

Subject :

Year .

Month .

Date .

جستار در حلقه های همسایه با استفاده از تعادلات

قوانین کیرشهف

(KCL)

1 قانون جریان: در هر حلقه که از مدار انتخاب کردیم جمع جبری تمام جریانهای که از هر لوله خارج می شوند صفر است.

خارج می شوند صفر است.

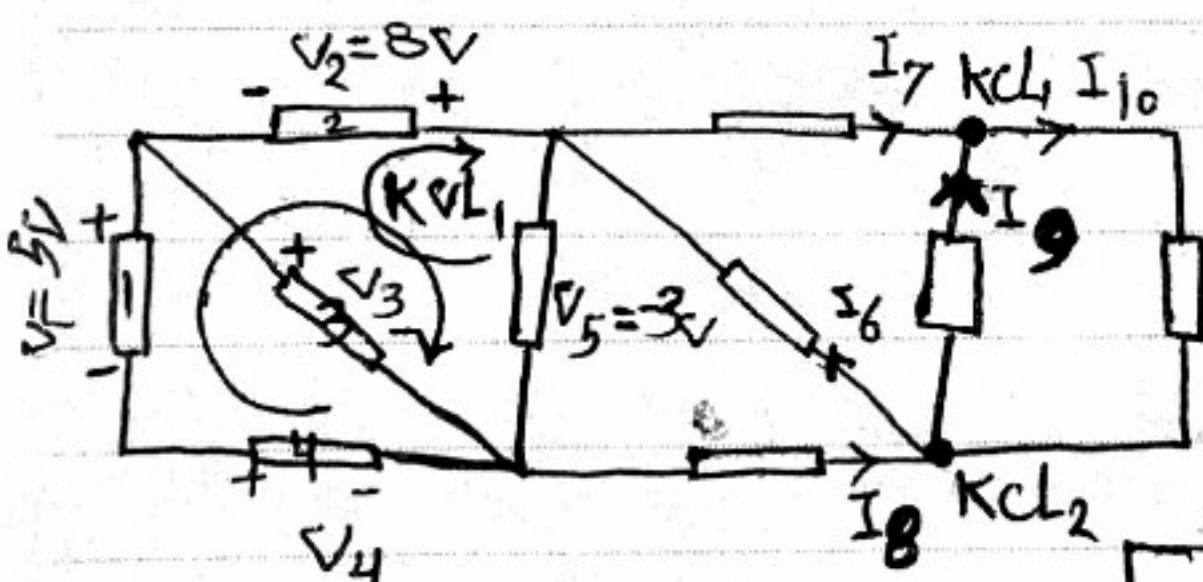
(KVL)

2 ولتاژ: در هر حلقه از مدار انتخاب کردیم جمع جبری امت ولتاژ صفر است.

فرض کنیم جریانهای خارج شونده از یک لوله علامت مثبت و جریانهای وارد شونده علامت منفی داشته باشند.

وارد شونده علامت منفی داشته باشند.

3 پاور: در مدار شکل مقابل با توجه به اطلاعات داده شده معادله های زیر را بنویسید.



- $V_1 = 5V$
- $V_2 = 8V$
- $V_5 = -3V$

- رایج است آوردید.
- $I_6 = 12A$
- $I_2 = 10A$
- $I_9 = -3A$

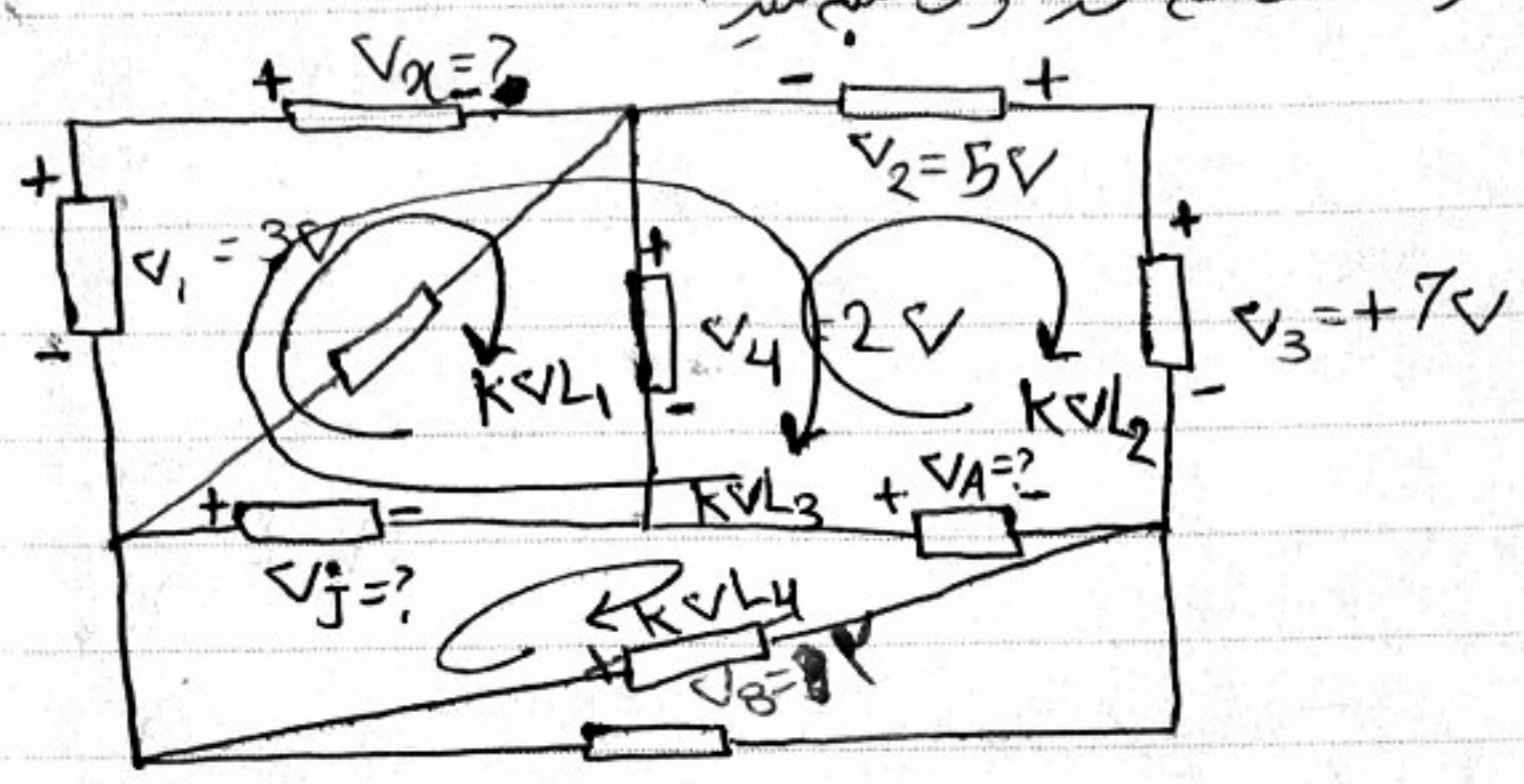
$$KVL_1: -V_3 - V_2 + V_5 = 0 \Rightarrow V_5 = -11V$$

$$KVL_2: -V_1 - V_2 + V_5 - V_4 = 0 \Rightarrow V_4 = -16V$$

$$KCL_1: -I_7 - I_9 + I_{10} = 0 \Rightarrow I_{10} = 7A$$

$$KCL_2: -I_8 + I_6 + I_9 - I_{10} = 0 \Rightarrow I_8 = 2A$$

E: در مدار شکل زیر ولتاژها را با استفاده از روش گسسته شده و با هماسب کنید.



KVL1: $-\ V_j - \ 3 + \ V_x - \ 2 = 0$

KVL2: $-\ V_A - \ 2 - \ 5 + \ 7 = 0 \Rightarrow \boxed{V_A = 0}$

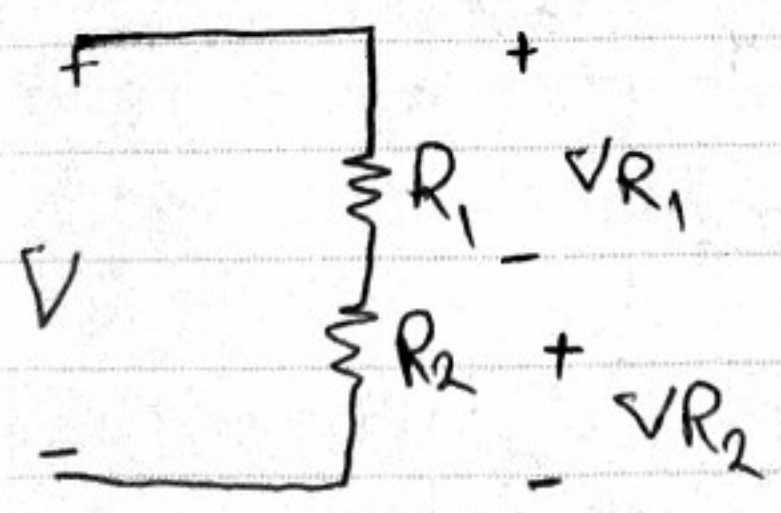
KVL3: $-\ V_j - \ 3 + \ V_x - \ 5 + \ 7 - \ V_A = 0$

$-\ V_j + \ V_x = 1 \Rightarrow V_x = 3$

KVL4: $\ + \ V_j + \ V_A - \ V_8 = 0 \Rightarrow \boxed{V_j = 2}$

قانون تقسیم ولتاژ و جریان:

قانون تقسیم ولتاژ:

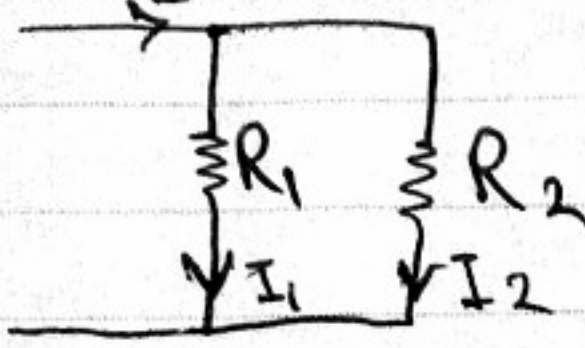


$V_{R1} = V \times \frac{R1}{R1 + R2}$

$V_{R2} = V \times \frac{R2}{R1 + R2}$

Subject : 3

Year . I Month . () Date . ()

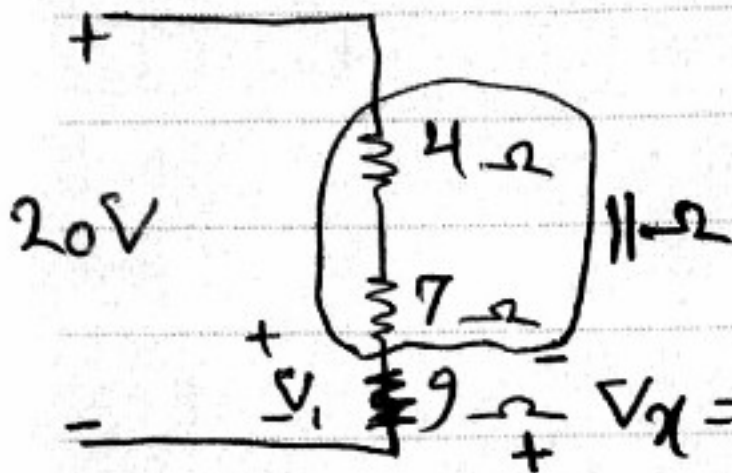


$$I_1 = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

قانون تقسیم جریان :

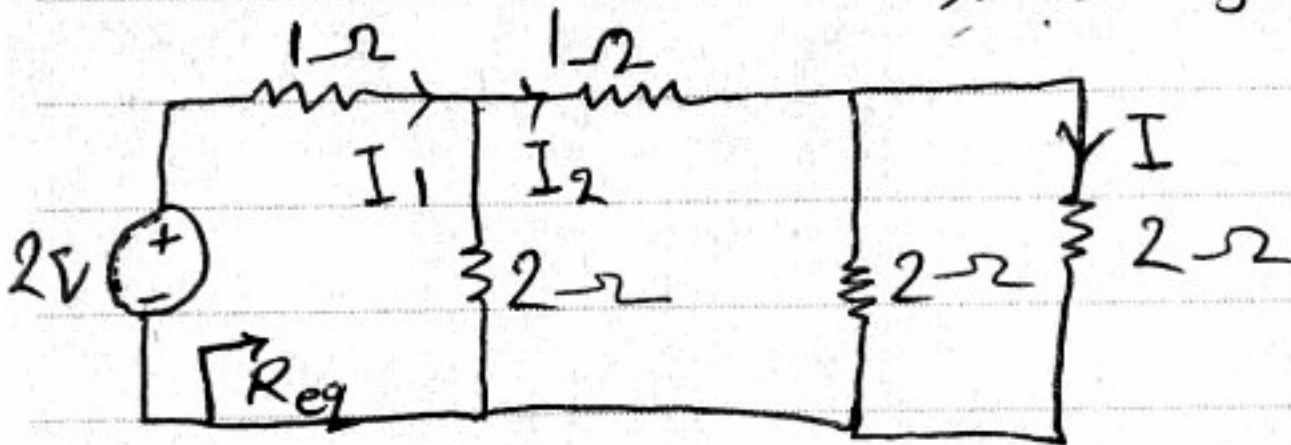
E: در شکل زیر V_x را حساب کنید.



$$V_1 = -V_x = -9V$$

$$V_1 = \frac{20 \times 9}{9 + 11} = \frac{20 \times 9}{20} = 9V$$

E: در شکل مقابل جریان I را حساب کنید.



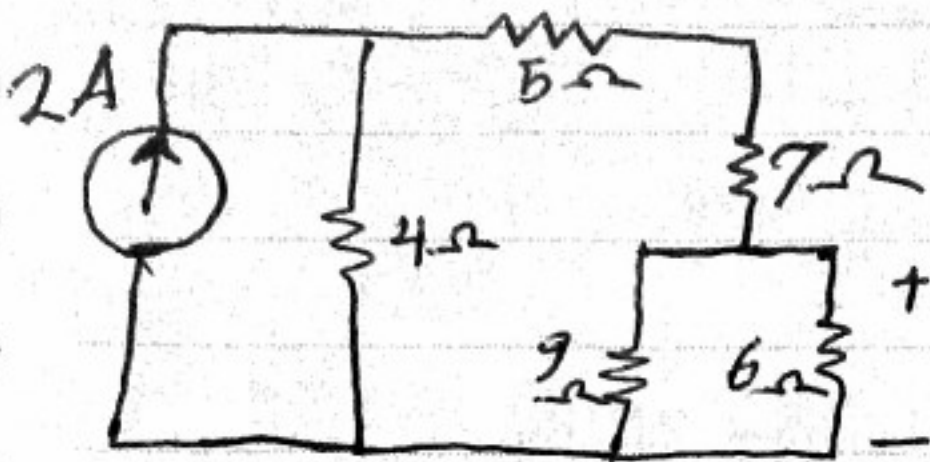
$$R_{eq} = [(2 \parallel 2) + 1] \parallel 2 + 1 = 2 \Omega$$

$$I_1 = \frac{V_{in}}{R_{eq}} = \frac{2}{2} = 1A$$

$$I_2 = \frac{I_1 \times 2}{2 + 2} = \frac{1}{2} = 0.5A$$

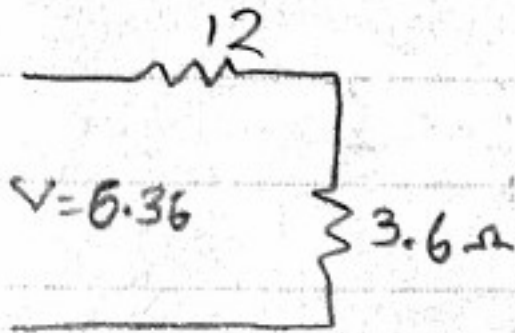
$$I = \frac{I_2 \times 2}{2 \times 2} = \frac{0.5}{2} = 0.25A$$

کتاب درختی:



$V_x = ?$ $R = 3.18 \Omega$

$V = RI = 3.18 \times 2 = 6.36$

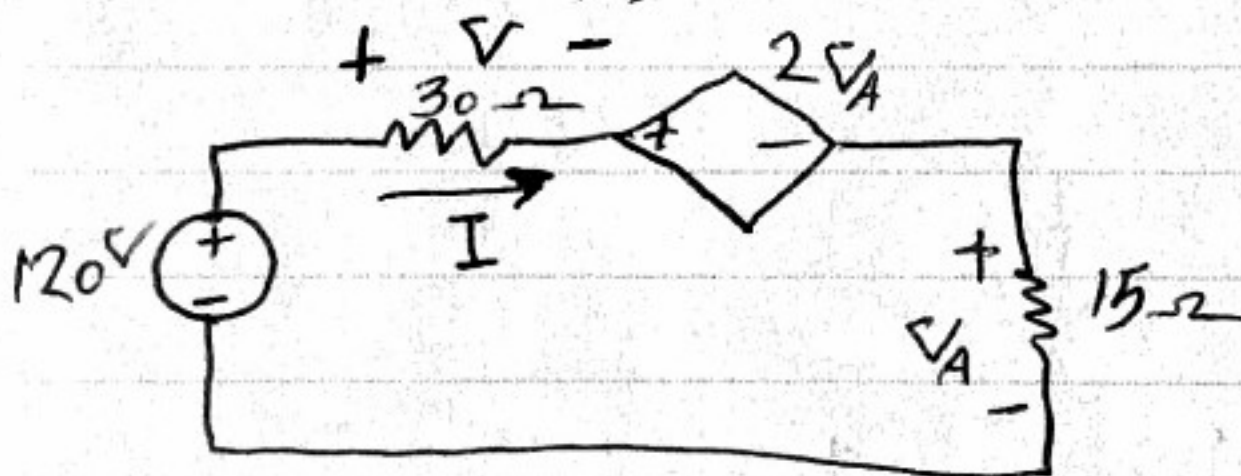


$V_x = \frac{6.36 \times 3.6}{12 + 3.6} = 1.44V$

$I = \frac{I \times 4}{15.6 + 4} = \frac{2 \times 4}{19.6} = \frac{8}{19.6} = 0.4A$

$V_x = I \times 3.6 = 0.4 \times 3.6 = 1.44V$

در مدار زیر ولتاژ (دوسری مقاومت) 30Ω را حساب کنید!



① $-120 + 30I + 2V_A + V_A = 0$

$V_A = 15I$

① $\Rightarrow -120 + 30I + 3V_A = 0 \Rightarrow -120 + 75I \Rightarrow I = \frac{120}{75}$

$V = 30 \times I = \frac{30 \times 120}{75}$

مثال: در مدار شکل زیر مقاومت R_L را حساب کنید.

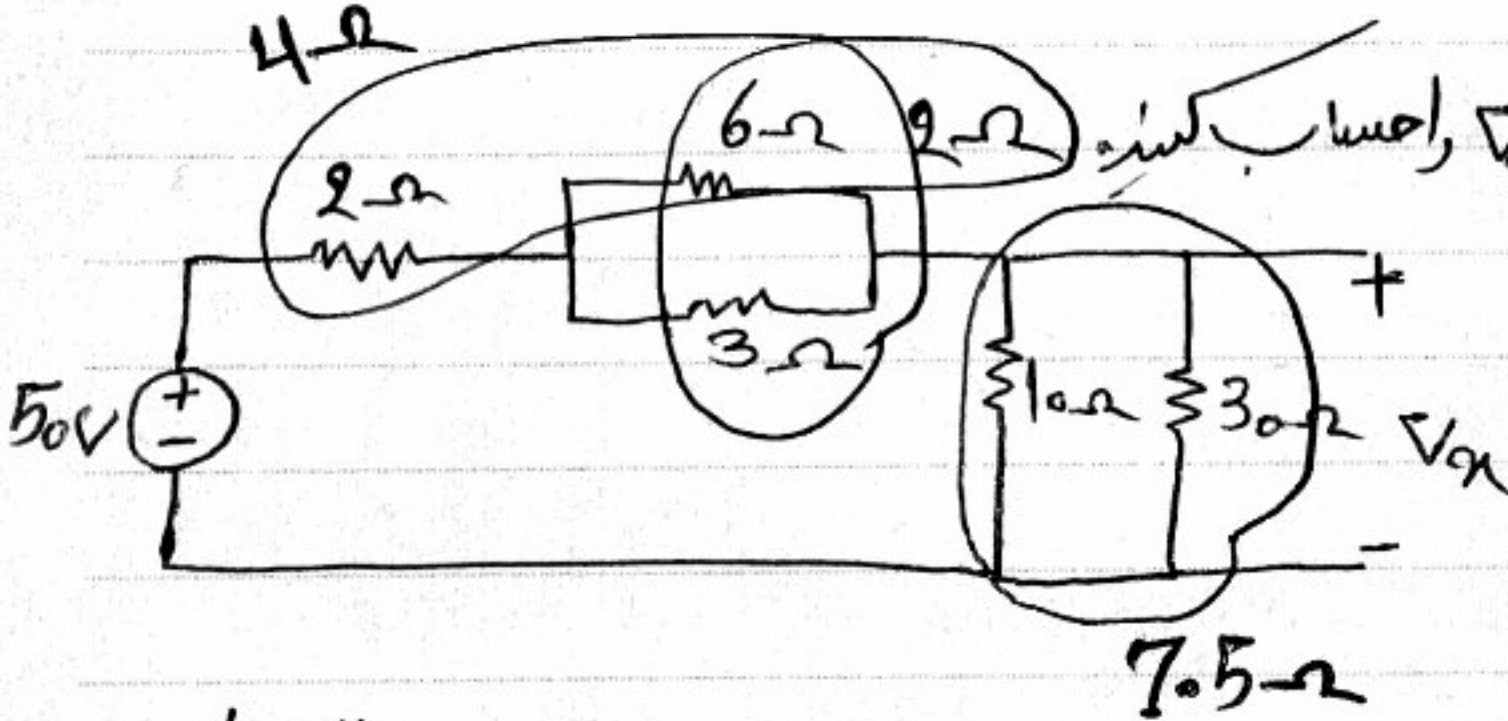


$$V = RI$$

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow I = \frac{2.5}{5} = 0.5 A$$

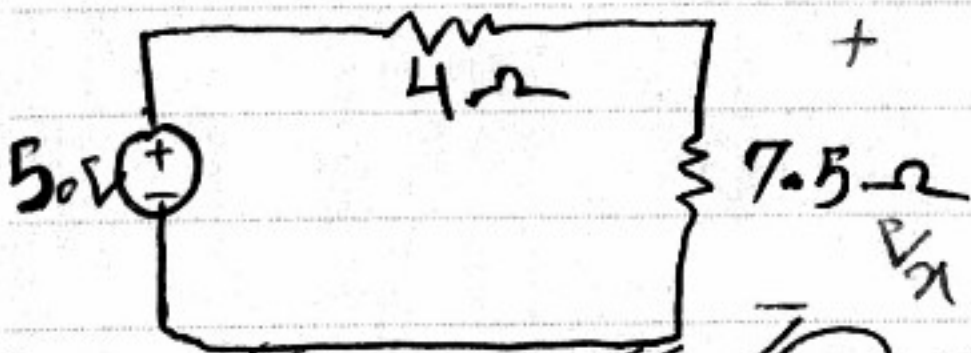
$$KVL: +2.5 - 4.5 + R_L I = 0 \rightarrow 2I = 2 \rightarrow I = 1 A$$

~~0.5 R_L = 1.9~~ $0.5 R_L = 1.9 \Rightarrow R_L = 3.8 \Omega$



$$\frac{1 \times 3}{1 + 3} = 7.5 \Omega$$

$$V_x = \frac{50 \times 7.5}{7.5 + 4} = 32.6 V$$



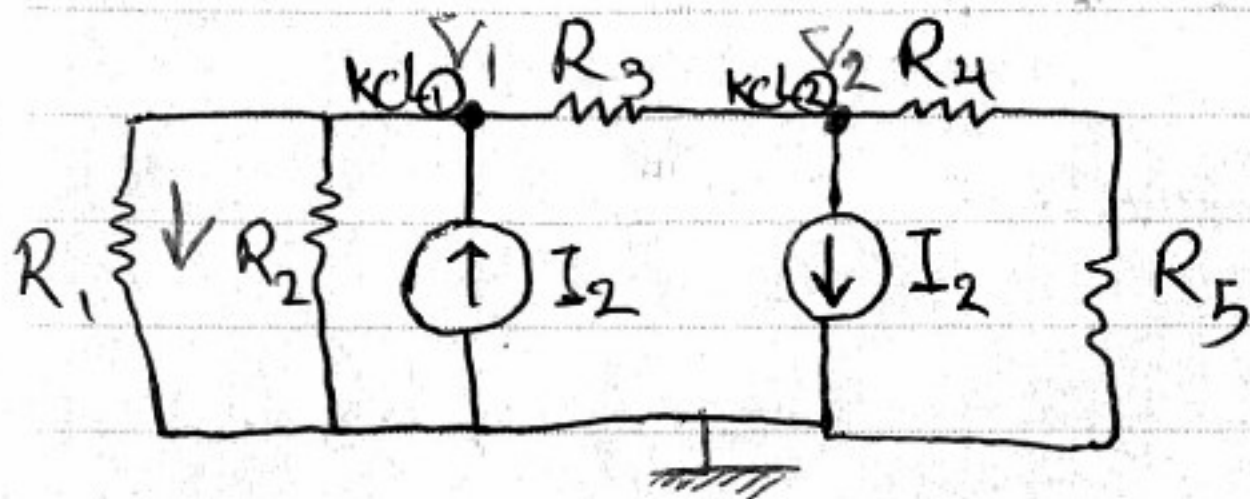
تحلیل گره 1 ابتدا گره های مدار را مشخص کنیم (2) یک در این عنوان در صبح در نظر

گرفته (نویس) که و لذا آن برابر صفر است (3) معادلات جریان کیرشوف را برای

همه ی گره ها بچیز کرده در جهت نویسیم (4) دستگاه معادلات درست کرده را با استفاده برای حل کردن جریان ها را به صورت خودی از دو در نظر بگیریم

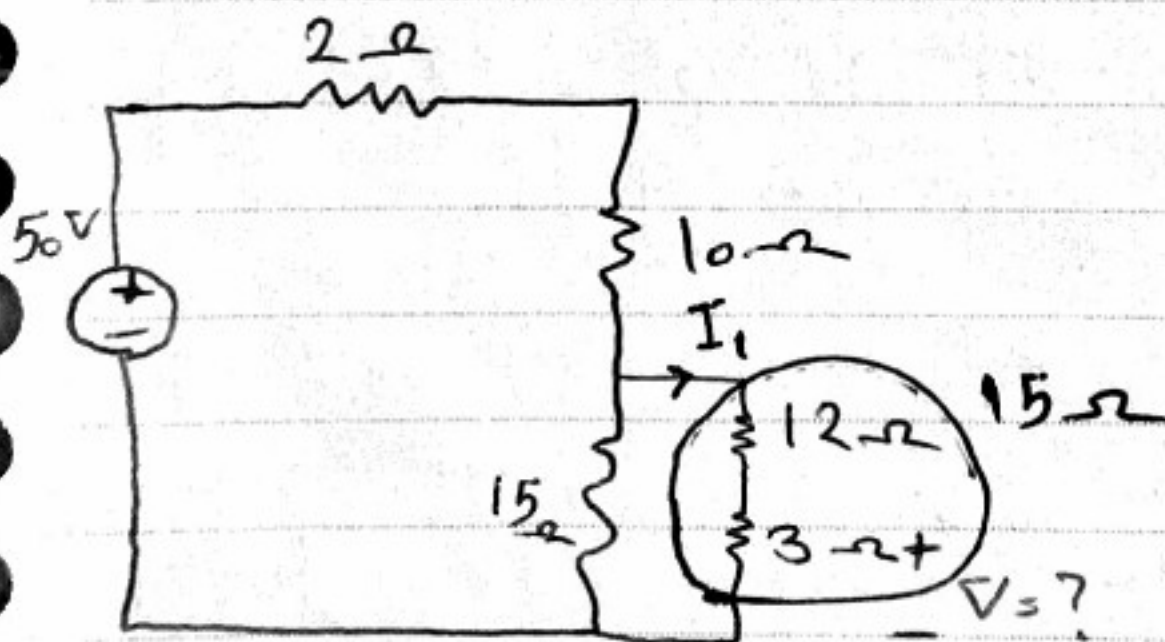
از روش ماتریسی حل کنیم Ariyan

(5) چنانچه ولتاژ یک منبع و ولتاژ مشخص کرده بود از نوسن مدارات
 جریان در آن نه صرف نظر کنیم (6) چنانچه یک منبع ولتاژ این بوده غیر مرجع
 قرار است ربطی ولتاژ این را در آن با استفاده از مقدار منبع ولتاژ نوسن.



$$\frac{V_1 - 0}{R_1} + \frac{V_1 - 0}{R_2} - I_2 + \frac{V_1 - V_2}{R_3} = 0$$

$$\frac{V_2 - 0}{R_4 + R_5} + I_2 + \frac{V_2 - V_1}{R_3} = 0$$



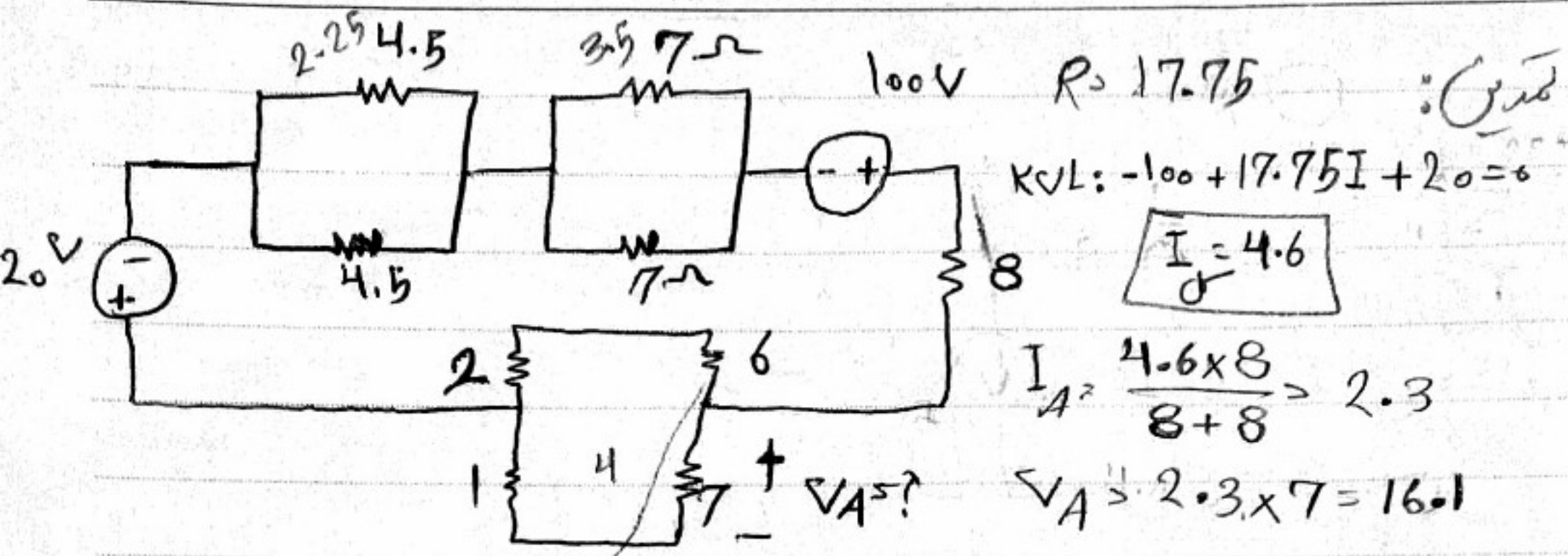
مثال:

$$R_{eq} = 19.5$$

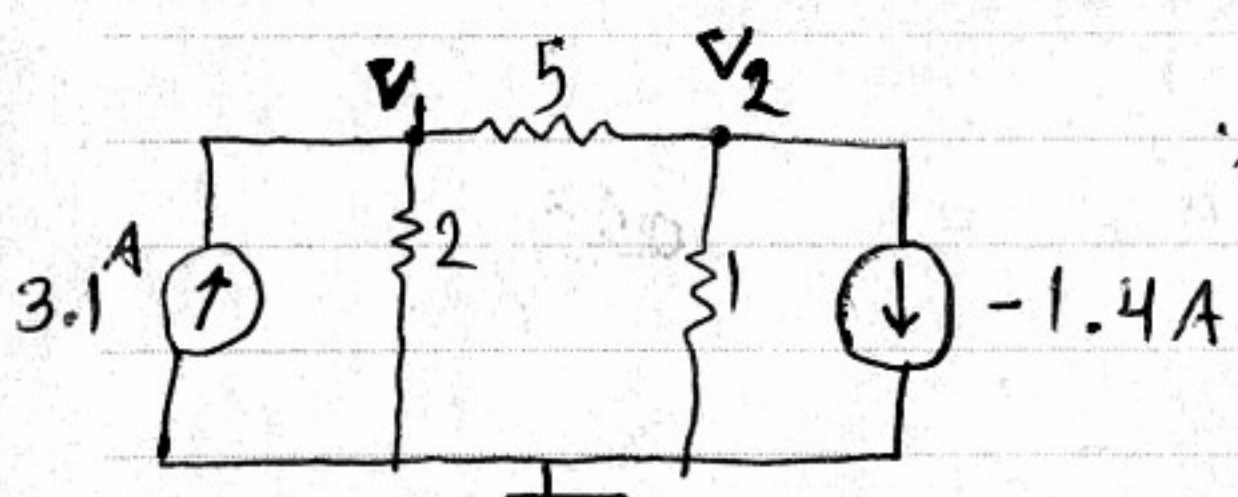
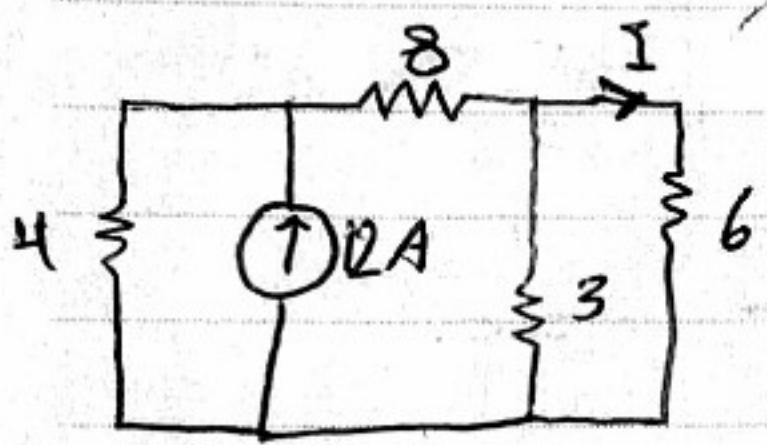
$$I = \frac{V}{R} = \frac{50}{19.5} = 2.5 A$$

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2.5 \times 15}{15 + 15} = 1.25 A$$

$$V = I_1 R = 1.25 \times 3 = 3.84 V$$



تبدیل :
 $R_D = 17.75$
 KVL: $-100 + 17.75I + 20 = 0$
 $I = 4.6$
 $I_A = \frac{4.6 \times 8}{8 + 8} = 2.3$
 $V_A = 2.3 \times 7 = 16.1$



مسئله در مدار زیر تحلیل نود را انجام دهید

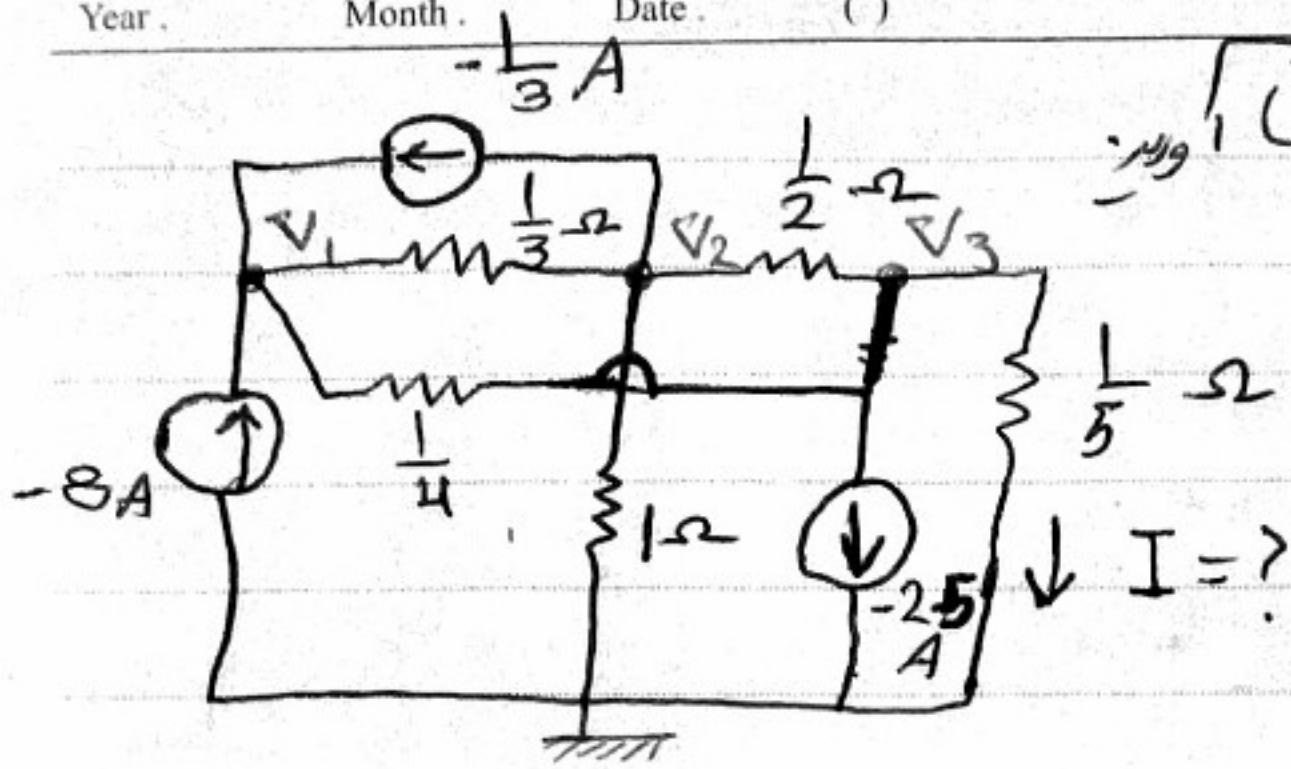
KCL (1) : $3.1 + \frac{V_1 - 0}{2} + \frac{V_1 - V_2}{5} = 0 \rightarrow -31 + 5V_1 + 2V_1 - 2V_2 = 0$

KCL (2) : $\frac{V_2 - V_1}{5} + \frac{V_2 - 0}{1} - 1.4 = 0 \rightarrow V_2 - V_1 + 5V_2 - 7 = 0$

$$\begin{cases} 7V_1 - 2V_2 = 31 \\ V_1 + 6V_2 = 7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 7V_1 - 2V_2 = 31 \\ -7V_1 + 42V_2 = 49 \end{cases}$$

$V_1 = 5V$
$V_2 = 2V$

EX: در مدار شکل زیر جریان I را بدست آورید.



$$KCL(1) : -(-8) - (-\frac{1}{3}) + \frac{V_1 - V_2}{\frac{1}{3}} + \frac{V_1 - V_3}{\frac{1}{4}} = 0$$

$$KCL(2) : \frac{V_2 - V_1}{\frac{1}{3}} + \frac{V_2 - V_3}{\frac{1}{2}} - \frac{1}{3} + \frac{V_2}{1} = 0$$

$$KCL(3) : \frac{V_3 - V_2}{\frac{1}{2}} + \frac{V_3 - V_1}{\frac{1}{4}} - 25 + \frac{V_3}{\frac{1}{5}} = 0$$

$$\frac{25}{3} + 3V_1 - 3V_2 + 4V_1 - 4V_3 = 0$$

$$3V_2 - 3V_1 + 2V_2 - 2V_3 + V_2 - \frac{1}{3} = 0$$

$$2V_3 - 2V_2 + 4V_3 - 4V_1 - 25 + 5V_3 = 0$$

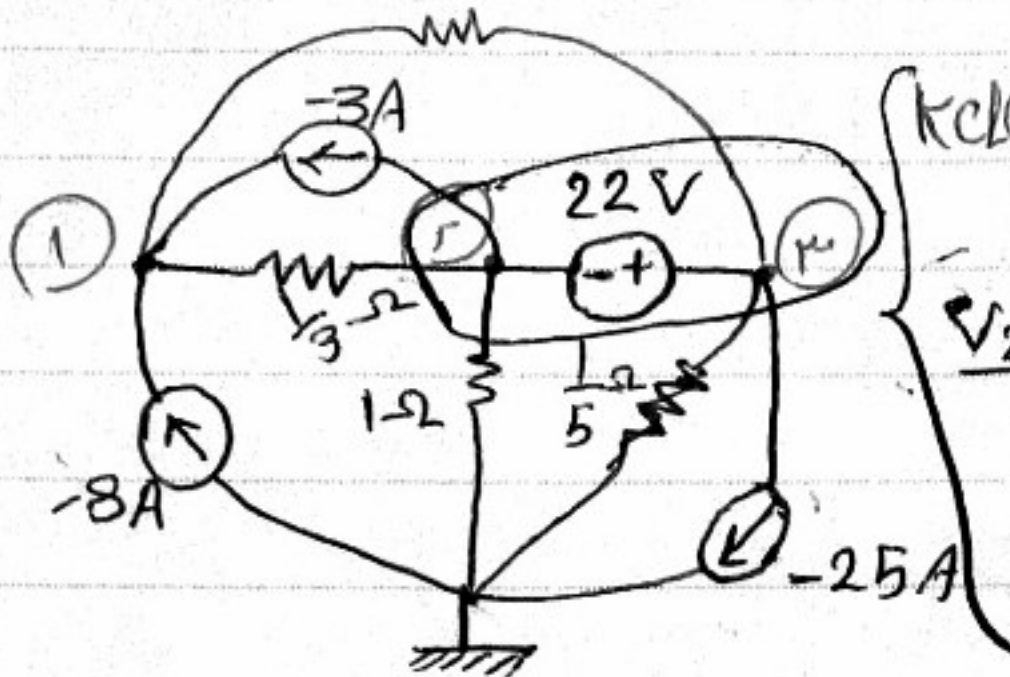
$$7V_1 - 3V_2 - 4V_3 = -\frac{25}{3}$$

$$-3V_1 + 6V_2 - 2V_3 = \frac{1}{3}$$

$$-4V_1 - 2V_2 + 11V_3 = 25$$

$$V_3 = \frac{\begin{vmatrix} 7 & -3 & -\frac{25}{3} \\ -3 & 6 & \frac{1}{3} \\ -4 & -2 & 25 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 7 & -3 & -4 \\ -3 & 6 & -2 \\ -4 & -2 & 11 \end{vmatrix}} = 7x \frac{\begin{vmatrix} 6 & \frac{1}{3} \\ -2 & 25 \end{vmatrix} - (-3) \begin{vmatrix} -3 & \frac{1}{3} \\ -4 & 25 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 7 & -3 & -4 \\ -3 & 6 & -2 \\ -4 & -2 & 11 \end{vmatrix}} - \frac{25}{3} \begin{vmatrix} -3 & 6 \\ -4 & -2 \end{vmatrix}}$$

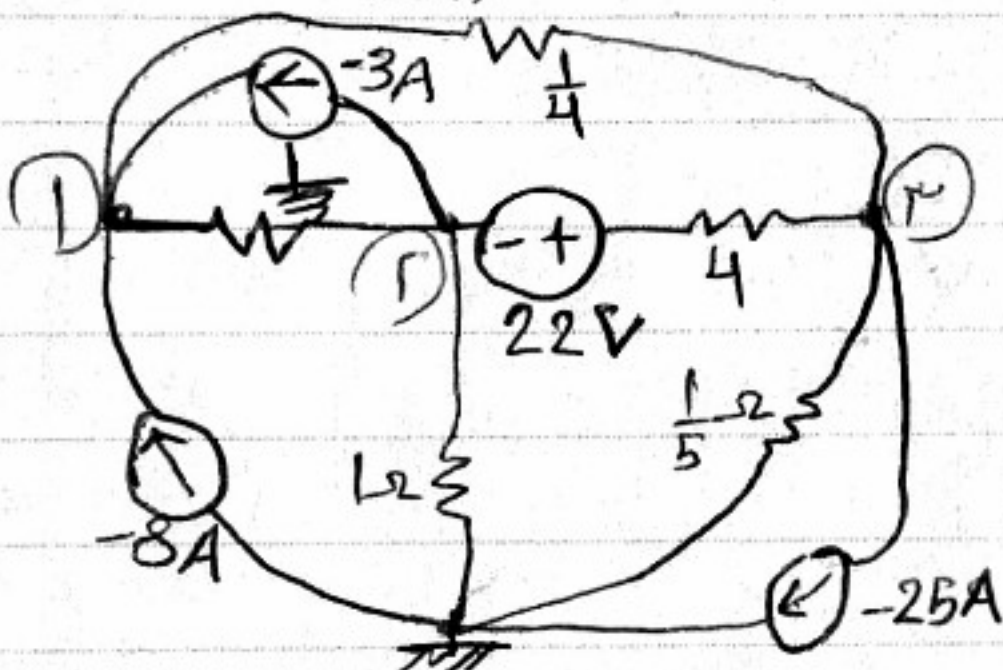
E: ولتاژ سه های مدار زیر را با استفاده از تحلیل درختیست آورید $\frac{1}{4}$



$$KCL(1): -(-8) + \frac{V_1 - V_2}{\frac{1}{3}} - (-3) + \frac{V_1 - V_3}{\frac{1}{4}} = 0$$

$$KCL(2): \frac{V_2 - V_1}{\frac{1}{3}} + (-3) + \frac{V_3 - V_1}{\frac{1}{4}} + \frac{V_2}{1} + \frac{V_3}{\frac{1}{5}} + (-25) = 0$$

$$V_3 - V_2 = 22$$

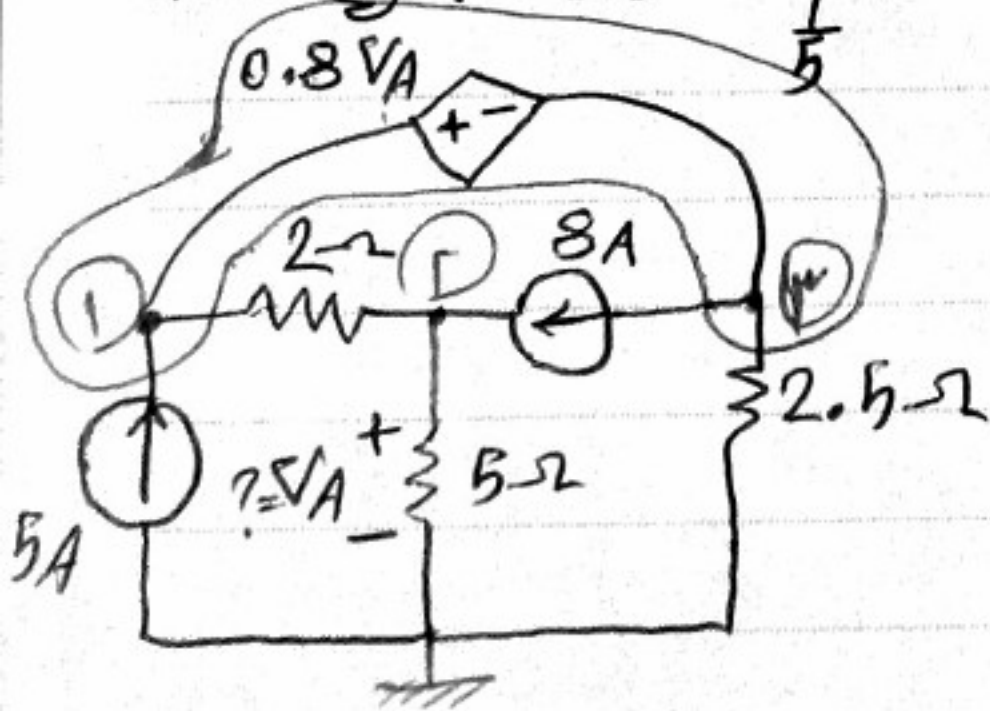


E: مسابقیل

$$KCL(1): -(-8) + \frac{V_1 - V_2}{\frac{1}{3}} - (-3) + \frac{V_1 - V_3}{\frac{1}{4}} = 0$$

$$KCL(2): -3 + \frac{V_2 - V_1}{\frac{1}{3}} + \frac{V_2}{1} + \frac{V_2 - V_3}{4} + 22 = 0$$

$$KCL(3): -25 + \frac{V_3}{\frac{1}{5}} + \frac{V_3 - V_2 - 22}{4} + \frac{V_3 - V_1}{\frac{1}{4}} = 0$$



E: (مدار کتل زیر را بسازید)

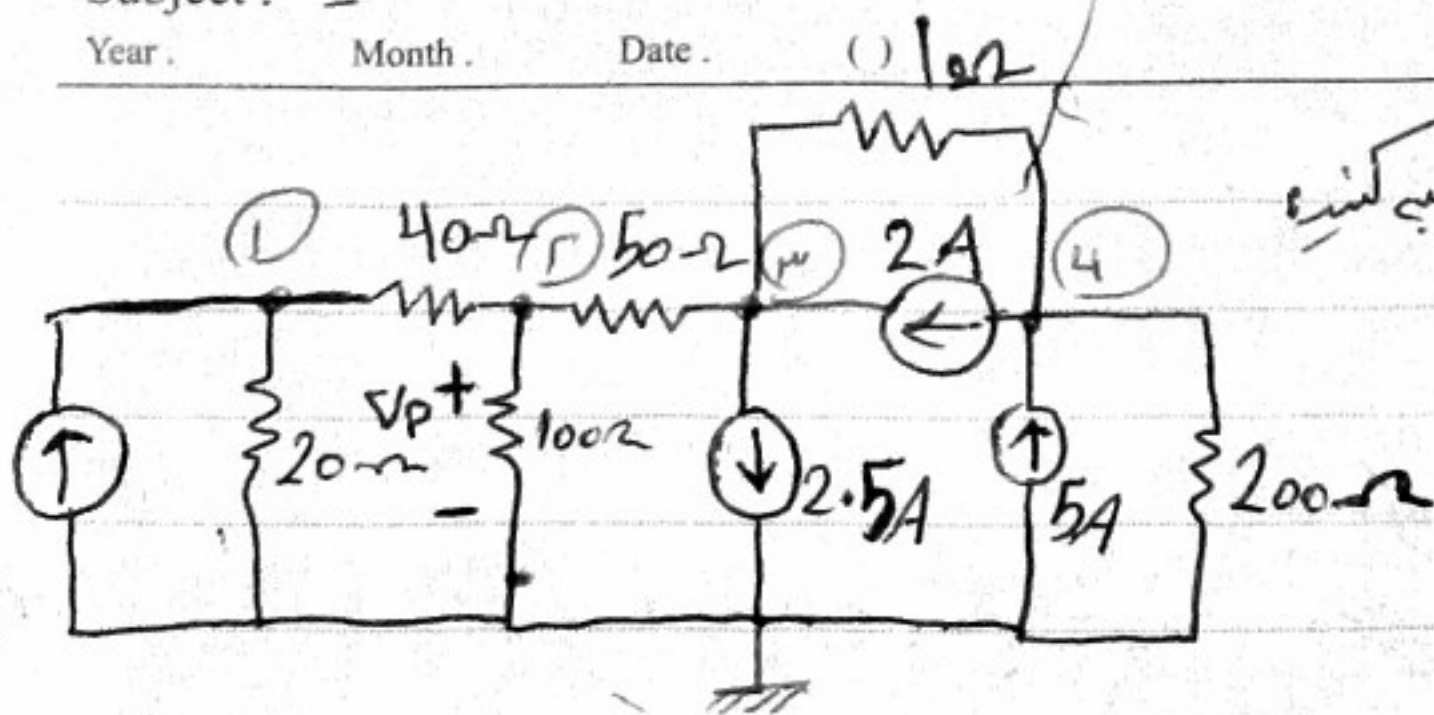
$$V_A = V_2$$

$$\frac{V_A - V_1}{2} + \frac{V_A}{5} - 8 = 0$$

$$-5 + \frac{V_1 - V_A}{2} + 8 + \frac{V_3}{2.5} = 0$$

$$V_1 - V_3 = 0.8V_A$$

در مدار زیر بر حسب V_p را محاسبه کنید



$$Kcl(1) : -10 + \frac{V_1 - V_2}{40} + \frac{V_1}{20} = 0$$

$$Kcl(2) : \frac{V_2 - V_1}{40} + \frac{V_2}{100} + \frac{V_2 - V_3}{50} = 0$$

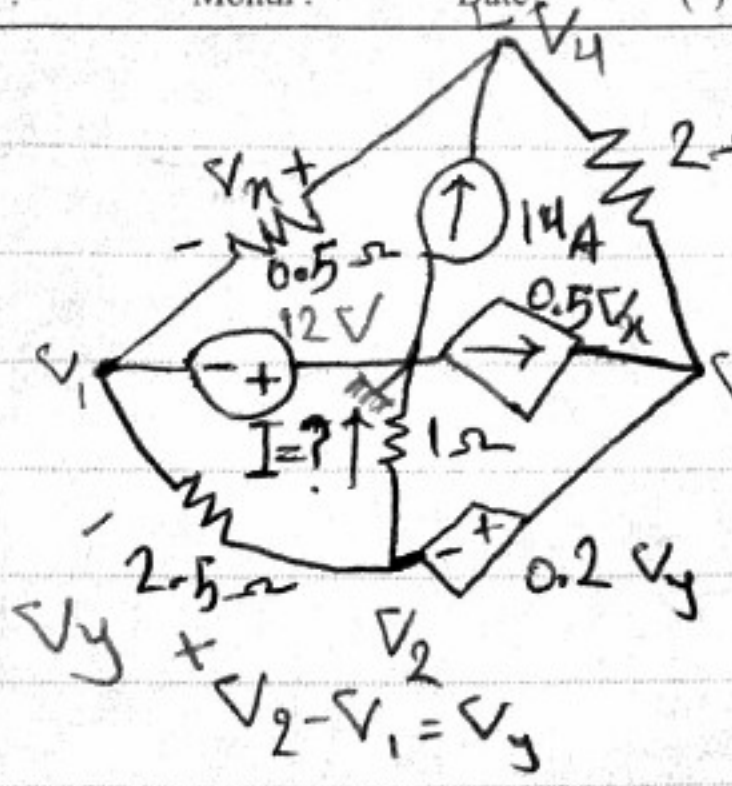
$$Kcl(3) : \frac{V_3 - V_4}{10} - 2 + 2.5 + \frac{V_3 - V_2}{50} = 0$$

$$Kcl(4) : \frac{V_4 - V_3}{10} + 2 - 5 + \frac{V_4}{200} = 0$$

$$V_2 = V_p$$

Subject : 11

Year . Month . Date ()



$V_1 = -12V$
 $V_4 - V_1 = -12$
 $V_4 - V_1 = -12 \Rightarrow E$
 KCL $\rightarrow \frac{V_3 - V_4}{2} - 0.5 + \frac{V_2}{1} + \frac{V_2 - V_1}{2.5} = 0$
 KCL $\rightarrow -1A + \frac{V_4 - V_1}{0.5} + \frac{V_4 - V_3}{2} = 0$
 $V_3 - V_2 = 0.2 V_y$
 $V_2 - V_1 = V_y$
 $V_2 - V_1 = 12$

$(1 + \frac{1}{2.5}) V_2 + \frac{V_3}{2} + (-\frac{1}{2} - 0.5) V_4 = 10.8$

$V_2 = \begin{bmatrix} 10.8 \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$

$I = \frac{V_2}{1}$

Ariyan

تحلیل مشق : تعداد مشق های مدار را مشخص کنید.

۲) برای هر مشق جریان ساعتگردی را در تقویم تعیین کنید (۳ معادلات KVL در هر مشق)

رای نویسیم (۴) چنانچه در مشق در دیواره ای خارجی خود دارای منبع جریان باشد

جریان در آن مشق معلوم بوده و نیاز به نوشتن معادلات KVL در آن مشق نیست

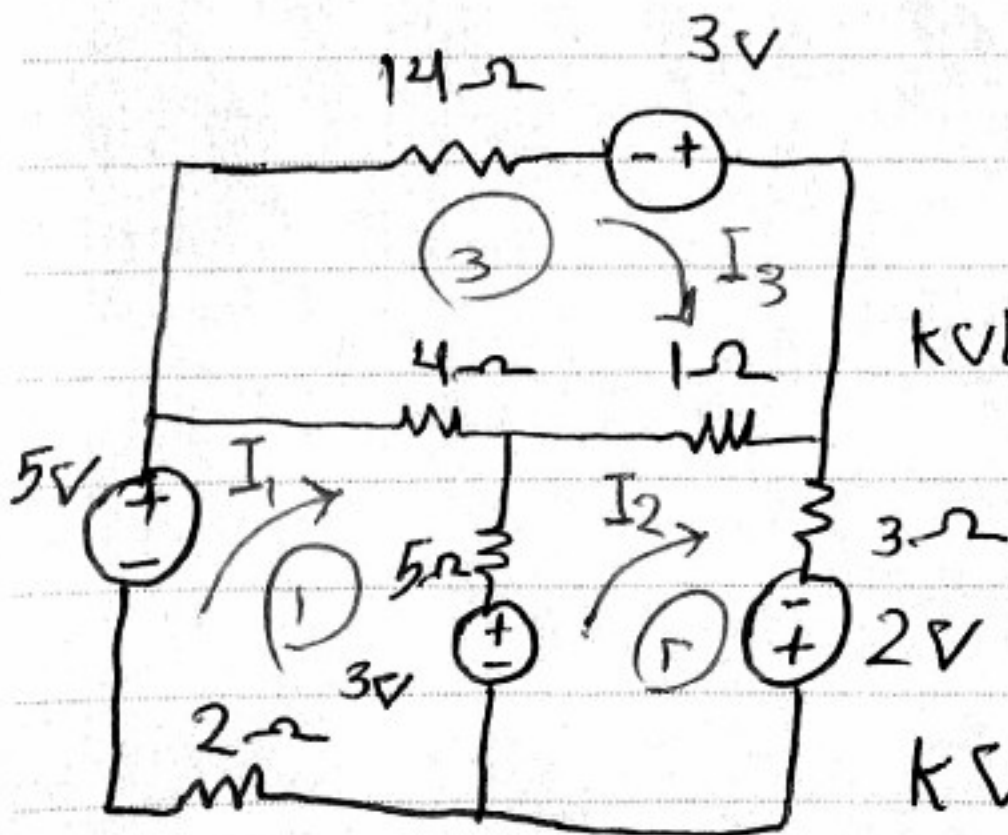
۵) چنانچه در مشق دو منبع جریان باشد دو مشق را بصورت یک مشق در نظر

گرفته و معادلات KVL را در آن مشق نویسیم همچنین در بعضی مشق ها برابر

مسبب منبع جریان گرفته بین مشق (۶) رسیده معادلات بدست آمده را با استفاده از نویسیم

ماتریسی حل می کنیم

مثال :



$$\text{KVL (1)} : -5 + 4(I_1 - I_3) + 5(I_1 - I_2)$$

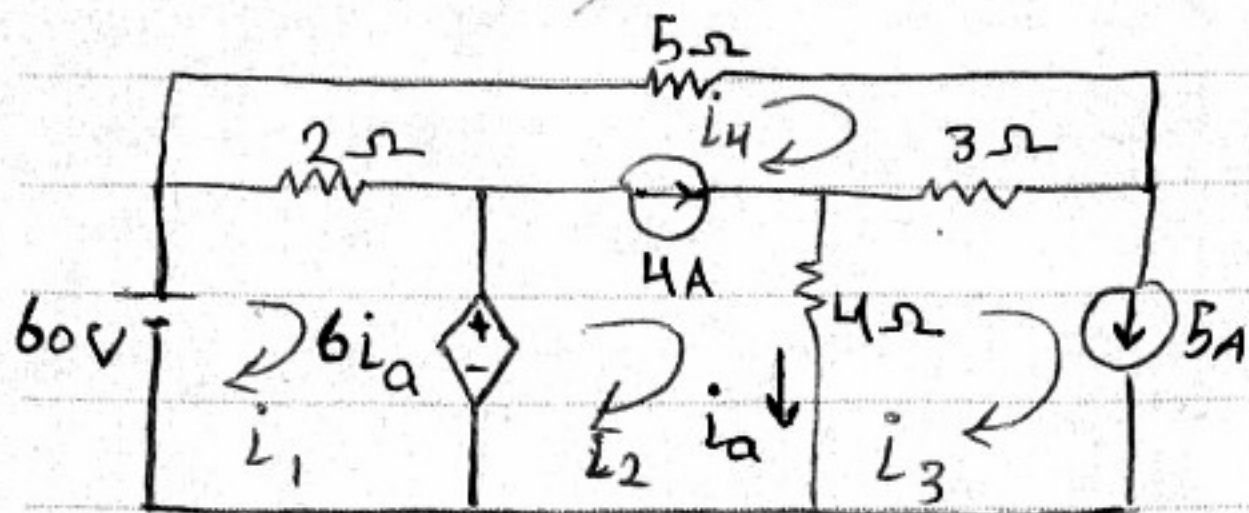
$$+ 3 + 2I_1 = 0$$

$$\text{KVL (2)} : -3 + 5(I_2 - I_1) + 1(I_2 - I_3)$$

$$+ 3I_2 - 2 = 0$$

$$\text{KVL (3)} : 14I_3 - 3 + 1(I_3 - I_2) + 4(I_3 - I_1) = 0$$

توان مصرفی در مقاومت $2\ \Omega$ را حساب کنید



$$P_{2\ \Omega} = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI \qquad i_3 = 5A$$

$$\text{KVL ①: } -60 + 2(i_1 - i_4) + 6i_a = 0 \qquad i_2 - i_3 = 5A$$

$$\text{KVL ②: } -6i_a + 2(i_4 - i_1) + 5i_4 + 3(i_4 - i_3) = 0 \qquad i_2 - i_3 = 5A$$

$$i_2 - i_4 = 4$$

$$2i_1 + 6i_2 - 2i_3 = 90$$

$$-2i_1 - 6i_2 + 10i_4 = 45$$

$$i_2 - i_4 = 4 \begin{bmatrix} 90 & 6 & -2 \\ 45 & -6 & 10 \\ 4 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

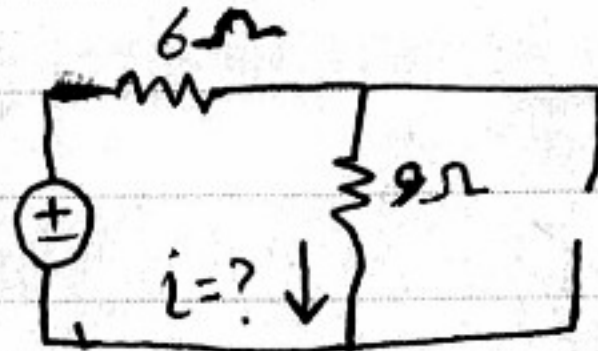
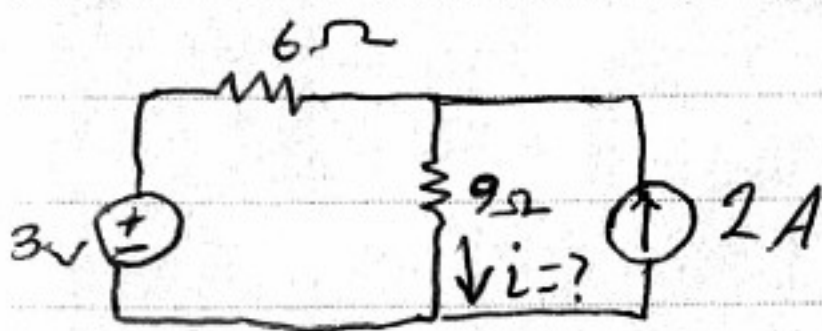
$$i_4 = \begin{bmatrix} 2 & 6 & -2 \\ -2 & -6 & 10 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 6 & -2 \\ -2 & -6 & 10 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

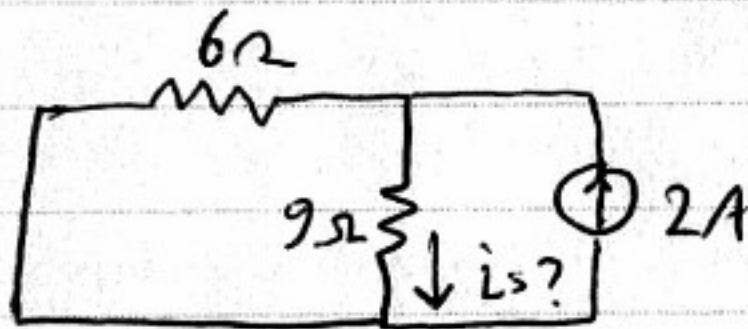
$$P = 2 \times (i_1 - i_4)^2$$

جمع آثاره در این روش همبافتها اندکی از منابع را در نظر گرفته و سایر منابع را بی اثر می کنیم. بی اثر کردن منبع ولتاژ به معنای اتصال کوتاه کردن آن و بی اثر کردن منبع جریان به معنای مدار باز کردن آن است.

EX : در مدار شکل زیر جریان I را با استفاده از جمع آثار ببینید.



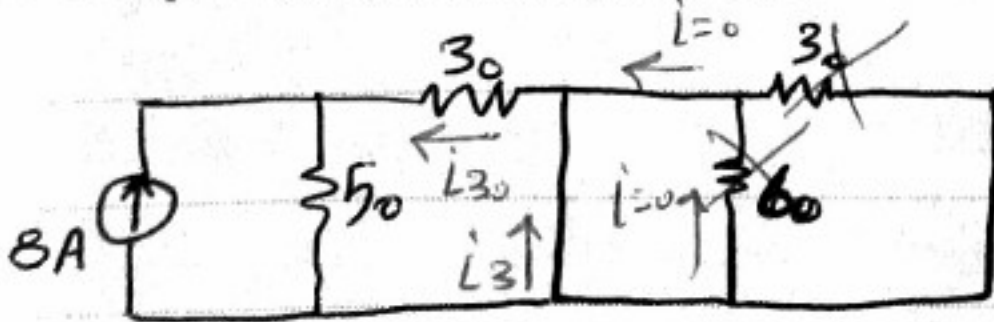
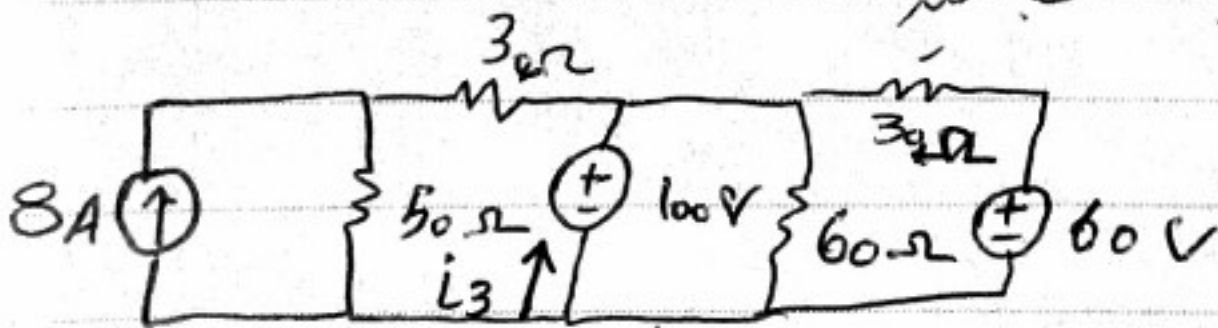
$$i = \frac{3}{15} = \frac{1}{5} = 0.2 A$$



$$i = \frac{2 \times 6}{6+9} = 0.8 A$$

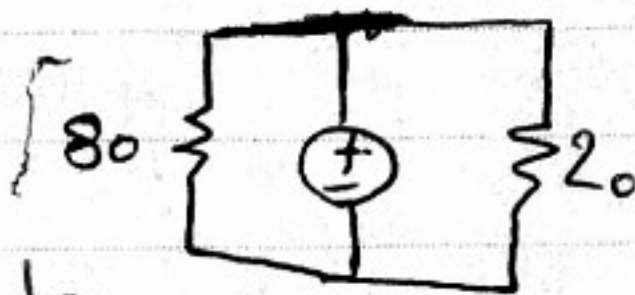
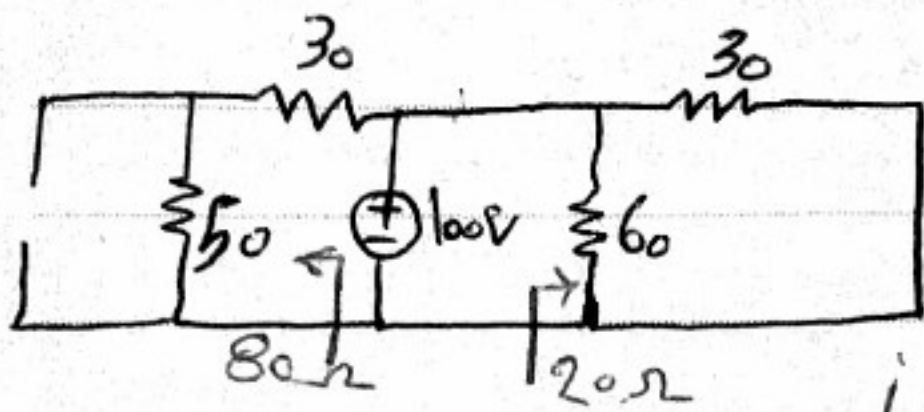
$$I = 0.2 + 0.8 = 1 A$$

EX : در مدار شکل زیر جریان I₃ را حساب کنید.



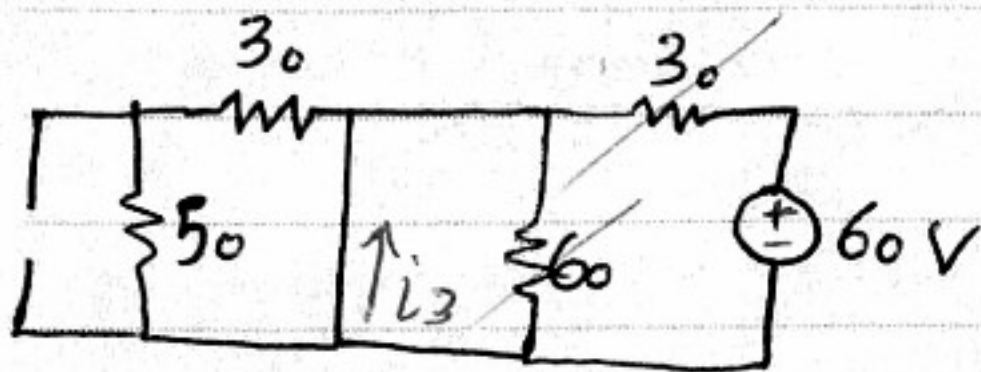
$$i_{30} = -\frac{3 \times 50}{50+30} = -5 A$$

$$i_3 = i_{30} = -5 A$$



$$i_{80} = \frac{100}{80} = 1.25$$

$$i_{20} = \frac{100}{20} = 5$$

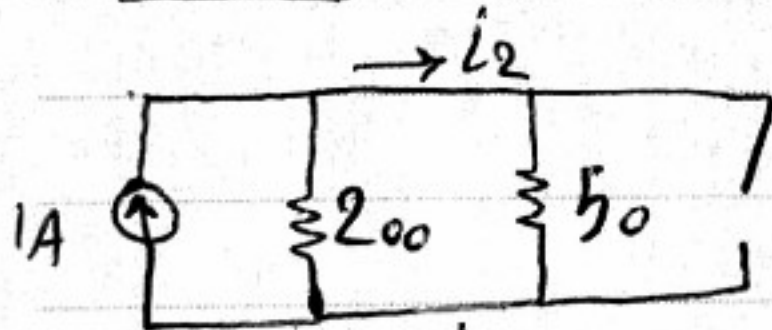
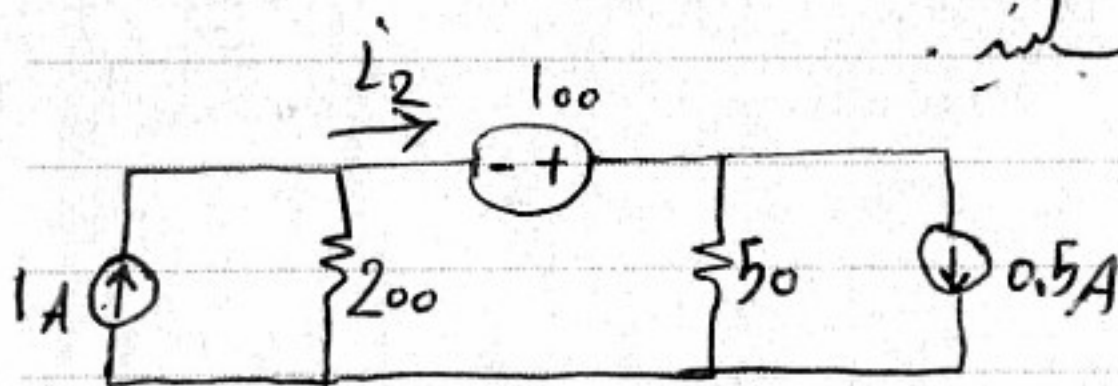


$$i_3 = -i_{30} \rightarrow -2A$$

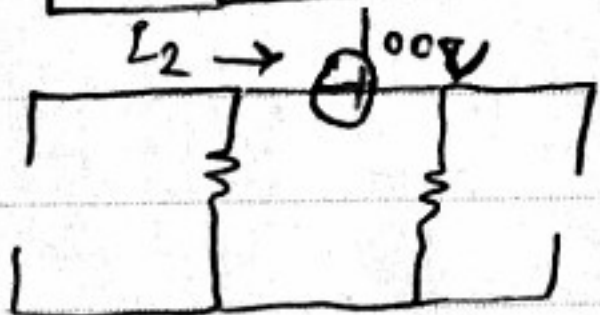
$$i_{30} = \frac{60}{30} = 2A$$

$$i_3 = 6.25 - 5 - 2$$

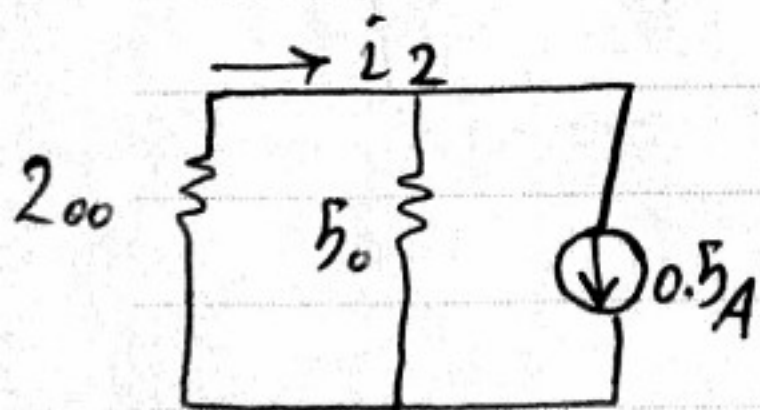
EX: در مدار کسب از هر جریان i_2 را حساب کنید.
 و باید بدین منبع 100V مصرف کننده است یا
 تولید کننده؟



$$i_2 = \frac{1 \times 200}{200 + 50} = \frac{200}{250} = 0.8$$

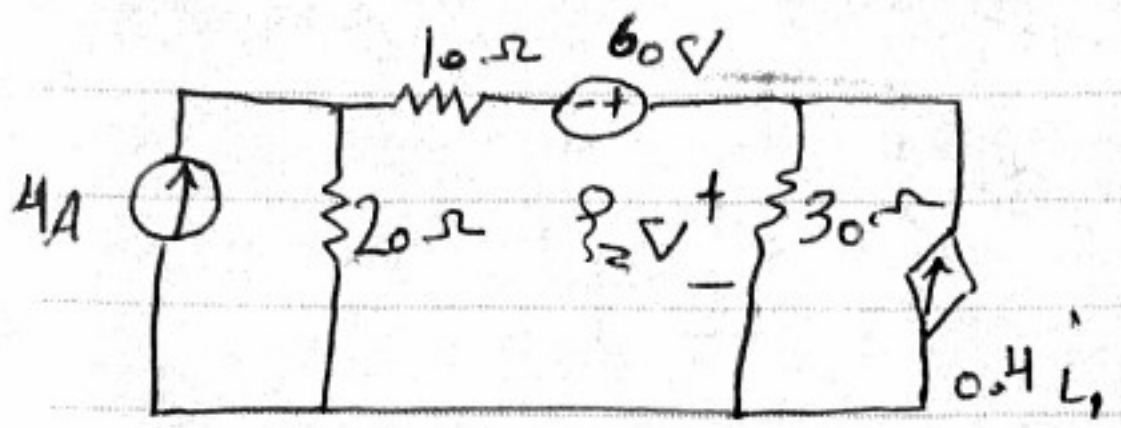


$$-100 + 50i_2 + 200i_2 = 0 \Rightarrow i_2 = \frac{100}{250} = 0.4A$$

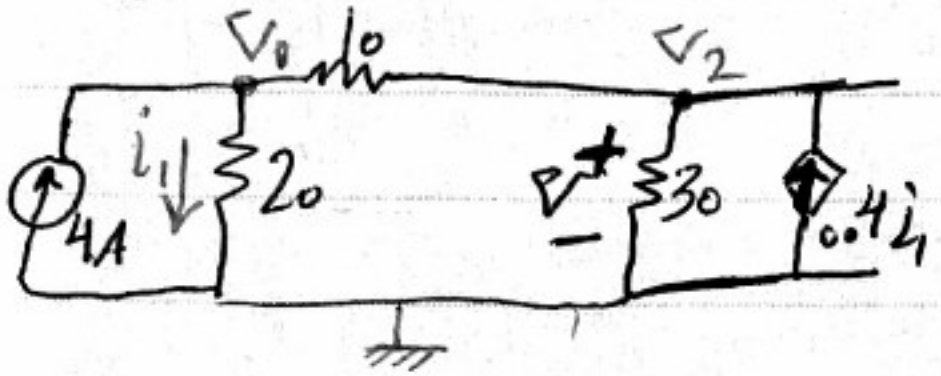


$$i_2 = \frac{0.5 \times 50}{250} = 0.1A$$

$$P = -i_2 \times 100 = -1.3 < 0$$



Ex: با استفاده از قانون ولتاژ Kirchhoff

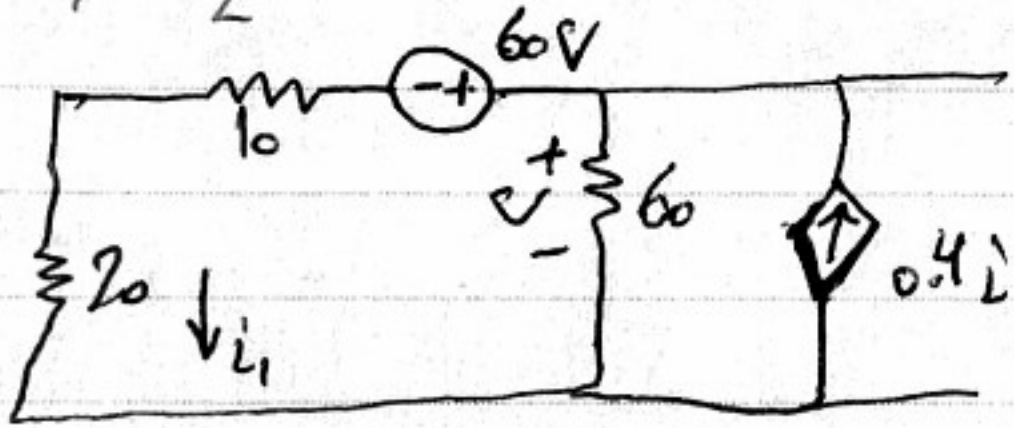


$V = V_2$

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

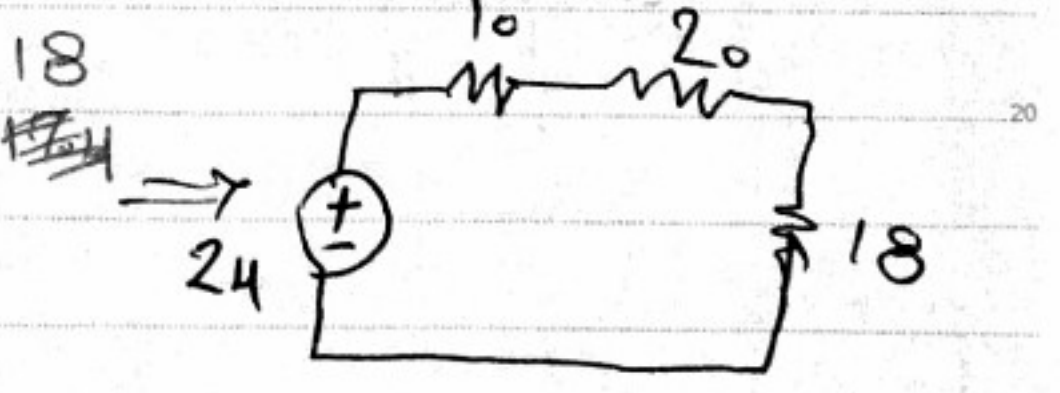
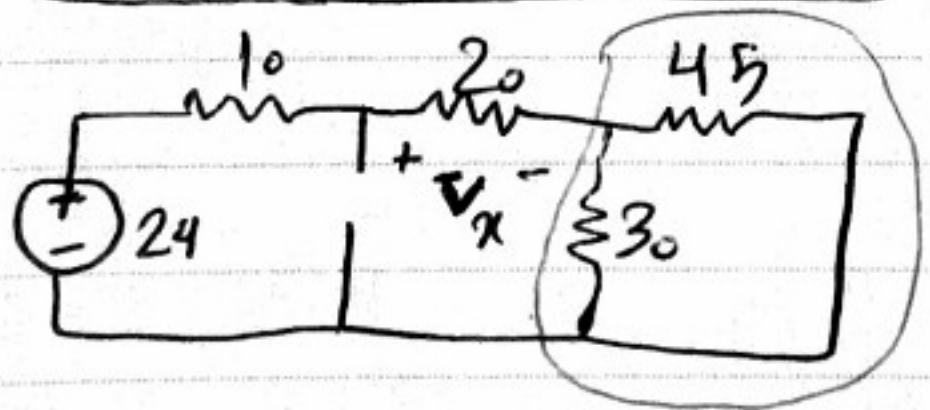
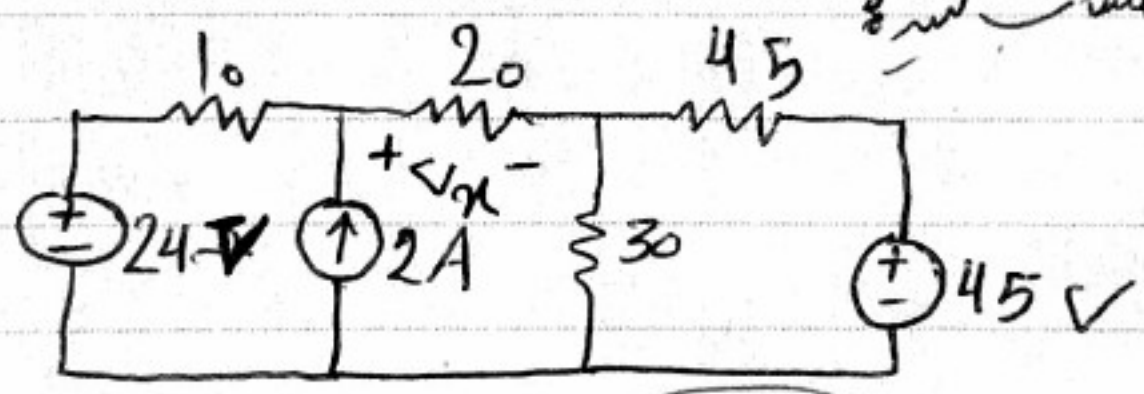
$$\frac{V_2 - V_1}{10} + \frac{V_2}{30} + 0.4 = 0$$

$\rightarrow V_2 = 6V$



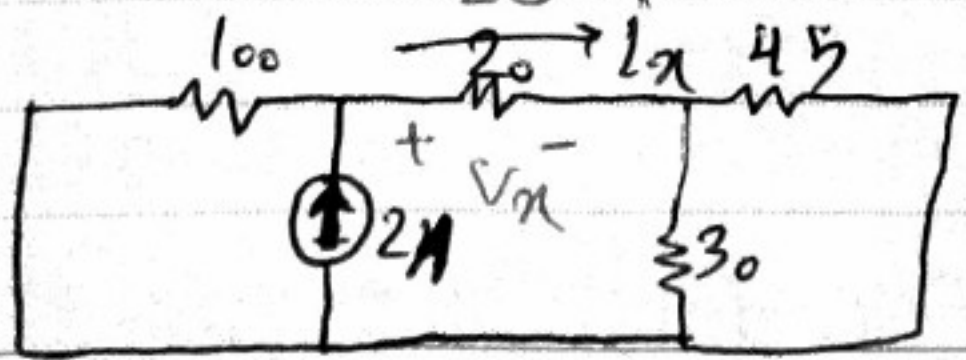
$$\frac{V}{60} + \frac{V - 60}{30} - 0.4 = 0 \rightarrow V = 6V$$

Ex: با استفاده از جمع جریبات Kirchhoff

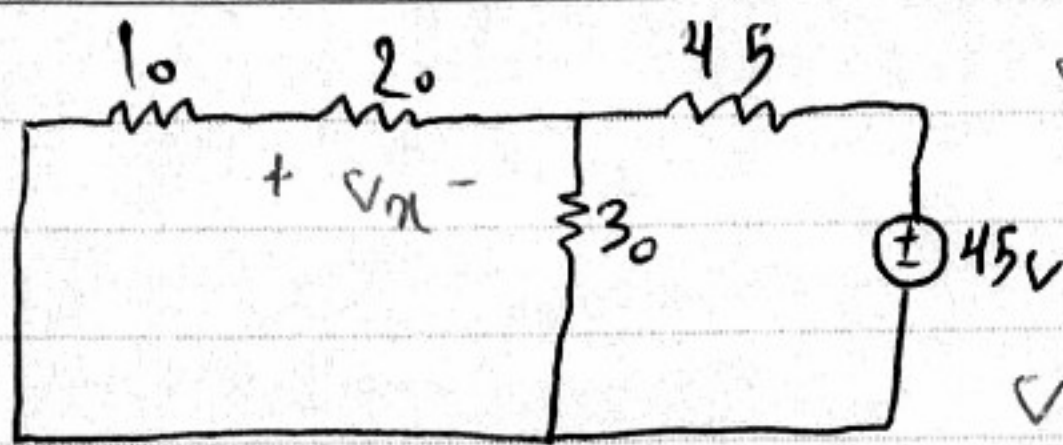


$$V_x = \frac{24 \times 20}{20 + 28} = 10$$

$$i_x = \frac{2 \times 10}{10 + 38} = \frac{20}{48} = 0.41A$$



$$V_x = 20 \times i_x = 20 \times 0.41 = 8.2V$$



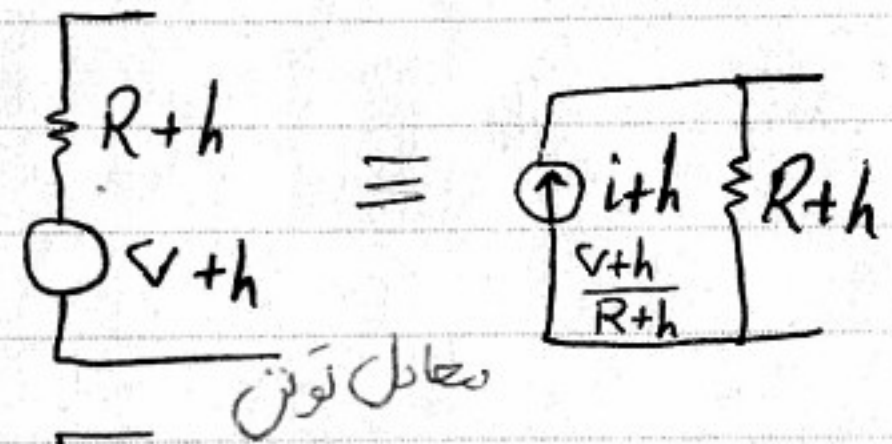
$$V_1 = \frac{45 \times 15}{15 + 45} = \frac{45 \times 15}{60} = 11.25$$

$$V_2 = -\frac{V_1 \times 20}{20 + 10} = -\frac{11.25 \times 20}{30} = -7.5$$

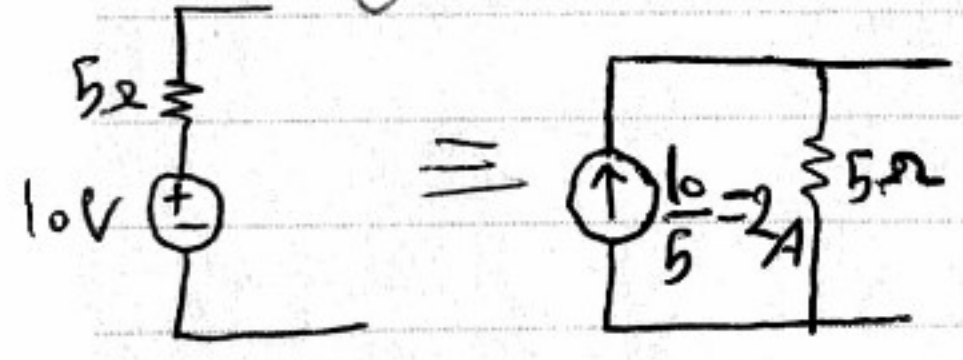
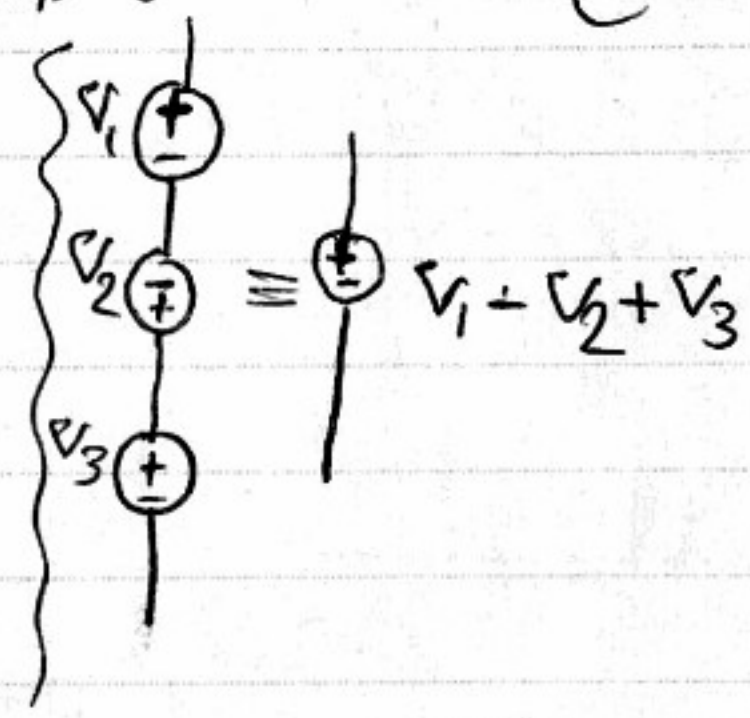
$$V_x = 10 + 8.2 - 7.5 = 10.7$$

تبدیل منابع: در این روش منابع جریان و ولتاژ را می‌توان به هم تبدیل نمود و سپس با

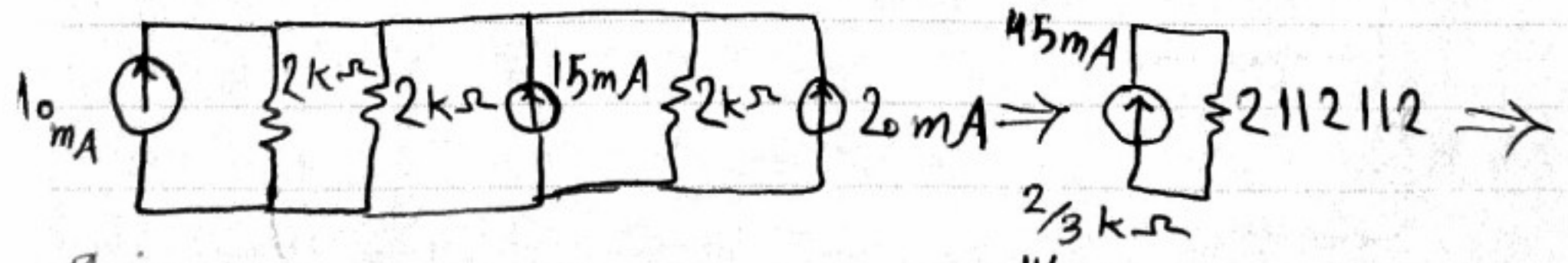
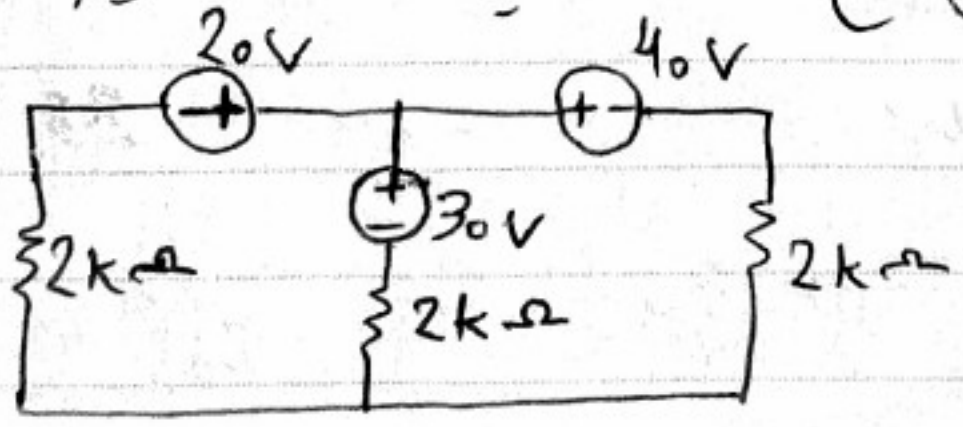
برای تبدیل از منابع متساوی‌اثر را ساده می‌کنیم



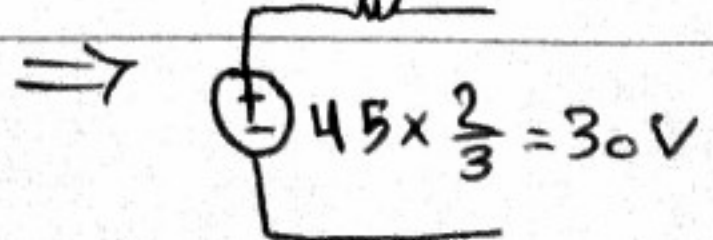
معادل نون



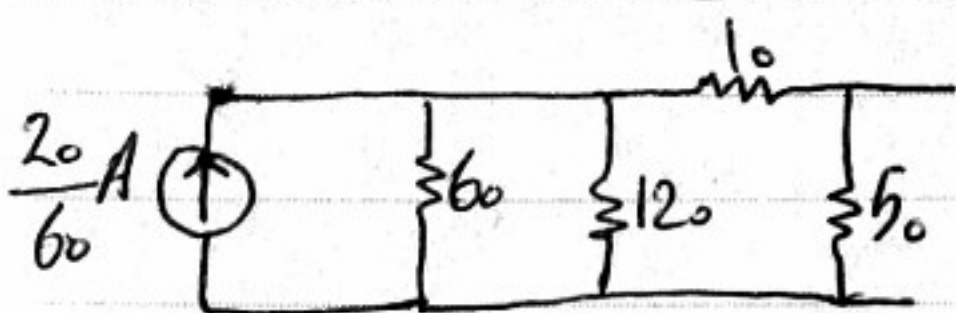
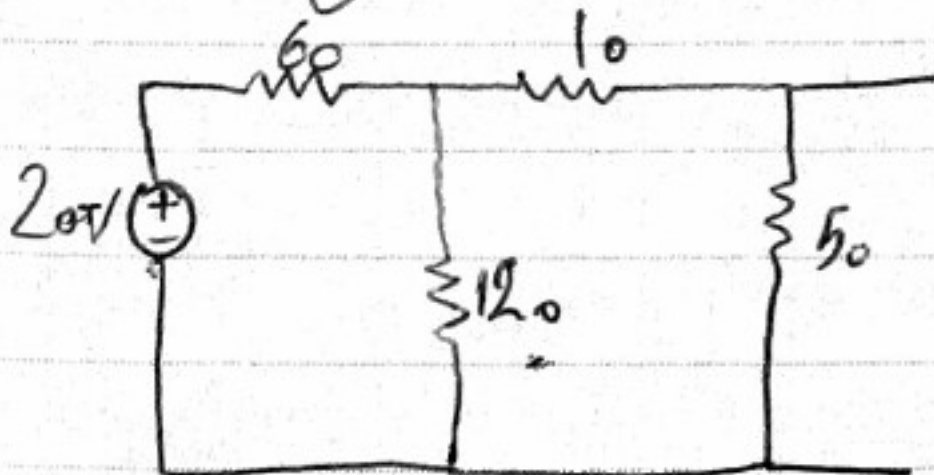
EX: مدار کس از برابری روش تبدیل منابع به طور نتایج مقاومت درونی P



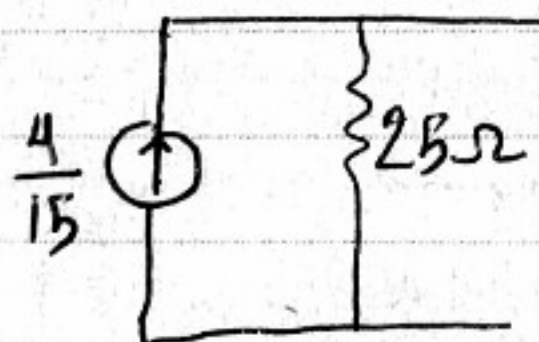
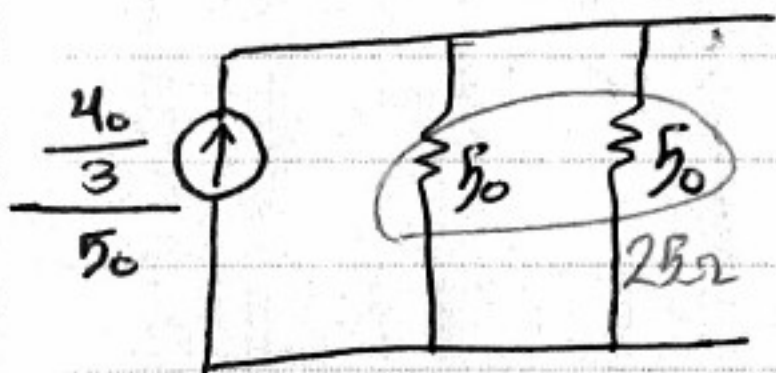
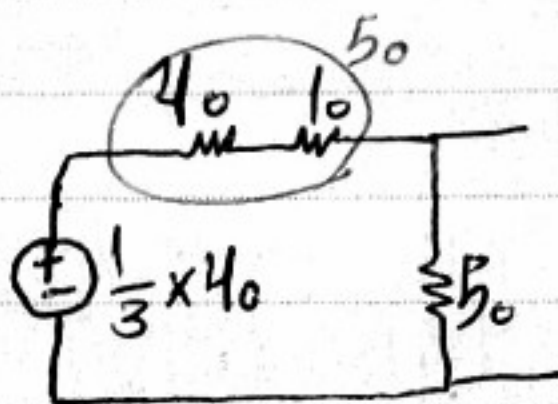
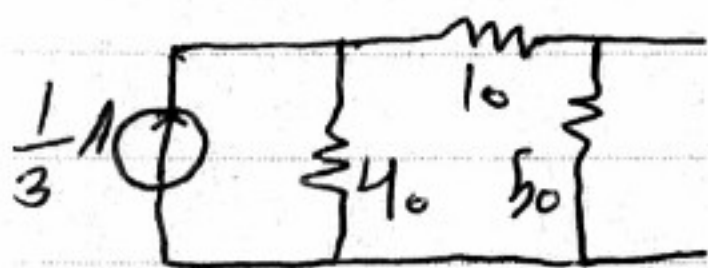
Ariyan



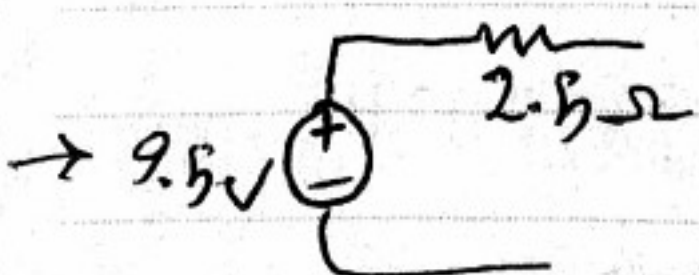
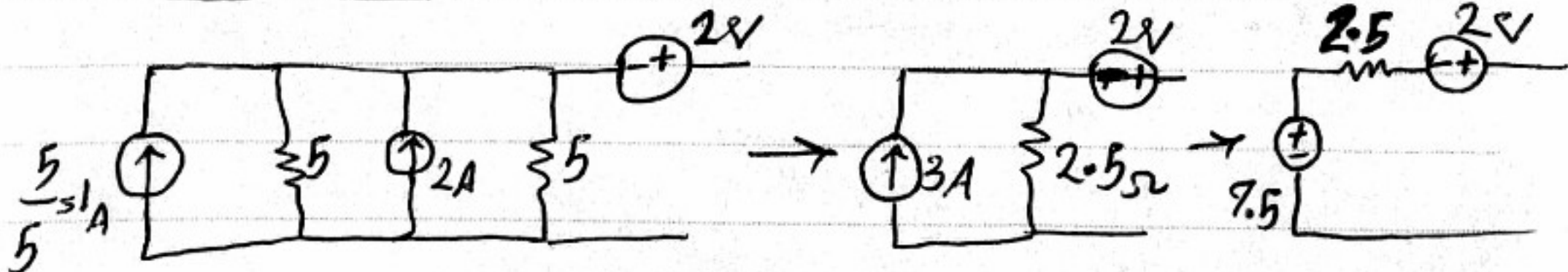
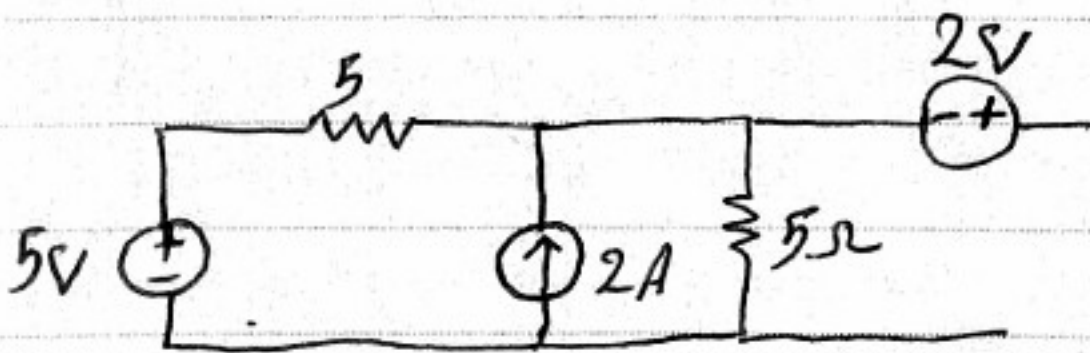
Ex: در شکل زیر با کمک تبدیل منابع عبوری نتایج متفاوت وید منبع در آورید!



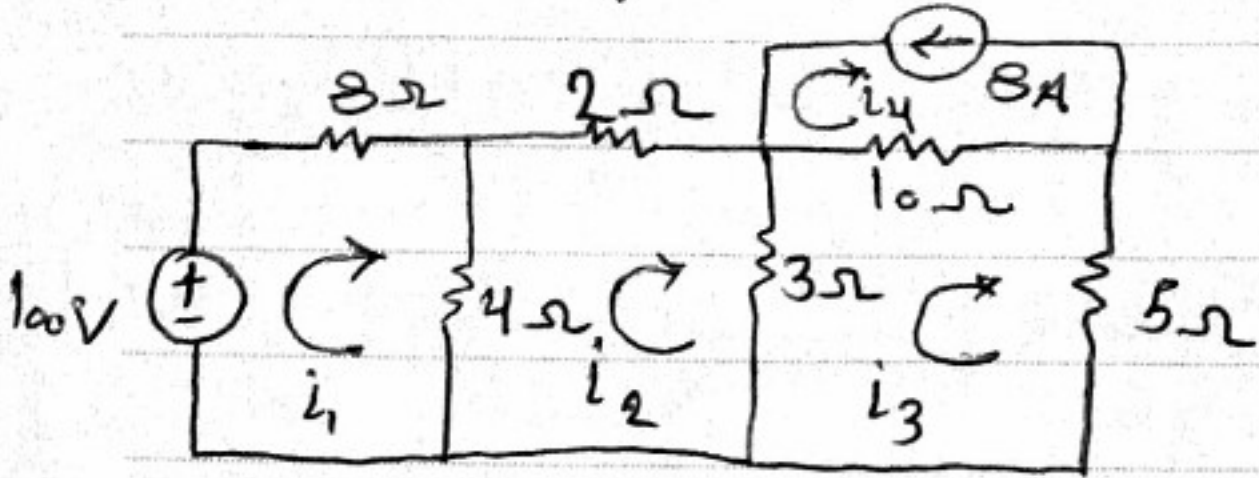
$$60 \parallel 120 = \frac{60 \times 120}{180} = 40 \Omega$$



Ex: در شکل زیر با کمک تبدیل نتایج



EX: در مدار شکل زیر جریان i_2 را از روش خانگی (مست) حل کنید!

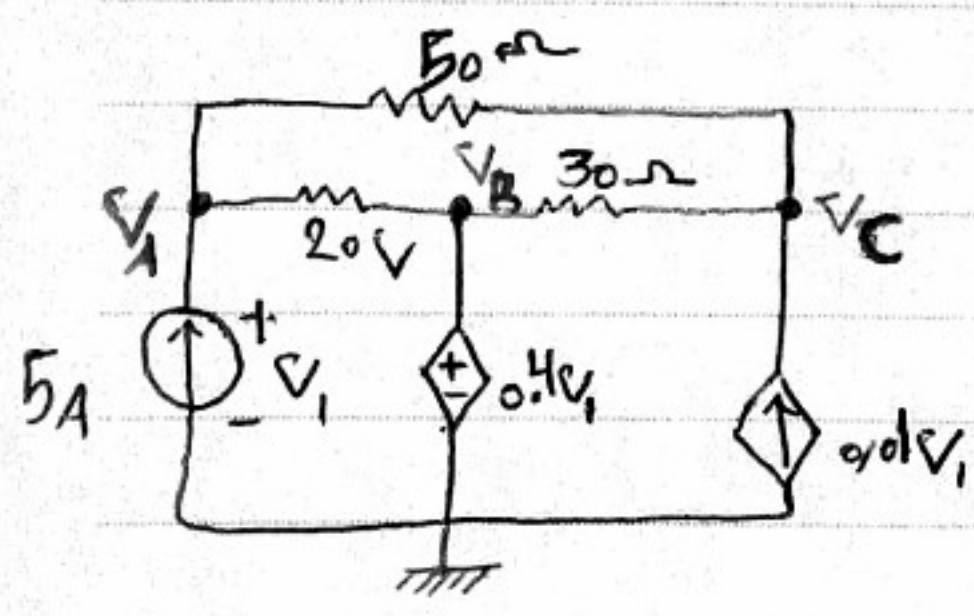


$$KVL_1: 8 - 100 + 8i_1 + 4(i_1 - i_2) = 0$$

$$KVL_2: 4(i_2 - i_1) + 2i_2 + 3(i_2 - i_3) = 0$$

$$KVL_3: 3(i_3 - i_2) + 5i_3 + 10(i_3 - i_4) = 0$$

$$KVL_4: i_4 = -8$$



EX: در مدار شکل زیر ولتاژ V_1 را بیابید

$$KCL_1: \frac{V_A - V_B}{20} + \frac{V_A - V_C}{50} - 5 = 0$$

$$V_B = 0.4V_1 \rightarrow V_B = 0.4V_A$$

$$KCL_2: \frac{V_C - V_B}{30} + \frac{V_C - V_A}{50} - 0.01V_1 = 0$$