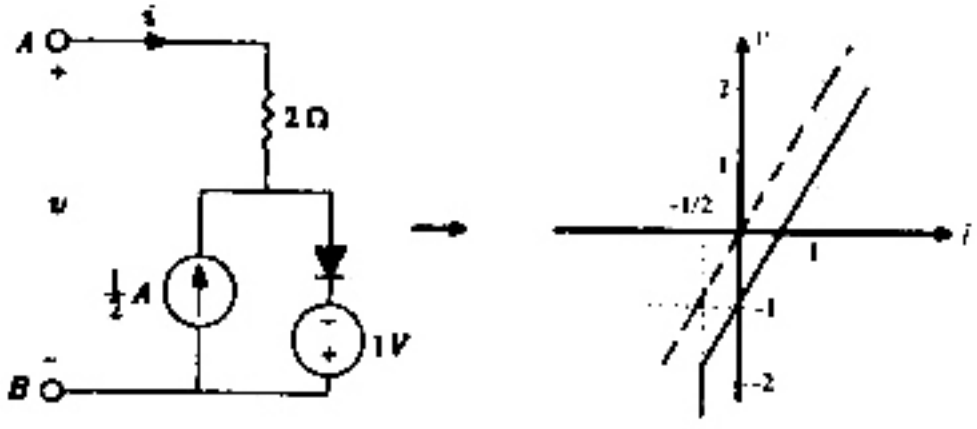
حل :

این یک قطبی از سه شاخهٔ موازی تشکیل یافته است. لذا ابتدا مشخصه تک تک شاخه‌ها را بدست می‌آوریم و سپس آنها را موازی می‌کنیم (به ازای هر ولتاژ، جریانهایشان را جمع می‌کنیم.):

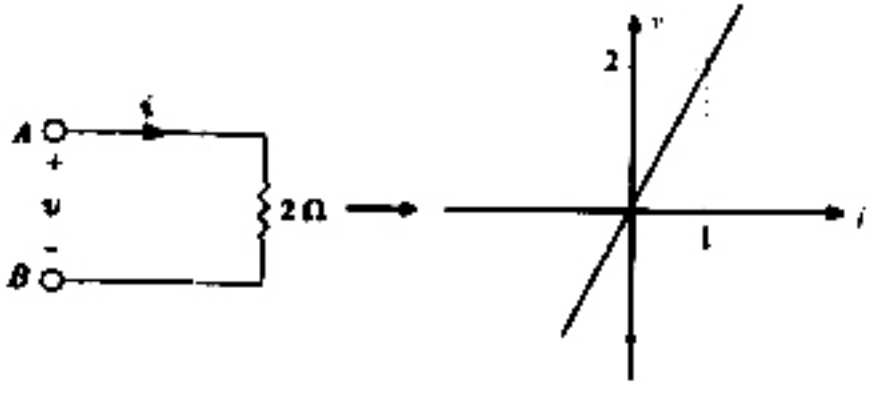
شاخهٔ 1: این شاخه خود از دو شاخهٔ موازی که با مقاومت 2 اهمی سری شده‌اند، تشکیل یافته است. لذا

ابتدا مشخصهٔ دو شاخهٔ موازی را بدست می‌آوریم :

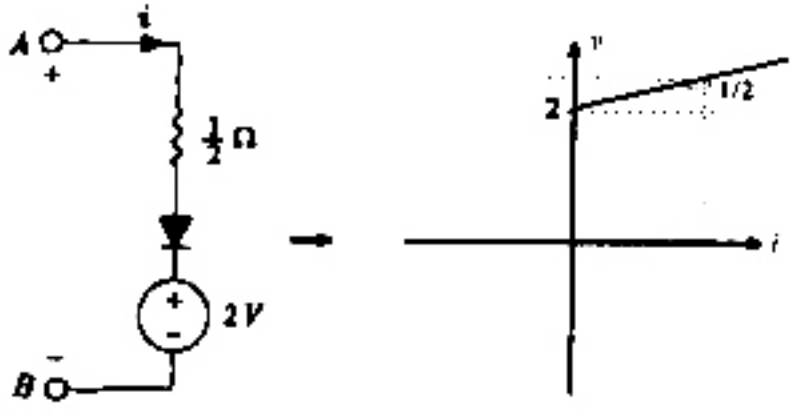




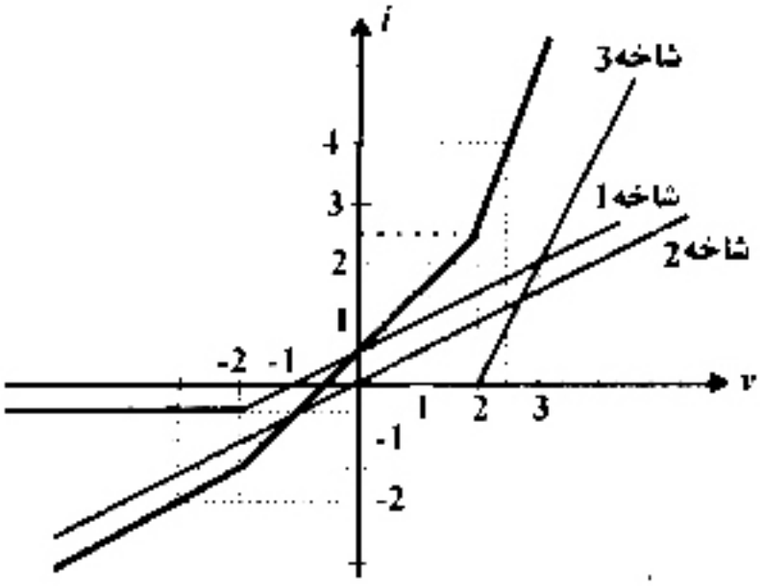
شاخهٔ 2:



شاخهٔ 3:



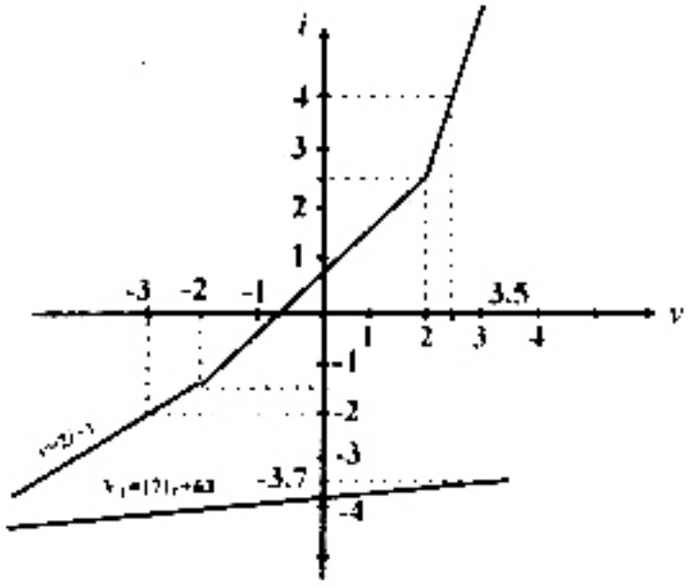
منحنی های بدست امده برای هر سه شاخه را در یک محور مختصات iبرحسب v رسم کرده و با هم جمع می‌کنیم



۶- دو مدار مسالهٔ ۴ و ۵ را در سرهای Aو B نظیر به نظیر به هم وصل می‌کنیم. ولتاژ دو سر اتصال را تعیین کنید.

حل :

برای یافتن ولتاژ دوسر اتصال AB. مشخصه v مدار شکل مسأله ۳-۴ راکه با توجه به معادل تونن یافته‌ایم . یک خط راست خواهد بود که آنرا با مشخصه v مدار شکل مسألهٔ ۳-۵ قطع می‌دهیم:



$$\begin{cases} v = 2i + 1 \\ v = 17i + 63 \end{cases} \rightarrow \quad i = -\frac{109}{15} = -7.27^{V}$$

۷- در مدار غیرخطی شکل (مسالهٔ ۳-۷) مشخصهٔ انتقال خروجی v_{out} رابرحسب ورودی $i_s(t)$ تعیین کنید.

$$\begin{cases} \mathcal{R}_1: & i_1 = v_{v_1}^2 \\ \mathcal{R}_2: & i_2 = v_2^3 \end{cases}$$

شکل (مسأله ۳-۷)

حل :

از قانون KCL داریم :

$$\begin{cases} i_s = i_1 + i_2 \\ i_2 = \dfrac{v_{out}}{2} \end{cases} \Rightarrow i_s = 2v_1^2 + \frac{v_{out}}{2} \quad (I)$$

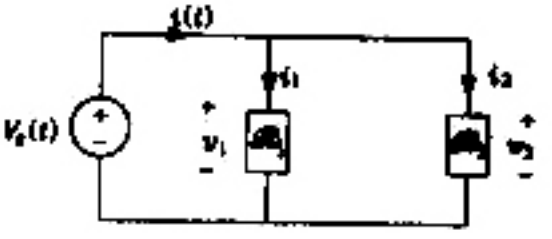
از قانون KVL داریم :

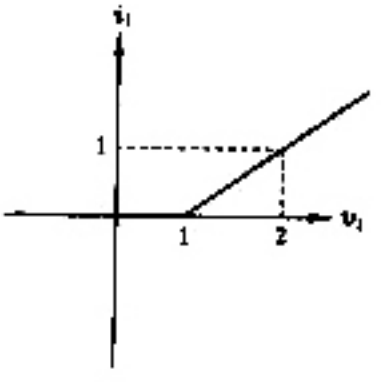
$$\begin{cases} v_1 = v_2 + v_{out} \\ i_2 = v_2^3 \rightarrow v_2 = \sqrt[3]{i_2} = \sqrt[3]{\dfrac{v_{out}}{2}} \end{cases} \Rightarrow v_1 = \sqrt[3]{\frac{v_{out}}{2}} + v_{out} \qquad (II)$$

باجایگذاری رابطهٔ (II) در (I):

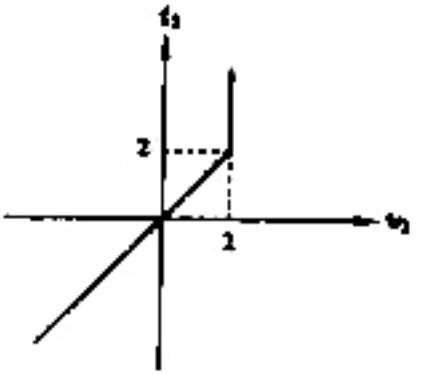
$$i_s = \left[\sqrt[3]{\frac{v_{out}}{2}} + v_{out} \right]^2 + \frac{v_{out}}{2}$$

۸- در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۸) $\mathcal{R}_1$ و $\mathcal{R}_2$ دو مقاومت غیرخطی هستند که مشخصه‌های آنها داده شده است.





مشخصهٔ مقاومت $\mathcal{R}_1$



مشخصهٔ مقاومت $\mathcal{R}_2$

شکل (مسالهٔ ۳-۸)

الف – مشخصهٔ اتصال موازی این دو مقاومت غیرخطی را تعیین کنید.

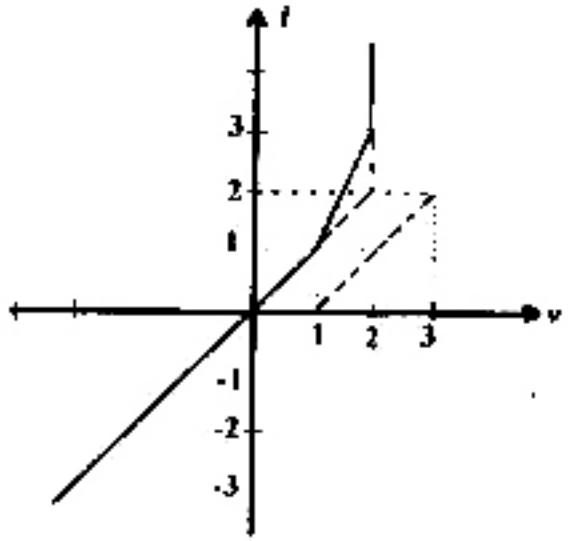
ب – به ازای $v(t)=1.5$ و $v_s(t)=cost$، جریان $i(t)$ را حساب کنید.

پ – آیا می‌توان به جای $v_s(t)$ منبعی به صورت $v_s(t)=3cos\ t$ قرار داد؟ چرا؟

ت – دو مدار طرح کنید که مشخصه‌های آنها مانند مشخصه‌های $\mathcal{R}_1$ و $\mathcal{R}_2$ باشند.

حل:

الف)



ب)از روی مشخصه اتصال موازی این دو مقاومت خواهیم داشت:

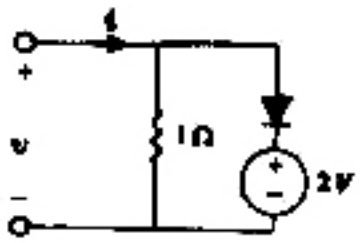
$v_s(t)=1.5^V \rightarrow i=2A$

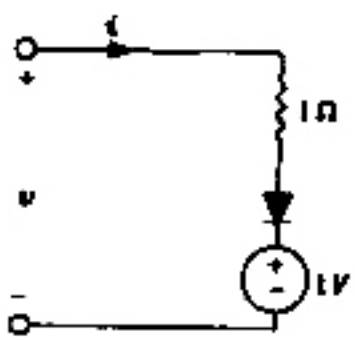
باتوجه به اینکه: $i=v \qquad v\le 1$

و $-1\le cos\ t\le 1$ - بنابراین: $i(t)=v_s(t)=cost$

پ – خیر، زیرا وقتی $v_s(t)\ge 2^V$ می‌شود، مدار جریان بینهایت از منبع ولتاژ می‌کشد و باعث می‌شود که منبع ولتاژ بسوزد.

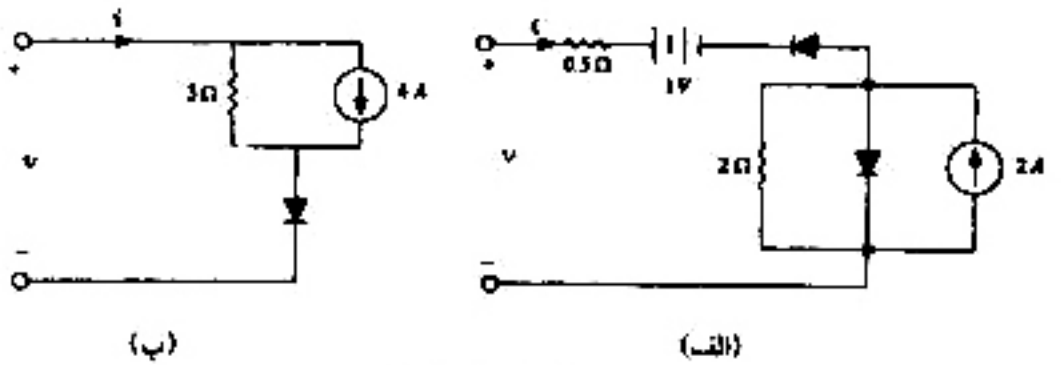
ت – مشخصهٔ $\mathcal{R}_1$:





۹ -الف - مشخصه‌های VI مدارهای شکل (مسالهٔ ۳-۹) را رسم کنید.

ب - دوگان مدارهای نشان داده شده در شکل‌های (مسالهٔ ۳-۹ الف و ب) را تعیین کنید.

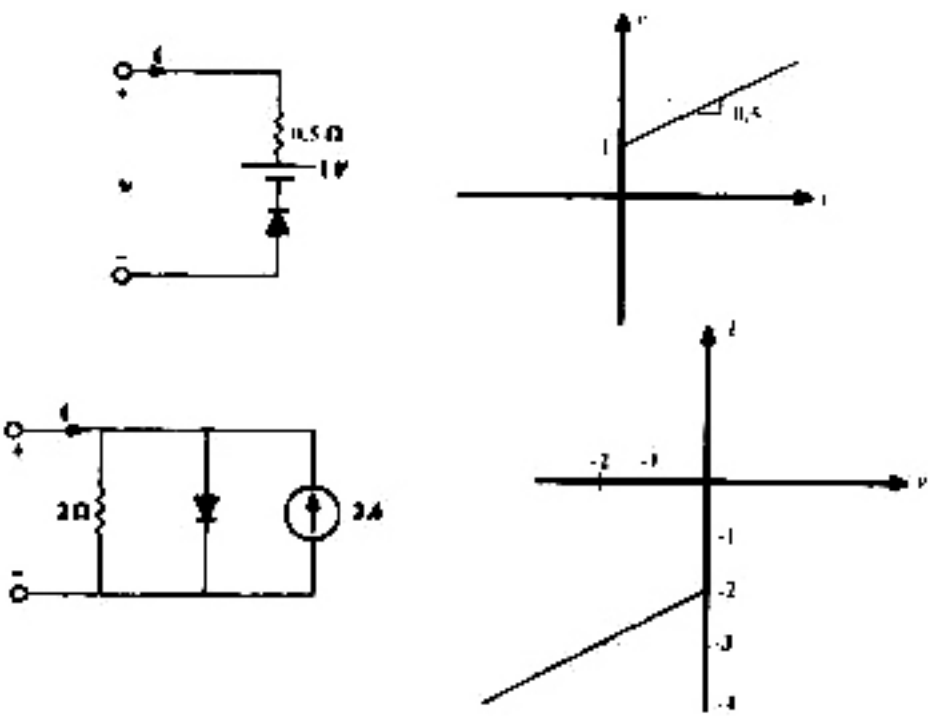


(ب) (الف)

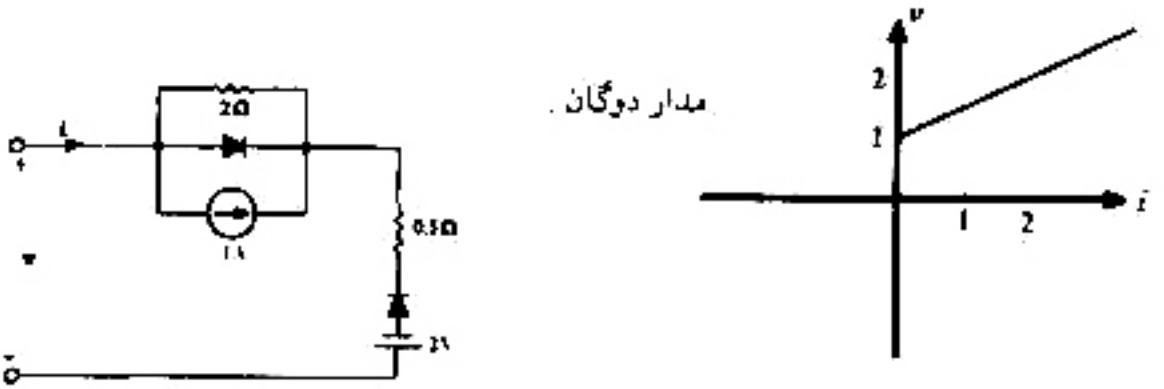
شکل (مسألهٔ ۳-۹)

حل :

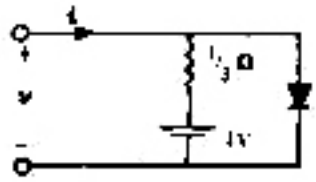
الف) این مدار را می توان متشکل از دو مدار زیر در نظر گرفت که بطور سری بهم متصل شده‌اند:

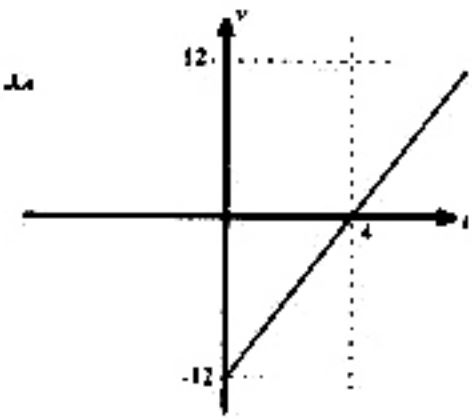


مدار دوگان .

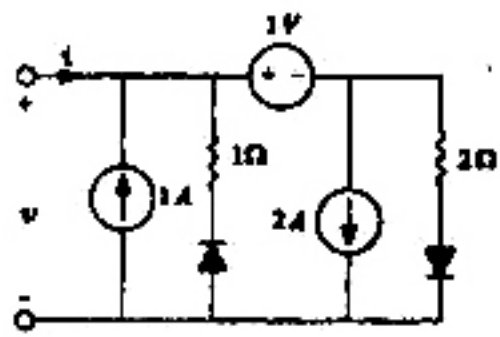


مدار دوگان :



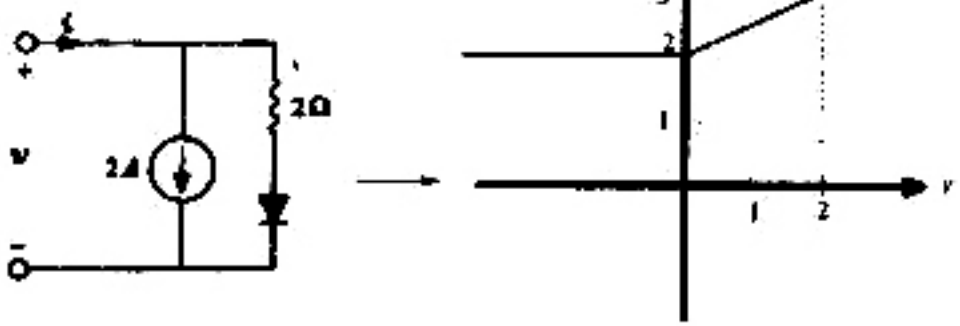


۱۰ - مشخصه‌های v و i مدار شکل (مسألهٔ ۳-۱۰) را رسم کنید.

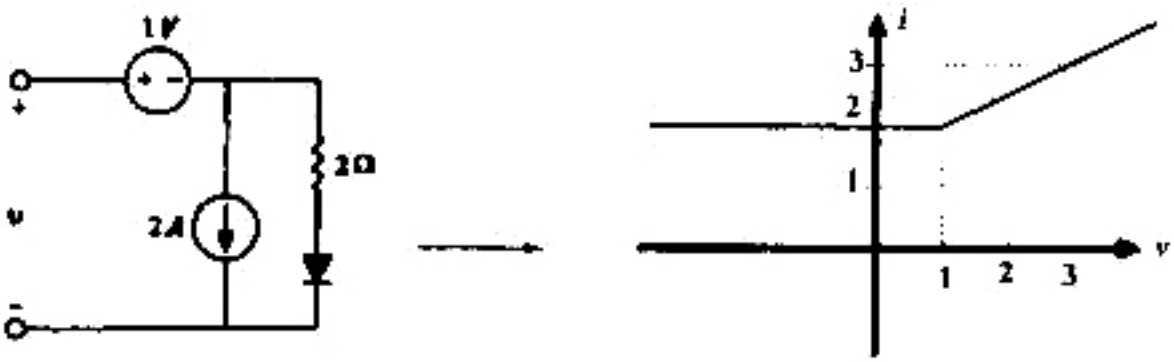


شکل (مسألهٔ ۳-۱۰)

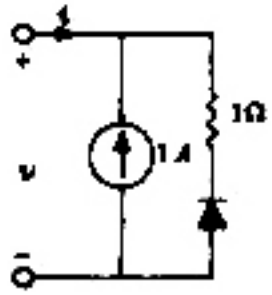
حل :

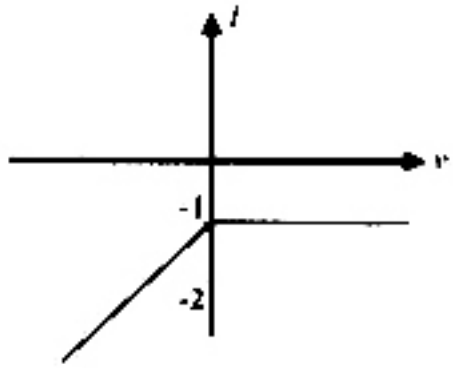


اتصال سری مشخصه فوق را با منبع ولتاژ یک ولتی بدست می‌آوریم :

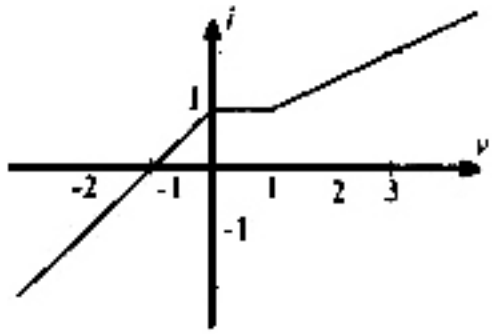


اتصال موازی مشخصه فوق را با مشخصه دو شاخهٔ موازی زیر بدست می‌آوریم :

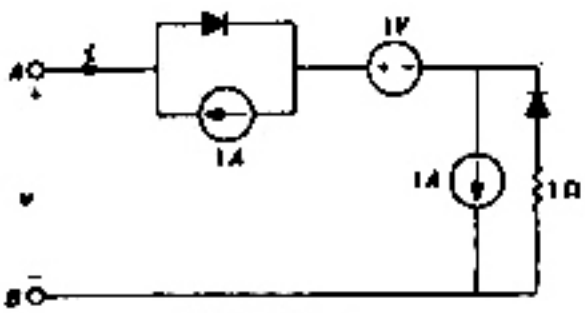




مشخصه کلی بصورت زیر می‌باشد:



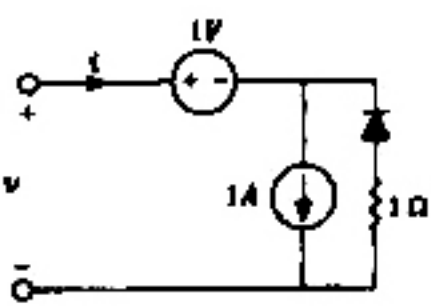
۱۱ – مشخصهٔ vi دو سر مدار شکل (مسالهٔ ۳-۱۱) را رسم کنید و برای $v(t)=2cos\frac{\pi t}{2}$ شکل موج $i(t)$ را برای یک پریود رسم کنید.

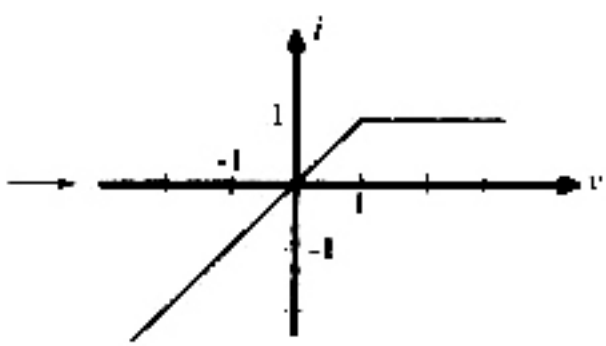


شکل (مسالهٔ ۳-۱۱)

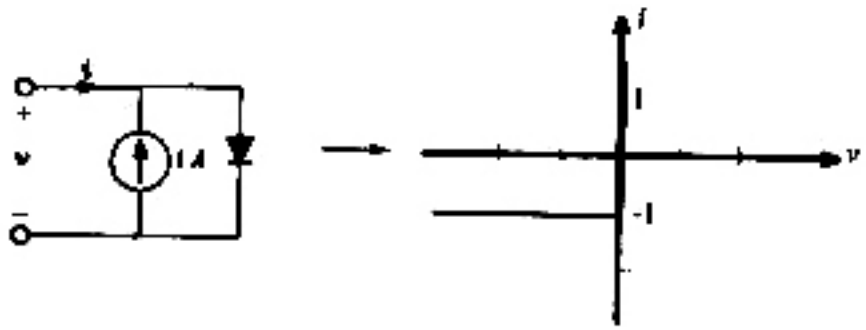
حل :

مشخصهٔ vi مدار زیر، به شکل زیر می‌باشد:



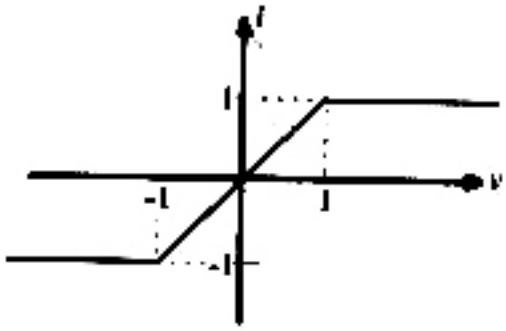


از اتصال سری مشخصه فوق با مشخصهٔ مدار زیر، مشخصه کلی مدار بدست می‌آید:



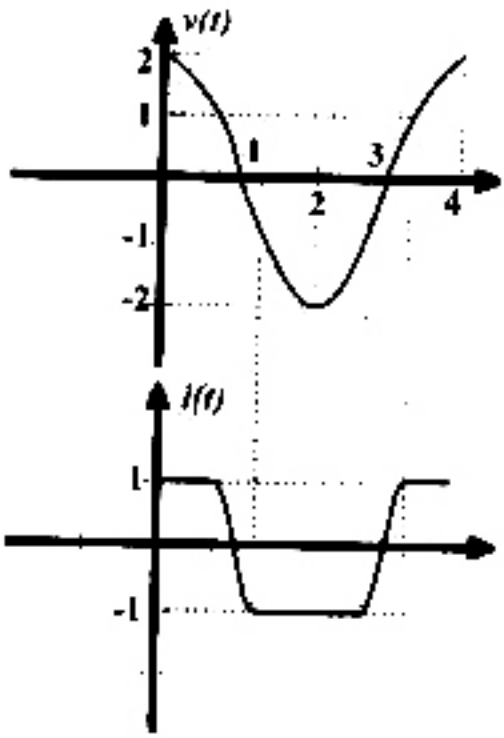
مشخصهٔ کلی مدار:

$$i(t)=\begin{cases}1 & v>1\\ v & -1<v<1\\ -1 & v<-1\end{cases}$$

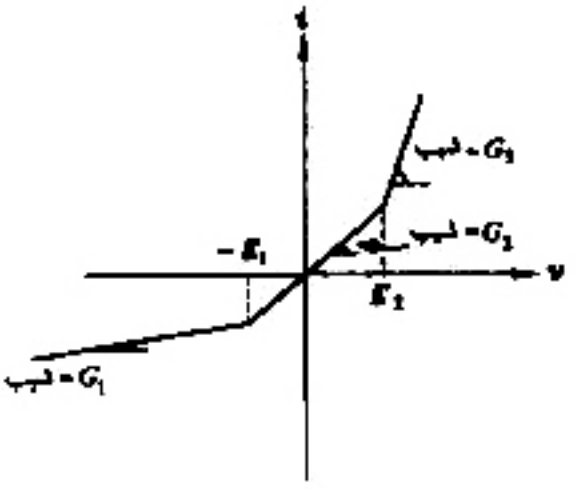


$$v(t)=2\cos\frac{\pi t}{2}\Rightarrow$$

$$\omega=\frac{\pi}{2}\rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=4$$



۱۲- مداری طراحی کنید که مشخصهٔ vi آن به صورت نشان داده شده در شکل (مسالهٔ۳-۱۲) باشد.

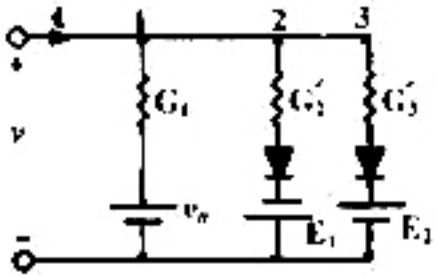


شکل (مسالهٔ ۳-۱۲)

حل :

شمای کلی مدار بصورت زیر خواهد بود:

همانطوریکه دیده می‌شود این مدار از سه شاخهٔ موازی تشکیل یافته است که مشخصه‌های هر یک از این شاخه‌ها بصورت زیر است:

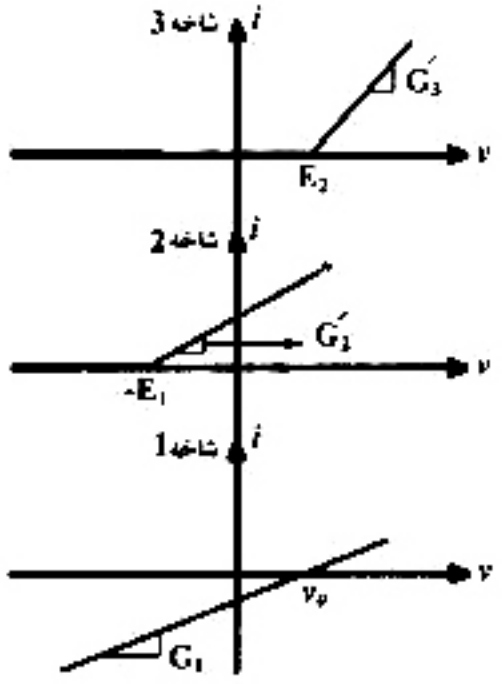


از جمع سه مشخصهٔ مقابل، مشخصهٔ داده شده در مسئله بدست می‌آید، بطوریکه :

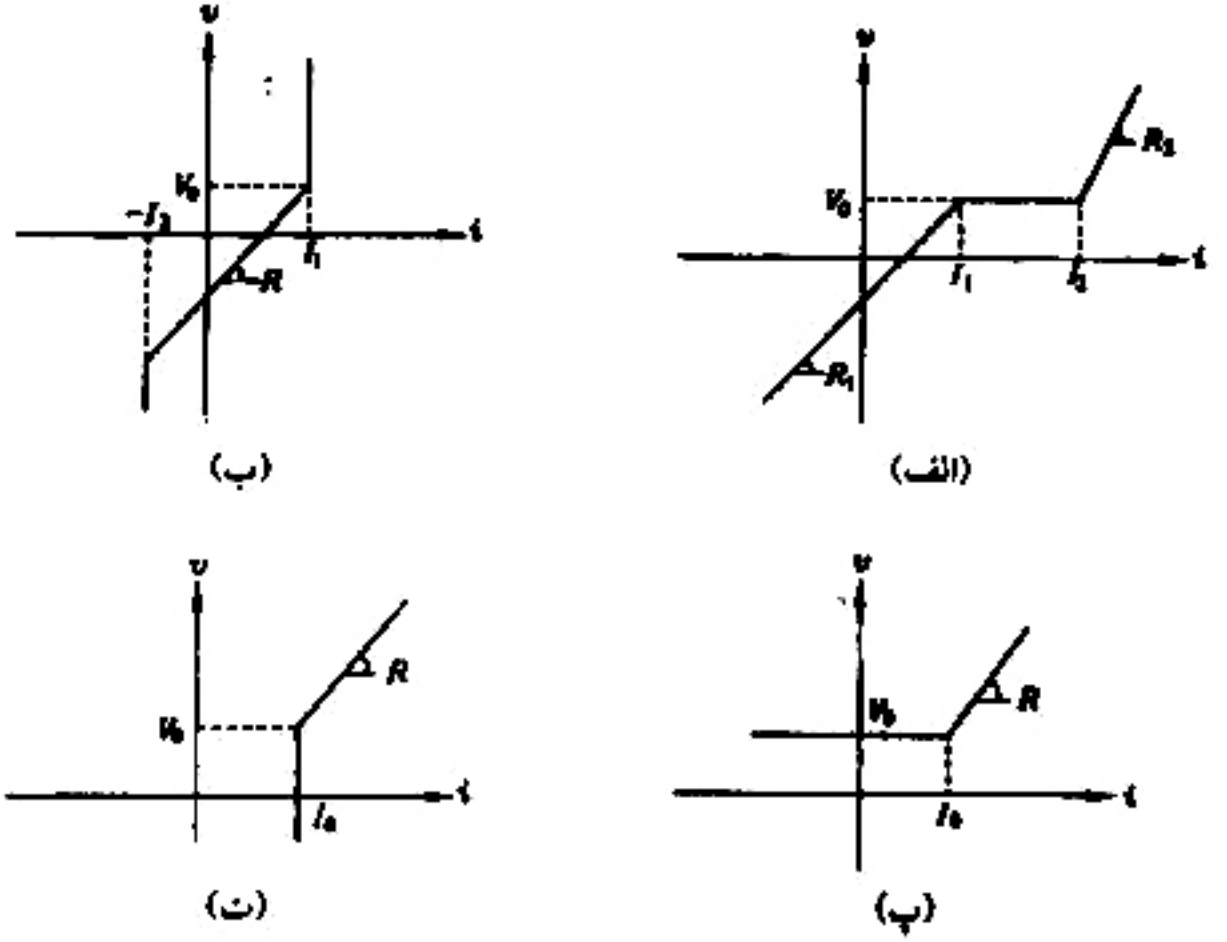
$$G_2 = G_1 + G_2'$$

و

$$G_3 = G_1 + G_2' + G_3'$$



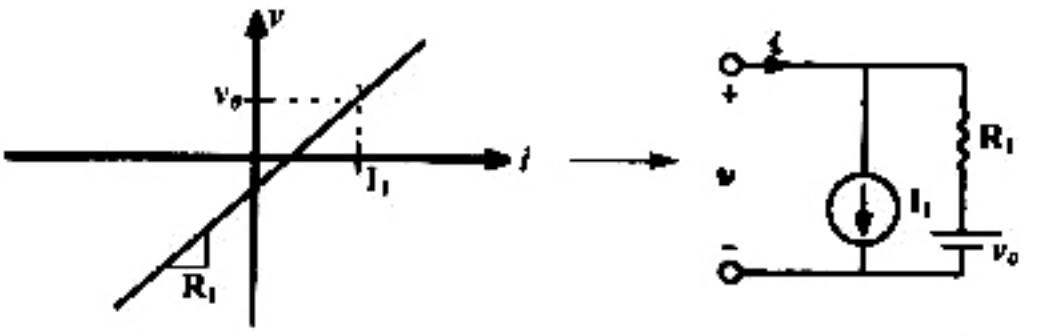
۱۳ ـ مدارهایی طراحی کنید که مشخصه‌های iv آنها به صورت نشان داده شده در شکل (مسالهٔ ۳-۱۳) باشد.



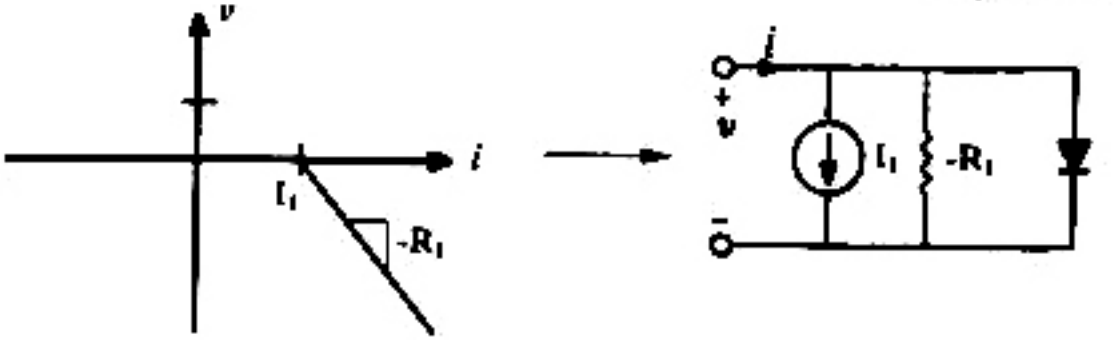
شکل (مسألهٔ ۳-۱۳)

حل:

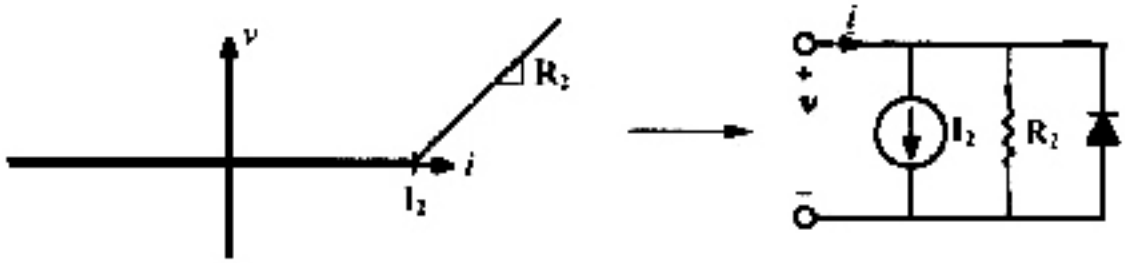
الف)



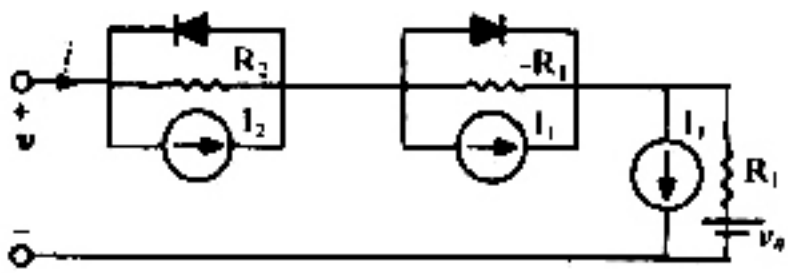
بعلاوهٔ (اتصال سری):



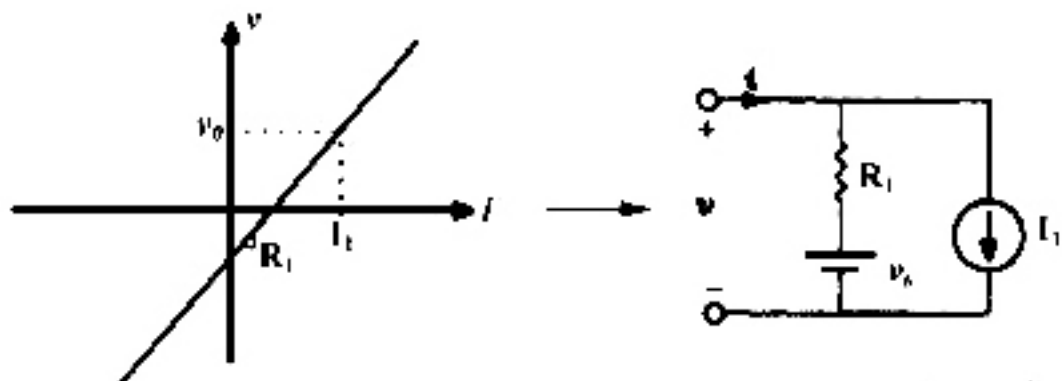
بعلاوهٔ (اتصال سری):



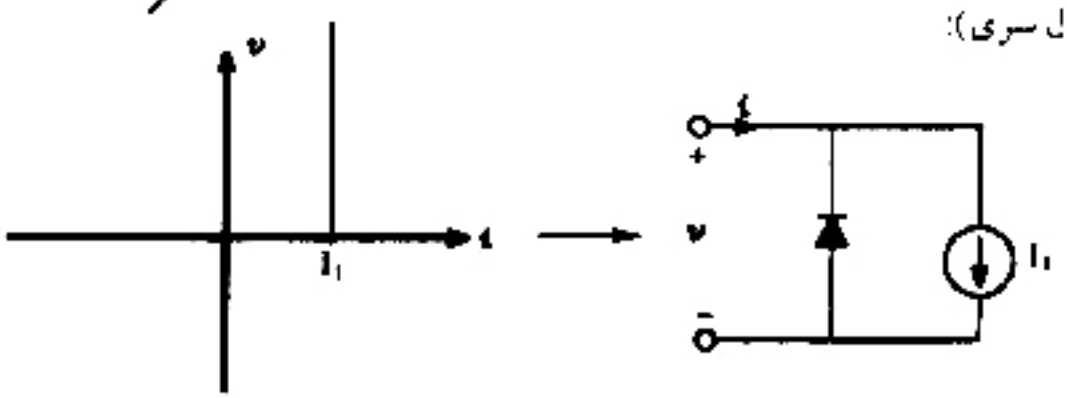
مدار نهایی:



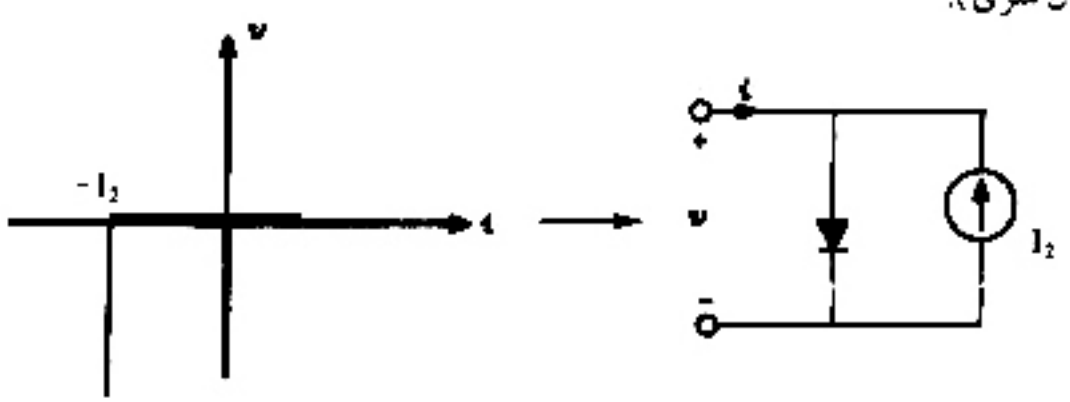
ب)



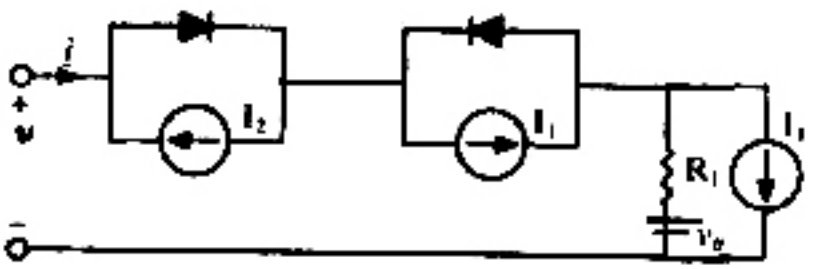
بعلاوهٔ (اتصال سری):



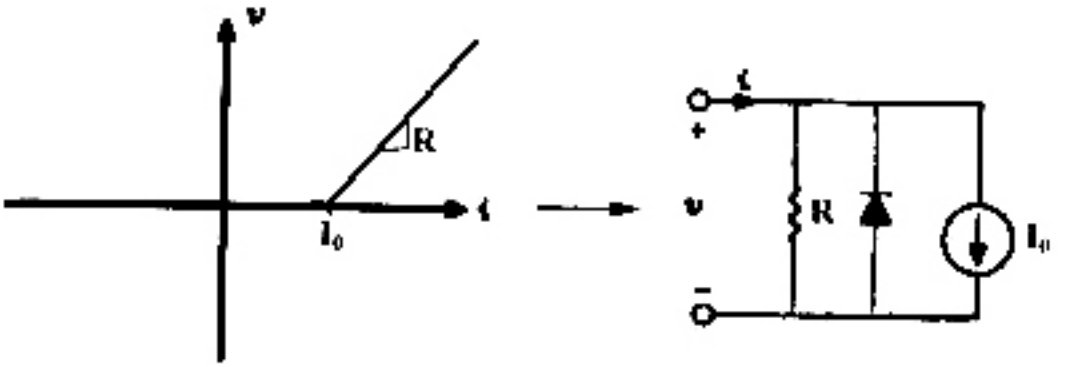
بعلاوهٔ (اتصال سری):



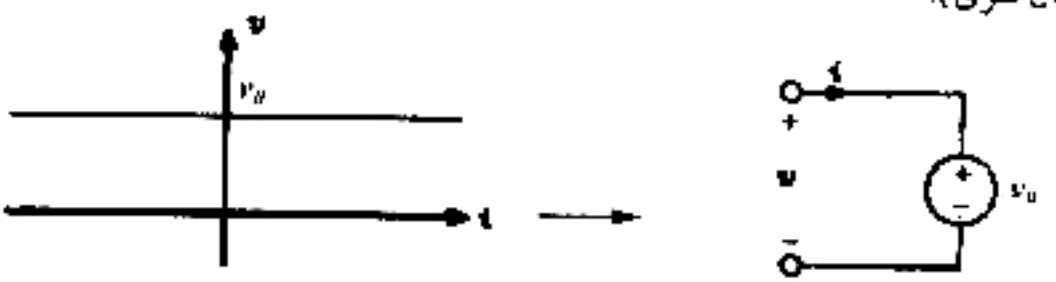
مدار نهایی:



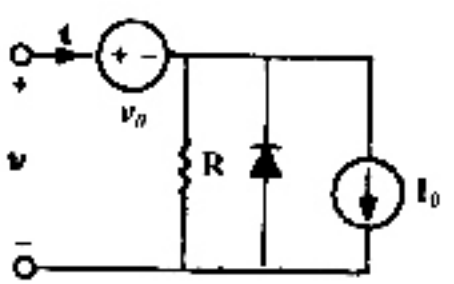
پ)



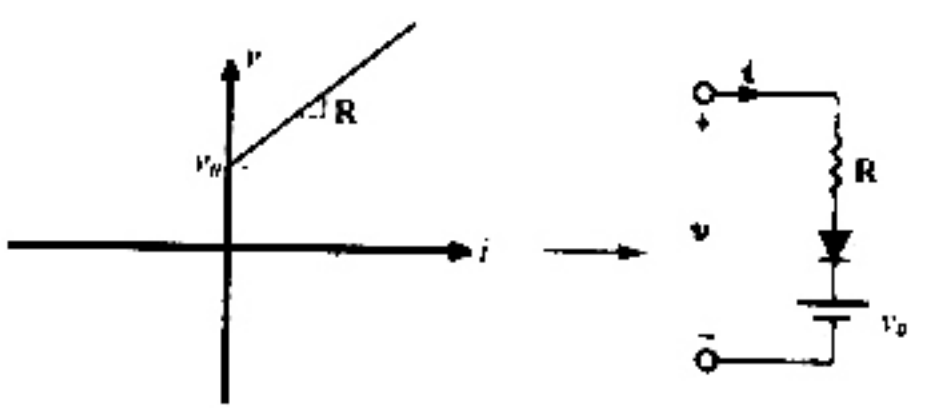
بعلاوهٔ (اتصال سری):



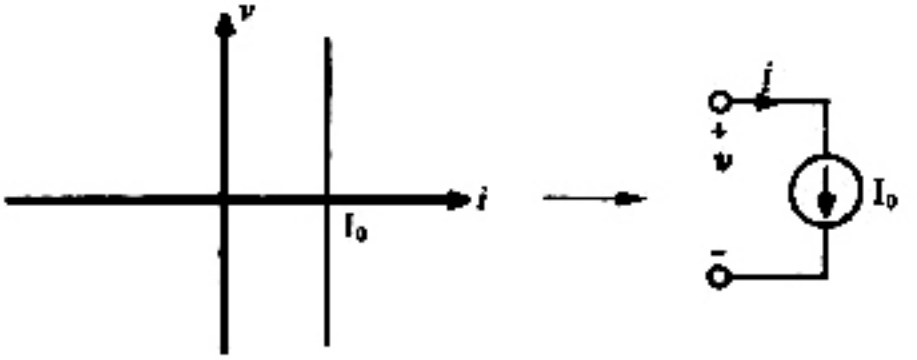
مدار نهایی:



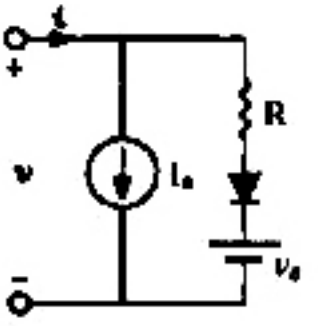
ت)



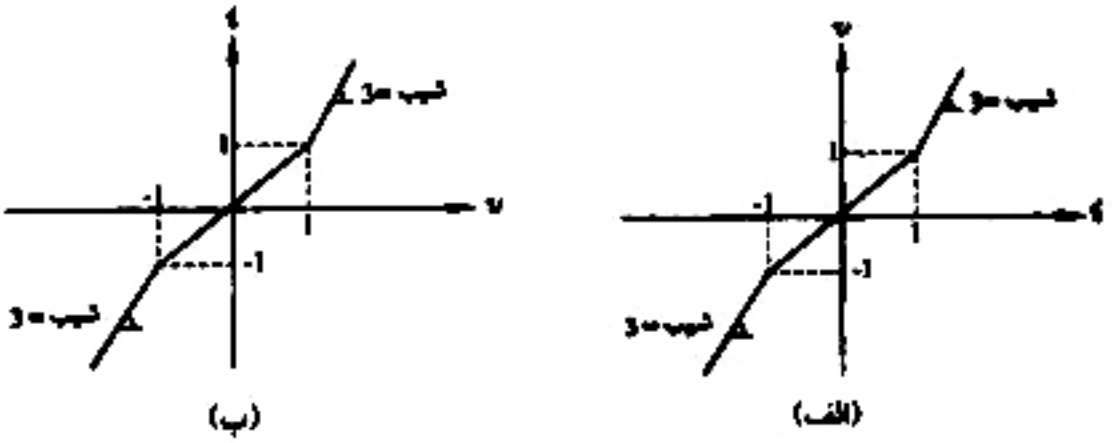
بعلاوهٔ (اتصال سری):



مدار نهایی :



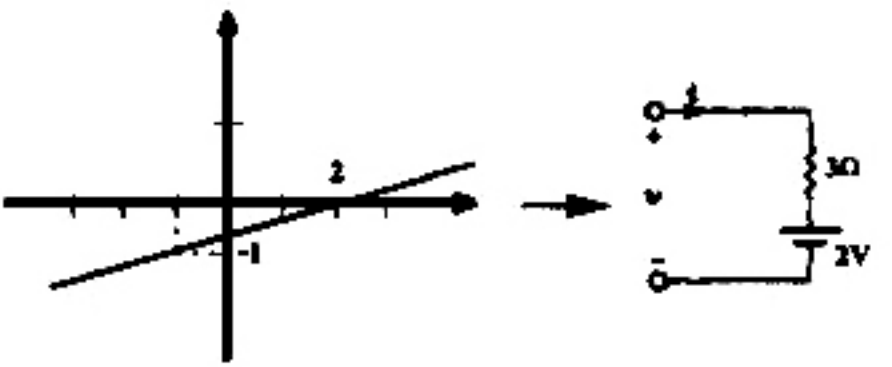
۱۴ – مدارهایی طراحی کنید که مشخصه‌های داده شده در شکل (مسألهٔ ۳-۱۴) را داشته باشند.



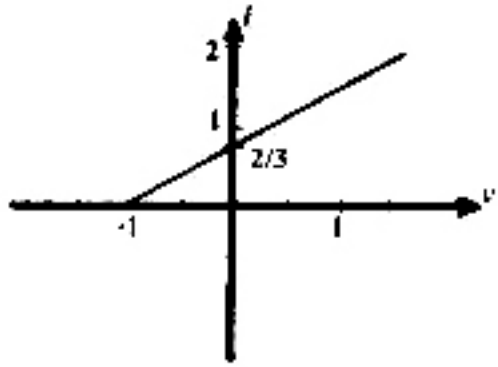
شکل (مسألهٔ ۳-۱۴)

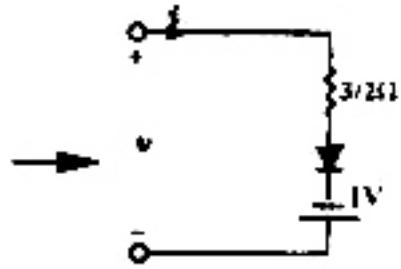
حل :

الف)

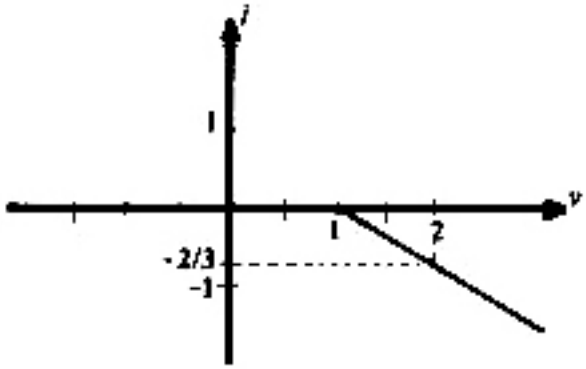


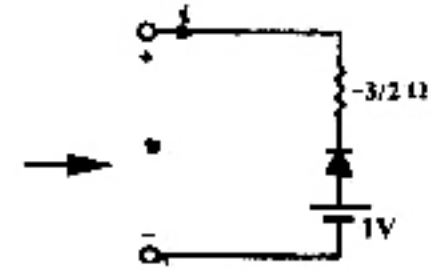
بعلاوة (اتصال موازی):



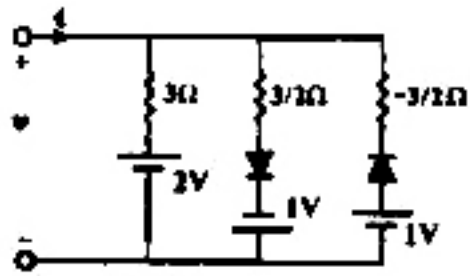


بعلاوة (اتصال موازی):

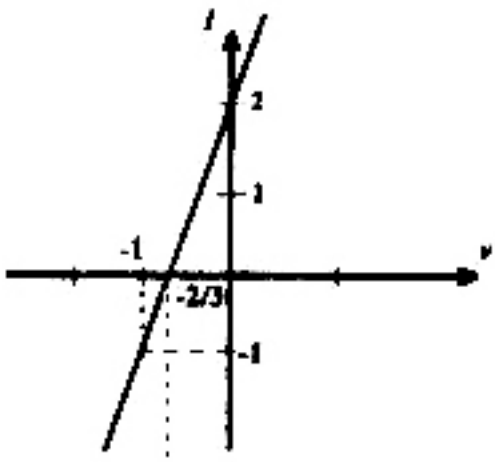


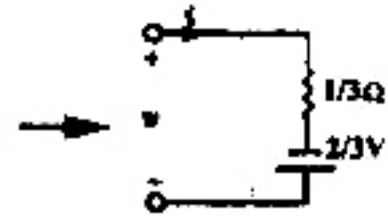


مدار نهایی:

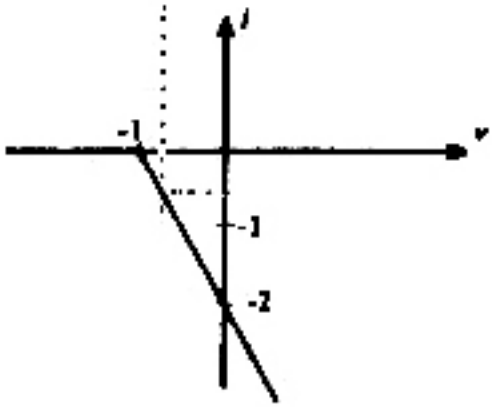


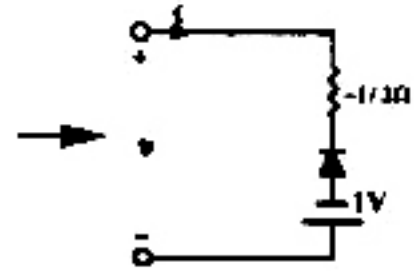
ب)



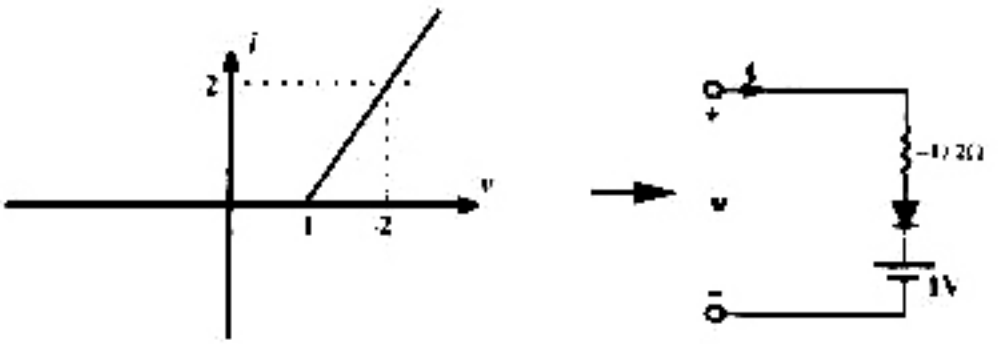


بعلاوة (اتصال موازی):

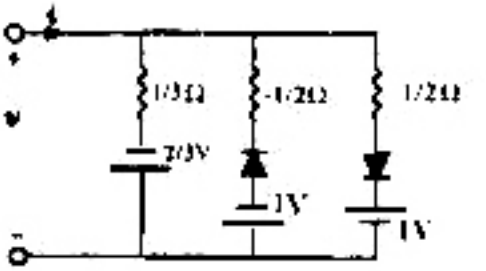




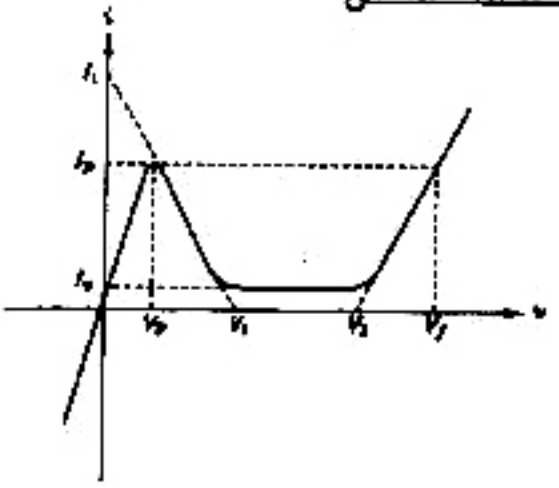
بعلاوهٔ (اتصال موازی):



مدار نهایی:



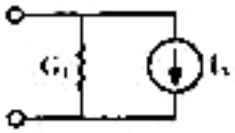
۱۵ - مشخصهٔ یک مقاومت غیرخطی در شکل (مسألهٔ ۳-۱۵) نشان داده شده است (دیود تونلی). این مشخصه را به چهار قسمت خطی تکه‌ای تقسیم کنید و برای هر ناحیه از تغییرات ولتاژ، مدار معادلی برحسب یک مقاومت خطی و یک منبع جریان موازی با آن تعیین کنید.



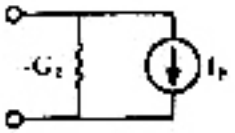
شکل (مسألهٔ ۳-۱۵)

حل:

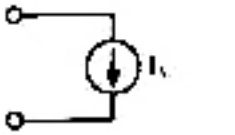
$v<V_p$



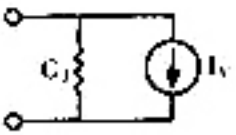
$V_p<v<V_1$



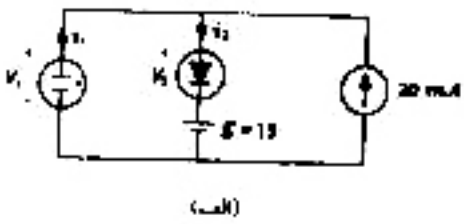
$V_1<v<V_2$



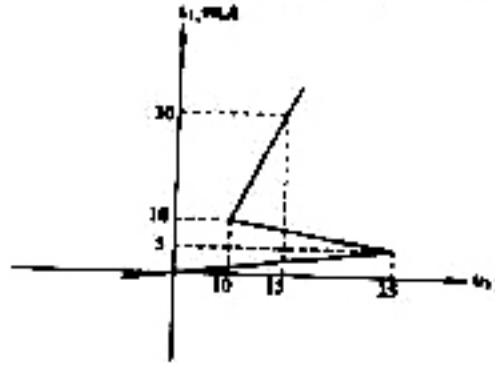
$v>V_2$



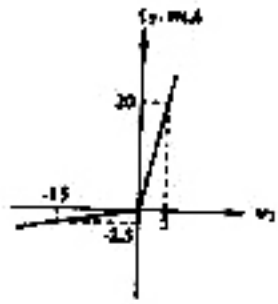
۱۶ـ مدار نشان داده شده در شکل (مسألهٔ ۳-۱۶الف) را در نظر بگیرید که درآن لامپ گازدار و دیود پیوندی pn با مشخصه‌های تکه‌ای به ترتیب در شکلهای (ب) و (پ) مدل سازی شده‌اند. با استفاده از روش خط بار، ولتاژ v_1 و جریان i_2 را در هر یک از نقاط کار مدار، تعیین کنید.



(الف)



(ب)

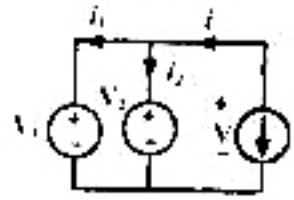


(پ)

شکل (مسألهٔ ۳-۱۶)

حل:

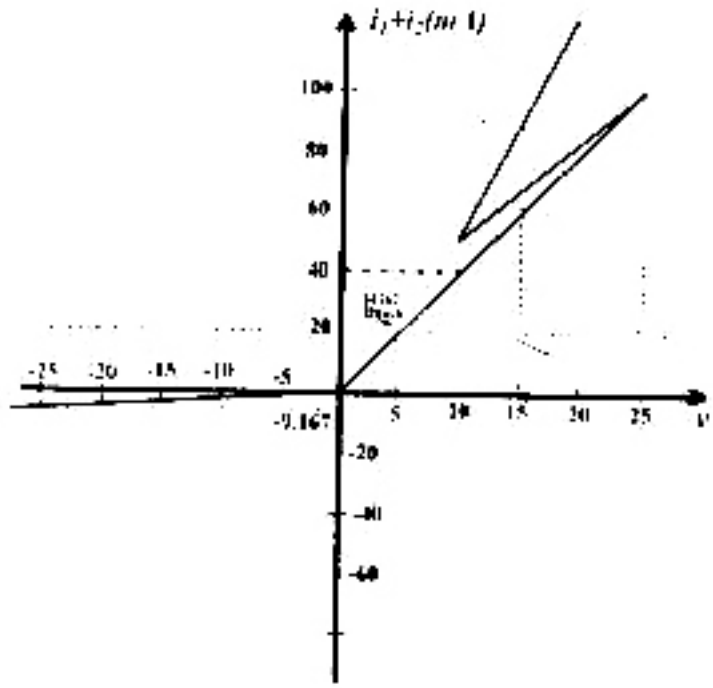
$$i_2 = \begin{cases} 4V_2 & V_2 > 0 \\ \frac{1}{6}V_2 & V_2 < 0 \end{cases}$$



$$i_1 = \frac{1}{5}V_1 \quad 0 < V_1 < 25$$

با استفاده از خاصیت جمع آثار ابتدا منبع ولتاژ E را اتصال کوتاه می‌کنیم و نقطهٔ کار لامپ گازدار و دیود پیوندی ناشی از منبع جریان را بدست می‌آوریم.

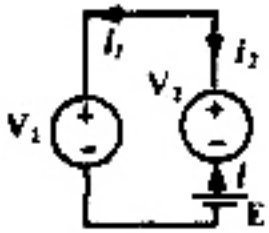
بارسم منحنی i_1+i_2 و قطع دادن آن باخط $i_1+i_2=1$، ولتاژ نقطهٔ کار بدست می‌آید.



$V=4.762$

$$V_1=V=4.762^V \Rightarrow \begin{cases} i_1=0.95^{mA} \\ i_2=19.05^{mA} \end{cases}$$

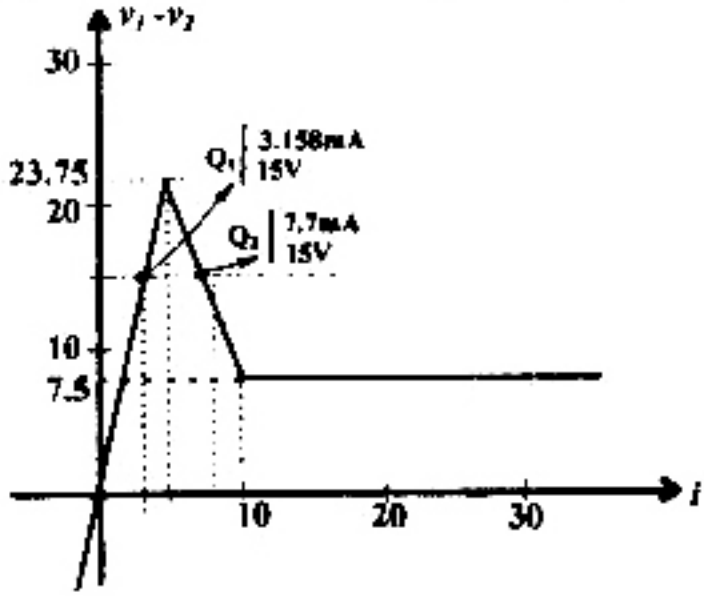
باقطع دادن خط $v=4.762$ بامنحنی‌های (ب)و (پ) مقادیر جریان i_1 و i_2 بدست می‌آیند.



حال، منبع جریان را مدار باز می‌کنیم و اثر منبع ولتاژ را در نقاط کار لامپ گازدار و دیود پیوندی می‌یابیم:

$KVL: v_1-v_2=E=15^V$

با رسم کردن منحنی v_1-v_2 و قطع دادن آن باخط 15^V مقدار جریان نقطهٔ کار بدست می‌آید:



با قطع دادن خط $i=3.158^{mA}$ با هر یک از منحنی‌های (ب)و (پ) مقادیر ولتاژ نقاط کار بدست می‌آید:

$v_1=15.8^V$

$v_2=0.8^V$

بار دیگر برای خط $i=7.7^{mA}$ خواهیم داشت:

$v_1=16.9^V \quad v_2=1.925^V$

نتایج حاصله از دو منبع را با هم جمع می‌کنیم تا نقاط کار کلی لامپ گازدار و دیودپیوندی بدست آید:

نقاط کار لامپ گازدار

$$\begin{cases} I_1=3.158^{mA}+0.95^{mA}=4.108^{mA} \\ V_1=4.762+15.8=20.562^V \\ I_2=7.7^{mA}+0.95^{mA}=8.65^{mA} \\ V_2=4.762+16.9=21.662^V \end{cases}$$

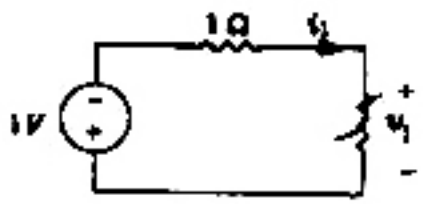
نقاط کار دیود پیوندی

$$I_1 = 19.05^{mA} + 3.158^{mA} = 22.208^{mA}$$
$$V_1 = 4.762 + 0.8 = 5.562^{V}$$
$$I_2 = 7.7^{mA} + 19.05^{mA} = 26.75^{mA}$$
$$V_2 = 4.762 + 1.925 = 6.687^{V}$$

۱۷ – مقاومت غیرخطی داده شده در مدار شکل (مسألهٔ ۳-۱۷) بارابطهٔ خطی تکه‌ای زیر توصیف می‌شود:

$$i_1 = -2 + 5v_1 - 2|v_1 + 1| + 2|v_1 - 2|$$

این مدار را تحلیل کرده و جریان i_1 و ولتاژ v_1 را تعیین کنید.

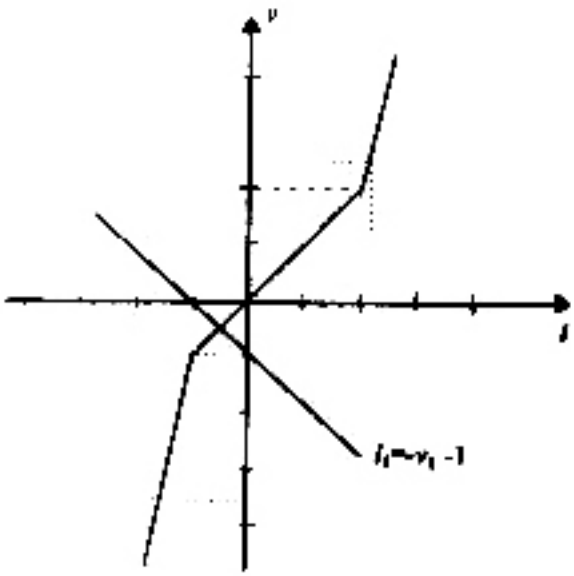


شکل (مسألهٔ ۳-۱۷)

حل:

$$KVL: 1 : 1 + i_1 + v_1 = 0 \Rightarrow i_1 = -v_1 - 1$$

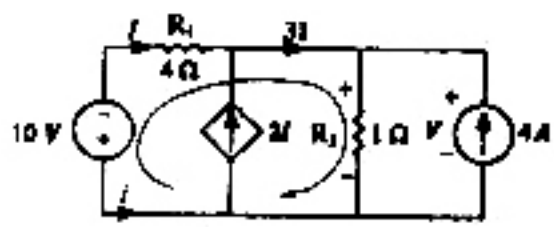
منحنی مشخصهٔ مقاومت غیرخطی را رسم کرده و باخط فوق قطع می‌دهیم:



$$i_1 = \begin{cases} 5v_1 + 4 & v_1 < -1 \\ v_1 & -1 < v_1 < 2 \\ 5v_1 - 8 & v_1 > 2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_1 = v_1 \\ i_1 = -v_1 - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{vmatrix} v_1 = -\frac{1}{2} \\ i_1 = -\frac{1}{2} \end{vmatrix}$$

۱۸ – در مدار شکل (مسألهٔ ۳-۱۸) توانی که هر یک از منابع تحویل می‌دهند چیست؟ اصل بقای انرژی را تحقیق کنید.



شکل (مسألهٔ ۳-۱۸)

حل:

$$KVL: 10 + 4I + 3I + 4 = 0 \Rightarrow I = -\frac{14}{7} A$$

$$P_V = VI = 10 \times (-\frac{14}{7}) = \frac{140}{7} W$$

$$P_{R1}=R_1I^2=4\times\frac{196}{49}=\frac{784}{49}$$

$$P_{R2}=R_2i^2=4$$

$$i=3I+4=-2$$

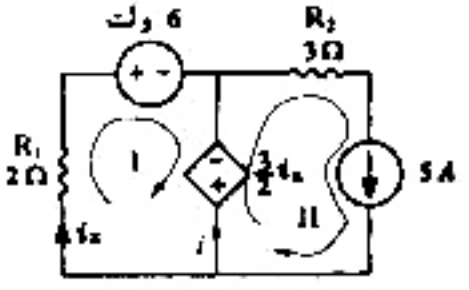
$$v=R_2i=-2$$

$$P_I=v\times(-4)=-2\times(-4)=8$$

$$P_{2I}=v\times(-2I)=-2\times\frac{28}{7}=-\frac{56}{7}$$

اصل بقاء انرژی: $$P_V+P_{R1}+P_{R2}+P_I+P_{2I}=-\frac{140}{7}+\frac{784}{49}4+8-\frac{56}{7}=0$$

۱۹ - در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۱۹) تعیین کنید کدام عنصر توان تحویل می‌دهد و کدام عنصر توان تحویل می‌گیرد و اصل بقای انرژی را بررسی کنید.



شکل (مسالهٔ ۳-۱۹)

حل :

$$KVL\ (I):\ 2i_x+6-\frac{3}{2}\ i_x=0\ \Rightarrow i_x=-12A$$

توان تحویل می‌دهد $P_V=6\times i_x=-72\ W$

توان تحویل می‌گیرد $P_{R_1}=R_1i_x^2=288\ W$ $i=5-i_x=17\ A$

توان تحویل می‌دهد $P_1=\frac{3}{2}\ i_x\times i=\frac{3}{2}\times(-12)\times(17)=-306$ منبع ولتاژ کنترل شده با جریان

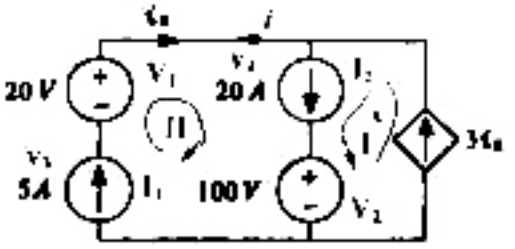
توان تحویل می‌گیرد $P_{R_2}=R_2\times5^2=3\times25=75\ W$

$$KVL\ (II):\ \frac{3}{2}\ i_x+15\ -v=0\quad\rightarrow\quad v=15-18=-3$$

توان تحویل می‌گیرد $P_I=v\times(-5)=-3\times(-5)=15$ منبع جریان

اصل بقاء انرژی : $$P_V+P_{R_1}+P_{R_2}+P_1+P_I=-72+288-306+75+15=0$$

۲۰- در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۰) آیا می توانید توانی را که هر عنصر تحویل می‌دهد، حساب کنید؟ در صورتی که منبع جریان وابسته به منبع ولتاژ وابسته‌ای با همان جهت تبدیل شود، بار دیگر این مساله را حل کنید.



شکل (مسألهٔ ۳-۲۰)

حل:

خیر، فقط می توان توان تحویلی منابع ولتاژ را به صورت زیر بدست آورد، زیرا ولتاژ دو سر منابع جریان مجهول است.

$P_{I_1} = 20 \times (-5) = -100\ W$ توان تحویل می‌دهد

$P_{V_2} = 100 \times 20 = 2000\ W$ توان تحویل می‌گیرد

اگر منبع جریان وابسته به شکل زیر به منبع ولتاژ وابسته تبدیل شود، خواهیم داشت:

$v = 3i_x = 3 \times 5 = 15^V$

$i = 20 - 5 = 15\ A$

$P_{I_2} = 15 \times (-15) = -225\ W$ توان منبع ولتاژ وابسته

$KVL\ (I): -v - V_4 + V_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_4 = V_2 - v = 100 - 15 = 85$

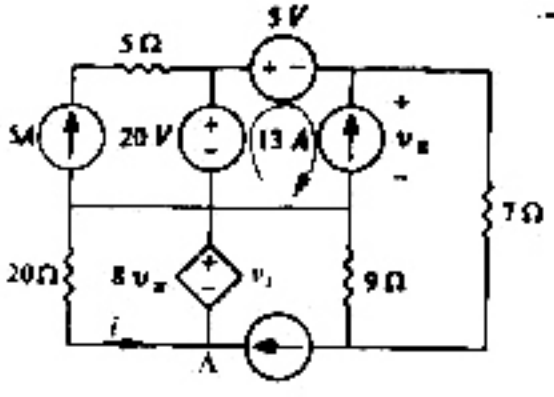
$P_{I_2} = V_4 \times (-I_2) = 85 \times (-20) = -1700\ W$

$KVL\ (II): -V_3 - V_1 - V_4 + V_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_3 = V_2 - V_1 - V_4 = 100 - 20 - 85 = -5V$

$P_{I_1} = V_3 \times (-I_1) = -5 \times (-5) = 25\ W$

توانهای منابع ولتاژ نابسته نیز مثل حالت اول بدست می‌آیند.

۲۱- توانی که منبع وابسته در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۱) تحویل می‌دهد یا تحویل می‌گیرد راحساب کنید.



شکل (مسألهٔ ۳-۲۱)

حل:

$KVL: -20 + 5 + v_x = 0 \quad \Rightarrow \quad v_x = 15^V$

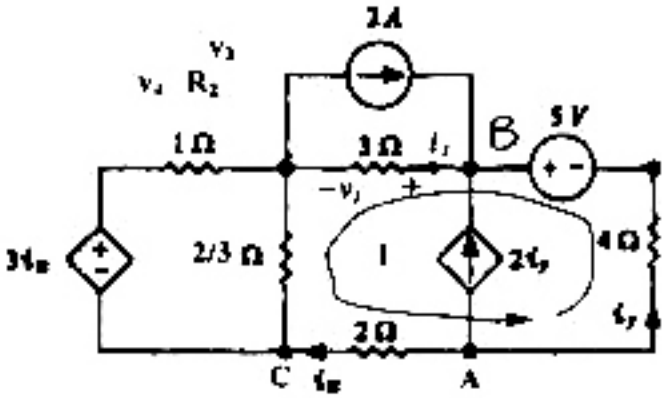
$v_1 = 8i_1 = 8 \times 15 = 120\ V$

$$i = \frac{v_1}{20} = \frac{120}{20} = 6\ A$$

A در گره KCL : $i_1 = 12 + 6 = 18\ A$

توان تحویل می‌دهد W 2160 $P = v_1 \times (-i_1) = 120 \times (-18) = -2160$ توان منبع وابسته

۲۲ – در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۲) انرژی تحویل داده شده توسط منابع نابسته را از هر راهی که مناسب می‌دانید محاسبه کنید.



شکل (مسالهٔ ۳-۲۲)

حل :

بااستفاده از تبدیل تونن به نرتن مدار به شکل زیر تبدیل می‌شود:

A در گره KCL : $i_x + 2i_y + i_y = 0 \quad \Rightarrow \quad i_x = -3i_y$

B در گره KCL : $i_1 = 3i_y + 2$

C در گره KCL : $i_2 + 2i_x = -6i_y$

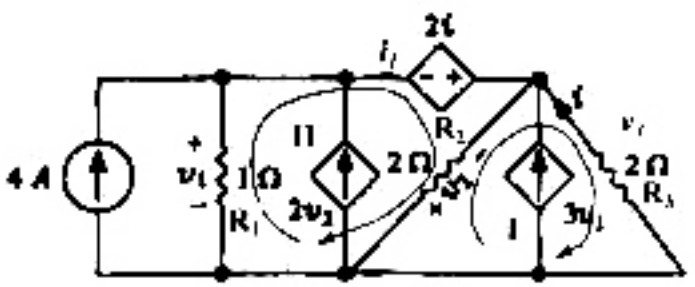
J در مش KVL : $4i_y - 5 + 3(3i_y + 2) + \frac{2}{3}(-6i_y) - 2(-3i_y) = 0 \quad \Rightarrow \quad i_y = -\frac{1}{15}\ A$

توان تحویل می‌گیرد W $\frac{1}{3}$ $P_v = 5 \times (-i_y) = 5 \times \frac{1}{15} = \frac{1}{3}$ منبع ولتاژ

$$i_1 = 3 \times \left(-\frac{1}{15}\right) + 2 = \frac{9}{5}\ A \quad \Rightarrow \quad v_1 = 3i_1 = \frac{27}{5}\ V$$

توان تحویل می‌دهد W $-\frac{54}{5}$ $P_i = v_1 \times (-2) = -\frac{54}{5}$ منبع جریان

۲۳ – در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۳) توانی راکه هر منبع تحویل می‌دهد به دست آورید و مشخصا" تعیین کنید که کدام یک توان تحویل می‌دهند و کدام یک توان تحویل می‌گیرند. اصل بقای انرژی را نیز تحقیق کنید



شکل (مسالهٔ ۳-۲۳)

حل :

رابطهٔ KCL رادر گره مرکب A و B می‌نویسیم :

$$4+2v_2-v_1=-3v_1-i-\frac{v_2}{2} \quad \Rightarrow \quad 2v_1+2.5v_2=-4-i \qquad (I)$$

KVL در حلقهٔ (I) : $v_2=2i$ $\qquad (II)$

KVL در حلقهٔ (II) : $v_1=-2i-v_2=-4i$ $\qquad (III)$

با جایگذاری روابط (II) و (III) در (I) خواهیم داشت:

$$-8i+5i=-4-i \Rightarrow i=2A \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} v_1=-8V \\ v_2=4V \end{cases}$$

توان تحویل می‌گیرد W $32=(-4)\times v_1=$ توان منبع جریان نابسته

توان تحویل می‌دهد W $64=(-2v_2)\times v_1=$ توان منبع جریان وابسته $2v_2$

$$i_1=4+2v_2-v_1=20\,A \quad , \quad v_3-2i=4\,V$$

توان تحویل می‌دهد W $-96=(-3v_1)\times(-v_3)=$ توان منبع جریان وابستهٔ $3v_1$

توان تحویل می‌دهد W $-80=(-i_1)\times 2i=$ توان منبع ولتاژ وابسته $2i$

توان تحویل می‌گیرند.

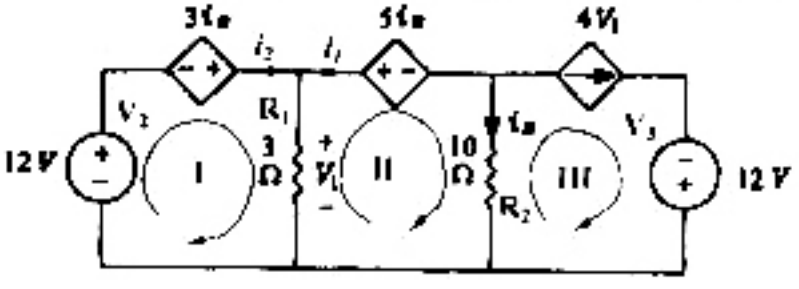
$$P_{R_1}=\frac{v_1^2}{1\Omega}=64\ W \quad , \quad P_{R_2}=\frac{v_2^2}{2\Omega}=8\ W \quad , \quad P_{R_3}=\frac{v_3^2}{2\Omega}=8\ W$$

اصل بقاء انرژی :

$$32+64-96-80+64+8+8=0$$

۲۴-الف- در مدار شکل (مسألهٔ ۳-۲۴) توانی که هر منبع تحویل می‌دهد یا تحویل می‌گیرد چقدر است؟

ب- آیا اصل بقای انرژی در این مدار برقرار است؟ درستی بیان خود را نشان دهید.



شکل (مسألهٔ ۳-۲۴)

حل :

الف)

$$\text{در مش } I \quad KVL: -12-3i_x+V_1=0 \Rightarrow V_1=3i_x+12$$
$$\text{در مش } II \quad KVL: -V_1+5i_x+10i_x=0 \Rightarrow V_1=15i_x$$
$$\Rightarrow \begin{cases} i_x=1A \\ V_1=15i_x \end{cases}$$

$$i_1=i_x+4V_1=1+60=61\ A \quad , \quad i_2=i_1+\frac{V_1}{3}=66\ A$$

توان تحویل می‌دهد. $P_{V_2}=V_2(-i_2)=12\times(-66)=-792\ W$

توان تحویل می‌دهد. $P_{V_3}=V_3(-4V_1)=12\times(-60)=-720\ W$

توان تحویل می‌دهد $198\ W$ $=3i_x(-i_2)=3\times(-66)=-198\ W$ = توان منبع ولتاژ وابستهٔ $3i_x$

توان تحویل می‌گیرد. $5i_x(i_1)=5\times61=305\ W$ = توان منبع ولتاژ وابستهٔ $5i_x$

$$\text{در مش } III \quad KVL: V_4=-V_3-10i_x=-12-10=-22\ V$$

توان تحویل می‌گیرد. $1320\ W$ $=V_4\times(-4V_1)=-22\times(-60)=1320\ W$ = توان منبع جریان وابسته $4V_1$

توان تحویل می‌گیرند. $P_{R_1}=\frac{V_1^2}{3\Omega}=75\ W$, $P_{R_2}=R_2i_x^2=10\ W$

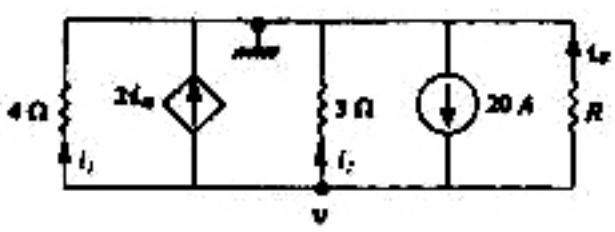
$$-792-720-198+305+1320+75+10=0$$

ب -

پس اصل بقاء انرژی برقرار است.

۲۵ - در مدار شکل (مسألهٔ ۳-۲۵) مقاومت R را چنان تعیین کنید که ولتاژ v برابر ۲۴ ولت باشد.

حل :



شکل (مسألهٔ ۳-۲۵)

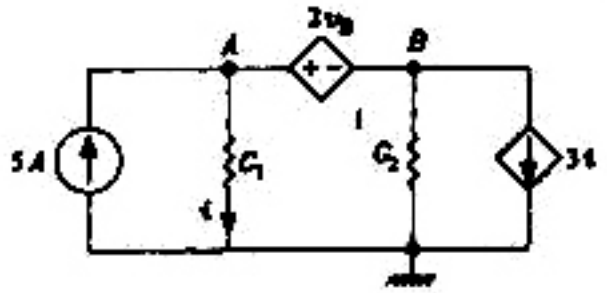
$$i_1=\frac{V}{4}=6\ A$$

$$i_2=\frac{V}{3}=8\ A$$

$$KCL: i_1+i_2+2i_x+i_x=20 \Rightarrow 3i_x=6 \Rightarrow i_x=2A$$

$$R=\frac{v}{i_x}=\frac{24}{2}=12\ \Omega$$

۲۶ - در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۶) ولتاژ گره‌های A و B را حساب کنید (v_B ولتاژ گره B است).



شکل (مسالهٔ ۳-۲۶)

حل :

رابطهٔ KCL در گره مرکب A و B:

$$i + G_2 v_B + 3i = 5 \Rightarrow G_2 v_B + 4i = 5 \qquad (I)$$

رابطهٔ KVL در مش وسط :

$$-\frac{i}{G_1} + 2v_B + G_2 v_B = 0 \Rightarrow i = G_1(2+G_2)\, v_B \qquad (II)$$

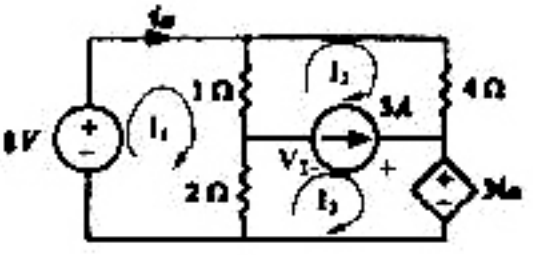
با جایگذاری رابطهٔ (II) در (I) خواهیم داشت :

$$G_2 v_B + 4G_1(2+G_2)\, v_B = 5$$

$$v_B = \frac{5}{G_2 + 4G_1(2+G_2)} \qquad i = \frac{5G_1(2+G_2)}{G_2+4G_1(2+G_2)}$$

$$v_A = \frac{i}{G_1} = \frac{5(2+G_2)}{G_2+4G_1(2+G_2)}$$

۲۷ - مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۷) را با روش تحلیل مش حل کنید و جریانهای مش ها را به دست آورید.



شکل (مسالهٔ ۳-۲۷)

حل :

KVL در مش I_1:

$$-8 + I_1 - I_2 + 2(I_1 - I_3) = 0$$

$$3I_1 - I_2 - 2I_3 = 8 \qquad (I)$$

KVL در مش I_2:

$$4I_2 + V_1 + I_2 - I_1 = 0$$

KVL در مش I_3:

$$i_x = I_1 \Rightarrow 3I_1 - V_1 + 2(I_3 - I_1) = 0$$

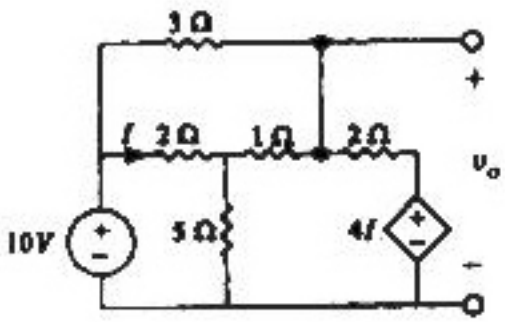
باجمع دو رابطهٔ فوق داریم :

$$\begin{cases} 5I_2+2I_3=0 \\ I_3-I_2=3 \end{cases} \Rightarrow \begin{vmatrix} I_2=-\frac{6}{7}A \\ I_3=\frac{15}{7}A \end{vmatrix}$$

با جایگذاری مقادیر I_2 و I_3 در رابطهٔ I داریم:

$$3I_1+\frac{6}{7}-\frac{30}{7}=8 \Rightarrow I_1=\frac{80}{21}A$$

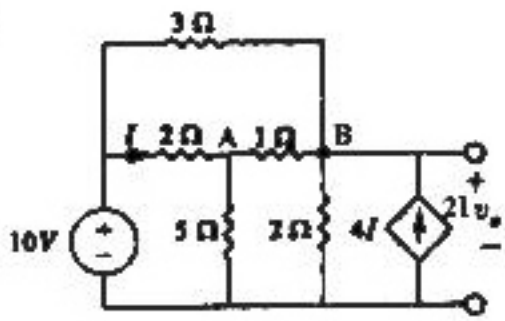
۲۸- ولتاژ خروجی v_o در مدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۸) را به دست آورید.



شکل (مسالهٔ ۳-۲۸)

حل :

با استفاده از تبدیل تونن به نرتن، مدار را به صورت زیر رسم می‌کنیم :



می‌دانیم : $I=\frac{10-e_A}{2}$

KCL در گرهٔ B :

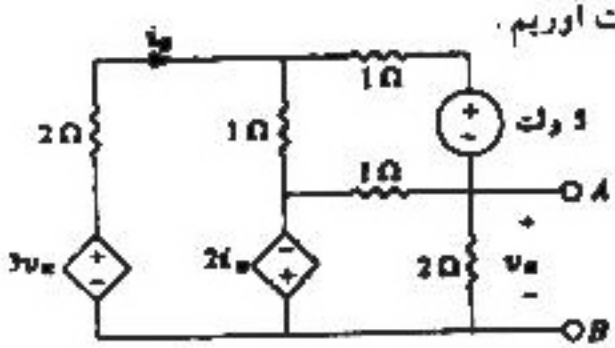
$$e_B-e_A+\frac{e_B}{2}+\frac{e_B-10}{3}=2I=10-e_A \Rightarrow e_B=v_o=\frac{80}{11}V$$

۲۹- درمدار شکل (مسالهٔ ۳-۲۹) می‌خواهیم v_x و i_x را بدست آوریم.

الف -با استفاده از روش تحلیل مش، این کار را انجام دهید.

ب -با استفاده از روش تحلیل گره، این کار را انجام دهید.

پ - اگر از دو سر A و B به مدار نگاه کنیم، مدار معادل تونن را به دست آورید.



شکل (مسالهٔ ۳-۲۹)

حل :(الف) باتوجه به مدار داریم:

$$i_x=I_1 \quad و \quad v_x=2I_3$$

حال، روابط KVL را بترتیب درمشهای I_1، I_2 و I_3 می‌نویسیم:

$$-3v_x + 2I_1 + I_1 - I_2 - I_2 - 2I_1 = 0 \quad \rightarrow \quad I_1 - I_2 - 6I_3 = 0$$

$$I_2 - I_1 + I_2 + 5 + I_2 - I_3 = 0 \quad \rightarrow \quad I_1 - 3I_2 + I_3 = 5$$

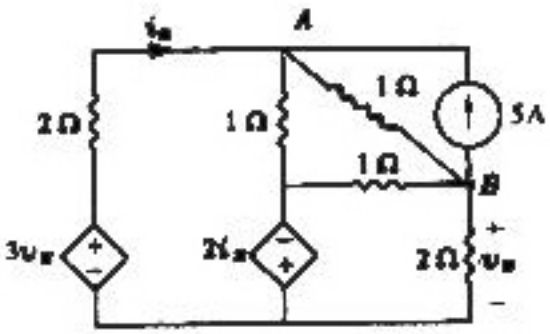
$$I_3 - I_2 + 2I_3 + 2i_x = 0 \quad \rightarrow \quad 3I_3 - I_2 + 2I_1 = 0$$

با حل سه معادلهٔ سه مجهولی فوق مقادیر زیر بدست می‌آید:

$$I_3 = \frac{5}{37} \quad \Rightarrow \quad v_x = 2I_3 = \frac{10}{37}$$

$$i_x = I_1 = -\frac{45}{37} \ A$$

ب- با استفاده از تبدیل تونن به نرتن مدار را بصورت زیر رسم می‌کنیم:



با توجه به مدار داریم:

$$v_x = e_B \quad , \quad i_x = \frac{3e_B - e_A}{2}$$

$$\frac{e_A - 3v_x}{2} + e_A - (-2i_x) + e_A - e_B = 5 \quad \rightarrow \quad \frac{e_A - 3e_B}{2} + e_A + 3e_B - e_A + e_A - e_B = 5$$

$$\rightarrow \quad 3e_A + e_B = 10 \quad (I)$$

$$e_B - e_A + \frac{e_B}{2} + e_B - (-2i_x) = -5 \quad \rightarrow \quad e_B - e_A + \frac{e_B}{2} + e_B + 3e_B - e_A = -5$$

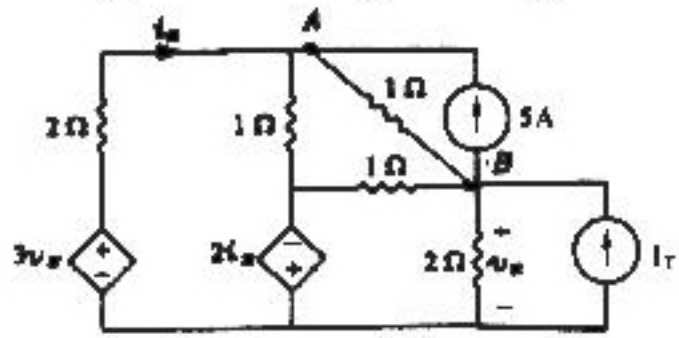
$$\rightarrow \quad -4e_A + 11e_B = -10 \quad (II)$$

باحل دو معادلهٔ دو مجهولی فوق داریم:

$$e_B = v_x = \frac{10}{37} \ V$$

$$e_A = \frac{120}{37} \quad \rightarrow \quad i_x = \frac{3e_B - e_A}{2} = \frac{\frac{30}{37} - \frac{120}{37}}{2} = -\frac{45}{37} \ A$$

پ- مدار رابصورت زیر در نظر می‌گیریم:



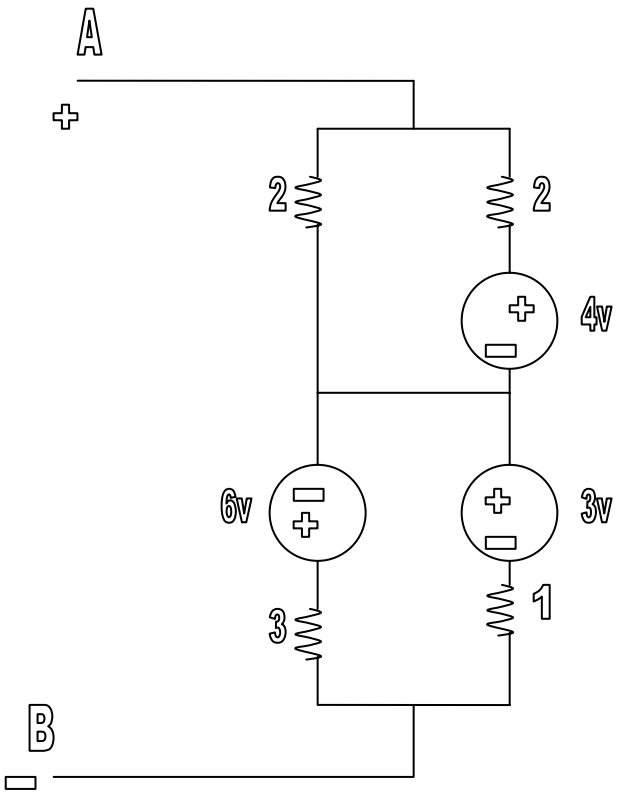
با جایگذاری روابط *(VII)* و *(VI)* در رابطهٔ *(V)* خواهیم داشت:

$$e_B - e_A + \frac{3}{5}e_B - 2 = 4 - 2e_A \quad \rightarrow \quad e_A + \frac{8}{5}e_B = 6 \quad (VIII)$$

با حل دو معادلهٔ دو مجهولی *(I)* و *(VIII)* بدست می‌آوریم: $e_A = -2V$ و $e_B = 5V$

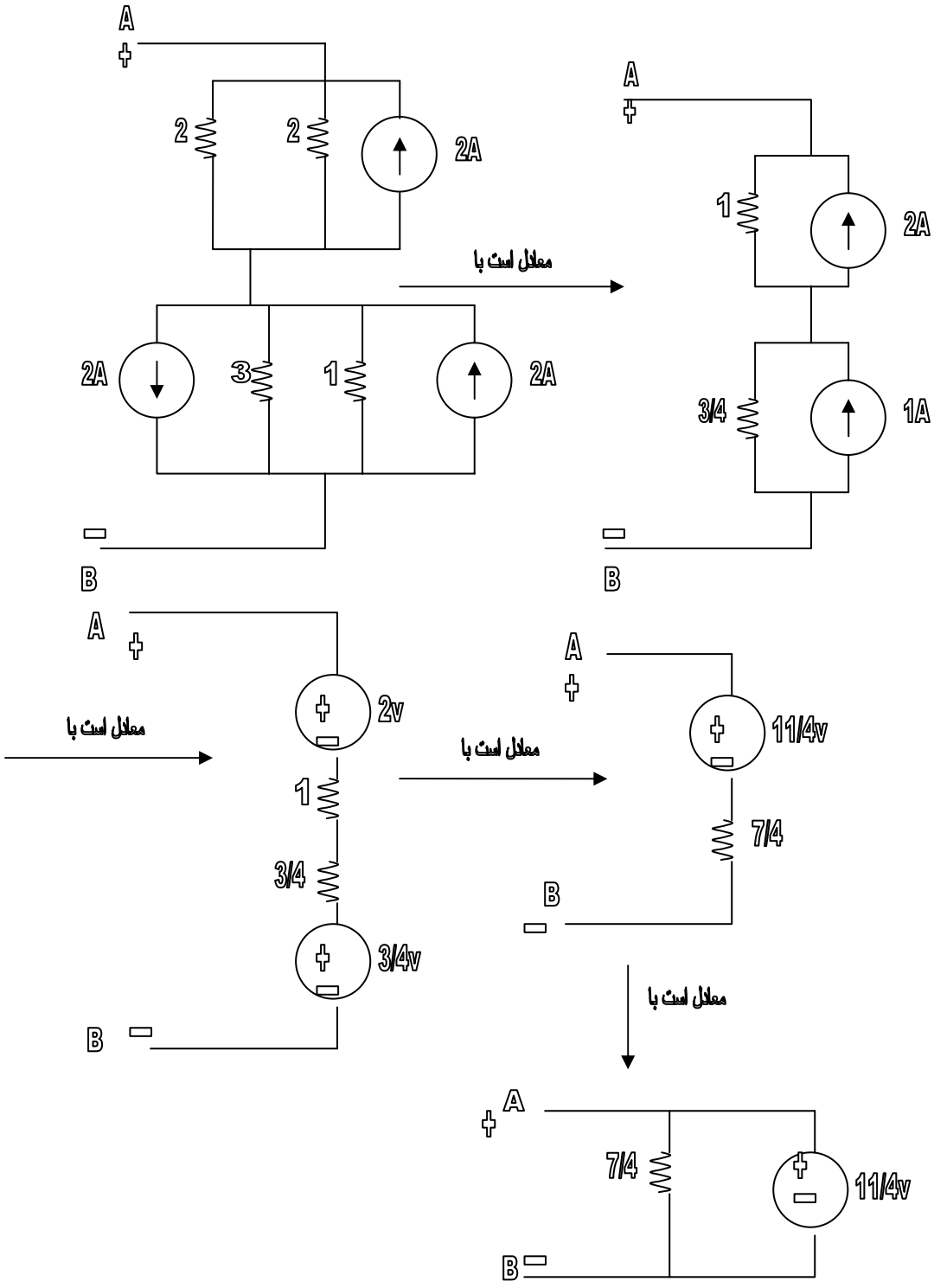
$$v_y = 2 - (-2) = 4V \quad \text{و} \quad i_x = -\frac{e_B}{2} = -\frac{5}{5} = -1A$$

۹۱-با انجام متوالی تبدیل منابع مدار داده شده در شکل را به صورت اتصال موازی یک مقاومت و یک منبع جریان دراورید و مقادیر انها را مشخص کنید

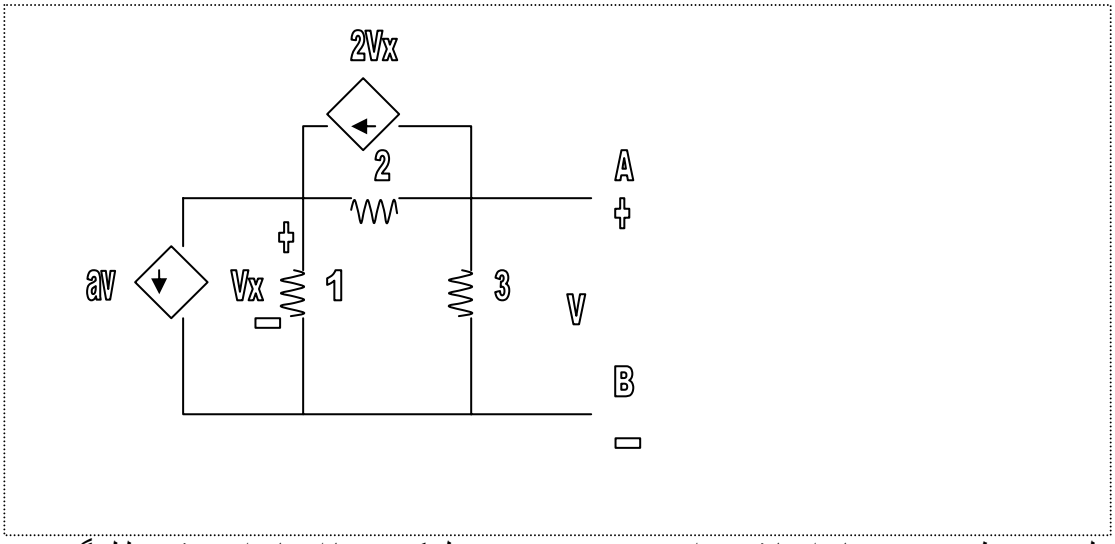


حل:با استفاده از تبدیلات متوالی داریم:

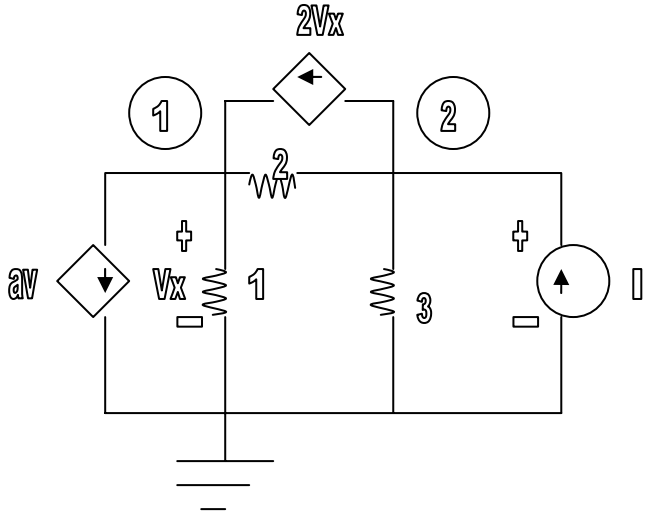
cp



۹۲_به ازای a=1/6,2/9,1 مدار معادل تونن دو سر A,B را تعیین کنید



حل:بدین منظور منبع جریان ازمایش I رابه دو سر A,B وصل کرده و با استفاده از روش تحلیل گره V را بدست می اوریم



Vx=e1 , V=e2

kcl برای گره ۱----------<ae2+e1/1-2e1+e1-e2=0

Kclبرای گره ۲----------<-I+2e1+(e1-e2)/2+e2/3=0

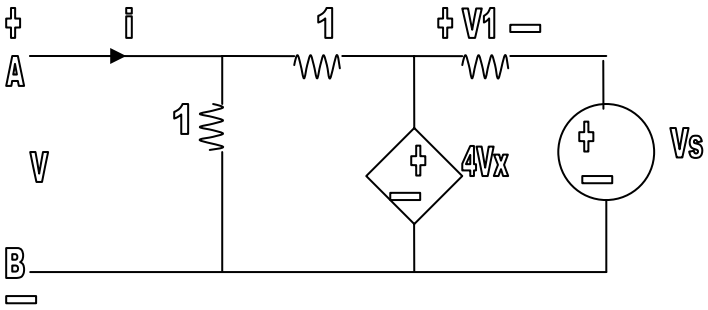
--------<-e1+(2a-1)e2=0 , 9e1+5e2=6I}

$$\longrightarrow \quad V = e2 = \frac{\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 9 & 6I \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -1 & 2a-1 \\ 9 & 5 \end{vmatrix}} = \frac{3}{9a-2} I$$

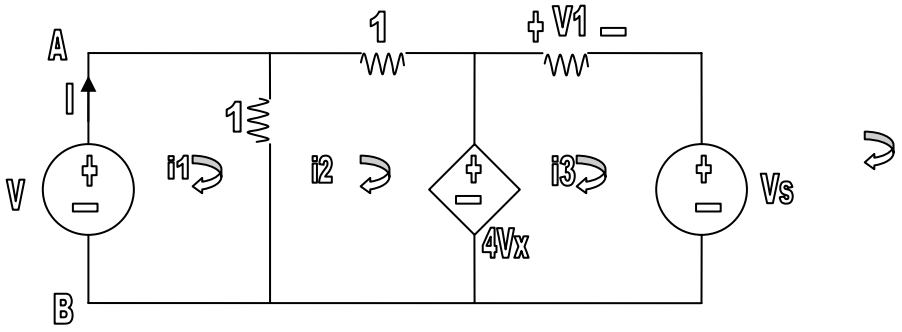
e oc=0 , Rth=3/(9a-2)={ -6 , a=1/6<----------
a=2/9, بینهایت
3/7 , a=1 }

۹۳-معادله تونن دو سرA,B را در دو حالات زیر بدست اورید

الف:Vx=V1 <----
ب :Vx=-V1<----



حل:با اتصال منبع ولتازV ازمایشی به دو سرA,B و با استفاده از روش تحلیل مش جریان گذرنده از منبع



ولتازفوق بدست میاوریم

kvlبرای مش ۱:0=(i1-i2)+V1- i1-i2=V}
Kvl برای مش ۲:0=(i2-i1) +i2+4(2i3) i1-2i2=8i3<----------
Kvlبرای مش ۳:0=-4(2i3)+2i3+V3 { i3=Vs/6

→ {I1-i2=V -i1=-2V+4/3Vs i1=I V=1/2I+2/3 Vs

I1-2i2=4/3Vs

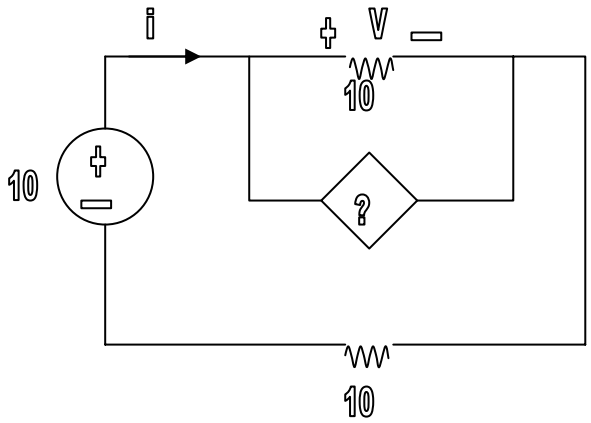
Rth=1/2 ,Vth=2/3 Vs<----------

ب: در این حالت Vx=-V1=-2i3 می باشد.بنابر این داریم:

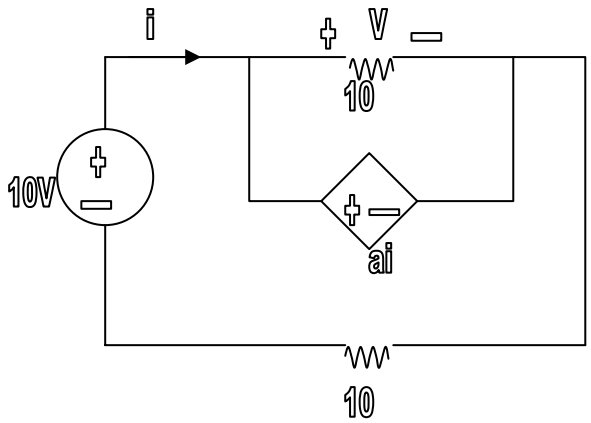
{i1-i2=V
-i1=-2V+4/5 Vs , i1=I<----------I1-2i2=4/5 Vs
I3=-Vs/10}

V=1/2 I-2/5Vs ----→ Rth=1/2 ,Vth=-2/5Vs --<--------

۹۴-می خواهیم i=-1A شود.چه نوع منبع وابسته ای به جای"?" قرار دهیم.همه حالت ها را بررسی کنید

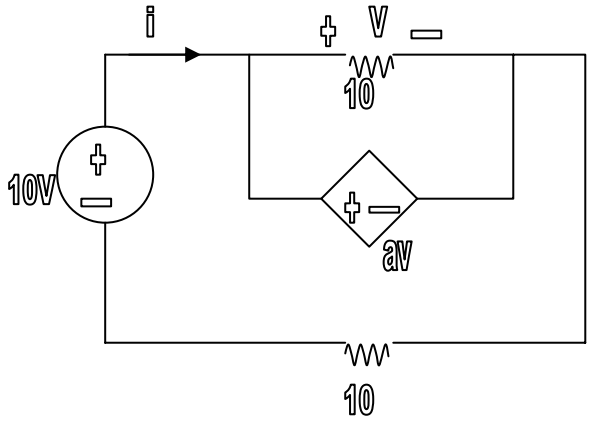


حل:حالت اول:منبع ولتاژ کنترل شده با جریان:



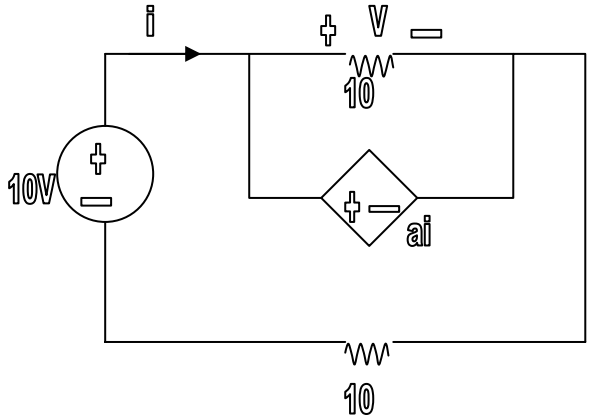
-10+ai+10i=0 , i=-1-----→ -10-a-10=0 ---→ a=-20

حالت دوم:منبع جریان کنترل شده با ولتاژ:



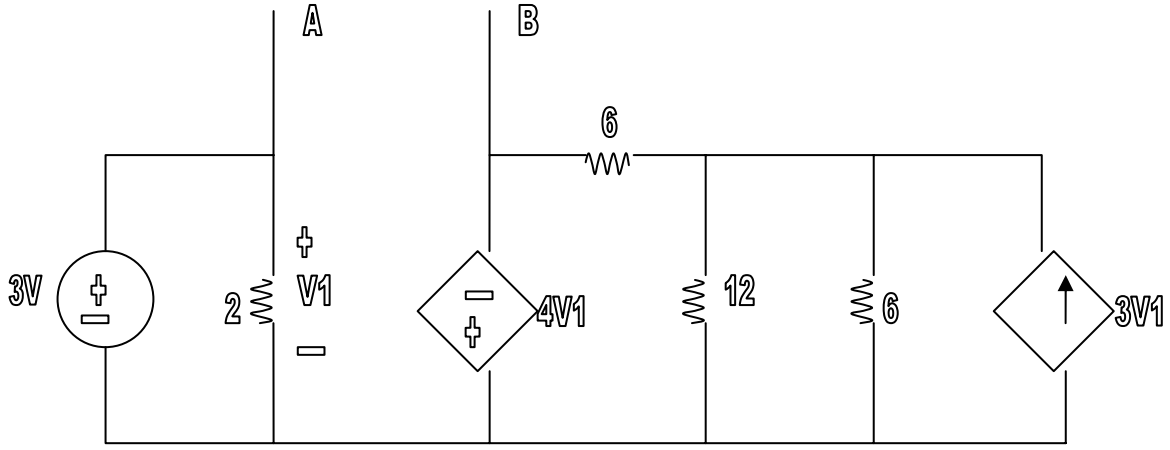
Kvl-→ -10+V+10i=0 ---→ -10+V-10=0 ----→ V=20v
Kvl-→ -i+V/10+ai=0 -→ 1+20/10-a=0 ---→ a=3

حالت سوم: منبع جریان کنترل شده با جریان :همهنند قسمت قبلV=20v خواهد شد

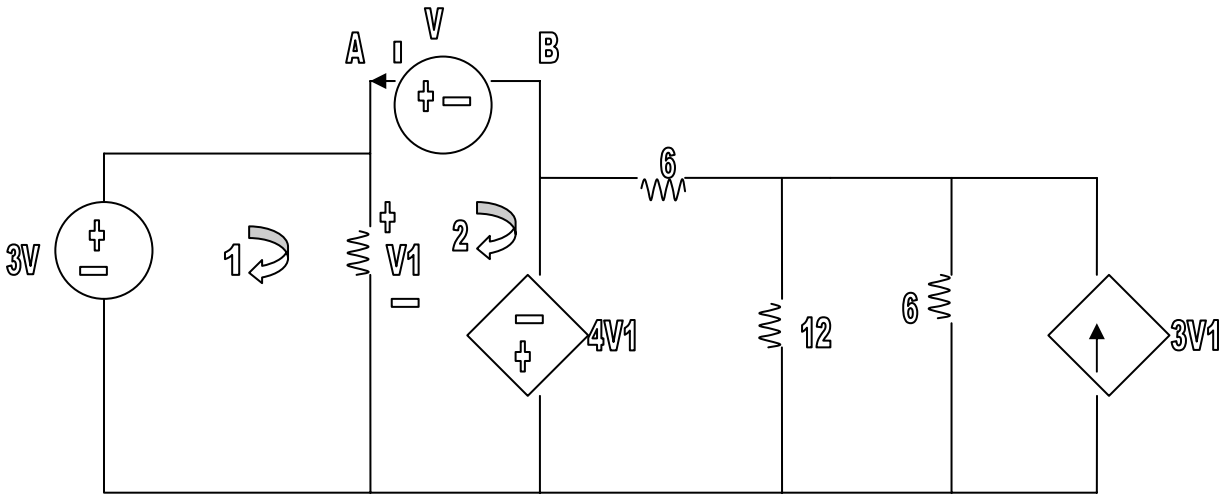


Kcl--→ -i+V/10+ai=0 --→ 1+20/10 –a=0 ---→ a=3

۹۵-معادله تونن دو سرA,B را بدست اورید



حل:بدین منظور منبع ولتازV ازمایش را به دو سرA,B وصل کرده و خواهیم داشت

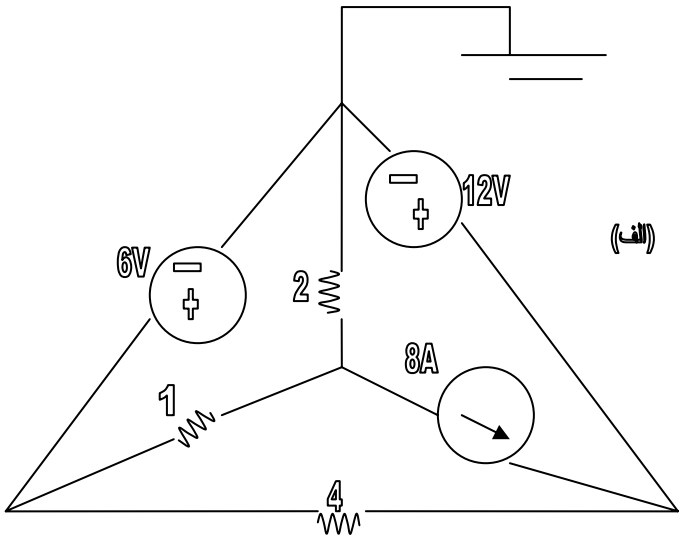


kvl :---→-3+V1=0-→V1=3 برای مش ۱

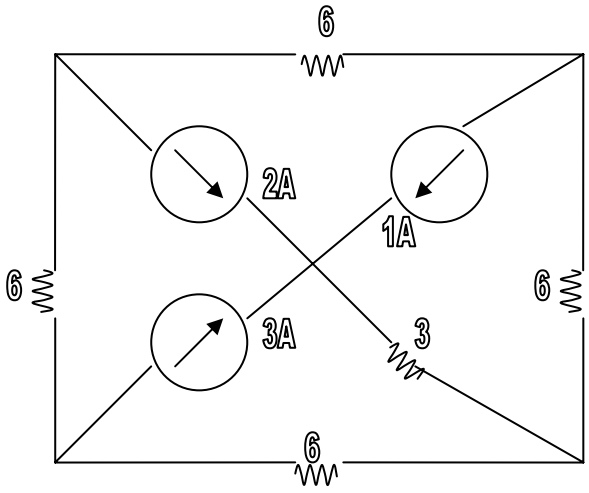
Kvl:---→-3+V-12=0 --→ V=15 --→ Rth=0 , e oc=15v برای مش ۲

۹۶-از روش های تحلیل گره و مش هر کدام که راحت تر باشد استفاده کرده و مدارات زیر را تحلیل کنید

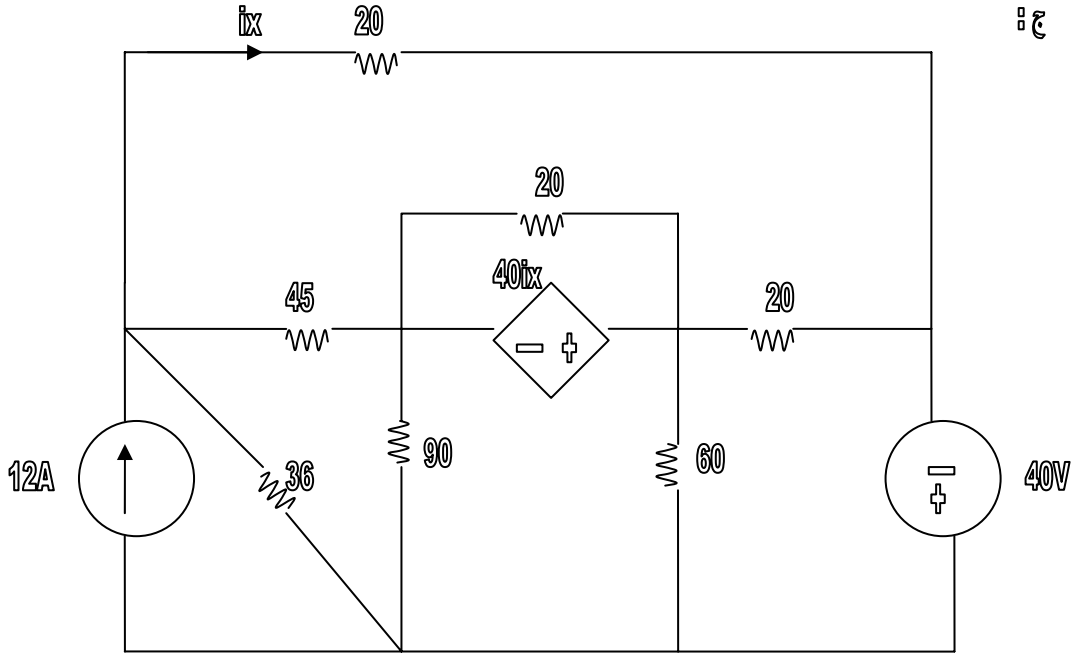
(الف)



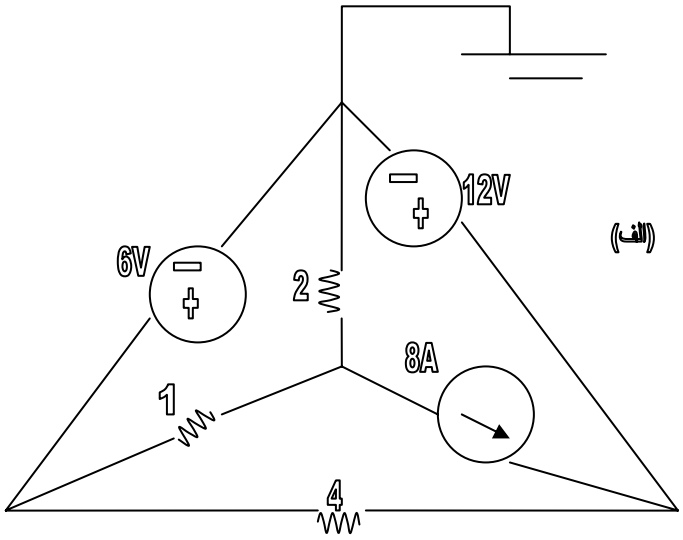
(ب)



ج:



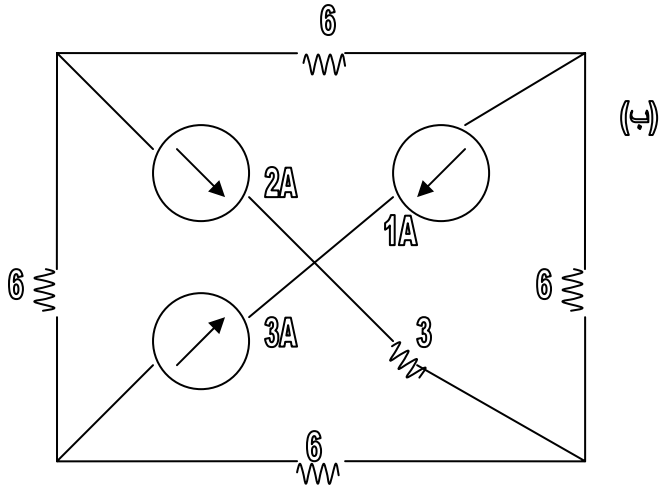
حل:الف-برای تحلیل مدار (الف) از روش تحلیل گره استفاده خواهیم کرد

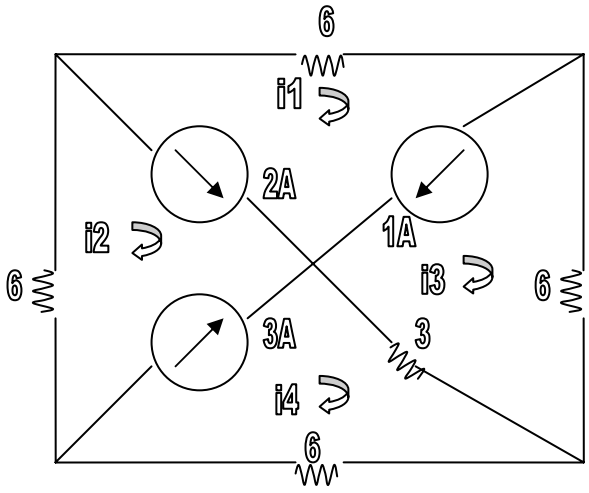


E1=6v , e2=12v

Kcl:----→ (e3-6)/1 +e3/2 +8=0 --→ e3=-4/3 v برای گره۳

ب :برای تحلیل مدار (ب) از روش تحلیل مش استفاده خواهیم کرد





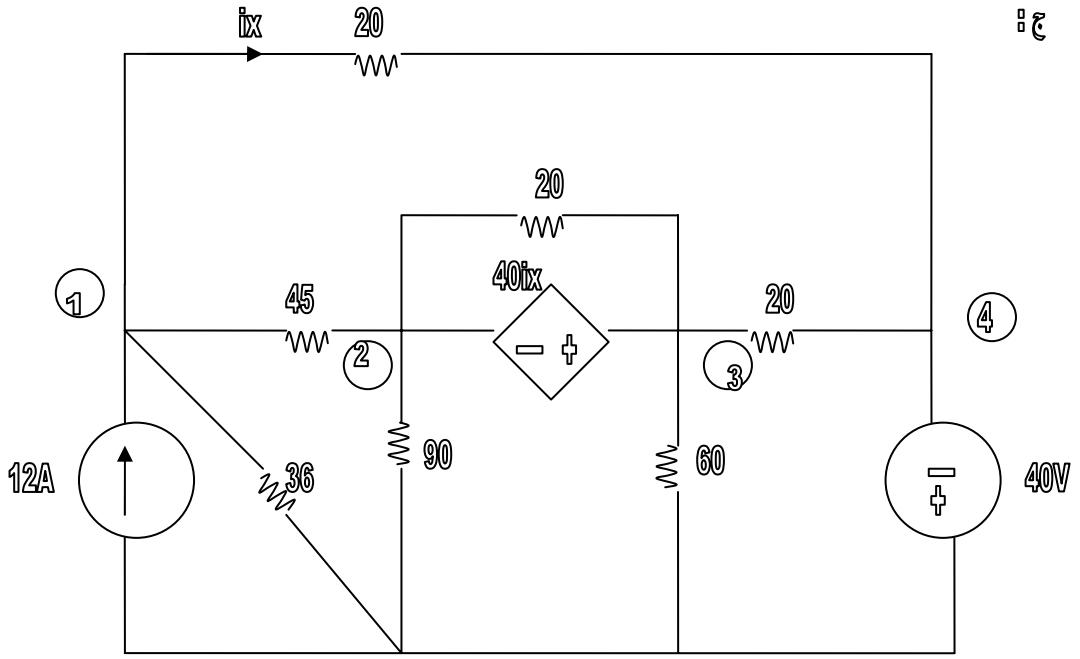
I2-i1=2 , i1-i4=1 i3-i2=1 ---→ i3-i1=5

برای حلقه شامل تمامی مش ها Kvl ---→ -6i1 – 6i4 -6i3 – 6i2=0 --→ i1 + i2 + i3 + i4 =0

----→ i1 + (i1 + 2) + (i1 + 5) + (i1 – 1) = 0 --→ i1 = - 3/2 A

I2 = i1 + 2 = 1/2 A , i3 = i1 + 5 = 7/2 A , i4 = i1 – 1 = - 5/2 A

ج :برای تحلیل این مدار روش تحلیل گره را بکار خواهیم برد



E4 = - 40 V , ix = (e1 + 40) /20 , e3 – e2 = 4 ix = 40 ((e1 + 40) /20)

برای گره ۱ Kcl ---→ - 12 + (e1+ 40) /20 +(e1 –e2) /45 +e1 /36 =0

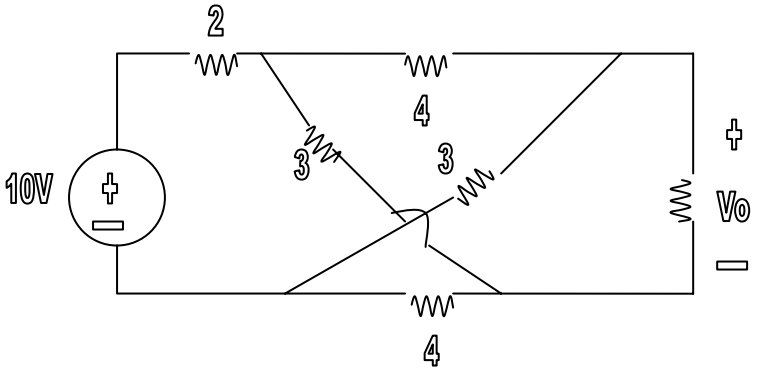
برای گره مرکب شامل ۲و ۳ Kcl --→ (e2 –e1) /45 + e2 /90 + e3/60 + (e3+40) /20 =0

{ -2 e1 –e2 + e3 =80

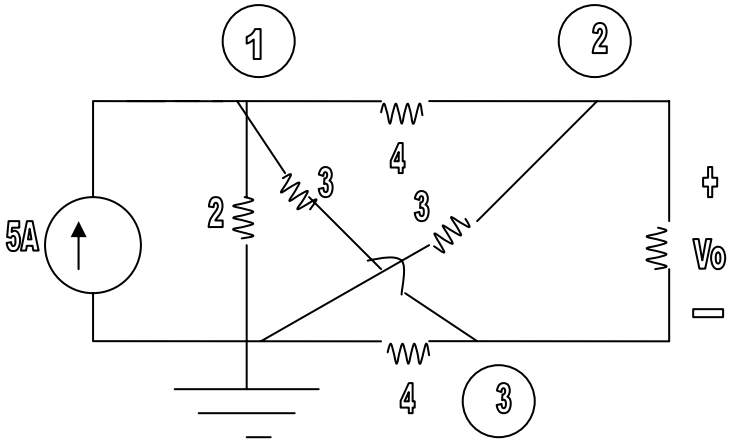
---------→ 9e1 -2e2 = 900 -→ e1 = 67.1 V , e2 = -148 V ,e3 =66.3 V

4 e1 -6 e2 -12 e3 =0 }

۹۷ - Vo = ?



حل :با استفاده از روش تحلیل گره و تبدیل تونن نرتن داریم :



برای گره ۱ Kcl → -5 + e1/5 + (e1 – e3)/3 + (e1 – e2)/4 =0 --→ 13 e1 – 3e2 -4e1= 60

برای گره ۲ Kcl -→ (e2 –e1) /4 + e2/3 + (e2 – e3)/2 =0 -→ -3 e1 + 13 e2 -6e3 = 0

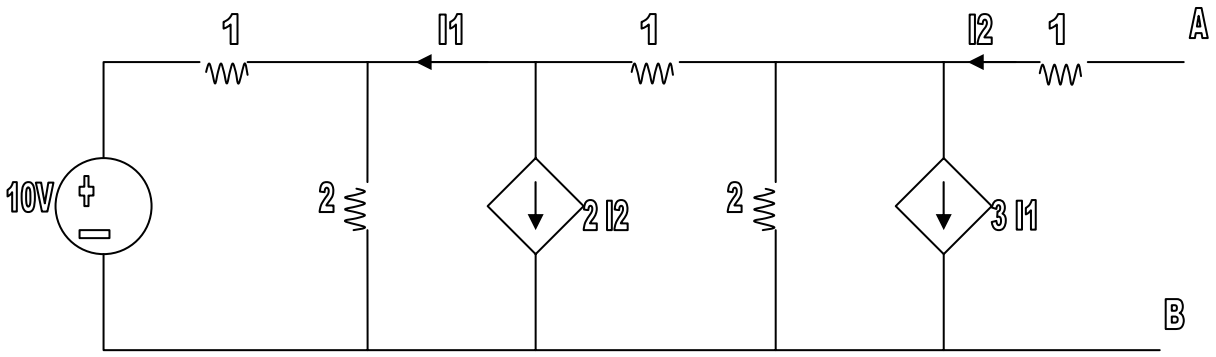
برای گره 3 Kcl -→ e3/4 + (e3 – e1)/3 + (e3 – e2)/2 =0 → -4e1 -6e2 + 13 e3 =0

$$\begin{vmatrix} 13 & -3 & -4 \\ -3 & 13 & -6 \\ -4 & -6 & 13 \end{vmatrix} = 1260$$

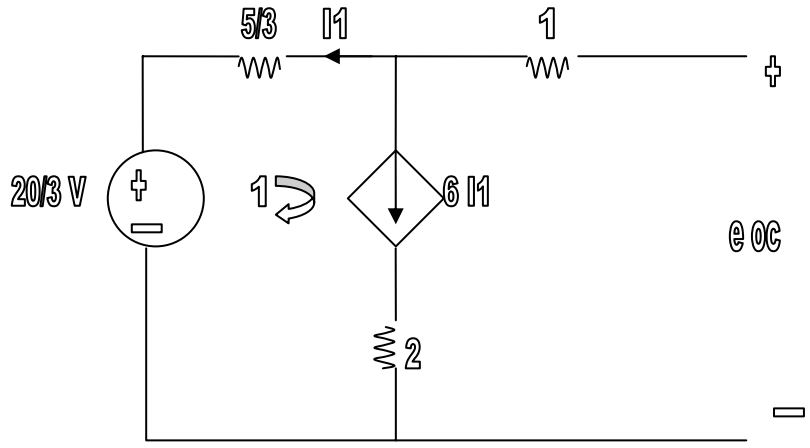
$$\text{----→ } Vo = e2 - e3 = \begin{vmatrix} 13 & 60 & -4 \\ -3 & 0 & -6 \\ -4 & 0 & 13 \end{vmatrix} \cdot -1/1260 \cdot \begin{vmatrix} 13 & -3 & -4 \\ -3 & 13 & 0 \\ -4 & -6 & 0 \end{vmatrix}$$

----→ Vo =3780/1260 - 4200/1260 = - 1/3 V

مسیله ۹۸-
الف : ولتاز مدار باز e oc را تعیین کنید
ب : جریان اتصال کوتاه i sc را تعیین کنید
ج : مقاومت دو سر A , B را مستقلا تعیین کنید
درستی رابطه e oc=Req I sc را بررسی کنید



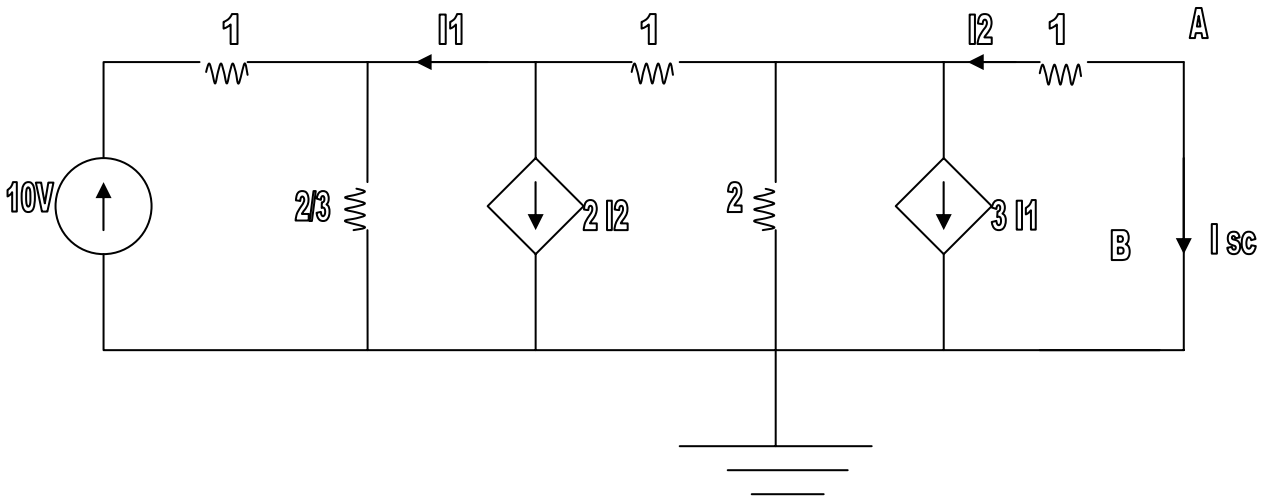
حل : الف- از تبدیل تونن به نرتن و برعکس استفاده خواهیم کرد.همچنین در حالت مدار باز I2=0 خواهد بود بنابر این داریم:



برای مش ۱ Kvl -→-20/3 -5/3 I1 -6 I1 -2 I1 =0 -→ I1 = -20/29

E oc = -6I1 -2 I1 = -8 I1 = 160/29 V

ب:با استفاده از تبدیل تونن به نرتن وبرعکس و با بکارگیری روش تحلیل گره داریم :



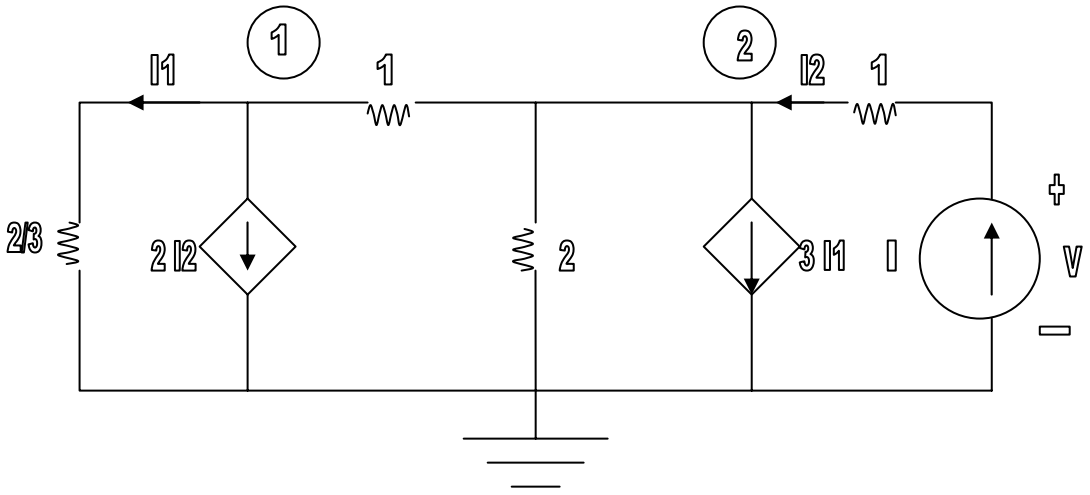
$I2 = -e2/1 = -e2$, $I1 = (e1)/(2/3) - 10 = 3e1/2 - 10$

برای گره ۱ Kcl- → $3e1/2 - 10 + 2(-e2) + (e1 - e2)/1 = 0$ - → $5\,e1 - 6\,e2 = 20$

برای گره ۲ Kcl- → $(e2 - e1)/1 + e2/2 + 3(3e1/2 - 10) + e2/1 = 0$ → $7\,e1 + 5\,e2 = 60$

$$\rightarrow \; I_{sc} = -I2 = e2 = \begin{vmatrix} 5 & 20 \\ 7 & 60 \end{vmatrix} / \begin{vmatrix} 5 & -6 \\ 7 & 6 \end{vmatrix} = 160/67 \text{ A}$$

ج: بدین منظور منبع جریان I را به دو سر A , B وصل کرده و منابع نابسته را برابر صفر قرار میدهیم و با استفاده از روش تحلیل گره ولتاژ دو سر A , B را بدست خواهیم اورد



$I = I2$, $I1 = 3e1/2$

برای گره ۱ Kcl → $3e1/2 + 2\,I + (e1 - e2)/1 = 0$ → $5\,e1 - 2e2 = -4\,I$

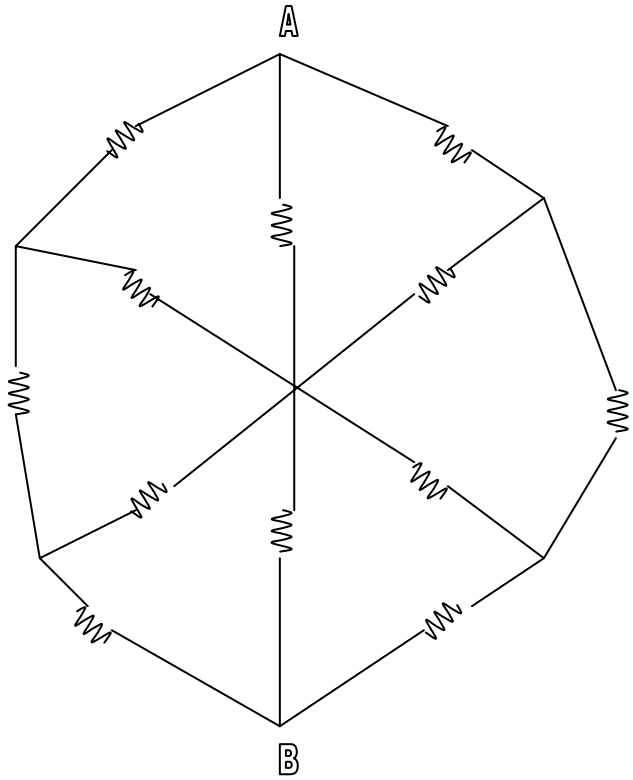
برای گره ۲ Kcl → $(e2 - e1)/1 + e2/2 + 3(3e1/2) - I = 0$ → $7e1 + 3\,e2 = 2$

$$e2 = \begin{vmatrix} 5 & -4\,I \\ 7 & 2\,I \end{vmatrix} / \begin{vmatrix} 5 & -2 \\ 7 & 3 \end{vmatrix}$$

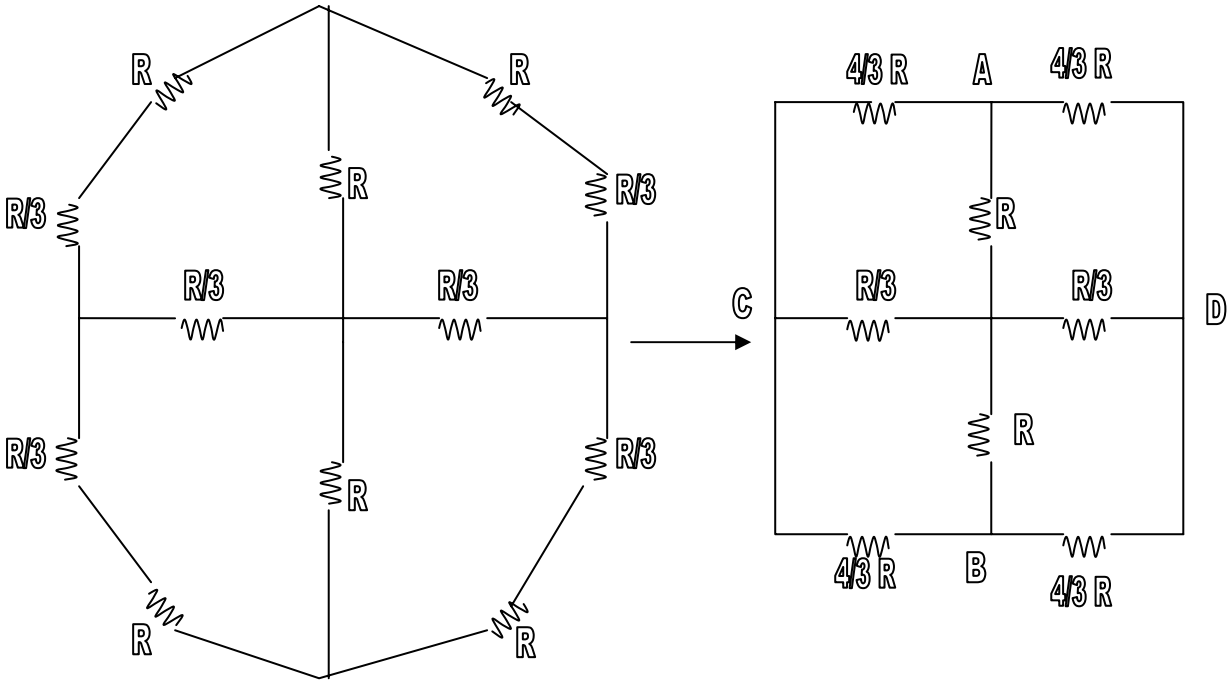
$\rightarrow$ $=38I/29$, $V = e2 + I = 67/29\,I$ $\rightarrow$ $Req = V/I = 67/29$

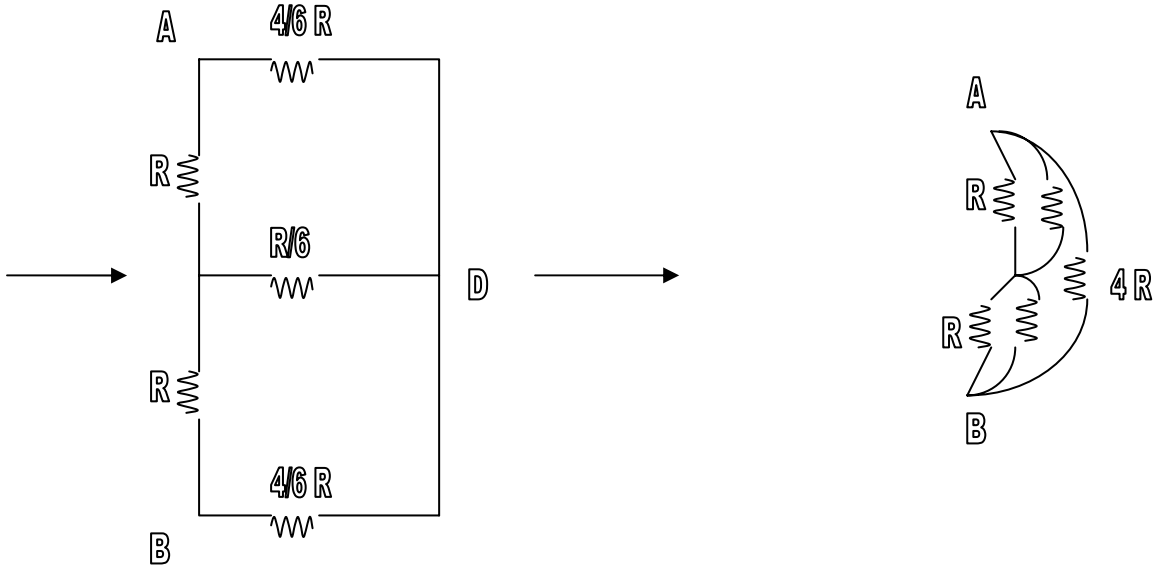
با توجه به مقادیر بدست امده واضح است که رابطه $e_{oc} = R_{eq} I_{sc}$ برقرار است

مسیله ۹۹-تمامی مقاومت ها R هستند . مقاومت دو سر A , B چیست.



حل : با استفاده از تبدیل مثلث به ستاره و برعکس خواهیم داشت :

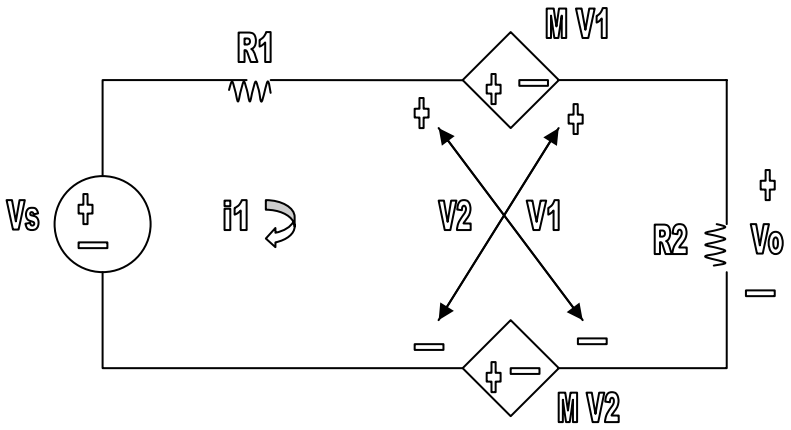




$$R_{ab} = [(R \parallel R) + (R \parallel R)] \parallel 4R = 4/5\ R$$

مسیله ۱۰۰-? = Vo

S



حل : با توجه به شکل مسیله داریم :

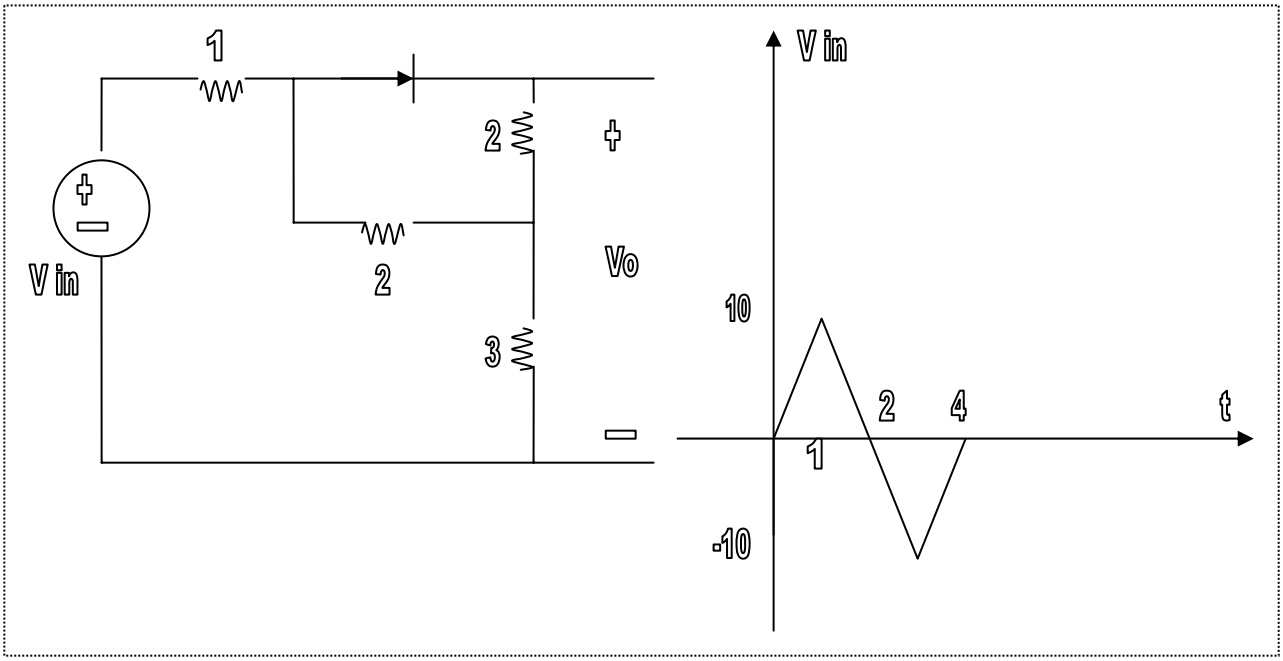
$V1= \mu V1 + i1 R2 \rightarrow V1= R2/(1-\mu)\, i1$, $V2 = \mu V2 + I R2 \rightarrow V2= R2/(1+\mu)\, i1$

برای مش ۱ Kvl $\rightarrow - Vs + i1 R1 + \mu V1 + i1R2 - \mu V2 =0$

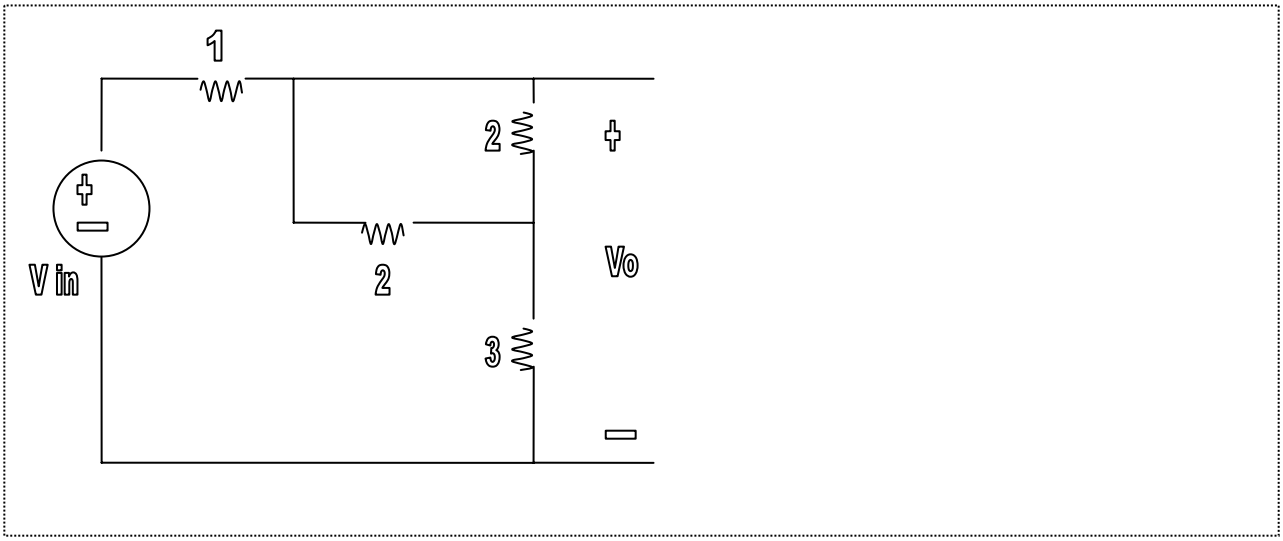
$$-Vs + i1 R1 + (\mu R2)/(1-\mu)\, i1 + i1R2 - \mu R2/(1+\mu)\, i1 =0$$

$i1 = Vs/(R1 + R2 + 2\mu*\mu/(1 -\mu*\mu)R*R) \rightarrow Vo= R2i1 = R2/(R1 +R2 + 2\mu*\mu/(1-\mu*\mu)R*R)Vs$

۱۰۱-شکل موج خروجی Vo را تعیین کنید

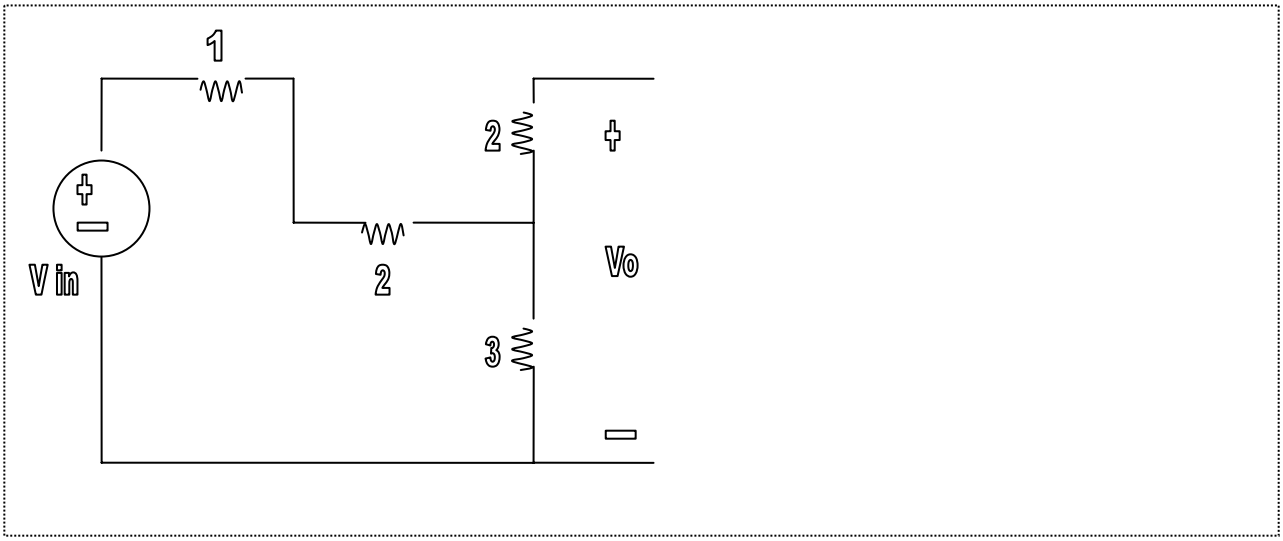


حل : به ازای $V_{in} > 0$ و یا $0 < t < 2$ دیود اتصال کوتاه است



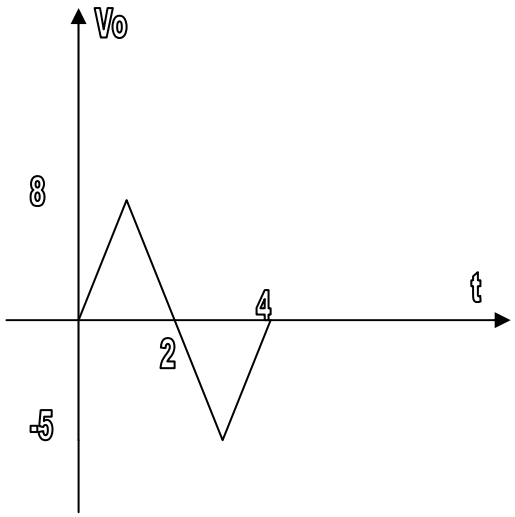
$$V_o = ([(2 \parallel 2) + 3] / [1 + (2 \parallel 2) + 3]) V_{in} = 4/5 V_{in}$$

و به ازای $V_{in} < 0$ و یا $2 < t < 4$ دیود مدار باز است

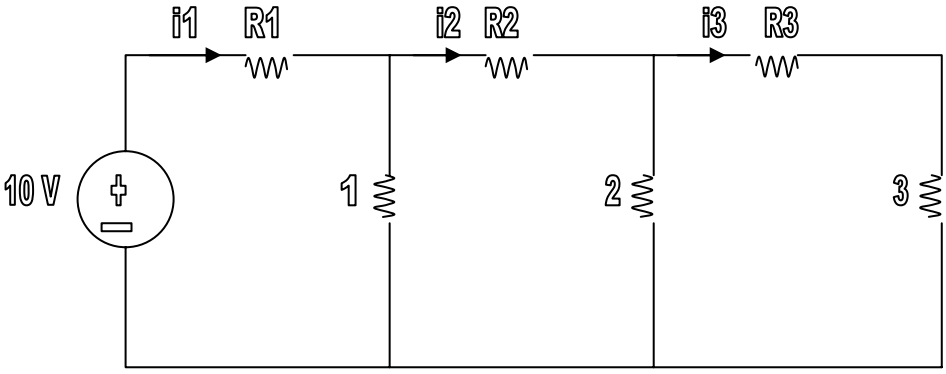


$$V_o = [3 /(1 + 2 + 3)] V_{in} = 1/2 V_{in}$$

بنابر این شکل موج V_o به صورت زیر می باشد



۱۰۲- R1 , R2 , R3 را چنان انتخاب کنید که i1/9 = i2/3 = i3/1 باشد



حل : با توجه به شکل و با استفاده از قاعده تقسیم جریان داریم :

i3 = 2/(2+3 + R2) i2 = 2/(5+ R3) i2 → 2/(5+ R3) +1/3 → R3 =1

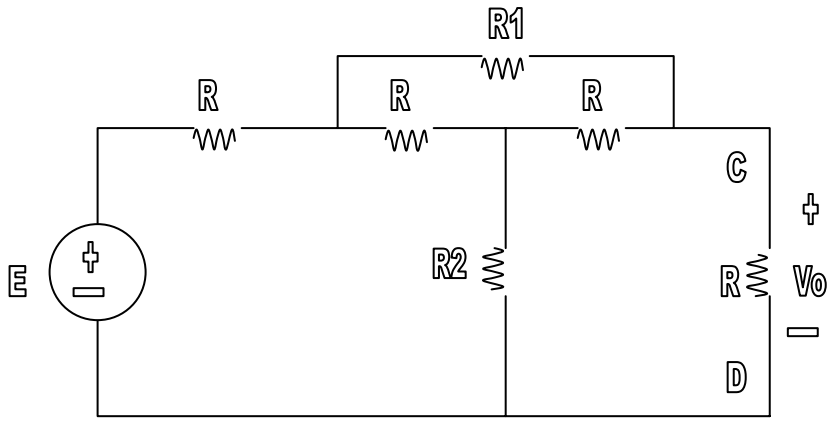
i2 = 1/(2+ 4/3 + R2) i1 = 1/(7/3 + R2) i1 → 1/(7/3+ R2) =1/3 → R2 =2/3

از انجا که مقدار معینی برای i1 در نظر گرفته نشده لذا R1 هر مقداری را می تواند داشته باشد

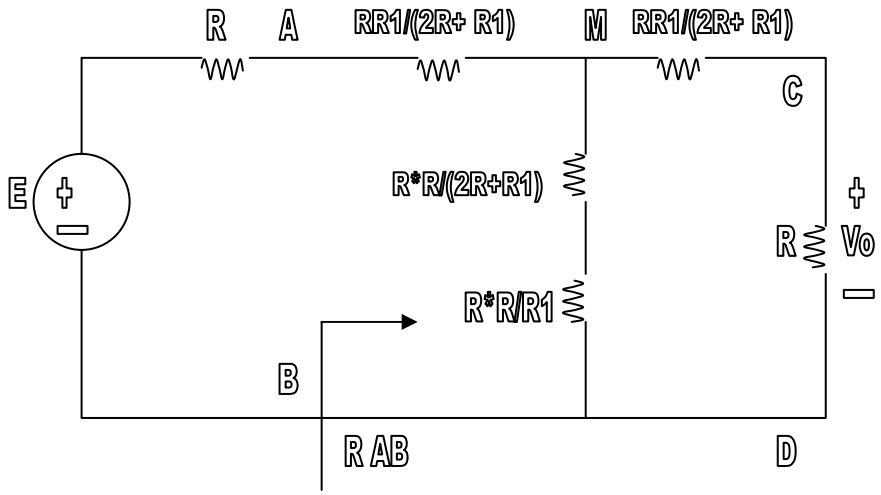
۱۰۳-

الف- اگر R1R2 = R*R انگاه نشان دهید مقاومت سمت راست دوسر A , B برابر R بوده و Vo = 1/2 [R/(R + R1)] E

ب- مدار معادل تونن سمت چپ نقاط C , D چیست



حل: الف- با استفاده از تبدیل مثلث به ستاره و با توجه به اینکه R*R= R1 R2 داریم :



R AB = RR1/(2R +R1) + [R*R/ (2R + R1) + R*R / R1] || [R + RR1 / (2R+R1)]

= RR1/ (2R + R1) + [(2R1R*R+ 2R*R) /(R1(2R +R1))] || [(2R1R+2R*R)/(2R+R1)]

=RR1/ (2R +R1) +2R*R/ (2R+R1) = R(2R+R1)/ (2R+R1) =R

در ادامه با استفاده از قانون تقسیم ولتاژ خواهیم داشت :

E AB = R AB/ (R + R AB) E = R/(R+R) E = E/2

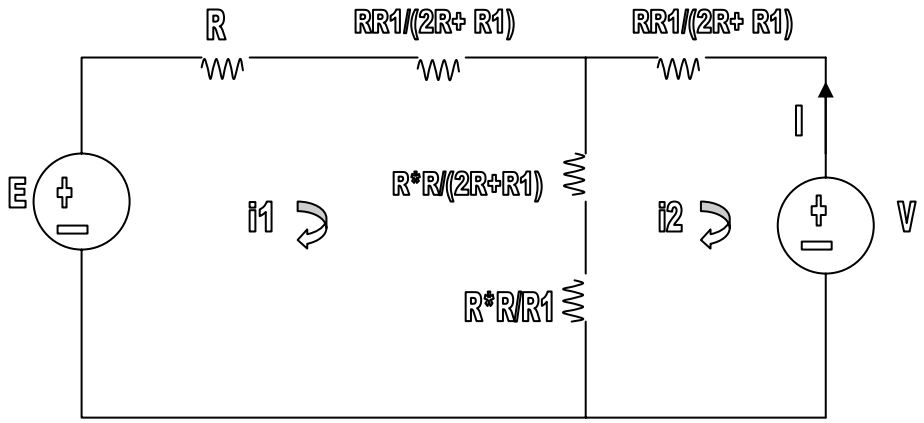
E MB = R MB / (R AM + R MB) E AB=

= [2R*R /(2R +R1)] / [RR1/(2R +R1) + 2R*R /(2R +R1)] E/2 =R/(2R+R1) E

Vo=R CD/(R MC + R CD) E MB=

=R /[RR1 / (2R +R1)+ R] *[R/(2R + R1) E]= 1/2 R /(R+R1) E

ب- بدین منظور منبع ولتاژ ازمایشی V را به دو سرD , C و به جای Rوصل کرده و با استفاده از تحلیل مش جریان گذرنده از ان را محاسبه خواهیم کرد



Kvl برای مش ۱ → $-E + [R + RR1/(2R + R1)]i1 + [R*R/(2R+R1) + R*R/R1](i1-i2)=0$

Kvl برای مش ۲ → $[R*R/(2R + R1) + R*R/R1](i2-i1) + RR1/(2R +R1)\, i2 + V = 0$

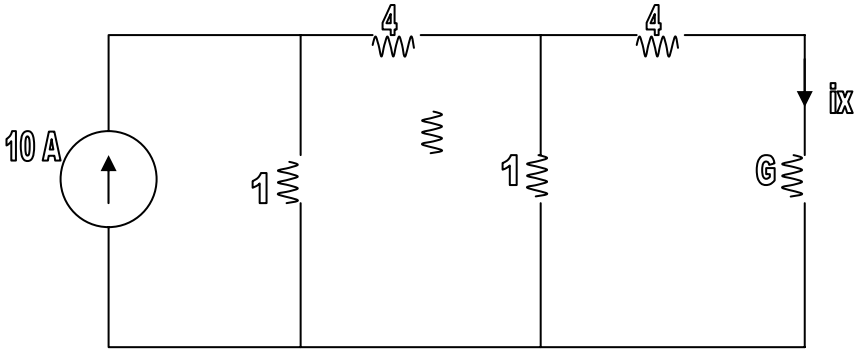
$$\{ [(2R*R*R + 4\,R*RR1 + 2RR1*R1) / (R\,(2R+R1))]i1 + R*R/R1\, i2 = E$$

$$(2R*R*R + 2R*RR1)/(R1(2R+R1))\, i1 - (2R*R*R + 2R*RR1 + RR1*R1)/(R1(2R+R1))\, i2 = V \}$$

$$i2 = -\frac{\begin{vmatrix} \frac{2R*R*R + 4R*R\,R1 + 2R\,R1*R1}{R1(2R+R1)} & E \\ \frac{2R*R*R + 2R*R\,R1}{R1(2R+R1)} & V \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{2R*R*R + 4R*R\,R1 + 2R\,R1^2}{R1(2R+R1)} & -\frac{R*R}{R1} \\ \frac{2R*R*R + 2R*R\,R1}{R1(2R+R1)} & -\frac{2R*R*R + 2R*R\,R1^2}{R1(2R+R1)} \end{vmatrix}} = \frac{V}{R} - \frac{E}{R+R1}$$

→ $V = RI + R/(R+R1)\, E$ → $Rth = R$, $e\,oc = R/(R+R1)\, E$

۱۰۴- اگر $ix = 5A$ باشد انگاه $G = ?$ رسانا یی ها بر حسب مهو هستند



حل : با توجه به شکل مدار داریم :

$$G_{bc} = H\ 4G/(4+G) = (4+5G)/(4+G) \rightarrow$$

$$\rightarrow G_{ac} = [4*(4+5G)/(4+G)]/[4+(4+5G)/(4+G)] = (16+20G)/(20+9G)$$

حال بنا بر قاعده تقسیم جریان می توان نوشت :

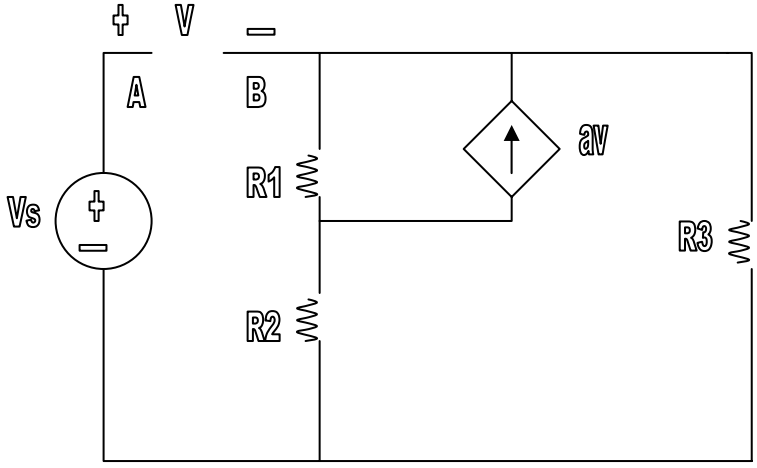
$$i = [(16+20G)/(20+9G)]/[1+(16+20G)/(20+9G)]\ 10 =$$

$$\rightarrow = (16+20G)/(36+29G)\ 10$$

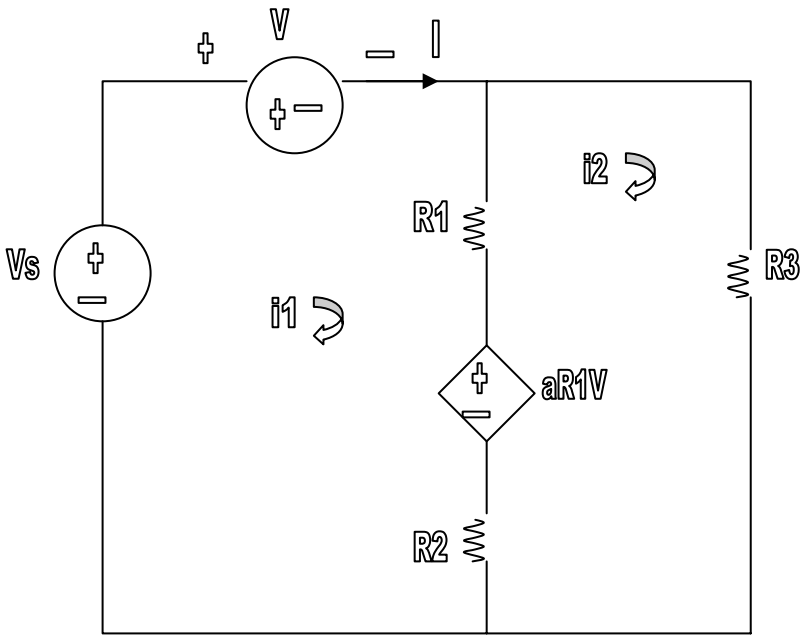
$$ix = [4G/(4+G)]/[1+4G/(4+G)]*I = [4G/(4+5G)]*[(16+20G)/(36+29G)]*10$$

$$ix = 5 \rightarrow [4G/(4+G)]*[(16+20G)/(36+29G)] = 1/2 \rightarrow G = 12 \text{ (مهو)}$$

۱۰۵- معادله تونن نرتن دو سر B , A را تعیین کنید



حل : بدین منظور منبع ولتاژ ازمایشی V را به دو سر A ,B وصل کرده و با بکار بردن تبدیل تونن به نرتن و با استفاده از روش تحلیل مش جریان شاخه AB را بدست خواهیم اورد



$$v = V \quad , \quad I = i1$$

برای مش ۱ kvl → $-Vs + V + R1(i1 - i2) + aR1V + R2\,(i1 - i2) = 0$

برای مش ۲ kvl → $R2(\,i2 - i1\,) - aR1V + R1(\,i2 - i1\,) + R3i2 = 0$

→ $\{\,(R1 + R2\,)\,i1 - (R1 - R2)\,i2 = Vs - (\,1 + aR1)\,V$

$-(\,R1 + R2\,)\,i1 + (R1 + R2 + R3)\,i2 = aR1V\,\}$

R1R3
R1R3
R1R3

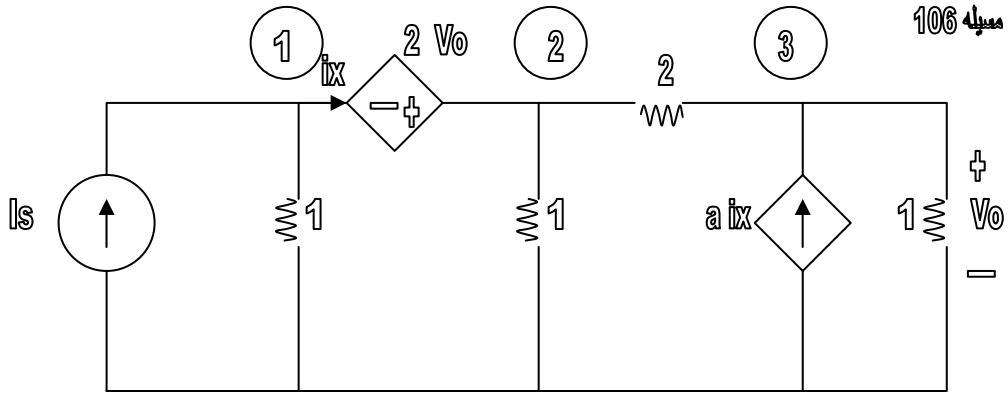
$$\rightarrow \quad | = i1 = \frac{\begin{vmatrix} Vs - (1 + a\,R1) & -(R1 + R2) \\ a\,R1\;V & \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} R1 + R2 & -(R1 + R2) \\ -(R1 + R2) & \end{vmatrix}}$$

$$\frac{(R1 + R2 + R3)\,Vs - (R1 + R2 + R3 + a\,R1\,R3)\,V}{(R1 + R2)\,R3}$$

$$\rightarrow \quad V = \frac{(R1 + R2)\,R3}{R1 + R2 + R3 + a\,R1\,R3}\,| - \frac{R1 + R2 + R3}{R1 + R2 + R3 + a\,R1\,R3}\,Vs$$

$$\rightarrow \quad Rth = \frac{(R1 + R2)\,R3}{R1 + R2 + R3 + a\,R1\,R3} \qquad e\,oc = \frac{R1 + R2 + R3}{R1 + R2 + R3 + a\,R1\,R3}\,Vs$$

شکل مسیله 106



۱۰۶- Vo را به ازای بدست اورید
اگر a=1 شود ایا می توان Vo را حساب کرد

حل : با استفاده از روش تحلیل گره داریم :

$ix = Is - e1/1$, $Vo = e3$, $e2 - e1 = 2Vo = 2e3 \rightarrow e1 - e2 + 2e3 = 0$

kvl برای گره ۳ $\rightarrow (e3 - e2)/2 + a(Is - e1) + e3/1 = 0 \rightarrow 2ae1 - e2 + 3e2 = 2aIs$

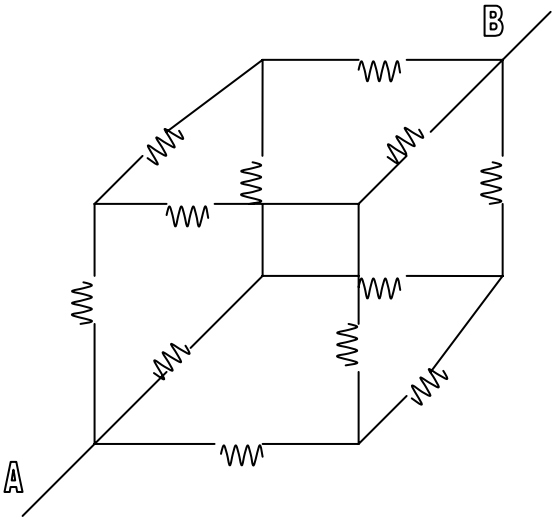
Kcl برای گره مرکب شامل گره های ۱ و ۲ $\rightarrow IS + e1/1 + e2/1 + (e2 - e3)/2 = 0$

$\rightarrow 2e1 + 3e2 - e3 = 2\,Is$

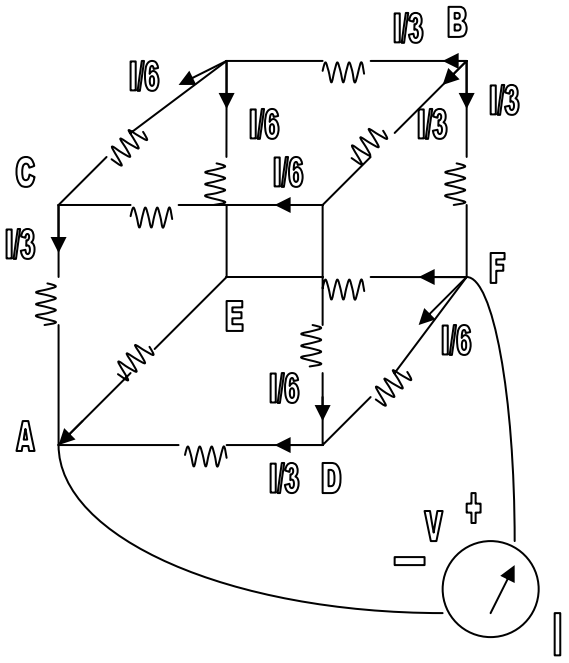
$$\rightarrow Vo = e3 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 2a & -1 & 2aIs \\ 2 & 3 & 2\,Is \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 2a & -1 & 3 \\ 2 & 3 & -1 \end{vmatrix}}$$

اگر a=1 باشد واضح است که V0 نا معین شده و نمی توان ان را حساب کرد

۱۰۷-مقاومت معادل دو سر A , B را تعیین کنید.(مقاومت هر یال برابر R است)



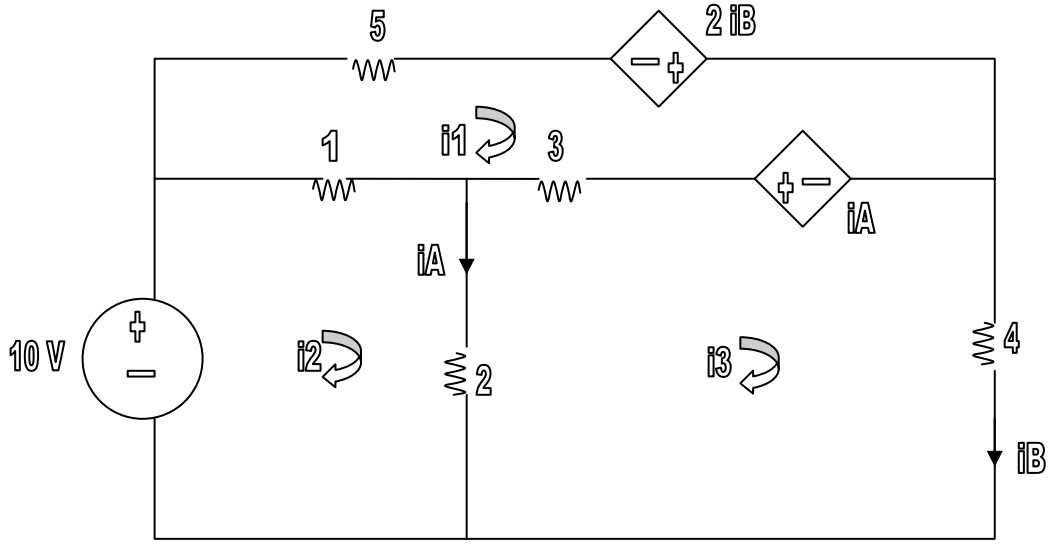
حل : بدین منظور منبع جریان ازمایشی I را به دو سر A , B وصل کرده و با توجه به تقارن مدار جریان شاخه ها را تعیین خواهیم کرد



با نوشتن معادله kvl در حلقه ABFEA داریم :

$$-V + I/3\ R + I/6\ R + I/3\ R = 0 \ , \ \rightarrow \ V = 5/6\ IR \ \rightarrow \ Req = V / I = 5/6\ R$$

۱۰۸- مدار شکل مسیله ۱۰۸ را به روش مش تحلیل کنید و ia , ib را بدست اورید



حل : با توجه به شکل مسیله داریم :

$$iA = i2 - i3 \quad , \quad iB = i3$$

برای مش ۱ kvl → $5\,i1 - 2(i3) - (i2 - i3) + 3(i1 - i2) + (i1 - i2) = 0$

برای مش ۲ kvl → $-10 + (i2 - i1) + 2(i2 - i3) = 0$

برای مش ۳ kvl → $2(i3 - i2) + 3(i3 - i1) + (i2 - i3) + 4\,i3 = 0$

→ $\begin{cases} 9\,i1 - 2\,i2 - 4\,i3 = 0 \\ -i1 + 3\,i2 - 2\,i3 = 10 \\ -3\,i1 - i2 + 8\,i3 = 0 \end{cases}$

$$\begin{vmatrix} 9 & -2 & -4 \\ -1 & 3 & -2 \\ -3 & -1 & 6 \end{vmatrix} = 130 \longrightarrow i2 = \frac{1}{130} \begin{vmatrix} 9 & 0 & -4 \\ -1 & 10 & -2 \\ 3 & 0 & 8 \end{vmatrix} = \frac{60}{13}\ A$$

$$i3 = \frac{1}{130} \begin{vmatrix} 9 & -2 & 0 \\ -1 & 3 & 10 \\ -3 & -1 & 0 \end{vmatrix} = \frac{15}{13}\ A$$

→ $iA = i2 - i3 = 60/13 - 15/13 = 45/13\ A \quad , \quad iB = i3 = 15/13\ A$

www.esud83.mihanblog.com